ISEM 2020

THE 5th INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE ENVIRONMENT AND MORALS

Online September 24-25, 2020

PROCEEDINGS BOOK

5.ULUSLARARASI ÇEVRE VE AHLAK SEMPOZYUMU

Çevrimiçi 24-25 Eylül 2020

BİLDİRİLER KİTABI

Düzenleyen Kuruluşlar

Destekleyen Kuruluşlar

ISEM 2020

THE 5th INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE ENVIRONMENT AND MORALS

Online September 24-25, 2020

PROCEEDINGS BOOK

5.ULUSLARARASI ÇEVRE VE AHLAK SEMPOZYUMU

Çevrimiçi 24-25 Eylül 2020

BİLDİRİLER KİTABI

Düzenleyen Kuruluşlar

Destekleyen Kuruluşlar

ISEM2020

The 5th International Symposium on the Environment and Morals
5.Uluslararası Çevre ve Ahlak Sempozyumu
September 24-25, 2020 / ***24-25 Eylül 2020***
İstanbul 2020

PROCEEDINGS BOOK / *BİLDİRİLER KİTABI*

ISBN : 978-605-81053-2-4

Kapak ve İç Dizayn : A4 REKLAM / Adem ERTEMUR

Baskı - Cilt : Hat Cilt Basım Yayın Matbaa San. Tic.
Ltd. Şti. Altınşehir Mah. Muhsin Yazıcıoğlu
Cad. No: 2/1 Başakşehir / İstanbul
Sertifika No: 35778

COMMITTEES

HONORY COMMITTEE

Prof. Dr. Veysel EROĞLU *(Former Minister of Forestry and Water Affairs, Turkey)*
Prof. Dr. Adem BAŞTÜRK *(Former Deputy, Turkey)*
Prof. Dr. Lütfi AKCA *(Member of Policy Council on Local Governancy, Turkey)*
Prof. Dr. Tamer YILMAZ *(Rector of Yildiz Technical University, Turkey)*
Prof. Dr. İsmail KOYUNCU *(President of the Board of Trustees of the Environmental Foundation, Rector of Istanbul Technical University, Turkey)*
Prof. Dr. Hasan MANDAL *(TÜBİTAK, Turkey)*
Prof. Dr. Ahmet Mete SAATÇİ *(Head of Turkish Water Institute, Turkey)*
Prof. Dr. Naci ÇAĞLAR *(Chairman of Academic Platform, Sakarya University, Turkey)*
Assoc. Prof. Dr. Haldun KARAN *(Chairman of the Environmental Foundation, Turkey)*
Advt. Muzaffer ÖZCAN *(Chairman of the CEKUD Board, Turkey*)

ORGANIZING COMMITTEE

Prof. Dr. Eyüp DEBİK *(Chair Yıldız Technical University, Turkey)*
Assoc. Prof. Dr. Özer UYGUN *(Co-chair Sakarya University, Turkey)*
Prof. Dr. Ahmet ALP *(Academic Platform Member, Sakarya University, Turkey)*
Prof. Dr. Bahadır TUNABOYLU *(Marmara University, Turkey)*
Prof. Dr. Bayram Ali ÇETİNKAYA *(Istanbul University, Turkey)*
Prof. Dr. Bekir KAYACAN *(Istanbul University, Turkey)*
Prof. Dr. Bülent İNANÇ *(Istanbul Technical University, Turkey)*
Assoc. Prof. Dr. Süleyman KAYA *(Abant Izzet Baysal University, Turkey)*
Assist. Prof. Dr. Hakan ASLAN *(Sakarya University, Turkey)*
Assist. Prof. Dr. Neslihan MANAV DEMİR *(Yildiz Technical University, Turkey)*
Burcu ÇALLI *(Turkey Water Institute)*
Ercan BAŞARAN *(Vice Chairman of ÇEKUD, Turkey)*

SCIENTIFIC COMMITTEE

Prof. Dr. Adnan KARAİSMAİLOĞLU *(Kirikkale University, Turkey)*
Prof. Dr. Ahmed Fauzi bin ISMAIL *(University Technology, Malaysia)*
Prof. Dr. Ahmet DEMİR *(Yildiz Technical University, Turkey)*
Prof. Dr. Alfina SIBGATULLINA *(Russian Academy of Sciences, Russia)*
Prof. Dr. Ali ATA *(Gebze Technical University, Turkey)*
Prof. Dr. Ali DENİZ *(Istanbul Technical University, Turkey)*
Prof. Dr. Almaz Ulvi BINNATOVA *(Azerbaijan National Academy of Sciences)*
Prof. Dr. Amor HAFIANE *(Certe, Tunisia)*
Prof. Dr. Atilla ARKAN *(Sakarya University, Turkey)*
Prof. Dr. Bakhtiyor KARIMOV *(Institute Of Plant And Animal World Genetic Resources, Uzbekistan)*
Prof. Dr. Burhanettin DURAN *(SETA, Turkey)*
Prof. Dr. Cemalettin KUBAT *(Sakarya University, Turkey)*
Prof. Dr. Chung-Hak LEE *(Seoul National University, S. Korea)*
Prof. Dr. Dietmar MIETH *(Universität Erfurt, Germany)*
Prof. Dr. Duygu ÖZDEŞ *(University of Gumushane, Turkey)*
Prof. Dr. Emin UĞURLU *(Bursa Technical University,Turkey)*
Prof. Dr. Erol ARCAKLIOĞLU *(Yildirim Beyazit University, Turkey)*
Prof. Dr. Hatem AKBULUT *(Sakarya University, Turkey)*
Prof. Dr. Himmet TAŞKÖMÜR*(Harvard NELC, USA)*
Prof. Dr. Hür Mahmut YÜCER *(University of Health Sciences, Turkey)*
Prof. Dr. Hüseyin YILMAZ *(George Mason Univ., USA)*
Prof. Dr. İbrahim ÇAPAK*(Bingöl University, Turkey)*
Prof. Dr. İbrahim DEMİR *(Istanbul Technical University, Turkey)*
Prof. Dr. İsmail TORÖZ *(Istanbul Technical University, Turkey)*
Prof. Dr. John MUTTER *(Columbia University, USA)*
Prof. Dr. Mark WIESNER *(Duke University, USA*)
Prof. Dr. Mawil Izzi DIEN *(University of Wales Trinity Saint David, UK)*
Prof. Dr. Mehmet Emin AYDIN *(Necmettin Erbakan University, Turkey)*
Prof. Dr. Mehmet Emin AYDIN *(University of West of England, UK)*
Prof. Dr. Muhammed AYDIN *(Qatar University, Qatar)*
Prof. Dr. Muhittin MACİT *(Turkey Writing Works Agency, Turkey*)
Prof. Dr. Nodirkhon KHASANOV *(Academy of Sciences Republic of Uzbekistan, Uzbekistan)*
Prof. Dr. Okan ŞİRİN *(Qatar University, Qatar)*
Prof. Dr. Ömer Adil ATASOY *(Aydın University, Turkey)*
Prof. Dr. Osman BAKAR *(Brunei Darusselam Üniversitesi, Brunei Darusselam)*
Prof. Dr. Richard FOLTZ *(Concordia University, Canada)*
Prof. Dr. Sait ÖZTÜRK *(Yildiz Technical University, Turkey)*

Prof. Dr. Süleyman MOLLAİBRAHİMOĞLU *(Recep Tayyip Erdoğan University)*
Prof. Dr. Talip ALP *(Medipol University, Turkey*)
Prof. Dr. Volodymyr TARABARA *(Michigan State University, USA)*
Prof. Dr. Yahya FİDAN *(Istanbul Commerce University, Turkey)*
Prof. Dr. Zehrudin OSMANOVIC *(University of Tuzla, Bosnia and Herzegovina)*
Prof. Dr. Zuhdija ADİLOVİÇ *(Zenica University, Bosnia Herzegovina)*
Assoc. Prof. Dr. Ali Çağlar ÇAKMAK *(Kahramanmaraş Sütçü İmam Uni., Turkey)*
Assoc. Prof. Dr. Elmina MUSRAT GADIROVA *(Baku State University, Azerbaijan)*
Assoc. Prof. Dr. Feride Hicran VELIYEVA *(Azerbaijan National Academy of Sciences)*
Assoc. Prof. Dr. Hamdi AYDIN *(Kocaeli University, Turkey)*
Assoc. Prof. Dr. Hayrettin YÜCESOY *(Washington Uni, USA*)
Assoc. Prof. Dr. İbrahim IŞITAN *(Karabük University, Turkey)*
Assoc. Prof. Dr. Ismar ALAGIC *(Agencija za razvoj opcine Te anj, Bosnia and Herzegovina)*
Assoc. Prof. Dr. Mahmut DOĞAN*(Marmara University, Turkey)*
Assoc. Prof. Dr. Mohamed Ragab Abdel GAWWAD *(IUS, Bosnia and Herzegovina)*
Assoc. Prof. Dr. Mohammad Hossein NIKSOKHAN *(University of Tehran, Iran)*
Assoc. Prof. Dr. Nedim VARDAR *(Universidad Interamericana de Puerto Rico, Puerto Rico)*
Assoc. Prof. Dr. Sabina SEMİZ *(IUS, Bosnia and Herzegovina)*
Assoc. Prof. Dr. Saim KAYADİBİ *(International Islamic University of Malaysia)*
Assoc. Prof. Dr. Tahir KAHRAMAN *(Adıyaman University, Turkey)*
Assoc. Prof. Dr. Ziyodulla YUSUPOV *(Karabük University, Turkey)*
Assist. Prof. Dr. Abdullah YAKŞİ *(Karabük University, Turkey)*
Assist. Prof. Dr. Ahmet Canan KARAKAŞ *(Kocaeli University, Turkey)*
Assist. Prof. Dr. Beytullah EREN *(Sakarya University, Turkey)*
Assist. Prof. Dr. Necdet YILMAZ *(Istanbul University, Turkey)*
Dr. Abubaker Mohamed Ahmed IBRAHIM *(Qatar University, Qatar)*
Dr. Cemil ARSLAN *(Union of Municipalities of Marmara, Turkey)*

SECRETARY

Res. Assist. Dr. Caner ERDEN *(Sakarya University, Turkey)*
Dr. Hüseyin BUDAK *(ÇEKUD Board Member, Turkey)*
Res. Assist. Usame YOLCU *(Abant İzzet Baysal University, Turkey)*

INVITED SPEAKERS
DAVETLİ KONUŞMACILAR



Prof. Dr. Veysel EROĞLU
Former Minister of Forestry and Water Affairs
Eski Çevre ve Orman Bakanı



Assoc. Prof. Dr. Hatice AYATAÇ
Istanbul Technical University Faculty of Architecture
İstanbul Teknik Üniversitesi
Mimarlık Fakültesi



Assoc. Prof. Dr. Yasin PİŞGİN
Akdeniz University, Faculty of Divinity
Akdeniz Üniversitesi İlahiyat Fakültesi

PANELS
PANELLER

PANEL 1. ÇEVRE TEKNOLOJİLERİNDE YERLİLİK

Dünya nüfusunun her geçen gün artışıyla birlikte çevre kirliliği artmakta ve dolayısıyla halihazırda mevcut çevre kirliliğinin çözülmesi, oluşabilecek kirliliklerin minimuma indirilebilmesi maksadıyla birçok farklı teknoloji geliştirilmekte ve uygulanmaktadır. Günümüzde çevre teknolojisi sadece kirliliğin önlenmesi olarak değil aynı zamanda enerji tüketimlerinin düşürülerek maddi kazanımlar sağlanması teknolojilerini de kapsamaktadır.

Çevre kirliliğine sebep olan herhangi bir maddenin bertarafı veya değerlendirilmesi işlemlerine paralel olarak yeni teknolojilerin geliştirilmesi ve geliştirilen teknolojilerin uygulanması maksadıyla kullanılacak ürünlerin yerli olarak üretilmesi de en önemli unsur olarak karşımıza çıkmaktadır. Ülkemizde yerli üretimin yapılması ve yaygınlaştırılması hem ekonomik bakımdan hem de diğer dünya ülkeleri ile rekabet edebilecek düzeylere ulaşabilmemiz bakımından büyük önem arz etmektedir. Bu hususlara ek olarak yerli üretimin artırılmasının dışa bağımlılığı azaltmak açısından da çok önemli olduğu bilinen bir gerçektir.

Bu panelde, Türkiye'de yerli üretimin desteklenmesi ve artırılması maksadıyla yapılabilecek çalışmalar, yerli ürünlerin kalitesinin artırılabilmesi için uygulanabilecek yöntemler, bu konu ile ilgili mevcut mevzuatlar ve iyileştirme önerileri değerlendirilecek olup aynı zamanda yerli çevre teknolojilerinin uygulanmasında karşılaşılan sorunlar ve çözüm önerilerinin ele alınması amaçlanmaktadır.



Moderator
Fatih YILDIZ
Eski SASKİ Genel Müdürü



Panelist
Doç.Dr.Özgür ÖZDEMİR
KASKİ Genel Müdürü



Panelist
Necati ÇALIK
ISU Genel Müdür Yard.



Panelist
Devrim İZGİ
BUSKİ Genel Müdür Yard.



Panelist
Dr.Serdar KOYUNCU
Konya Büyükşehir Belediyesi
Çevre Koruma Kontrol
Daire Başkanı

PANEL 2. ŞEHİRLEŞME, GÖÇ, ÇEVRE ETKİLEŞİMİ

Günümüzde küresel düzeyde artan kitlesel göç hareketlerinin etkileri her alanda kendini göstermektedir. Son dönemin en önemli gündem maddelerinden biri olan şehirleşme, göç olaylarının da etkisiyle toplumun sosyal ve fiziksel çevresinde önemli etkiler oluşturmaktadır.

Dünya nüfusunun yarısı şehirlerde yaşamakta ve kitlesel göçler karşısında en büyük yükü de yine şehirler taşımaktadır. Kitlesel göçlerin şehirlerin toplumsal ve ekonomik yaşamında yarattığı değişikliklerin yanı sıra, göçle birlikte hızla artan nüfus, su ve atıksu yönetimi, katı atık yönetimi ve hava kalitesi yönetimi gibi alanlar üzerinde de yük oluşturmaktadır. Meselenin diğer bir boyutu ise şehirlere göç eden nüfusun kapsayıcı politikalarla, uygun çevresel koşullarda yaşamlarını sürdürebilmesinin sağlanmasıdır.

Şehirlerde çevreye etki eden ve göç ile birlikte oluşan ya da artan sorunlar karşısında acil çözümler geliştirilmesi gerekmektedir. Devamında ihtiyaç duyulan şey ise uzun vadeli bir vizyon oluşturulması ve planlama yapılmasıdır. Şehirleşme, göç ve çevre etkileşimi hem küresel hem de ulusal düzeyde pek çok farklı aktörün dâhil olduğu bir planlama ve yönetim sürecini zorunlu kılmaktadır. Kurumsal işleyiş, yönetim araçları, karar alma mekanizmaları ve sahadaki operasyonlar arasında eşgüdüm sağlanması önemlidir.

Bu panelde, Türkiye'de göç, çevre ve şehircilik alanlarında çalışan ulusal ve yerel idarelerden, sivil toplum temsilcilerine uzanan bir yelpazede farklı aktörlerin bir araya gelmesi ile şehirleşme, göç ve çevre etkileşiminin farklı yönleriyle ele alınması amaçlanmaktadır.



Moderatör
Burcu ÇALLI
Türkiye Su Enstitüsü Uzman



Panelist
Hüseyin SÖNMEZLER
GASKİ Genel Müdürü



Panelist
Recep BATU
İstanbul İl Göç İdaresi Müdürü



Panelist
Şadiye Bilgiç KARABULUT
Çevre ve Şehircilik Bakanlığı
Sıfır Atık ve Atık İşleme
Dairesi Başkanı



Panelist
M.Sinan ÖZDEN
RESLOG Türkiye Ulusal Proje
Yöneticisi

PANEL 3. ÇEVRE VE AHLAK İLİŞKİSİ

Çevre kirliliği ve çevre sorunları günümüzün en önemli problemlerinden biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu önemli problemin ortaya çıkışıyla birlikte toplumların çevre ahlakı seviyelerinde de önemli değişiklikler oluşmuştur. Teknolojinin gelişmesi ve oluşan çevresel problemlerin direkt olarak insan sağlığı ve varlığı ile ilgisi olması sebebiyle geçmişten günümüze insanoğlunun doğaya kaşı tutumu ve davranışları da değişmiş ve ahlaki bir boyut kazanmıştır.

Çevre kirliliğini önlemek maksadıyla geliştirilen teknolojilerin istenilen seviyelerde yeterli olmaması, bu teknolojilere ek olarak toplumlarda çevre ahlakının gelişmesi gerekliğini ortaya koymuştur. Çevre ahlakı kavramı en temel haliyle çevre kirlenmesini önlemek ve gelecek nesillere temiz bir dünya bırakmak maksadıyla uyulması ve yaygınlaştırılması gereken davranış biçimlerini ifade etmektedir.

Bu panelde, toplumun çevre ahlakına bakış açısının ve çevre temelli ahlaki eğitimin nasıl olması gerektiği, çevre kirliliğinin önlenmesinde ahlaki eğitimin önemi ve çevre temelli ahlaki eğitimin nasıl olması gerektiğinin değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.



Moderator
Prof. Dr. Bayram Ali ÇETİNKAYA
İstanbul Üniversitesi
İlahiyat Fakültesi



Panelist
Prof. Dr. Ramazan ALTINTAŞ
Selçuk Üniversitesi
İslami İlimler Fakültesi Dekan



Panelist
Prof. Dr. Zekeriya GÜLER
29 Mayıs Üniversitesi
İlahiyat Fakültesi



Panelist
Prof. Dr. Celal TÜRER
Ankara Üniversitesi
İlahiyat Fakültesi



Panelist
Prof. Dr. Abdullah KAHRAMAN
Marmara Üniversitesi
İlahiyat Fakültesi

PANEL 4. ÇEVRE BİLİNCİNİN GELİŞTİRİLMESİNDE STK'LARIN ROLÜ ve İŞBİRLİĞİ

Günümüzde nüfusun ve endüstrileşmenin artışıyla birlikte çevre kirliliğinin önlenmesi maksadıyla çevre bilincinin geliştirilmesi büyük önem taşıyan bir konu haline gelmiştir. Çevre bilincinin kazanılması ve kazandırılması toplumun en önemli yapıtaşı ailede başlayarak hayat boyunca devam etmektedir. Çevreye verilen zarar bireysel olarak meydana gelmediği gibi çevre kirliliğinin önlenmesi ve çevrenin korunması da bireysel olarak değil konuyla ilgili tarafların bir araya gelerek birlikte hareket etmesiyle daha etkin bir şekilde sağlanabilmektedir. Bu noktada sivil toplum kuruluşlarının mevcudiyeti büyük önem arz etmektedir.

Gün geçtikçe artan çevre kirliliğinin önlenmesinde en önemli görev bilim adamları ile birlikte sivil toplum kuruluşlarına düşmektedir. Sivil toplum kuruluşları bireylere ve toplumlara çevre bilincinin kazandırılmasında, çevre sorunları hakkında farkındalığı artırmada önemli görevler üstlenmekte ve aynı zamanda bu görevi ifa ederken birçok problemle de karşılaşabilmektedir.

Bu panelde, çevre bilincinin gelişmesinde STK'ların rolü, karşılaştığı sorunlar ve çözüm önerileri, çevre sorunlarının doğru bir şekilde analiz edilmesi sayesinde küresel ölçekte çevre politikalarının belirlenmesinde STK'ların etkin rol üstlen-mesinin gerekliliğinin değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.



Moderator
Kemal KAPTANER
Mimar Sinan Mühendisler Birliği Derneği Yönetim Kurulu başkanı



Panelist
Prof. Dr. Bekir KAYACAN
ÇEKUD Yönetim Kurulu Üyesi



Panelist
Prof. Dr. Bülent İNANÇ
Çevre Vakfı Yönetim Kurulu Üyesi



Panelist
Deniz ATAÇ
Tema Yönetim Kurulu Başkanı



Panelist
Dr.Neyran AKYILDIZ
WWF İletişim Koordinatörü

CONTENTS / *İÇİNDEKİLER*

1 - Religion, Environmental Morals and Awareness
Din, Çevre Ahlakı ve Bilinci

Çevre Sorunları Bağlamında Kur'an Temelli İsraf Anlayışının Analizi **2-13**
Süleyman KAYA
Tek Tanrılı Dinlerin Kutsal Metinlerinde Çevre Ahlakı **14-25**
Ilbey DÖLEK
Nebevî Geleneğin Çevre Dostu Ahlâkı **26-41**
Hüseyin AYDIN
İslâm Hukuku Açısından İsraf ve Çevre İlişkisi **42-61**
Emine GÜMÜŞ BÖKE
Müminin Çevre Bilinci **62-75**
Yasin PİŞGİN
Geçmişten Geleceğe "Çevre Tarihi" **76-83**
Ibrahim YENİGÜN
XIII-XV Asr Türk Edebiyatında Tabiat Tasvirleri **84-91**
Feride Hicran VELİYEVA
Yaşam Tarzı Olarak Çevre **92-105**
Kemal GÖZ
The Problem of Subjectivity of Values in the Search for an Universal Environmental Ethics **106-114**
Yüksel SARAÇ YEŞİLADA
Modernitenin Çevresel Sonuçlarının Kentleşme ve Planlama Üzerinden İrdelenmesi **116-127**
Neslihan KULÖZÜ UZUNBOY / Arzu KOCABAŞ DİREN
Şehirlilik Ahlakı ve Birey Üzerindeki Etkilerinin Psikoloji Çalışmaları Açısından Gözden Geçirilmesi **128-143**
Gökhan ARSLANTÜRK / Emine YÜCEL / Erkin SARI
Redefining Urbanization: In the Views of University Students **144-151**
Sinem DEMİRCİ / Elvan ŞAHİN / Gaye TEKSÖZ
Pre-Service Teachers' Perceptions on the Interactions between COVID-19 Pandemic and the Environment **152-158**
Sinem DEMİRCİ / Gaye TEKSÖZ
Ortaokul Öğrencilerinin İklim Okuryazarlığına Yönelik Kendilerini Algılama Düzeyleri **160-169**
Kevser ARSLAN / Aslı GÖRGÜLÜ ARI

2 - Climate Change and Air Pollution
İklim Değişikliği ve Hava Kirliliği

İklim Değişikliğinin Tetiklediği İç Savaş ve Göç: Suriye **172-181**
Mehmet YILDIRIM
İklim Değişikliği ve Turizm Sektörü Üzerindeki Etkileri **182-191**
Asli SELVİ / Mehmet Kenan TERZİOĞLU
Water Resources as a Weapon in Conflicts and Wars **192-203**
Tuğba Evrim MADEN
Impacts of the Climate Change to the Climate Refugees, Urbanization and Sustainable Development **204-215**
Egemen SERTYEŞİLIŞIK / Neslişah İNAN / Begüm SERTYEŞİLIŞIK
Relationship of Land Use and Land Cover Change with Land Surface Temperature, Sazlidere Basin Case Study **216-225**
Fulya Başak SARIYILMAZ
Simulation of a Dust Transportation Event in Istanbul through a Regional Climate Model **226-231**
Serdar UĞURDOĞAN / S. Levent KUZU / Elif YAVUZ / Arslan SARAL
Kentsel Isı Adası Etkisinin Yapısal ve Bitkisel Alanlarda İncelenmesi: Kadıköy İlçesi Örneği **232-247**
Özge PARSOVA / Kamil ERKAN / Mete TAYANÇ
Kayseri İlinde Karayolu Ulaşımından Kaynaklı Karbon Ayak İzinin Değişimi **248-257**
Fuat ÖZYONAR / Ömür GÖKKUŞ
Variability in TSP Bound EC/OC and BC with Respect to Ambient Meteorological Conditions in Srinagar J&K India **258-267**
Behjat HUMA / Arun K. ATTRİ

3 - Energy and Renewable Energy
Enerji ve Yenilenebilir Enerji

Techno-Economic and Environmental Analysis of Karabuk University Microgrid **270-279**
Ziyodulla YUSUPOV / Şevket ULUTÜRK
Photovoltaic System for Rural Electrication, Case Study of N'Sele in Kinshasa **280-288**
Numan Sabit ÇETIN / Ilunga Mukadi MARTH

Türkiye'nin Bitkisel ve Hayvansal Kökenli Biyoenerji Kapasitesinin İncelenmesi **290-302**
Hakkı GÜLŞEN / İbrahim YENİGÜN
Household Energy Poverty: The Concept, Issues and Implications for Turkey **304-311**
Simge GÜNAY / Bekir KAYACAN
Mikroalglerden Biyodizel Eldesindeki Prosesler ve Yenilikçi Teknolojiler **312-321**
Ayşe Elif ATEŞ
Edirne İlinde Üretilen Katı Atıkların Enerji Potansiyeli **322-330**
Nesli AYDIN
Biodiesel Production from Biomass by Treating Textile Industry Wastewater **332-339**
Ayşe Elif ATEŞ

4 - Water and Wastewater Treatment Technologies and Applications
Su ve Atıksu Arıtma Teknolojileri ve Uygulamaları

Effects of Water Meter Accuracy on Apparent Losses in Water Distribution Systems **342-348**
I. Ethem KARADİREK
Application of IWA Standard Water Balance in Strategic Water Loss Analysis: Benefits and Problems **350-359**
Salih YILMAZ / Özgür ÖZDEMİR / Mahmut FIRAT
Using the Infrastructure Leakage Index (ILI) Indicator for Effective and Sustainable Leakage Management: Importance, Advantages and Challenges **360-371**
Salih YILMAZ / Mahmut FIRAT / Özgür ÖZDEMİR
Environmental Monitoring of Pesticide Residues in Surface Waters of Büyük Menderes River **372-381**
Meltem KAÇIKOÇ / Mehmet CENSUR
Influences of Nanoparticles on Aquatic Organisms **382-391**
Didem GÖKÇE
Investigation of Microplastics Removal Methods from Aquatic Environments **392-399**
Sevgi GÜNEŞ-DURAK

Yeraltı Sularından Membran Kapasitif Deiyonizasyon Yöntemi ile Florür Giderimine Ekonomik Yaklaşım **400-409**
Halil İbrahim UZUN / Eyüp DEBİK
Divinilbenzen-Vinilpirilidon ko-Polimerleri ile Atıksulardan Fenol Giderimi **410-419**
Ömür GÖKKUŞ / Kemal SARIOĞLU / İbrahim Yasin KÖKTAŞ
Fuat ÖZYONAR / Esma Betül SAVAŞ / Rıdvan ÇAVUŞ
Adsorptive Removal of Natural Organic Matter Using Pristine / Modied Multi-Walled Carbon Nanotubes **420-426**
Sehnaz Sule KAPLAN BEKAROĞLU / Meltem KAÇIKOÇ
Amer KANAN / Serife GODE
Polimerik Membranların Üretimi Ve Nano Kompozit Membranların Mori -Tanaka Yöntemi İle Mekanik Özelliklerinin Belirlenerek Modellenmesi **428-436**
Seren ACARER / İnci PİR / Mertol TÜFEKCİ / Güler TÜRKOĞLU DEMİRKOL
Nese TÜFEKCİ
Üretilen Polimerik Düz Plaka Membranlarda PVP Konsantrasyonunun Etkisi **438-445**
Öykü MUTLU SALMANLI / Neşe TÜFEKCİ
Treatment of Dairy Industry Wastewater by Variations of Coagulation-Flocculation and Ozonation **446-452**
Elçin GÜNEŞ / Yalçın GÜNEŞ / Asude HANEDAR / Gül KAYKİOĞLU / Aslı ÇELİK
Cleaner Production Opportunities in Leather Tanneries in Palestine **454-465**
Maher Al-JABARI / Hassan SAWALHA / Eldon R. RENE

5 - Waste Management and Applications
Atık Yönetimi ve Uygulamaları

The Polluter Should ... Pay? **468-479**
Funda YETGİN BAYKAL
Green Production – Eco Efficiency and Clean Technologies **480-495**
Zeynep CEYLAN / Şeyda Deniz AYDIN
Sıfır Atık Uygulamalarında İçecek Ambalajlarının Yönetimi İçin Avrupa'daki Depozito İade Sisteminin İncelenmesi ve Türkiye için Öneriler **496-507**
Aybike MISIR / Mislina MARAŞLIGİL / Cevat ÖZARPA
Sıfır Atık Uygulamaları: Eğitim Kurumları Örneği **508-521**
Asude HANEDAR / Burak GÜL/ Elçin GÜNEŞ
Gül KAYKİOĞLU / Yalçın GÜNEŞ
Waste Management in a University Campus **522-526**
İbrahim UYANIK / Oktay ÖZKAN / Hamdi MIHÇIOKUR
Sürdürülebilir Yapı Malzemeleri Kullanımının Çevresel Etkileri **528-537**
Celalettin BAŞYİĞİT / Mehmet Hanifi ALKAYIŞ / Mutlu İrem KARTLI
Pollution Loads from Leather Tanning Processing in Palestine **538-547**
Hassan SAWALHA / Maher Al-JABARI / Israa NAMMOURA
Mariam SBAIH / Heba Al-HOURINY / Eldon R. RENE
Fitoremediasyon Yöntemi ile Topraktan Kurşun Giderimi **548-556**
Fatma EKMEKYAPAR TORUN / Şahset İRDEMEZ / Sinan KUL
Yaşar NUHOĞLU
Comparative Investigation of Temperature and Vacuum Effects in Drying of Metal Coating Wastewater Treatment Sludge **558-567**
Bahar AKYÜZ / Arslan SARAL / Yaşar AVŞAR
Dewatering of Mine Tailings and Reducing Environmental Impact **568-577**
Salih YÜKSEK / Merve ERCİNS
Bioremediation of Areas Devastated by Industrial Waste **578-585**
Zehrudin OSMANOVIC / Nedzad HARACIC / Ibrahim SARAJLIC / Amila DUBRAVAC
Eldin HALILCEVIC
Petrolün Çevreye Etkileri **586-592**
Qezale KHEYRABADI
Türkiye ve İstanbul'da Arıtma Çamuru Üretim Tahmini ve Bertaraf Alternatifleri **594-603**
Seferhan YILMAZ / Kadir ALP

Constraints of Using Coal Fly Ash in Agriculture: An Innovative Approach **604-611**
Amna FAISAL / Sana HASSAN / Shazray KHAN

Management and Recycling of Municipal Fly Ash Solid Waste through Concrete Production **612-621**
Oday Ali AZEZ /Hatice ÖZNUR ÖZ / Kasım MERMERDAŞ

Shear Response and Frictional Properties of Soil Mixtures at Different Dry Weight Proportions **622-633**
Tanay KARADEMIR

PROCEEDINGS
BİLDİRİLER

1

Religion, Environmental Morals and Awareness
Din, Çevre Ahlakı ve Bilinci

Çevre Sorunları Bağlamında Kur'an Temelli İsraf Anlayışının Analizi
Süleyman KAYA
Tek Tanrılı Dinlerin Kutsal Metinlerinde Çevre Ahlakı
Ilbey DÖLEK
Nebevî Geleneğin Çevre Dostu Ahlâkı
Hüseyin AYDIN
İslâm Hukuku Açısından İsraf ve Çevre İlişkisi
Emine GÜMÜŞ BÖKE
Müminin Çevre Bilinci
Yasin PİŞGİN
Geçmişten Geleceğe "Çevre Tarihi"
Ibrahim YENİGÜN
XIII-XV Asr Türk Edebiyatında Tabiat Tasvirleri
Feride Hicran VELİYEVA
Yaşam Tarzı Olarak Çevre
Kemal GÖZ
The Problem of Subjectivity of Values in the Search for an Universal Environmental Ethics
Yüksel SARAÇ YEŞİLADA
Modernitenin Çevresel Sonuçlarının Kentleşme ve Planlama Üzerinden İrdelenmesi
Neslihan KULÖZÜ UZUNBOY / Arzu KOCABAŞ DİREN
Şehirlilik Ahlakı ve Birey Üzerindeki Etkilerinin Psikoloji Çalışmaları Açısından Gözden Geçirilmesi
Gökhan ARSLANTÜRK / Emine YÜCEL / Erkin SARI
Redefining Urbanization: In the Views of University Students
Sinem DEMİRCİ / Elvan ŞAHİN / Gaye TEKSÖZ
Pre-Service Teachers' Perceptions on the Interactions between COVID-19 Pandemic and the Environment
Sinem DEMİRCİ / Gaye TEKSÖZ
Ortaokul Öğrencilerinin İklim Okuryazarlığına Yönelik Kendilerini Algılama Düzeyleri
Kevser ARSLAN / Aslı GÖRGÜLÜ ARI

Çevre Sorunları Bağlamında Kur'an Temelli İsraf Anlayışının Analizi

[1] **Süleyman Kaya**
İlahiyat Fakültesi, Temel İslam Bilimleri Tefsir Anabilim Dalı, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Türkiye.

Özet

Bu bildiride çevre sorunları bağlamında Kur'an temelli israf anlayışı analiz edilmeye çalışılmıştır. Bunun için önce çevre sorunlarının mahiyetinin kavranması gerektiğine vurgu yapılmıştır. Ardından israf konusu Kur'an'ın ele aldığı anlam boyutlarıyla kısaca verilmiş, zamanla öne çıkan ekonomik anlamdaki israf anlayışının kapsam alanı incelenmiştir. İsraf tasavvurunda bireyin keyfiyetine bırakılan vicdani bir boşluk olduğu tespit edilmiştir. Çevre israf ilişkisinde en önemli noktanın bu boşluk olduğuna vurgu yapılmıştır. Kur'an'ın ilgili boşluğu inanç temelli ahlâk anlayışı ile doldurduğuna değinilmiştir. İsraf ve ahlâk ilkelerini yalın haliyle dile getirmenin yeterli olmayacağı, bunun eğitimle harmanlanması gerektiği ifade edilmiştir. Bu bağlamda israf ve ahlâk anlayışının güncellemesi gerektiği dile getirilmiştir.

Anahtar kelimeler: *Çevre, Kur'an, İsraf, Ahlâk, Bilinç.*

Analysis of Qur'an Based Waste Understanding in the Context of Environmental Problems

Abstract

In this paper, the understanding of waste based on the Qur'an has been analyzed in the context of environmental problems. For this, it was emphasized that the nature of environmental problems should be understood first. Then, the subject of waste was given briefly with the dimensions of the meaning addressed by the Qur'an, and the scope of the wasteful understanding in the economic sense that was prominent over time was examined. It was determined that there is a conscientious gap left to the individual's enjoyment in wastefulness. It was emphasized that the most important point in the environment-waste relationship is this gap. It is mentioned that the Quran fills the relevant gap with a belief based on morality. It was stated that it would not be enough to express the principles of waste and morality in its plain form and this should be blended with education. In this context, it was stated that waste and morality should be updated.

Key Words: *Environment, Quran, Waste, Morality, Consciousness.*

Giriş

Genel anlamda çevre-insan ilişkisi insanın varlık alemine teşrifiyle başlamış olsa da 1950'li yıllara gelindiğinde bu ilişkide bir kırılma yaşanmış; evren, varlık âlemine insan eliyle yapılan aşırı müdahalenin geleceği tehdit ettiği sinyallerini vermeye başlamıştır. Bunun üzerine insanlık gerek bilim mahfillerinde gerekse devletler nezdinde konunun üzerinde durma eğilimine girmiştir. Bir taraftan sorunun arka planı fikri yönden tartışılıp öneriler sunulurken diğer taraftan da gerek devletler nezdinde gerekse gönüllü kuruluşlar tarafından çözümler üretilmeye, yasal tedbirler alınmaya çalışılmıştır. Konunun ciddiyeti inançların da sorun karşısında pozisyon belirlemesini gerektirmiş, hatta inançlardan birey ve toplum nezdindeki işlevselliğinden dolayı çözüme yönelik katkı sunmaları beklenmiştir.

İnsanlığın en önemli gündem maddelerinden birisi haline gelen çevre sorunlarına Müslüman dünyanın da makul öneriler sunması ve insanlığın ilgili derdine deva olma konusunda somut örnekler geliştirmesi gerekmektedir. Müslüman dünya konuya dair yetkinliğini çalışma alanlarının her birinde sahip olduğu inancın motive edici gücünü de arkasına alarak ispatlamak zorundadır. Bu sebeple bildiride Kur'an temelli israf konusu çevre sorunlarıyla bağlantılı şekilde ele alınmaya çalışılmıştır. Çalışmada önce çevre sorunlarını kavrama mecburiyetine dikkat çekilmiş, sonra konu Kur'an'ın israf algısıyla ilişkilendirilmeye çalışılmış, ortaya çıkan vicdani boşluğun inanca dayalı ahlâk anlayışıyla doldurulabileceğine dikkat çekilmiştir. Burada kullanılan "Kur'an temelli" ifadesinin onun tamamlayıcı unsurları olan sünnet ve geleneğin dışlanması anlamına gelmediği özellikle bilinmelidir.

1. Çevre Sorunları

Aslında "Ve semayı biz elimizle bina ettik. Doğrusu biz kudret, imkân sahibiyiz. Yeri de biz döşedik. Ne de güzel döşeyenleriz biz."[1] ayetinde de belirtildiği gibi Allah'ın varlığa koyduğu hassas düzen gereği ekosistemler kendi içlerindeki girdi ve çıktılarıyla otantik yapılarını koruyacak niteliktedirler.[2] Ancak insanın yaptığı aşırı müdahaleler çevre problemlerine neden olmaya başlamıştır. Giriş kısmında da değinildiği gibi çevre konusu 1950'li yıllardan itibaren sorun odaklı yapısıyla gündeme gelmiştir. Zamanla hızlı sanayileşme, düzensiz ve sağlıksız kentleşme, kimyasal ve radyoaktif kirlilik, erozyon ve çölleşme, su, hava, toprak ve gürültü kirliliği, küresel ısınma, tarım alanlarının verimli kullanılmayışı gibi başlıklar altında,[3] çeşitli bilim dallarıyla ilişkili şekilde ve kendi kavramlarıyla incelenen ayrı bir bilim dalı olmuştur.[4]

Dolayısıyla ilgili içeriği ile çevre meselesi kadim dönem çevre-insan ilişkisi dışında yeni bir nitelik ve yönetsel biçim kazanmıştır. Zaten bahsettiğimiz konu gündeme taşınan boyutuyla modern döneme aittir.[5] Modern dönemin yeni bir anlayışla şekillendirdiği varlık, insan, devlet yönetimi şekli bilgi analizine de yansımış, post modern anlayışla değişim süregelmiştir. Bu süreçte ekoloji alanındaki yaklaşımlarda da hızlı paradigma değişikliği olmuştur. Sürdürülebilir kalkınma sürdürülebilir yaşam anlayışına; kirletene ödetme kirlenmeyi önlemeye; iktisadi-mali bütçe biyo-fiziksel bütçeye; yeraltı kaynaklarının zenginliği ve etkin kullanımı yerüstü ve yeraltı kaynaklarının korunması ve geliştirilmesine; insan merkezli çevre yaklaşımı doğa merkezli çevre yaklaşımına; çevre bilimlerindeki ayrışık analizler bütünleşik ve sistematik analizlere; tüketim toplumu anlayışı ekolojik toplum anlayışına, insan hakları tüm canlıların yaşam hakkına, çevreyi yasal koruma bütünleşik korumaya vb. dönüşmüş durumdadır.[6] Önlemlerin hızı ve yaygınlığı yeterli düzeye ulaşmazsa iklim, su, toprak ve genel anlamda çevre kirliliği yanında biyoçeşitliliğin de risk altında kalacağı ifade edilmektedir.[7]

Bu durumda mesele bugün ele alınan özgün yapısıyla tanınmalı ve modern dönemin bilgi analiz ve uygulama yöntemiyle harmanlanıp dini yönü ilgili veriler ışığında yeniden kurgulanmalıdır. Bu sebeple Kur'an temelli israf anlayışı ilgili dönüşüme sirayet edecek şekilde güncellenip bu algının insanlığa nasıl sunulacağının, birey ve toplumda nasıl içselleştirileceğinin çalışılması gerekmektedir. Konunun uluslararası bir boyut kazanması, yapılan çalışmalarda dünyayla eşgüdüm halinde olunması gereği ayrıca üzerinde durulması gereken bir konudur.

2. Kur'an Temelli İsraf Anlayışının Analizi

Çevre sorunlarının temel sebeplerinden birisi aşırı ve gereksiz tüketimdir. İlgili tutum İslam kültürü terminolojisinde israf çatı kavramı altında işlenir.

2.1. Kur'an'da İsraf Kavramının Anlam alanı

Kur'an'ın anlam haritasında israf, ekonomik anlamdaki aşırılık, savurganlık[8] gibi sonradan daha baskın hale gelen anlamları yanında şirk,[9] küfür,[10] haram,[11] günah veya günahta aşırı gitme,[12] helali haram kılma,[13] adaletsizlik,[14] bozgunculuk[15] anlamlarını da içerecek şekilde kullanılmıştır.[16] Hayatın pratik alanına fıkıh üzerinden yansıması sadece birey ağırlıklı ekonomik alanla ilgili kullanım şekli olan savurganlık, harcamada sınırı aşma, bir şeyi helâl olan mahalde münasip olan miktardan fazla harcama anlamlarının[17] öne çıkmasına sebebiyet vermiştir. Yani kavram anlam daralmasına uğramıştır. Ama burada hemen şunu söylemek mümkündür: Kur'an'ın kullanımında israf kavramı tüm

boyutlarıyla olumsuz bir tavırdır.

Kur'an'da diğer anlamları yanında ekonomik anlamdaki israf nafaka dahil farz olan ve gönüllü olarak yapılan hayra yönelik harcamaları (infak) da içine alacak şekilde tasvir edilmiştir.[18] Nitekim Allah'ın has kullarının israf etmeden yaptıkları mu'tedil harcama "O mü'min kullar harcadıklarında ne israf ne de cimrilik ederler; ikisi arasında orta bir yol tutarlar."[19] şeklinde ifade edilmektedir. Ayette geçen "lem yüsrifû" kısmının "cömertlikte sınırı aşmama", "lem yekturû" ifadesinin de "cimrinin pintiliğine düşmeme", "kavâmâ" kavramının "İhtiyaç kadar ne fazla ne eksik, iki aşırı uca da kaçmadan dengeli" şeklinde açıklanması dengeli bir tutumu (iktisat) ifade etmektedir.[20] Ayetin öncesinde ve sonrasında mü'minlerin diğer önemli özelliklerinden bahsedilmektedir. Öyle ise burada söz konusu olan nafaka yanında farz olsun nafile olsun her türden harcamayı kapsayacak nitelikteki tutumlarda mü'mine yakışan mutedil/dengeli harcamadır. Evlenip zifafa girmeden boşanan bir kadına verilecek mihr miktarını anlatan ayette "alel mûsi kaderuh ve alel muktiri kaderuh" ifadesinden fakir ve zenginin içinde bulundukları durum ölçüsünde belirlenecek bir miktarı vermeleri gerektiğinin ifade edilmesi de[21] ilgili pozisyonu destekler niteliktedir. Zaten "Ne cimrilik yaparak elini sımsıkı tut ne de har vurup harman savur (mutedil ol). Aksi halde perişan olursun."[22] ayeti tam da bu ilkeli tutumu anlatmaktadır. Nitekim ayette geçen "mahsûrâ" kelimesi bağlamında Râzî, Ferrâ'dan nakille ilgili kelimenin Araplarca dermanı kesildiği için yürümekten aciz kalan deve için kullanıldığını belirterek, yerli yersiz harcama yapan kişinin zamanla bakmakla yükümlü olduğu kişilerin de ihtiyacını karşılayamaz duruma düşeceğinden aciz kalmış deve konumuna geleceğini ve ailesi nezdinde itibar kaybedeceğini ifade etmiştir.[23]

İlginç olan şey değindiğimiz İsrâ 29. ayetin Kur'an'da israfı anlatan ve Allah'ın uygun görmediği yere harcamayı ifade eden diğer bir kavram olan "tebzîr"le bağlantılı olarak geçmiş olmasıdır.[24] Nitekim "Bir de akrabaya, yoksula, yolcuya hakkını ver. Gereksiz yere de saçıp savurma. Zira böylesine saçıp savuranlar şeytanların dostlarıdır. Şeytan ise Rabbine karşı çok nankördür."[25] ayetinde aşırı ve yersiz harcama türü de "tebzîr" kelimesiyle israf olarak değerlendirilmiştir.[26] "Bir şeyi layık olmayan yere harcama"[27] anlamına gelen tebzîrin israf oluşunun cahiliye döneminde uygulanan bir adete işaret sadedinde vurgulanmış olması ayrıca önemlidir. Cahiliye döneminde bazı kendini bilmez kişilerin malını veya kestiği bir deveyi ihtiyaç için değil de sırf övünç ve gurur vesilesi olarak gereksiz yere saçıp savurduğundan bahsedilir. Ayetin başında geçen "Akrabaya, düşkünlere ve yolda kalmışlara gerekli yardımı yap. Bununla birlikte malını saçıp savurma. Çünkü mallarını har vurup harman savuranlar

şeytanların kardeşidir. Şeytanlar ise Rabbine karşı çok nankördür."[28] ifadelerinden ilgili cahiliye uygulamasının kınandığı, hatta farz veya nafile niteliğinde dahi olsa harcamalarda yerli yerindeliğin gözetilmesi kuralının getirildiği anlaşılmaktadır.[29] Hayırlı işlerde dahi olsa yersiz harcamanın uygun olmadığı "Çardaklı ve çardaksız bağları üzüm bahçeleri, ürünleri çeşit çeşit hurmaları, ekinleri, birbirine benzer ve benzemez biçimde zeytin ve narları yaratan O'dur. Her biri meyve verdiği zaman meyvesinden yiyin. Devşirilip toplandığı gün de hakkını (zekât ve sadakasını) verin, fakat israf etmeyin. Çünkü Allah israf edenleri sevmez."[30] ayetinde daha da somutlaşmış bulunmaktadır. Herkesçe bilinen "Ey Âdemogulları! Her secde edişinizde güzel elbiselerinizi giyin; yiyin için ama israf etmeyiniz. Çünkü Allah helali haram kılanları/israfı sevmez."[31] ayeti ise günah işlediğini düşündüğü elbiseleri çıkararak çıplak veya yeni bir elbiseyle değiştirerek tavaf etme gibi helal olanı haram kılma keyfiyeti olan daha ağır bir israfın yanında, yeme-içmeyi terk ederek kendini zayıf düşürecek kadar züht veya takvaya bürünmeyi de israf olarak nitelediği görülmektedir.[32]

Her türlü ibadette dahi itidalli olmayı öngören Kur'ânî ilkeleri yaşayarak gösteren Hz. Peygamber'in abdest alırken suyu fazla kullandığını gören bir sahabesini uyarması üzerine "Abdestte de israf olur mu?" sorusuna karşılık "Evet! Akmakta olan bir nehrin kenarında bile olsan" şeklindeki cevabı[33] aslında hayatın her alnında Müslümanın takınması gereken itidalli durumu göstermesi açısından yeterlidir. İlgili tutumun dilimize "kaynakları dengeli kullanma" anlamına gelen "iktisat" şeklinde geçmesi ve ekonomi bilimine isim olması manidardır.

Kur'an'ın bu genel anlamdaki tanımlamasından israfın haram olduğu, helal olmayan yerlere harcama yapılamayacağı genel ilkesi çıkmış, ancak helal alanda yapılacak harcamaların israf ve cimrilik sınırları birey ve topluma göre değişeceğinden doğal olarak kesin çizgilerle belirlenmemiştir. Fıkhın öngördüğü zarûriyyât, hâciyyât, tahsîniyyât çerçevesinde düşünüldüğünde tahsîniyyât aşamasının sınırlarını belirlemek kolay olmayacaktır.[34] Tasarruf hürriyeti Allah'ın insana verdiği en temel hak olduğu düşünüldüğünden burada getirilen sınırın "başkasına zarar verme" genel ilkesi olduğu söylenebilir.[35] Aslında bu da gayet doğaldır. Çünkü israf kavramı ölçü ve kalıpları belli olan somut tek düze bir kavram olup her durumda tüm toplumlara ve bireylere tek tip uygulanabilecek bir yapıya sahip değildir. Dinî olduğu gibi yönetimsel ve örfî bir yönü de olduğundan birey ve toplumun durumuna göre göreceli bir anlam içeriği kazanacaktır.[36] Nitekim kavramın anlamı bugün "Gereksiz yere para, zaman, emek vb.ni harcama, savurganlık, tüm kaynakların bilgisizce ve rasyonel olmayan bir şekilde kullanması" içeriği ile kullanılır hale gelmiştir.[37] Bu tanımda

israf Kur'an ve fıkhın tanımında yer alan "Helal olan yere harcama" şeklindeki dinî içeriğini de kaybederek büyük ölçüde modern dönemin din devlet işlerini birbirinden ayıran laik devlet anlayışı ile örtüşür bir nitelik kazanmış görünmektedir. Yani bugün israf mer'i ekonomik sistemler bazında kendi düşünce yapılarına uygun şekilde dile getirildiği anlaşılmaktadır.[38] Bu anlamda etrafımızdaki formel düzeneklerin kurucu ve kurgulayıcısı İslam düşüncesi olmadığından yapacağımız açılımların ilgili sisteme entegresi de o zemin üzerinden olmak zorunda kalmaktadır. İsrafın sınırlarını tayin açısından bakıldığında Kur'an'ın somut sınırlamanın sefehe malının teslim edilmemesi[39] ve hacr (kısıtlılık) ile ilgili ayetler bağlamında ele alındığı görülmektedir.[40] Bu sebeple Müslüman bireyin aklî ve bedenî gelişimi ne olursa olsun ırk, renk ve cinsiyet ayırmaksızın vücûb ehliyetine, genel anlamda çocukluk, kölelik ve delilik hariç aklî ve bedenî gelişimine uygun olarak eda ehliyetine sahip olduğu kabul edilmiştir.[41] Kaldı ki çocukluk ve delilik (cunûn) halinin mahiyeti ve sınırları hakkında da ihtilaflar söz konusudur. Özellikle de çocukluk dönemi sınırları, bu sınırlar bir şekilde sona erdikten sonra sefehe harcama yetkisinin tamamen verilip verilemeyeceği, bunun tabii olarak mı yoksa hâkim kararıyla mı olacağı konularında ihtilaf edilmiştir.[42] Zamanla sistemleşen fakihlerin farklı görüşleri arasında genel anlamda çocuklar ve akıl hastaları dışındakilerin engellenmesine çok sıcak bakılmadığı anlaşılmaktadır.

Kur'an'ın israf tanımlamasının genelde birey üzerinden şekillendiği görülmektedir. Bu çatı kavram üzerinden ülke adına kurumsal bazda yapılan harcamaların hangi durumda israf kapsamına girip girmeyeceği de ayrıca düşünülmesi gereken bir konudur.

Yukarıda verilen anlam içeriğinden ayetlerde tanımlanan israf algısında inisiyatif alanı olarak görülen vicdani bir boşluğun varlığı ortaya çıkmıştır. Oysa Kur'an kendi bütünselliği içerisinde ilgili boşluğu telafi etmektedir.

2.2. Vicdani Boşluğun Telafisi

Söz konusu boşluk tüm sistemler için söz konusudur. Çevre sorunlarıyla bağlantılı olarak çevre etiği ve eğitiminin gündeme getirilmesi de bu sebepledir.[43] Çevre ahlâkının tanımında bilince ve vicdani sorumluluğa işaret edilmesi boşuna değildir.[44] Zira çevre sorunlarının sadece hukuki yaptırımlarla veya polisiye tedbirlerle çözülemeyeceği anlaşılmıştır. Bu sebeple vicdani boşluk olarak tanımlanan alana en etkin şekilde ahlâkî değer yargıları üzerinden sirayet edilmeye çalışılmaktadır. Ancak varlığa değer atfında bütüncül bir bakışı besleyeceği için ahlâkın hangi epistemolojik ve ontolojik anlayışa dayandığı da çok önemlidir.[45]

Burada en etkin olacağı düşünülen ahlâk anlayışı şüphesiz ilhamını Kur'an'dan alan Allah'ın emirlerine saygı ve mahlukatına şefkat-merhamet ilkeleri üzerinden şekillenen ahlâktır.[46] Varlığın kutsalla yoğrulması anlamı taşıyan bu anlayışın derin ekolojik anlayıştan daha etkin bir nüfuz alanına sahip olacağı muhakkaktır. Zaten modernitenin kendi anlayışı üzerinden oluşturduğu ahlâk anlayışının ilgili boşluğu dolduramaması inanç bağından yoksunluğu sebebiyledir.[47] Çünkü hiçbir sistem inancın birey ve toplumun kılcal damarlarına kadar sağladığı etkin gücü sağlayamaz. Tüketime yön veren değerlerin tüketimin asıl amacı olan ihtiyaca uygunluk, yeterlilik ve israfa kaçmama gibi unsurlara katkı sağlaması bu anlamda çok önemlidir. Devletin yasalarını ensesinde hissetmekle inandığı Allah'ın kendisine şahdamarından daha yakın olduğunu[48] veya her yaptığının melekler tarafından kayda alındığını[49] ve bunun hesabının sorulacağını[50] hissetmek arasında ciddi anlamda mahiyet farkı vardır.

Ancak tabii akışı ve dönemin ihtiyaçları gereği daha çok insandan insana ahlâk anlayışını ele alan klasik yaklaşımın çevre problemleriyle de ilişkili olarak israfın sirayet ettiği tüm alanlar bağlamında yeniden gözden geçirilmesi gerekmektedir. Çünkü bugün insanın varlıkla girdiği ilişki şekli çeşitliliği, yöntemleri, karşılıklı etkileşimi; insanın ihtiyaçları, tüketim imkanları ve alışkanlığı açısından dünkü ile aynı değildir.[51] Sağlıktan zaman yönetimine, üretimden tüketime birçok alanda hızlı değişim söz konusudur. Örneğin, kamu kurum ve kuruluşlarında sürekli güncellenmeye çalışılan personel sistemi, insan kaynakları yönetimi için geliştirilmeye çalışılan yeni modeller, etkinlik ve verimlilik analizleri, performans değerlendirme çabaları ve başarıyı ödüllendirme girişimleri[52] genel anlamda bakıldığında tümüyle israfı önlemeye yönelik çabalardır. Bu süregelen siyasal ve kültürel değişimin tabiî sonucudur.

Yani ortaya çıkan çevre problemleri yalın haliyle "İsraftan sakının!" genellemesiyle halledilemeyecek niteliktedir. Çünkü bir yandan yaşamın gereği olan tüketim devam etmek zorundadır. Zira insanların kaliteli bir yaşam sürme hakkı da söz konusudur. Tedavi için zorunlu olarak alınması gereken bir ilacı yan etkileri dolayısıyla nasıl sonlandıramıyorsak insanlığın yaşam hakkını, değişim ve gelişimin hızını meydana gelen çevresel sıkıntılar dolayısıyla tümüyle sınırlayamayız. Zaten dikkat edilirse Kur'an böyle bir yaklaşımı öngörmemektedir.[53] İslam fıkhında hacir konusu gündeme geldiğinde insanın eda ehliyetine çok fazla müdahale edilmemeye çalışılması bu hassasiyetten kaynaklanmış olmalıdır. O, varlığın bütün boyutlarıyla insanın hizmetine sunulduğunu ifade etmekte ama verilen bu hakkı kullanımda mutedil olmayı önermektedir.

Kur'an bu hakkı insana verirken bir keyfiliğe de müsaade etmez. Helal

olmayan yere harcamayı israf addederek zaten ciddi anlamda bir sınırlama getirmiştir.

Ayrıca insana iyi ve kötü duyguları yüklediğini ama kötü duygulardan arınanın kurtuluşa erdiğinin vurgulaması bundandır.[54] Nitekim "Eğer onlar Tevrat'a, İncil'e ve rableri tarafından kendilerine indirilen Kur'an'ın hükümlerine uysalardı şüphesiz nimet içinde yüzerlerdi. Gerçi onların arasında itidalli/ölçülü (iktisatlı), sözden anlayan kimseler de vardır. Fakat pek çoğu son derece kötü işler yapmakla meşguldür."[55] ayetinde belirtildiği üzere çevre sorunlarının çözümünde öne sürülen sürdürülebilir maddî verimliliğin ve sosyal mutluluğun[56] dinî temelli iktisatlı tutum ve onun oluşturduğu ahlâkî tavırla doğrudan ilişkisi vardır.[57] Konuya Kur'an'ın önerdiği ahlâkî normlarla insanın aracısız ve kısıtsız katkısının sağlanması mümkündür. Çünkü bu kolektif ruh insanları bütünleşik düşünen gönüllü aktivist haline getirecektir. Zaten bugün itibarıyla çevre bilinci ve duyarlılığı bireysel, grupsal ve toplumsal düzeylerde ele alınması gereken bir konu haline gelmiştir.[58]

2.3. Eğitimle Bilince Dönüştürme Zorunluluğu

Günümüzde eğitim, sadece örgün eğitim olarak düşünülmemekte, toplumun tüm kesimlerini kapsayan ve hayat boyu devam eden sistemli bir faaliyeti ifade etmektedir. [59] Burada üzerinde durulması gereken önemli bir husus da bu eğitimin şekli, içeriği ve ilgili ahlâkî yapının eğitim üzerinden pratiğe nasıl dönüştürülebileceğidir. Örneğin geleneksel eğitimin yerini maddi ve zaman tasarrufunu da dikkate alarak online eğitime bırakmaya başladığı günümüzde[60] konuyla entegrasyonun nasıl sağlanacağı analiz edilmelidir. Kur'an'ın dile getirdiği iman-amel birlikteliği ve ihlas konularıyla da doğrudan ilişkili olan meselenin bu boyutunun da eğitimde dünyanın geldiği nokta itibarıyla gerçekçi bir yaklaşımla ele alınması gerekmektedir. Konuya "Sağlık, zaman boyutu vb." birçok önemli hususlar eklenmelidir. Çünkü israfın önemli bir nedeninin bilgi yetersizliği olduğu bilinmektedir.[61] İsrafı önlemenin önemli unsurlarından birisi olan kullanılan kaynakların rasyonel ve verimli kullanımı bilinç düzeyinin artırılmasıyla doğrudan ilişkilidir.[62] Çevre açısından düşünüldüğünde bilinç düzeyi ile tüketicinin eğitim seviyeleri arasında % 95 oranında ilişkinin olduğu; eğitim düzeyi arttıkça bilinç düzeyinin arttığı görülmüştür.[63] Bu yüzden çevre eğitiminin kendine özgü içeriği ve yöntemleriyle gündeme geldiği unutulmamalıdır. [64] İsrafı önlenmek ve bunun gereği olan ahlâkî formu kazanmak için ilgili yönleriyle eğitim alt yapısındaki sorunların giderilmesi gerekmektedir.

Sonuç

Çevre sorunları insan-çevre ilişkisi açısından değerlendirildiğinde kendine

özgü içeriği ile yirminci yüzyılın ortalarından itibaren gündeme gelmeye başlamıştır.

Geldiği nokta itibarıyla insanlığın ve hatta topyekûn varlığın geleceğini tehdit eder boyutlara ulaşmıştır. Bu sebeple sorun odaklı yapısıyla insanlığın en önemli gündem maddelerinden birisidir. Kur'an temelli bir düşünce konuyla ilişkilendirilirken sorunun bugünkü muhtevasıyla tanınması gerekmektedir.

Ulaştığı boyutlar itibarıyla çevre problemleriyle mücadele dünya ile eşgüdüm halinde yürütülmek zorundadır. Bu bağlamda Müslüman dünyanın da inancının temel kaynağı olan Kur'an ve onun ürettiği kültürel birikim üzerinden hafızasını yenilemeli ve dünyanın ilgili sorununa çözüm önerileri sunmalıdır.

Kur'an'ın genel anlamdaki tanımlamasından israfın hiçbir şekline olumlu bakmadığı, ekonomik boyutta israfın haram olduğu, helal olmayan yerlere harcama yapılamayacağı genel ilkesi çıkmış, ancak israf ve cimrilik sınırları birey ve topluma göre değişeceğinden israfın sınırları kesin çizgilerle belirlenmemiştir. Tasarruf hürriyeti Allah'ın insana verdiği en temel hak olduğu düşünüldüğünden burada getirilen genel ilkenin başkasına zarar verme aşaması olduğu görülmüştür. Dolayısıyla çevre-israf ilişkisinin en temel noktasının kişinin inisiyatifine bırakılan bu vicdani boşluk alanı olduğu tespit edilmiştir. Ancak vicdani boşluk olarak nitelenen alanı Kur'an'ın keyfiliğe bırakmadığı, önerdiği ahlâkî ilkelerle beslediği tespiti yapılmıştır. Çevre sorunlarına Kur'an temelli israf anlayışıyla çözüm önerisinin en önemli ayırıcı noktalarından birisinin burası olduğu sonucuna varılmıştır.

Kur'an'ın israf kavramını kendi dünya tasavvuru içerisinde daha geniş kapsamlı kullandığı anlaşılmaktadır. Zamanla anlam daralmasına uğrayarak kavramın içinde barındırdığı ekonomik harcama anlamının öne çıktığı, gelinen noktada modern dönemin devlet yönetiminin şekillendirdiği laik yönetim anlayışıyla uyumlu bir kullanım niteliği kazandığı anlaşılmaktadır.

Çevre sorunlarıyla ekonomi teorileri arasında ilişki bulunmakta israf anlayışının bugün mer'i ekonomik sistemler bazında kendi düşünce yapılarına uygun şekilde dile getirildiği anlaşılmaktadır. Bu anlamda etrafımızdaki formel düzeneklerin kurucu ve kurgulayıcısı İslam düşüncesi olmadığından yapacağımız açılımların ilgili sisteme entegresi de o zemin üzerinden olmak zorunda kalmaktadır. Bu, Kur'an'ın öngördüğü israf anlayışının etkisini sınırlamakta, bireysel hassasiyete bağlı bir davranış biçimi olarak kalmasına sebep olmaktadır. Bu yapısıyla adeta aparat işlevi görmektedir. Bu sebeple İslam kendi içerisinde

ekonomik gelişim modelini tamamlamalı, mer'i ekonomik görüşler çerçevesinde nasıl bir model önerdiğini bütüncül bir anlayışla değerlendirmelidir.

Kur'an temelli israf anlayışının ayırıcı diğer bir unsuru nafaka harcamaları yanında hayra yönelik dahi olsa bireyin ekonomisini sarsacak aşırı harcamaları israf olarak nitelemesidir.

Söz konusu yönleriyle Kur'an temelli israf algısının çevre sorunlarına katkısı Müslüman toplumların eğitim seviyelerinin dünyanın geldiği noktaya taşınmasıyla mümkün olabilecektir. Kur'an'ın israf algısının ahlâkî prensipleriyle yoğrulmuş olarak ilgili eğitim düzeyi üzerinden güncellenmesi, birey ve toplum nezdinde içselleştirilmesi gerekmektedir.

Kaynakça

[1] Zâriyât 51/47, 48; bk. Hicr 15/19-21; Yâsîn 36/37, 38; Rahmân 55/5-8; vb.

[2] Akın, Galip. İnsan Çevre Etkileşimi, Ankara: Bilgin Yayınları, 2017, s. 135.

[3] KAYADİBİ, Fahri. "Çevre Sorunları ve Dinlerin Çevreye Bakışı", İstanbul Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Uluslararası Çevre ve Din Sempozyumu, İstanbul: İstanbul Büyük Şehir Belediyesi, 2008, 1/280; Altıntaş, Hakan - Şatır, Ahmet İhsan. "Modern ve Postmodern Dünyada Çevre Bilincinin Dünü, Bugünü ve Yarını" Gaziantep: Çevre ve Ahlâk Sempozyumu, 2011, s. 661-662.

[4] Çepel, Necmettin. Çevre Koruma ve Ekoloji Terimleri Sözlüğü, İstanbul: Tema Yayınları, 1995, s. 65; Parlak, Bekir. "Çevre-Ekoloji-Çevrebilim: Kavramsal Bir Tartışma, ed: Mehmet C. Marın-Uğur Yıldırım, Çevre Sorunlarına Çağdaş Yaklaşımlar Kitabı içerisinde, İstanbul: Beta Yayınları, 2004, s. 22.

[5] Türkmen, Lütfullah. "Ekolojik Konu ve Sorunlar" Çevre Eğitimi kitabı içerisinde, ed: Orçun Bozkurt, Ankara: Pegem Akademi yayınları, 2008, s. 153-156; Ünal, Vehbi. Çevre Sorunları ve Dindarlık İlişkisi, Basılmamış Doktora Tezi, Konya: Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2010, s. 50-56.

[6] Parlak, Bekir. "Çevre-Ekoloji-Çevrebilim: Kavramsal Bir Tartışma" Çevre Sorunlarına Çağdaş Yaklaşımlar içerisinde, ed: Mehmet C. Marın-Uğur Yıldırım, İstanbul: Beta Yayınları, 2004, s. 27.

[7] T.C. Ticaret Bakanlığı, Türkiye İsraf Raporu 2018, Ankara: 2018, s. 18.

[8] Nisâ 4/6; En'am 6/141.

[9] Mü'min 40/42, 43.

[10] Tâhâ 20/127; Mü'min 40/28, 43.

[11] Nisâ 4/6; A'râf 7/81.

[12] Zümer 39/53; Zuhruf 43/5.

[13] A'râf 7/35.

[14] İsrâ 17/33.

[15] Mâide 5/32; Mü'min 40/28.

[16] Râğıb el-Isfahânî. Müfredâtü elfâzi'l-Kur'an, s. 407, 408; Dâmeğânî, Hüseyin b. Muhammed. Kâmûsu'l-Kur'an, thk. Abdülaziz Seyyidü'l-Ehl, Beyrut: Dâru'l-İlm, 1983, s. 236, 237.

[17] Cürcânî, Seyyid Şerîf. Mu'cemu't-ta'rîfât, thk. Muhammed Sıddık Minşâvî, Kahire: Dâru'l-Fadîle, 2004, s. 23; Erdoğan, Mehmet. Fıkıh ve Hukuk Terimleri, İstanbul: Ensar Yayınları, 2015, s. 260.

[18] Nisâ 4/6; En'am 6/141.

[19] Furkân 25/67.

[20] Zemahşerî, Mahmûd b. Ömer. el-Keşşâf an hakâıkı't-tenzîl ve uyûni'l-'ekâvîl fî vücûhu't-te'vîl, Beyrut: Dâru'l-Ma'rife, 3/104; Âlûsî, Şihâbuddîn Mahmûd. Rûhu'l-meânî, 11/67.

[21] Sâyıs, Muhammed Ali. Tefsîru âyâti'l-ahkâm, Lübnan: Dâru'l-Kütübi'l-İlmiyye, 2010, I/203.

[22] İsrâ 17/29.

[23] Râzî, Fahreddîn. Tefsîru'l-fahri'r-Râzî, Beyrut: Dâru'l-Fikr, 1981, 20/196.

[24] Şevkânî, Ali b. Muhammed. Fethu'l-kadîr, Beyrut: Dâru'l-Ma'rife, 1997, 3/278.

[25] İsrâ 17/26, 27.

[26] Zemahşerî. Keşşâf, 2/358.

[27] Erdoğan, Mehmet. Fıkıh ve Hukuk Terimleri, İstanbul: Ensar Yayınları, 2015, s. 554.

[28] İsrâ 17/26, 27.

[29] Zemahşerî. Keşşâf, 2/358.

[30] En'am 6/141; bk. Şevkânî. Fethu'l-kadîr, 3/278.

[31] A'râf 7/31.

[32] Şevkânî. Fethu'l-kadîr, 2/251.

[33] Zemahşerî. Keşşâf, 2/358.

[34] İbn Âşûr, Muhammed Tahir. Makâsidu'ş-şerîati'l-islâmiyye, thk. Muhammed Zuhaylî, Şam: Dâru'l-Felah, 2016, s. 267, 278.

[35] İbn Âşûr. Makâsidu'ş-şerîa, 393.

[36] Kellek, Cengiz. "İsraf" Türkiye Diyanet Vakfı İslam Ansiklopedisi, İstanbul, 2001, 23/179.

[37] TDK. https://sozluk.gov.tr/; Türkiye İsraf Raporu 2018, Ankara: T.C. Ticaret Bakanlığı. 2018, s. 10.

[38] Mutlu, Ahmet. "Ekolojinin İdeolojisi: Sürdürülebilir Gelişme-Toplumsal Ekoloji Karşılaştırması", Kent Araştırmaları Dergisi, 2017, c. 8, sayı 21, s. 29.

[39] Nisâ 4/5.

[40] Bakara 2/282.

[41] Apaydın, H. Yunus. "Hacir" Türkiye Diyanet Vakfı İslam Ansiklopedisi, İstanbul: 1996, 14/513.

[42] Cassâs, Ebû Bekr Ahmed b. Alî er-Râzî. Kitâbu ahkâmi'l-Kur'an, Beyrut: Dâru'l-Kitâbi'l-Arabî, ts. 1/489; Yaman, Ahmet-Çalış, Halit. İslam Hukuku, Ankara: Bilay Yayınları, 2018, s. 211; Apaydın, "Hacir" 14/514, 515.

[43] Bk. Sınger, Peter. Pratik Etik, çev. Nedim Çatlı, İstanbul: ithaki, 2011, 378-380.

[44] Çepel, Çevre Koruma ve Ekoloji Terimleri, s. 42; Tepe, Harun. Pratik Etik, Ankara: BigeSu, 2016, s. 99.

[45] Farklı ahlâk anlayışları için bk. Türer, Celal. "Ahlâk ve Eğitim: Şahsiyetin Oluşturulması", Ankara: Eğitim ve Ahlâk Şurası Kitabı içerisinde, 2015, s. 100-107.

[46] Kandemir, M. Yaşar. Örneklerle İslâm Ahlâkı, İstanbul: Nesil Yayınları, 1982, s. 15.

[47] Tepe, s. 107-113.

[48] Kâf 50/16.

[49] İnfitâr 82/10-12.

[50] Kıyâme 75/36.

[50] Kıyâme 75/36.

[51] Bk. Türkiye İsraf Raporu 2018, s. 88-161.

[52] http://www.sbb.gov.tr/2019-yili-cumhurbaskanligi-yillik-programi-resmi-gazetede-yayimlanmistir/ 2019 Yılı Cumhurbaşkanlığı Yıllık Program, s. 151.

[53] Bk. Mâide 5/87, 88; A'râf 7/32.

[54] Şems 91/8-10.

[55] Mâide 5/66.

[56] 2019 Yılı Cumhurbaşkanlığı Yıllık Program, s. 287.

[57] Zemahşerî. Keşşâf, 1/352; Esed, Muhammed. Kur'an Mesajı, çev. Cahit Koytak-Ahmet Ertürk, İstanbul: İşaret Yayınları, 1999, 1/206.

[58] Parlak. "Çevre-Ekoloji-Çevrebilim" s. 20.

[59] Bk. https://www.ab.gov.tr/files/rehber/09_rehber.pdf s. 5; www. Yök.gov.tr. Yüksek Öğretimde Kalite, Ankara: Ankara Üniversitesi Basımevi Müdürlüğü, 2014, s. 21.

[60] GAllacher, Sean. "Eğitim Belgelerindeki Değişim" Ankara: YÖK Yüksek Öğretim Dergisi, 2020, sayı 15, s. 78.

[61] Türkiye İsraf Raporu 2018, Ankara: T.C. Ticaret Bakanlığı, 2018, s. 20.

[62] Türkiye İsraf Raporu 2018, s. 12.

[63] Babaoğul, Müberra vd. Tüketici Profili Eğilim ve Davranışlarının Analizi, Ankara: T.C. Gümrük ve Ticaret Bakanlığı yayınları, 2016, s. 34.

[64] Bk. İbrahim, Özdemir. Çevre ve Din, Ankara: Çevre Bakanlığı Yayınları, 1997, s. 23-27; Zengin, Eyüp. "Çevre Sorunlarının Önlenmesinde Önemli Bir Faktör Olarak Çevre Eğitimi" Bakü: Bakü Devlet Üniversitesi İlahiyat Fakültesi, ELMİ M'CMU'Sİ, Nisan, 2008, s. 229-243.

Tek Tanrılı Dinlerin Kutsal Metinlerinde Çevre Ahlakı ve Ekolojik Günah

***Ilbey Dölek**
Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, İlahiyat Fakültesi, Felsefe ve Din Bilimleri Bölümü, Hatay / Türkiye

Özet

Tek tanrılı dinlerin kutsal metinlerinde Tanrı'nın her şeyi harikulade ve mükemmel şekilde yaratması Tanrı'nın kudretinin en bariz göstergelerinden kabul edilir. Kutsal metinlerde, yeryüzünün Tanrı tarafından en güzel biçimde yaratıldığı gibi insanın da mükemmel şekilde yaratıldığı yazılıdır. Kutsal metinlere göre doğa ile insan arasındaki yaratılıştan başlayan bu ilişki, insanın doğaya karşı sorumluluğunu ortaya çıkarmıştır. Bu sorumluluk, insanoğlunun menfaatinedir. Çünkü, kutsal metinlerde doğanın insanlar için şifa kaynağı olduğu yazılıdır. Kutsal metinlerde ifade edilen sorumluluklar arasında doğal kaynakları israf etmeme, kirletmeme ve doğa üzerindeki tasarruf gücünü gereksiz yere ve kötüye kullanmaması yer alır. Bu çalışmada, tek tanrılı dinlerin (Yahudilik, Hristiyanlık ve İslam) kutsal metinlerinde çevre ahlakı ile ilgili ayetler incelenecektir. Dinlerin kutsal metinlerinin çevreye karşı bakış açılarının belirlenmesi neticesinde karşılaştırma yapma imkânı da elde edilecektir. Yöntem açısından herhangi bir dinin yaklaşımını yüceltme ya da yerme içinde olmadan bilimsel çerçevede kutsal metinlerde geçen çevre ile ilgili mesajlar betimlenecektir.

Anahtar kelimeler: *Çevre, Ahlak, Din, Kutsal metinler, Tanrı, Ekolojik Günah.*

Environmental Ethic and Ecological Sin in the Sacred Texts of Monotheistic Religions

Abstract

God's creation of everything wonderfully and perfectly is accepted as one of the most obvious signs of God's might in the sacred texts of monotheistic religions. It is written that the earth was created in the most beautiful way by God, and that man was created perfectly in the holy scriptures. This relationship, starting from the creation between nature and man according to the scriptures, revealed the responsibility of man towards nature. This responsibility is in the interests of human beings. Because, it is written in the scriptures that nature is a source of healing for people. Responsibilities expressed in the scriptures include not wasting natural resources, not polluting and not using unnecessary and abusive power of nature. In this study, the verses related to environmental morality will be examined in the sacred texts of monotheistic religions (Judaism, Christianity and Islam).

*Corresponding author: Address: Faculty of Theology, Hatay Mustafa Kemal University, Antakya/Türkiye. E-mail address: ilbeydolek@gmail.com, Phone: +905072331443.

As a result of determining the perspective of the scriptures of religions towards the environment, it will be possible to make comparisons. In terms of method, messages related to the environment in the scriptures in the scientific framework will be described, without enriching or devouring the approach of any religion.

Key Words: *Environment, Morality, Religion, Holy Scriptures, God, Ecological Sin*

1. Giriş

Tek tanrılı dinlerin kutsal metinlerinde Tanrı'nın her şeyi yaratması Tanrı'nın gücünü ve kudretini yansıtmaktadır. Kutsal metinlere göre, yeryüzü Tanrı tarafından en güzel biçimde yaratıldığı gibi insanın da mükemmel şekilde yaratıldığı ve insana diğer yaratılanları kullanma gücünün verildiği yazılıdır. İlk insanın toprak ve sudan yaratılması, insanoğlunun çevreyle ilişkili olduğunu ve bu ilişkinin bir bütünlük arzettiği görülür. Kutsal metinlere göre, insan ile çevre arasında yaratılışla başlayan bu ilişki, insanın çevreye karşı sorumluluğunu ortaya çıkarmıştır. Yine kutsal metinlere göre bu sorumluluk, insanoğlunun menfaatinedir. Çünkü, kutsal metinlerde çevrenin yani doğanın insanlar için şifa kaynağı olduğu yazılıdır. Kutsal metinlerde açıklanan insanoğlunun sorumlulukları arasında doğal kaynakları israf etmeme, kirletmeme ve doğa üzerindeki tasarruf gücünü gereksiz yere ve kötüye kullanmaması gerektiği sıralanır. Yeri, göğü ve ikisi arasındakileri yaratan Tanrı, insana eşyanın isimlerini öğretmekle kalmayıp aynı zamanda insanın diğer varlıklarla ve çevresiyle ilişkilerini düzenlemesinde rehberlik etmiştir. Dini referanslara göre; yer ve gök Tanrı tarafından insanoğlunun ihtiyaçlarını karşılamak üzere yaratılmıştır ancak günümüzde insanoğlunun çevre ile olan ilişkisi teolojik bağlamdan uzaklaşmış ve insanoğlunun çevreye karşı yaklaşımında ahlakın etkisi giderek kaybolmuştur. Oysa ki, kutsal metinlerde Tanrının yasakladığı eylemler arasında çevreyi kirletmek, düzeni bozmak, bozgunculuk yapmak, bitkilerin ve hayvanların asıl yapısını değiştirmek yer alırken, canlı veya cansız bütün varlıklara karşı merhametli ve hoşgörülü olunması telkin edilmektedir. Tartışılması gereken noktalardan birisi ister seküler olsun isterse dindar olsun insanların çevreyle olan ilişkisinde kutsal metinler etkili midir? Ya da "ahlak" çevreye karşı davranışta tek başına yeterli midir? Bu çalışmada, Yahudilik, Hristiyanlık ve İslam olarak bilinen tek tanrılı dinlerin kutsal metinlerinde geçen çevre ahlakı ile ilgili ayetler incelenecektir. Dinlerin kutsal metinlerinin çevreye karşı bakış açılarının belirlenmesi neticesinde karşılaştırma yapma imkânı da elde edilecektir.

1.1 İnsan ve Çevre

İnsanoğu, yaratıldığı andan itibaren kendisini bir çevrede bulmuş ve bu çevrede

hayatta kalma mücadelesi vermiştir. Kendisine uygun bir çevre oluşturmayaçalışan insanoğlu sürekli beşeri ve doğal olumsuz etkilere maruz kalmıştır. İnsan yaşamını tehdit eden ve doğal dengenin bozulmasına neden olan en önemli gelişmeler Aydınlanma düşüncesi ve Sanayileşme ile birlikte arttığı görülür. Doğa ile uyum yerine doğaya hakim olma ilkesini benimsemiş olan aydınlanma düşüncesi, insanın kendisini bütün canlılardan daha üstün görmesine yol açmıştır. Bunun sonucunda insan, doğadaki dengeleri gözetmek ve doğa ile uyumlu sağlamak yerine, doğayla arasındaki ilişkiyi salt bir çıkar ilişkisine dönüştürmüştür [1]. Modern çağda bilimsel ve teknolojik gelişmeler yapay ortamın doğal ortam üzerinde hakim olmasına neden olmuş ve ortaya çıkan bu yeni durum doğal dengenin ya da düzenin bozulmasına neden olmuştur [2]. Bu olumsuzluklar karşısında özellikle modern dönemde insanlığın çevreye karşı duyduğu ve bitmek tükenmek bilmeyen saldırganlığını ve açgözlülüğünü gidermenin yollarından birisi olarak "din" öne sürülmüştür [3]. Küresel ısınma, denizlerin kirlenmesi, çölleşme, erozyon, nüfus artışı, açlık tehdidinin pek çok ülkede varlığını sürdürmesi, kaynak paylaşımı gibi sorunlar; modern toplumda çevre politikalarının başarısızlığının kanıtıdır. Bütün bunların yanı sıra gelişmekte olan ül-kelerin de Batı tipi bir kalkınma modelini benimsemesi, çevre sorunlarının gelecekte daha da artacağının işaretidir [4]. Doğal dengenin bozulması sadece insanın doğa (fiziki çevre) ile ilişkisinde görülmemiş aynı zamanda insan modern çağda yalnızlaşarak kendisine ve içinde yaşadığı sosyal çevreye yabancılaşmış ve anlam dünyasında krize neden olmuştur.

1.2. Ekoloji ve Teoloji İlişkisi:

Din ve Ekoloji alanı ekolojik ilişkilerin dini boyutlarını araştıran bir çalışma alanı olarak bilinir. Din ve ekoloji alanı, çoğunlukla "*çevresel beşeri bilimler "environmental humanities"* başlığı altında toplanan, çevre konularına yönelik kültür odaklı yaklaşımların daha geniş bir entelektüel işbirliğinin bir parçası olarak ele alındığı görülür [5]. Çevre etiği *"environmental ethics"* kavramı ise insanoğlunun doğal dünyadaki davranışlarını ve davranışlarına yön veren değer sistemlerini ifade etme, sistematikleştirme ve savunma çabaları olarak tanımlanabilir. İnsanın, *"doğaya"* ya da *"diğer insanlara"* karşı yükümlülükleri hakkındaki felsefi ve dinsel yansıma ister Batı, ister Asya ya da yerli olsun, insan kültürlerinde uzun bir soyağacına sahiptir. Bununla birlikte, Batı felsefi ve dini ahlakında farklı bir alt alan olarak çevre etiği, yirminci yüzyılın son otuz yılına kadar ortaya çıkmamıştır [6]. Çevreyi kirletmek ya da kötü davranmak felsefi anlamda bir etik sorunu olarak tartışılmıştır. Son yıllarda ise dinsel referanslardan hareketle *"günah"* kavramı ile ilintili *"ekolojik günah"* düşünülmektedir. Günah, farsça bir kelime olup *"suç"* anlamına gelir. Dini bir kavram olan *"günah"* kutsalın söz konusu olduğu yerde kutsalla ilgili emir ve yasakların çiğnenmesi

sonunda ortaya çıkan dini, ahlaki ve vicdani açıdan sorumluluk gerektiren bir olgudur [7]. Günah sadece teolojik değil aynı zamanda psikolojik bir kavramdır. Mistik anlamıyla *"günah"*, ruhun mükemmele doğru gelişmini engelleyen veya geciktiren davranış ve alışkanlıklardan oluşur [8].

Ortodoks ruhani lideri Patrik Bartholomeos, bir mülakatta ekolojik sorunların temelinin ruhani bir sorun olduğunu ve bunun sadece insanların kalplerindeki ve zihinlerindeki değişimle çözülebileceğini vurgulamıştır. Ona göre; dinlerin kutsal metinlerinde ifade edildiği şekilde üzerinde yaşadığımız dünya, Tanrı'nın bizlere kutsal bir armağanıdır. Dolayısıyla yaratılanı korumak *"cratien care"* ve saklamak ahlaki bir yükümlülüktür [9]. 20-26 Eylül 1995 tarihleri arasında bir gemide (Preveli gemisi) Ortodoks kilise liderleri toplanarak *"Vahiy ve Çevre"* adı altında bir sempozyum düzenlemişlerdir. 8 Eylül 2007'de Fener Rum Patriği Bartholomeos'un liderliğinde, çeşitli inançlardan 200'e yakın din adamı Grönland'da *"Kuzey Kutbu: Yaşamın Aynası"* adı altında düzenlenen sempozyumda bir araya gelerek İlluisat buzulu önünde dua etmişler ve küresel ısınma ile mücadeleye tüm dünyanın dikkatini çekmeye çalışmışlardır [10]. Bu konuda Roma Katolik Kilisesi ruhani lideri Papa Francis, *"Laodato Si"* adlı belgede *"Ortak Evimizin Bakımı Üzerine"* başlıklı "on care for our common home" bildirisinde insanlığa ve barışa karşı işlenen beşinci suç kategorisi olarak "ekolojik suçları" eklemiştir. Tanrı'ya ve gelecek nesillere karşı işlenen ekolojik günah, çevrenin kirletilmesi ve çevrenin uyumunun tahrip edilmesi yönündeki davranışlardır [11]. Ülkemizde ise, 2019 yılında başlatılan "Çevre Ahlakı Projesi"ne Diyanet İşleri Başkanlığı *"Sıfır Atık, Sıfır İsraf"* teması ile destek vermiştir. Diyanet İşleri Başkanı Ali Erbaş, günümüzde insan-çevre arasındaki dengenin bozulmasını esasen insanla Allah arasındaki bağın ortadan kalkmasından kaynaklandığını ifade etmiştir. Erbaş'ın bu noktadaki tespitleri S. Hüseyin Nasr ile aynı doğrultudadır [14]. Erbaş'a göre, Cenâb-ı Hak'la her yönden uyum içinde olmak için insanın çevreyle barış içinde olması gerektiğini ifade etmiştir. Ona göre, *"İslam'a göre, sosyal çevre ile ekolojik çevrenin müminlere yüklediği ahlaki ve hukuki sorumluluklar aynıdır. Bunlar da insanın çevreyle ilişkisini belirleyen sorumluluk, emanet, güzel ahlak ve salih amel gibi değerler etrafında şekillenmektedir"* [12].

İnsanın çevre algısı ve ona yaklaşımı nasıl olmalıdır? Bireyin çevreye karşı *"sahip olma"* ve *"emanet olarak görme"* şeklinde iki temel yönelimi olabilir. Sahip olma yöneliminde insan, doğal çevre üzerinde her türlü tasarruf hakkına sahip olduğunu düşünür. Fromm'un da belirttiği gibi, sahip olma yöneliminde insan, tabiatı dilediğince kullanabileceğini düşünür ve ona *"kullan, tüket ve at"* anlayışıyla yaklaşır. İnsandaki bu sahip olma yönelimi aşırı tüketim isteği olarak kendini gösterir. Tabiatı emanet olarak algılama yöneliminde ise birey, tabiata hükmetme onu ele

geçirme yerine onun mutlak sahibi olmadığını farkına vararak, hayatını devam ettirdiği süre içerisinde onun kendisine verilen bir emanet olduğunu düşünür ve bu sorumluluk bilinciyle hareket eder [13]. Platon'un felsefesinde Demiurge'nin yaratmış olduğu dünya sadece bir düzen veya kozmos değil belki tabiatta bir iyiye ve bir gâyeye (teleoloji) yönlenmiş canlı bir düzendir" der [14].

2. Materyaller ve Yöntem

"Tek Tanrılı Dinlerin Kutsal Metinlerde Çevre Ahlakı ve Ekolojik Günah" başlıklı bu çalışmada tek tanrılı dinler olarak bilinen Yahudilik, Hristiyanlık ve İslam'ın kutsal kitaplarında geçen çevre ile ilgili ayetler ele alınacaktır. Söz konusu dinlerin kutsal kitaplarından başka Din ve Çevre konusunu ele almış olan literatürde yer alan yerli ve yabancı bazı çalışmalara da yer verilecektir. Yöntem açısından herhangi bir dinin yaklaşımını yüceltme ya da yerme içinde olmadan bilimsel çerçevede kutsal metinlerde geçen çevre ile ilgili mesajlar betimlenecektir. Netice itibariyle, kutsal metinlere göre Tanrı tarafından yaratılan evrende insanın çevre algısı ve çevreye karşı nasıl davranması gerektiği tasvir edilecektir.

3. Bulgular

3.1.Tanah'ta Çevre Ahlakı

Tevrat'a göre yeri ve göğü yaratan Tanrı, insanı kendi suretinde yarattıktan sonra insanoğlunun yeryüzünde "verimli olması ve çoğalması" için denizdeki balıkları, gökteki kuşları ve yeryüzünde yaşayan bütün canlıları onun hizmetine vermiştir (Yaratılış, 1:1-31). Eyüp kitabında da hayvanların, kuşların, toprağın, denizdeki canlıların Tanrı tarafından yaratıldığı ve her yaratığın canı ve tüm insanlığın nefes alıp vermesi Tanrı'nın elinde olduğu belirtilmektedir (Eyüp, 12:7-10).

"Göklerin, havanın, okyanusların, nehirlerin, denizlerin, bitkilerin ve hayvanların hepsi Tanrı tarafından mükemmel bir şekilde yaratılmıştır. Bazılarının Tanrı'nın görkemli yaratımının seyredilmesi, takdir edilmesi, saygı duyulması ve korunması gereken bir şey olduğunu hatırlatması gerekir (Tekvin, 1: 26-28)." "Yerdeki hayvanların, gökteki kuşların tümü sizden korkup ürkecek. Yeryüzündeki bütün canlılar, denizdeki bütün balıklar sizin yönetiminize verilmiştir. Bütün canlılar size yiyecek olacak. Yeşil bitkiler gibi, hepsini size veriyorum." (Yaratılış, 9:2-3). Tanrı Rab, İsrailoğullarından kendisinin koymuş olduğu ilkelere özenle yerine getirmelerini istemektedir. Eğer buna uydukları takdirde topraktan ürün elde edecekleri, karınlarını doyuracakları ve orada güven içinde yaşayacakları ifade edilmektedir. Tanrı, toprağın gerçek sahibidir ve insanoğlu da bu topraklarda Tanrı'nın misafiridir (Levililer, 25:18-23). Yerin derinliklerini ve dağların dorukları Tanrı tarafından yaratıldığı gibi deniz ve kara onun eli biçim vermiştir (Mezmurlar, 95:4-5). Yahudilerin Tanrısı her şeyi yaratmıştır ancak hiç bir şeye

muhtaç değildir. *"ne evinden dana, ne de ağıllarından teke alırım. Zaten ormandaki bütün hayvanlar ve yeryüzünün dağlarındaki bütün sığırlar benimdir. Bütün dağ kuşlarını bildiğim gibi kırlardaki yabani hayvanları da bana aittir. Acıksam dahi size söylemezdim çünkü dünya ve içindekilerin hepsi benimdir"* demiştir. (Mezmurlar, 50: 9-12) Eyüp kitabında Tanrı'nın bulutların hareketini düzenlediği, şimşeği çaktırdığı, bulutların dengesini kusursuz bir şekilde sağladığı ve serin rüzgarlar meydana getirdiği anlatılmaktadır (Eyüp, 37:14-18).

"Gökler Tanrı'nın görkemini açıklamakta,
Gökkubbe ellerinin eserini duyurmakta" (Mezmurlar, 19:1)

Mezmurlar'da Rab'bin egemenliği yeryüzüne hakim olduğunda göklerin sevineceği, yüryüzünün coşacağı, kırların ve üzerindekilerin bayram edeceği, bütün orman ağaçlarının sevinçle haykıracağı anlatılmaktadır (96:11-12). "Dünyada yaşayanlar onu kirletti. Çünkü Tanrı'nın yasalarını çiğnediler, Kurallarını ayaklar altına aldılar, Ebedi antlaşmayı bozdular." (Yeşaya, 24:5).

"Başınızı kaldırıp göğe bakın, bütün bunları kim yarattı? Yıldızları sırayla görünür kılıp onları adıyla çağıran kimdir?" Yeşeya, 40:26).
"Meyvesini, en iyi ürününü yiyesiniz diye
Sizi verimli bir ülkeye getirdim.
Oysa siz gelir gelmez ülkemi kirlettiniz,
Mülkümü iğrenç bir yere çevirdiniz." (Yeremya, 2:7).

Yahudilerin Babil'den kurtuluşunda Rab İsrailoğullarına nimetler vaat etmektedir.
Çölde yol, kurak topraklarda ırmaklar yapacağım.
Kır hayvanları, çakallarla baykuşlar beni yüceltecek.
Çünkü seçtiğim halkın içmesi için çölde su,
Kurak yerlerde ırmaklar sağladım. (Yeşaya, 43:19-20)

"Eşin evinde verimli bir asma gibi olacak;
Çocukların zeytin filizleri gibi sofranın çevresinde" (Mezmurlar, 128:3)

"Sular ağacı besledi,
Derin su kaynakları büyüttü.
Akarsular dikili olduğu yerin çevresine akıyor,
Kanalları kırdaki bütün ağaçlara erişiyordu." (Hezekiel, 31:4)
"Onları da dağımın çevresini de bereketli kılacağım. Yağmuru zamanında yağdıracağım. Bereketli yağmurlar olacak" (Hezekiel, 34:26).

"Bir kentle savaşırken, kenti ele geçirmek için kuşatma uzun sürerse, ağaçlarına balta vurup yok etmeyeceksiniz. Ağaçların ürünlerini yiyebilirsiniz, ama onları kesmeyeceksiniz. Çünkü kırdaki ağaçlar insan değil ki kuşatma altına alasınız. Yalnız ürün vermediğini bildiğiniz ağaçları kesip yok edebilirsiniz. Sizinle savaşan kenti ele geçirene dek kesilen ağaçları kuşatma işinde kullanabilirsiniz." (Yasa'nın Tekrarı, 20:19-20)

"Yolda rastlantıyla ağaçta ya da yerde bir kuş yuvası görürseniz, ana kuş yavruların ya da yumurtaların üzerinde oturuyorsa, anayı yavrularıyla birlikte almayacaksınız. 7 Yavruları kendiniz için alabilirsiniz, ama anayı kesinlikle özgür bırakacaksınız. Öyle ki, üzerinize iyilik gelsin ve ömrünüz uzun olsun." (Yasa'nın Tekrarı, 22:6-7)

Yahudilik açısından insanın dikkat etmesi gereken diğer bir konuysa doğal kaynakları korumaktır. Bu çerçevede Yahudi din bilginleri, başkalarının suya ihtiyacı varken kişinin kuyusunun suyunu boşa harcamasını doğru bulmamıştır. Yahudiler, *"azalt, yeniden kullan ve geri dönüşümü sağla"* ilkesine önem vermişlerdir. Bu konuda Yahudi din bilgini Maimonides kapları kıran, giysileri yırtan, bir binayı yıkan, bir kuyuyu tıkayan ya da yiyecekleri israf edenin "bal taşhit" yani yıkma yasağını delmiş olacağını belirtmiştir [15] [16]. Yahudilik doğayı doğası gereği hayırsever olarak görmez. Doğal dünyanın güzelliğini ve ihtişamını kabul ederken, doğanın da korkutucu ve tehdit edici olabileceğini algılar. Yahudi düşüncesine göre, insanoğlunun doğayı disipline etme ya da bastırmaya yönelik çabaları, birçok radikal ekologun iddia ettiği gibi, doğaya hakim olma dürtüsünden kaynaklanmıyor, aksine doğal dünyanın insanoğlunun hayatta kalması için gerçek zorluklarla mücadelesini yansıtmaktadır (17). Yahudi şeriatında doğanın bağımsız haklarına ilişkin bir iddiada bulunmak kabul edilemez. Doğa haklarının dikkatle dengelenmesi, insan çıkarlarına göre kalibre edilmesi gerekir; ve bu dengelemede öncelik insan çıkarları olacaktır (18)

3.2. Yeni Ahit'te Çevre Ahlakı

"Her şey O'nun aracılığıyla var oldu, var olan hiçbir şey Onsuz olmadı" (Yuhanna, 1:3). Göklerdeki Babanız'ın oğulları olasınız. Çünkü O, güneşini hem kötülerin hem iyilerin üzerine doğdurur; yağmurunu hem doğruların hem eğrilerin üzerine yağdırır. (Matta, 5:45). Gökten yağmur yağdırıyor, çeşitli ürünleriyle mevsimleri düzenliyor, sizi yiyecekle doyurup yüreklerinizi sevinçle dolduruyor." (İşler, 24:17). "Dışarıdan insanın içine giren hiçbir şeyin onu kirletemeyeceğini bilmiyor musunuz?" (Markos, 7:18) İsa, bu sözlerle doğada bulunan bütün yiyeceklerin temiz olduğu bildirmiştir.

İncillerde evrende olup biten her şeyin Baba Tanrı'nın izni dahilinde olduğu bildirilmiştir (Matta, 10:29). İsa havarilerine *"Ne yiyip içeceğiz ya da Ne giyeceğiz"* kaygısı taşımanın önemsiz olduğunun doğadaki kuşları örnek göstererek açıklar. "Gökte uçan kuşlara bakın! Ne eker, ne biçer, ne de ambarlarda yiyecek biriktirirler. Göksel Babanız yine de onları doyurur. Siz onlardan çok daha değerli değil misiniz?" (Matta, 6:26-30). Buradan hareketle doğadaki canlıların hayatı insanlar için önemlidir ve doğa ile Tanrı arasında kurulan teolojik ilişki insanlara bazı işaretler sunmaktadır. Yuhanna'nın Vahiy kitabında (11:18) yeryüzünü mahvedenlerin cezasız kalmayacağı belirtilmektedir. Evrende yaratılan her şey aynı zamanda Tanrı'nın varlığının delili olarak ifade edilmektedir. "Tanrı'nın görünmeyen nitelikleri, sonsuz gücü ve ilahi varlığı dünya yaratılalı beri O'nun yaptıklarıyla anlaşılmakta ve açıkça görülmektedir" (Romalılar, 1:20).

3.3.Kuran'da Çevre Ahlakı

Kuran'a göre Allah yeri ve göğü hak ve hikmetine uygun olarak yarattıktan sonra insanı sudan yaratmıştır. Daha sonra hayvanları ısınma ve yemek gibi bir çok faydaları için yaratmıştır. O gökten sizin için su indirendir" İnsanların ihtiyaçlarıiçin yararlandığı hayvanları besleyen otların da gökten yağan sudan istifade ettiği anlatılmaktadır. (Nahl, 16::3-10). "Göklerin ve yerin yaratılışında, gece ile gündüzün birbiri ardınca gelişinde, insanlara yarar sağlayacak şeylerle denizde seyreden gemilerde, Allah'ın gökyüzünden indirip kendisiyle ölmüş toprağı dirilttiği yağmurda, yeryüzünde her çeşit canlıyı yaymasında, rüzgarları ve gökle yer arasındaki emre amade bulutları evirip çevirmesinde elbette düşünen bir topluluk için deliller vardır." (Bakara, 2:164). "Göklerde ve yeryüzünde bulunan kimselerle, sıra sıra (kanat çırparak uçan) kuşların Allah'ı tespih ettiğini görmez misin? Her biri duasını ve tesbihini kesin olarak bilmektedir. Allah onların yapmakta olduğu şeyleri hakkıyla bilendir." (Nur, 24:41). İnsanlar yollarını bulsunlar diye nehirler, yıldızlar ve bir çok işaretler vardır (Nahl, 16:15). "Yedi gök, yer ve bunların içinde bulunanlar Allah'ı tespih ederler. Her şey O'nu hamd ile tespih eder. Ancak, siz onların tespihlerini anlamazsınız. O, halîm'dir (hemen cezalandırmaz, mühlet verir), çok bağışlayandır." (İsra, 17:44). Ölü toprak onlar için bir delildir. Biz onu diriltir ve ondan taneler çıkarırız da onlardan yerler. Meyvelerinden yesinler diye biz orada hurmalıklar, üzüm bağları var ettik ve içlerinde pınarlar fışkırttık. Bunları onların elleri yapmış değildir. Hâlâ şükretmeyecekler mi? Yerin bitirdiği şeylerden, insanların kendilerinden ve (daha) bilemedikleri (nice) şeylerden, bütün çiftleri yaratanın şanı yücedir" (Yasin, 36:33-36). "Gece de onlar için bir delildir. Gündüzü ondan çıkarırız, bir de bakarsın karanlık içinde kalmışlardır" (Yasin, 36:37). Şüphesiz sizin Rabbiniz, gökleri ve yeri altı gün içinde (altı evrede) yaratan ve Arş'a kurulan, geceyi, kendisini durmadan takip eden gündüze katan, güneşi, ayı ve bütün yıldızları da buyruğuna tabi olarak

yaratan Allah'tır. Dikkat edin, yaratmak da, emretmek de yalnız O'na mahsustur. Âlemlerin Rabbi olan Allah'ın şanı yücedir. (Araf, 7:54) "O, göklerde ve yerde bulunan her şeyi kendinden bir lütuf olarak sizin hizmetinize vermiştir. Şüphesiz bunda düşünen topluluklar için ibret ve deliller vardır. (Casiye, 13). "Biz insanı en güzel biçimde yarattık" (Tîn, 95:4) Yeryüzünü düzgün bir şekilde yarattık ve oraya sabit dağlar yerleştirdik. Orada hikmetle ölçülmüş her şeyden bitkiler bitirdik. Orada hem sizin için, hem de sizin rızıklarını veremediği- niz kimseler için geçim yollarını yarattık. (Hicr, 16-20). Bitkiler ve ağaçlar (Yaradan'a) secde ederler" (Rahman 55:3). "İnsanların kendi elleriyle yapıp ettiklerinin bir sonucu olarak yeryüzünde bozulma başladı. Belki dönerler diye Allah yaptıklarının bazı kötü sonuçlarını onlara tattıracaktır (Rum, 41). "Sizi yeryüzünde yaratıp, orayı imar etmenizi dileyen Allah'tır. (Hud Suresi, 61) "Sizi boşuna yarattığımızı ve bize tekrar döndürülmeyeceğinizi mi sandınız?" (Müminun, 23:115) Sakın dengeyi bozmayın. Ölçüyü adaletle tutun ve eksik tartmayın. Allah, yeri canlılar için yaratmıştır. Orada meyveler ve salkımlı hurma ağaçları vardır. Yapraklı daneler ve hoş kokulu bitkiler vardır (Rahman, 55/ 8- 12)

Kur'an'da çevre ile ilgili meselelerde yol gösteren ve çevreye nasıl muamele edeceğimizi bize öğreten yaklaşık beşyüz âyet bulunmaktadır [19]. İslami geleneğe göre, Kâinat bütün zenginliği ve canlılığıyla Allah'ın, yani kâinatın yaratıcısının eseri ve sanatıdır. İnsan ise Allah'ın yeryüzündeki emanetçi ve halifesidir. Dolayısıyla insan kendisine emanet edilen tabiata da dilediği gibi tasarruf edemez. Keza, tabiattaki her şey de Allah'ın varlığının bir âyeti, yani işareti ve belgesidir [20].Sufi gelenek Tanrı'nın kainatı ve içindekileri yaratmasının ardında *"Ben gizli bir hazineydim. Bilinmek istedim ve mahlûkatı da bunun için yarattım"* hadis-i kutsiyi görmüşlerdir [21]. Cenâb-ı Hak'kın, zâtına mahsus ilâhî isimleri eşyaya yansımıştır. Dolayısıyla İslami gelenekte "hikmet" eşyanın ardındaki hakikatin arayışı olarak telakki etmişlerdir. Hz. Peygamberin çevre bilinci konusundaki uygulamalarının sadece kavli olarak değil, bizatihi ameli ve pratik olduğu belirtilmekte ve çevreye saygılı olma, çevrenin tahrip edilmemesi ve imar edilip zenginleştirilmesi gerektiğine vurgu yapılmaktadır [22]. Kur'an ışığındaki insan çevre ilişkisinin günümüzde yaşadığımız çevre sorunlarına değindiği ve buna bağlı olarak da ruh sağlığımızı olumsuz yönde etkilediği görülmekte ve insan çevre ilişkisinin yeniden gözden geçirilmesi gerektiğine vurgu yapılmaktadır [23].

Sonuç

Tek tanrılı dinlerin kutsal metinlerinde çevrenin kutsal bir gerçekliğe sahip olduğu ve insanın yaratılışı ile bağlantılı olduğu anlaşılmaktadır. Dolayısıyla insanlar için çevre, Tanrısal planın ve düzenin dışında bilinçsiz bir tüketim nesnesi

olmaktan uzaktır. Tek Tanrılı dinlerin kutsal kitaplarında Tanrı'yı öven ve yücelten yaratış anlatıları yer almaktadır. Bu yaratılış anlatıları, insan ile sınırlı olmayıp insanın ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde bitkileri, hayvanları ve doğayı içine almaktadır.

Kutsal metinlere göre çevre, Tanrı'nın eseri olmakla birlikte Tanrı'nın varlığının ve kudretinin tıpkı insan gibi bir tecellisidir. Tanrı'nın tüm insanlara bir hediyesi olan çevre, adeta tüm insanların birlikte yaşadığı *"ortak bir ev"* olarak tasvir edilmektedir. Bu durum, insanın çevresiyle ilişkisini belirlemektedir. Kutsal metinlerden hareketle insanın kutsala dayalı çevresi ile olan ilişkisi birbirine bağlı, karşılıklı bir dengeye ve düzene bağlıdır. İnsan içinde yaşadığı çevrenin bir parçasıdır ve çevre ile sürekli bir etkileşim halindedir. Dolayısıyla kutsal metinlere göre; insanın çevre ile ilişkisi ancak bütüncül bir ekoloji *"an integral ecology"* şeklinde açıklanabilir.

İnsanın çevreyi algılama biçiminde *"kutsal"* düşüncesini merkeze alması bu insan-Tanrı ilişkisini olumlu etkileyeceği öngörülmektedir. Dolayısıyla insanoğlunun ihtiyaçlarını karşılaması için yaratılan çevrenin korunması ve yaşatılması yine insanoğlunun sorumluluğuna bağlanmıştır. Buradan hareketle doğaya karşı işlenenen suçların "ekolojik günah" olarak düşünülmesi insanoğlunun yararına olacaktır. Diğer taraftan, insanın günümüz modern çağında yaşadığı krizleri sadece sosyal çevresi ile sınırlamak hatalı olur. Aynı zamanda fiziksel çevresi ile de yaşadığı mücadeleyi ve sorunları dikkate almak gerekmektedir. İnsanoğlunun hem sosyal hem de çevresel sorunların üstesinden gelmede bilimsel, felsefi çözümlerin yanı sıra teolojik yaklaşımları da dahil etmesi yine insanoğlunun yararına olacaktır.

Kaynakça

[1] Selim Kılıç, "Modern Topluma Ekolojik Yaklaşım", Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi (12) 2006 /2: 108-127, s.113.

[2] Manuel Castells, Kent, Sınıf ve İktidar, Çev: Asuman Erendil, Bilim ve Sanat Yay. Ank. 1997, s.17.

[3] Münir Yıldırım, Çevre ve Din Kutsalın Tabiattaki Formları, Karahan Kitabevi, 2016

[4] Selim Kılıç, "Modern Topluma Ekolojik Yaklaşım", Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi (12) 2006 /2: 108-127, s.109.

[5] Willis Jenkins, Whose Religion? Which Ecology? Religious Studies in the Environmental Humanities, s.22. Routledge Handbook of Religion and Ecology
https://www.routledgehandbooks.com/doi/10.4324/9781315764788.ch3

[6] Bron Taylor, Encyclopedia of Religon and Nature, (London&NewYork: Continuum, 2005) S.597, 598

[7] Köse, A. "Günah" mad. TDV. Islam Ansiklopedisi, 14.Cilt, (1996), ss.285-286.

[8] Harman, Ö.F. "Günah" mad. TDV. Islam Ansiklopedisi, 14.Cilt, (1996), ss.278-282.

[9] "Günahın bir de ekolojik boyutu var" 12 Ağustos 2015, (www.ekoig.com).

[10] Turhan Günay, "İslam ve Kuran'da Çevre/Doğal Denge", Uluslararası Çevre ve Din Sempozyumu, 15-16 Mayıs 2008, İstanbul, Cilt.2, s.473.

[11] "Catechism will be updated to include ecological sins, pope says" 15 Kasım 2019, (www.cnstopstories.com)

[12] "Çevre Ahlakı Projesi" Tanıtım Programı Yapıldı, 2 Nisan 2019, https://www.diyanet.tv/cevre-ahlaki-projesi-tanitim-programi-yapildi

[13] Ali Ayten, 'Sahip Olma' mı? 'Emanet Görme' mi?-Çevre Bilinci ve Dindarlık İlişkisi Dinbilimleri Akademik Araştirma Dergisi Cilt: 10, Sayı:2, s.206.

[14] S.Hüseyin Nasr, Religion and The Order of Nature, NewYork: Oxford University Press, 1996, s.85.

[15] Mişne Tora, Kralların Kanunları, 6: 10.

[16] Necati Sümer, "Yahudilikte Çevre Ahkakı", ISEM2016, 3rd International Symposium on Environment and Morality, 4-6 November 2016, Alanya – Turkey, s.303.

[17] David Vogal, "How green is Judaism? Exploring Jewish environmental ethics", Business Ethics Quartely, Vol.11, No.2, (Apr. 2001), pp.349-363.

[18] Berman, Saul. "Jewish Environmental Values: The Dynamic Tension Between Nature And Human Needs, in To Till and To Tend" (New York: The Coalition on the Environment and Jewish Life); www.coejl.org

[19] Zeki Yıldırım, (2012). "Kur'an Ve Çevre Sorunları", Atatük Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi, 38.

[20] Süleyman Yapıcı, "İslam ve Çevre- İnsan ve Çevre", Çevre ve Ahlak Sempozyumu Bildiri Kitabı, Gaziantep, Editör: M. Doğan Karaçoşkun, 2014, S.581

[21] Sena Özdemir, Sufi Düşünceye Göre Çevre Bilincinin Ontolojik Temelleri, Çevre ve Ahlak Sempozyumu Bildiri Kitabı, Gaziantep, Editör: M. Doğan Karaçoşkun, 2014 S.382.

[22] Abdullah Oğuz, Seki, (2010). Hz. Peygamber'in Hadislerinde Çevre Bilinci, Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü, (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Elazığ.

[23] Kula, Naci (2000). "Kur'an Işığında İnsan-Çevre İlişkisinin Ruh Sağlığı Açısından Önemi", Uludağ Üniversitesi İlâhiyat Fakültesi Dergisi. 9(9).

Nebevî Geleneğin Çevre Dostu Ahlâkı

[1]Hüseyin Aydın
[*1]Faculty of Islamic Sciences, Department of Kalam Selcuk University, Turkey

Özet

İlahi dinlerde peygamberler iman, amel ve ahlak açısından Hz. Âdem'den Hâtem'e gelenek oluşturmuşlardır. Peygamberlerin mesajları zaman içinde yer yer tahrif ve başkalaşıma uğramıştır. Filhakika nebevî geleneğin çevre dostu ruhu kaybolmamış birbirini andıran ifadelerle bugünlere ulaşmıştır. Bu husus bir yandan ilahi vahyin tek bir kaynaktan geldiğini gösterirken diğer yandan çevre tahribatının büyük krizlere gebe olduğu günümüzde kitlelerin bilinçlendirilmesine güçlü bir ışık tutabilir. Çevre sorunlarının yalnızca teknik önlemlerle aşılabileceğini sanmak yanlış olur. Çevre sorunları insan merkezli meselelerdir. Çevre sorunlarını teşhis ve onlarla mücadeleye girişmek için her şeyden önce insanın inanç ve ahlak problemlerini tartışarak işe başlamak gerekir. Zira çevre krizi her şeyden önce bir zihniyet ve ahlak meselesidir. İnsanın, göklerle barışmadan yeryüzüyle barışık olması güçtür.

Anahtar kelimeler: *Çevre, nübüvvet, ahlak, günah*

Abstract

In divine religions, the prophets formed a tradition from Adam to Hâtam in terms of faith, actions, and morals. Although the prophets' messages have been distorted and altered from time to time, the eco-friendly spirit of the nabavî tradition has not been lost and has survived until today with similar statements. While this point shows on one hand that divine revelation comes from a single source, on the other hand, it can shed a strong light on raising awareness of the masses in today's world in which environmental destruction is pregnant with major crises. As the environmental problems are man-centred, it would be wrong to think that they can only be overcome with technical measures. First of all, it is necessary to start by discussing human belief and moral problems to diagnose and fight environmental problems, for the environmental crisis is a matter of mentality and morality. It is difficult for man to be at peace with the earth without being at peace with the heavens.

Key Words: *Environment, prophethood, morality, sin*

*Corresponding author: Address: Faculty of Islamic Sciences, Department of Kalam Selcuk University, 42130, Konya TURKEY. E-mail address: huseyin.aydin@selcuk.edu.tr, Phone: +9003322411315

1. Giriş

Tanrı'nın varlığı, O'nun evren ve insan ile ilişkisi temel düşünce meselelerinden birisidir. Bu üç temel diğerine indirgenemez, bütün insani belirlenimler bu üç realiteye uygun olarak formüle edilmelidir. Bunlardan birinin ihmali entellektüel ilişkilerin yanlış yola sapmasına yolaçar. Bu temel üç referansın herhangi birinden yararlanmayı düşünmediğimiz anda, insani durumun anlamının bozulmuş olduğunu farkederiz. Insan bilgi ve faaliyetleri belirli bir moral zemine inşa edilir. Allah'ın bütün varlığın yaratıcısı olması ve hikmetsiz iş yapmayacağı inancı Müslümanlarda çevre dostu bir şuur oluşturmaktadır. Bu bilincin en güzel örneklerini yaşayan mesaj olan peygamberlerin hayatında görmek mümkündür. Tabiatın fenomenleri Müslüman açısından kutsal anlam-değer kodlarıyla kodlanmıştır. Zira Kur'an tabiatın fenomenlerini Allah'ın ilim, irade ve kudretinin delilleri olmak üzere "âyet" olarak isimlendirir. Elçiler insanları hidayete bu âyetlerle davet ederler. Nebevî mesaj, idealist bir çevreci ahlâkî ruh, manâ ve mazmûmuna sahiptir. Profan çevrecilik dünyevî pragmatizmi ne kadar geniş içerikle ele alırsa alsın nebevî çevreciliğe göre daha sınırlı ve dar bir anlam içeriği oluşturur. Nebevî çevrecilik ise âhireti (sonsuz mutluluğu, saâdet-i uzmâyı) kazanmanın çevreyi korumadan ve mamûr etmeden geçtiğini, çevremizdeki canlı-cansız her varlığa sevgi ve şefkat duymadan ilâhî merhametle muamele göremeyeceğimizi bildirir.

Allah'ın bütün varlığın yaratıcısı olması ve hikmetsiz iş yapmayacağı inancı Müslümanlarda çevre dostu bir şuur oluşturmaktadır. Bu bilincin en güzel örneklerini yaşayan mesaj olan peygamberlerin hayatında görmek mümkündür. Tabiatın fenomenleri Müslüman açısından kutsal anlam-değer kodlarıyla kodlanmıştır. Zira Kur'an tabiatın fenomenlerini Allah'ın ilim, irade ve kudretinin delilleri olmak üzere "âyet" olarak isimlendirir. Elçiler insanları hidayete bu âyetlerle davet ederler. Nebevî mesaj, idealist bir çevreci ahlâkî ruh, manâ ve mazmûmuna sahiptir. Profan çevrecilik dünyevî pragmatizmi ne kadar geniş içerikle ele alırsa alsın nebevî çevreciliğe göre daha sınırlı ve dar bir anlam içeriği oluşturur. Nebevî çevrecilik ise âhireti (sonsuz mutluluğu, saâdet-i uzmâyı) kazanmanın çevreyi korumadan ve mamûr etmeden geçtiğini, çevremizdeki canlı-cansız her varlığa sevgi ve şefkat duymadan ilâhî merhametle muamele göremeyeceğimizi bildirir.

Yeryüzünün neresinde bir hayır eseri varsa, her hangi bir millette parlayan bir örnek yaşayış göze çarpıyorsa, nerede bir ıs¬lah hareketi, yüksek bir ahlâk, temiz bir vicdan, saf bir kalp varsa bunlar hiç şüphesiz, peygamberlerin tesirinden azade olmayıp, onların tebliğlerinin bıraktığı izlerin önemli işaret ve alametleridir.

Hükümdarların kılıçla, silahla hâkim olamadıkları, tesir edemedikleri insan topluluklarına peygamberler hiç bir zorbalık yapmadan ilâhi mesajla hitap etmiş, örnek yaşayışlarıyla onları eğitmiş erdemli, adil, müreffeh, huzurlu bir toplum düzeni oluşturmuşlardır. İsimleri hep hürmetle anılmış, yaşantıları çağlar boyu insan topluluklarına yol göstermiştir. Vahiy kütüründen uzaklaşan medeniyetler müsbet, erdemli yönlerini birer birer yitirmeye yüz tutmuşlardır. Teknolojinin ilerlemesi insan ruhunun yücelmesi, yüksek ahlak ve erdemlerle bezenmesi anlamına gelmemektedir. Hatta modern çağın teknolojik ürünler yelpazesi çok güçlü bir illizyon yaratmakla kalmayıp araç olmaktan çıkıp amaç haline gelebilmektedir. Kişinin kendisini Allah'ın lutfettiği nimetlerden bütünüyle yoksun bırakması İslam'da önerilmez aksine Arapların cahiliyye dönemi adetlerinden sayıldığı için kınanır. Diğer yandan önemli bir nebevî ilke de kişinin sürekli erdemle şartlı kılınmasıdır. Yalnız fiziksel bir ihtiyacı karşılama saikiyle hareket edilmez, davranışlara helal oluş, hakedilmişlik, israf etmeme ve diğergamlık gibi uhrevî anlamlar da eklenir. Bu gibi değerlerin dikkate alındığı hatırda tutularak besmele ile nimetler tüketilir. İslâm hayatın maddî ve ruhsal değerleri arasındaki bağı dinamik tutmak bakımından da önemlidir.

2. Metot ve Gaye

Çevre ahlakına dair pek çok prensip dile getirilebilir, ancak bunların ahlak halini alması ciddi irade gerektirir. Peygamberlerin getirdiği mesajda ve sergiledikleri tutumlarda insan fiillerini sevab-günah değerleriyle anlamlandırdıklarını görüyoruz. Onlara tabi olanlar bu değerlerle hareket etmek durumundadır. Yunus Emre'nin "yaratılanı hoş gördük Yaratandan ötürü" şeklindeki veciz ifadesi fiillere sevab-günah değerlerini yükleyenlerin Yaratıcı'nın hoşnutluğu için yaratılanlarla müsbet ve sevgiye dayalı bir ilişki yürütme durumunda olduklarını anlatır. Halen inananlar üzerinde büyük tesir icra eden peygamberlerin çevre dostu ahlakının tanınması çevre sorunlarının aşılmasında yararlı olacaktır. Modern zamanların ahlâk ve erdemlerin bilimsel ilerleme ile paralel irtifa kazandığı gibi üzerinde düşünülüp tartışılmamış garip önyargıları vardır. Kendinden önceki devirleri karanlık dönemler olarak küçümser. Modern insanın cehalet ve kötülüğün tüm dünyayı esir aldığını sandığı devirlerde yaşayan peygamberler halen insanların en çok saygı duyduğu ve özendiği insanlardır. Hz.Adem, Hz.İbrahim, Hz. Musa, Hz. İsa, Hz. Muhammet ve diğer peygamberler bugün de insanların en çok sevip hatıralarına ve sözlerine değer verdiği kimselerdir. Bu peygamberlerin erdemleri, ahlâkî tavırları bir sosyal çevrede gerçekleşmiş, büyük topluluklar onları örnek alarak hayat sürmüşlerdir. Çevre sorunlarının temelde bir ahlak ve zihniyet sorunu olduğunu kabul etmek gerekir. Bu tebliğde biz peygamberlerin mesajını Kur'an merkezli olarak ele alacağız. Hz. Muhammed'in çevre ile ilgili anlayışını ifade ederken hadislere yer vereceğiz.

3. Hz. Âdem ve Kavramlar

Müslümanlar arasındaki yaygın anlayışa göre çevreye anlam değer yükleyen ilk akıllı, iradeli varlık Hz. Âdem'dir. Hz. Âdem kaybetmek istemediği ilk çevresindeki nimetlerin değişmeden, bozulmadan sürekli olması arzusuyla hareket etmekteydi. Bu arzu saikiyle ve deneyimsizliğin kurbanı olarak ilk çevresinde yasayı ihlal etti. Hakedişle gelmediği yerin değerini eksik kavrayan Hz. Âdem yasak meyve günahıyla mahrumiyetler yaşadı. Sonraki hayatı bozulmamış, mükemmel çevreye özlem duymakla geçti. Kaybedilen Cennete yeniden kavuşmak için Allah'ın kendisine lutfettiği irade ve bilgi üretme yeteneğini kullandı. Şayet kendisine dünya hayatı ile ilgili şeyler öğretilmemiş olsaydı, O'nun dünya hayatına intibak etmesi ve yaşaması hemen hemen imkânsız olurdu. Hz. Âdem'e ilâhi bir lutuf olarak öğretilen isimlerle bütün varlık adlandırılacak ve bu insanlık medeniyetinin temelini oluşturacaktır. İlk insan Hz. Âdem'e isimleri öğreten Yaratıcı, medeniyetin temelini atmış, insanlar arası iletişimin mayasını çalmıştır. Âyet insana kavram üretme yetisinin verildiğini yahut bu yetenekle birlikte iletişim ve anlam evreninin oluşması için bir kısım temel kavramların verili olduğunu da anlatıyor olabilir. Her iki durumda da melek ile insanın bilgi açısından farklılaştığını görmekteyiz. Melek Allah Teâlâ'nın yüklediği hazır bilgiyi kullanan, insan ise doğuştan getirdiği çok az bilgi ve vahyin bilgisi dışında ilk kavramları verilerek bilgi üretmesi beklenen varlıktır. Bilgi üretme yeteneği verilen insana yeryüzünde Allah'ın halifesi sorumluluğu yüklenmiştir. Bu insanın yeryüzünü maddi manevi açılardan mamur etmesi ve bitki, hayvan ve cansız tabiatın sorumluluğunu emaneten yüklenmesi anlamına gelir.

Bu isimler olmasa ne ihtiyaçlar anlaşılırdı, ne de onların bulunduğunu bir kimsenin bilmesi mümkün olurdu. İnsanların, anlaşması, kaynaşması, beraber verimli bir şekilde yaşaması, medeniyetler kurması ancak isimlerin bilin¬mesi ile mümkün olur. Ekolojik sorunlarla baş edebilmek ve çevre dostu ahlak geliştirebilmek için dikkatle seçilmiş kavramler üretmek gerekmektedir.

Maddi evrenle ilişkimizi kavramlarımız vasıtasıyla kurduğumuza göre aktüel ve olası çevre sorunlarını aşmak ve çevre dostu bir anlayış geliştirebilmek için özenle seçilmiş terimler üretmemiz ve bu kavramlar etrafında geniş mutabakatın hayatiyete geçirilmesi gerekmektedir. Meselâ "emanet" kavramı tüm insanların çevreye bakışının dayandığı temel kavramlardan olması gereklidir.

Bugün yürürlükte olan "tabiata hâkim olma" düşüncesinin, dinî bakış açısı olan, insanın "tabiatın gözcüsü, bekçisi, emanetçisi olması" düşüncesinin yerine zorla oturtulduğunu söyleyen pek az kimse çıkmıştır. Kur'ân "her türlü hükümranlığın" Allah'a ait olduğunu vurgulamaya büyük önem vermiştir. Müslüman

mülk edinme ve onun üzerinde tasarrufta bulunmada daima mülkün gerçek sahibini hatırda tutar. Tıpkı insanların çevrenin bir parçası olması gibi, doğanın da onun sorumluluğunda olduğunu söylemek, boyun eğme ve egemenlik çevresinde yapılanmış bir ilişki yerine, doğa ile insan arasında karşılıklı ve bütünleyici bir ilişki ifade etmektir. Ne insan ne de doğa biri diğerinin içinde eritilmemiş olmaktadır.

Nebevî tebliğe kulak veren herkes her şeyin hakikî, mutlak sahibinin Yaratıcı olduğu şeklindeki açık vurguyu hemen farkeder. İnsanın Allah'ın yeryüzündeki halifesi olması, yeryüzünde tahakkümde bulunması için değil, yeryüzünden sorumlu olması anlamındadır. Zira Kur'ân'da insanın yeryüzündeki her türlü faaliyetinin imtihan olduğu sık sık vurgulanmaktadır. Son tahlilde insan yeryüzünde sorumlu bir emanetçidir. Yüce Allah evreni yaratarak akıllı ve irade sahibi insanlığa emanet etmiştir. İlk insandan kıyamete kadar bu emanet görevi nöbetleşe sürdürülmektedir.

4. Hz. Nuh ve Tufan

Peygamberler silsilesi Allah'ın ahlakıyla ahlaklanma gibi ideal ve ulvî bir gaye taşırlar. Rahman'ın kullarına yakışan tüm varlığa rahmet nazarıyla bakmak ve bu anlayışa uygun davranmaktır. Mesela Hz. Nuh Tufanda gemisine yalnızca insanları almakla kalmamış nesilleri tükenmemesi için yanına hayvanlardan da birer çift almıştır. Günümüzde en önemli ekolojik mücadele konularından birisi tüm canlı türlerinin korunmasıdır. Herhangi bir hayvanın türü tükendiği zaman artık bu türü canlı olarak görebilmek imkânsız hale gelir. Bu nedenle sayıları azalmış canlı türlerinin korunma altına alınması büyük önem taşır. Norman Solomon, Nuh'un Gemisi kıssasının, insanoğluna faydalı olup olmadığına bakılmaksızın, her türün korunması gerektiği düşüncesini ortaya koyduğuna işaret etmektedir. Nuh (a.s.)'a canlı türlerinin neslinin tükenmesinin engellenmesi emredilmiştir. O halde hayvan türlerinin korunması ilâhî bir emir mahiyetindedir. Maurice Messegué, yeryüzündeki yağmanın sona erdirilmesi gerektiğine değinirken şöyle der: "Nuhun Gemisine yeniden binmeli ve büyük kıyımdan kurtulan bütün canlıları sağlam bir limana götürüp onları yeniden geliştirip, yeniden çoğaltmalıyız." Hayvanların korunması ait oldukları ekosistemlerin korunmasına bağlıdır.

5. Hz. Salih ve Devesi

İnsanın medenileşmesi için yalnızca insan haklarına saygılı olması yetmez. Yeryüzünde diğer varlıklara hürmetkâr olmak da insan üzerine düşen ödevlerdendir. Kur'an'da Allah insanlara Salih (a.s.) dönemi gibi erken bir dönemde hayvanlara saygılı olmayı öğretmek istediğini haber vermiştir. Tabiatın nimetlerini

hayvanlarla paylaşabilmek, insan dışındaki varlıkların da hukukunu gözetmek gerekmektedir. Ne var ki Kur'an'da anlatıldığı gibi Salih'in toplumu suyu deveyle paylaşabilmeyi başaramamıştır.

Yeryüzünde diğer varlıklara saygılı olmak da insana yüklenen ödevlerdendir. Kur'an'da hadise şöyle anlatılır: "Dedi ki, "İşte şu deve. Onun su içeceği belli bir zamanı vardır. Sizin de su içeceğiniz belli bir gününüz vardır. Ona bir kötülük dokundurmayın. Yoksa büyük bir günün cezasına çarpılırsınız. Nihayet onu kestiler; ancak pişman oldular. Ve ceza onları yakaladı. Bunda bir ders var; ancak çoğunluk inanmaz." Doğanın nimetlerini hayvanlarla paylaşabilmek, insan dışındaki varlıkların da hukukunu gözetmek gerekmektedir. Ne var ki Kur'an'da anlatıldığı gibi Salih'in toplumu suyu deveyle paylaşabilmeyi başaramamıştır. Şayet nesli tükenmekte olan hayvanlarla doğayı paylaşmayı beceremez isek ilâhî adalet bunun cezasını tüm sorumlulara ve duyarsız davrananlara çıkartacaktır. Mevlânâ insanın diğer canlıların haklarına saygılı olmaları gerektiğini, yeryüzü kaynaklarının insana değil Tanrı'ya ait oluşunu şöyle anlatır: "Salih'in devesi görünüşte deveydi; o kötü topluluk, bilgisizlikten onu kesti. Su yüzünden deveye düşman oldular; oysaki ekmeğe karşı da kör olanlar onlardı, suya karşı da. Allah'ın devesi, ırmaktan, buluttan su içmedeydi; Tanrı'nın suyunu Tanrı'dan esirgediler."

Müslümanların hayretlerini çeken Salih (a.s.)'in devesine benzer bir hadiseye yakın zamanda şahit olduk. Kontrol altına alınamayan yangınlardan ve kuraklıktan etkilenen Avustralya'da, su kaynaklarını tükettiği gerekçesiyle 5 binden fazla deve itlaf edildi. Develerin itlafından sonra Avustralya'yı dolu ve sel vurdu. Avustralya yönetiminin deve katliamına modern dünyadan çok ciddi tepkiler gelmedi. Ilahi mesaja kulak verilseydi kuraklık ve yangını çağımız imkanlarıyla aşmak mümkün olabilirdi. Maalesef Salih (a.s.)'in kavmi gibi çağdaş dünya da kolay olanı seçti ve insanmerkezli davrandı.

6. Hz. Hacer-İsmail ve Zemzem

Eş'arîlere göre peygamber ve peygamber eşi olan Hacer'in evlat sevgisi için yaptıkları zemzem suyu üzerinden tecessüm ve temessül ettirilmiştir. Müslümanlar nezdinde suyun aziz oluşu anlayışının izini sürersek Hz.Hacer'in hatıralarına kadar gitmek mümkündür. Zemzemi sevmek gelecek nesilleri sevme anlamını da taşır. Zira Hacer'in Tanrı katında ve Müslümanlar nezdindeki yüksek mertebesi bebeği İsmail'e gösterdiği merhamettir. Su içerken oğlu İsmail'i emziren Hz. Hâcer'e Cebrail (a.s.): *"Bu suyun yok olacağından, kaybolup çekileceğinden korkma. Burası Allah'ın evidir, Allah dostlarını korur. Bu Allah'ın misafirlerinin içeceği bir sudur"* dediği rivayet edilir. Hz. İbrahim Hz. Hacer'i Kabe kalıntılarına

mücavir bir alanda bırakmıştı. Hz. Hacer İslâm'ın neş'et edip tüm dünyaya oradan yayılacağı Mekke şehrinin mayasını çalmıştır. Kur'an'da "ümmülkurâ"/şehirlerin anası denilen yer Mekke ise Mekke'nin anası da Hz. Hacer'dir.

7. Hz. Yusuf ve Kuraklık

Medeniyetimizde su ihtiyacını gidermeye yönelik çabalar İslâm'ın konuya atfettiği değerden ilham almaktadır. İslâm dünyevi nimetlerin ölçüsüz kullanımını yasaklar. Kur'an'da anlatıldığına göre, Hz.Yusuf tarihte Mısırlılara suyun ve kaynakların ölçülü ve tasarruflu kullanılmasını öğretmiştir. Suyu hakça ve adilane paylaşma becerisi medenileşmenin kilometre taşlarından birisidir. Kur'an'da ve Tevrat'ta anlatıldığına göre Kral gördüğü rüyanın tabirini ister. Fakat kimse bu rüya için bir tabirde bulunamaz. Yûsuf (a.s.) Allah'ın bildirmesiyle rüyayı şöyle yorumlar: *"Yedi yıl âdetiniz üzere ekin ekeceksiniz. Yiyeceğiniz az bir miktar hariç, biçtiklerinizi başağında bırakın." Sonra bunun ardından yedi kurak yıl gelecek, saklayacağınız az bir miktar hariç bu yıllar için biriktirdiklerinizi yiyip bitirecek." "Sonra bunun ardından insanların yağmura kavuşacağı bir yıl gelecek. O zaman (bol rızka kavuşup) şıra ve yağ sıkacaklar."* Yusuf da "Ona ilk yedi yıl bir verimlilik olacağını sonra ki yedi yılda kıtlık olacak" der. Kıtlık yılları geçince hayat geri normal akışına dönecektir. Kral bu yorumu beğenip itibar ederek Hz.Yusuf'tan tedbirler almasını ister. Kralın nezdinde itibarlı bir makama getirilen Hz. Yusuf bu kurak yıllar için bir takım tedbirler alır. Ürünlerin muhafaza edileceği yerler yapar, su kanalları ve kuyular açar. Alınan tedbirlerle kurak yıllar sağlıklı bir şekilde atlatılır.

8. Hz. Süleyman ve Atlar

Mevlânâ'ya göre mutlak güzellik Allah'a aittir ve yaratıklarda müşahede edilen tüm güzellikler onun yansımasıdır. Âşık bir sûfi her an sevdiğini anar, her tarafta ondan bir iz arar. Gör¬düğü her şey onu hatırlatır, dahası çevresindeki her şeyi, onun tezahür ettiği varlıklar olarak görür. Aşığa göre, bütün kâinat ezelî ve ebedî sevgilinin tecellî aynasıdır. Her yerde onun cemâl ve kemâl sıfatlarının tezahürü vardır. Zira vücûd-ı mutlak, aynı zamanda kemâl-i mutlak ve cemâl-i mutlaktır. Nitekim Süleyman (a.s.) güzelliği severken Allah'ın cemâl ve kemâl sıfatlarının tezahürünü görmekteydi. O halde güzellikleri Yaratıcı'dan kopuk düşünmemek gerekir. Hz.Süleyman'ın bu tavrı şöyle anlatılmaktadır: "*0 ve Biz Davud'a [oğul olarak] Süleyman'ı armağan ettik; o, ne güzel bir kul[umuz oldu] O, her zaman Bize yönelirdi. [Ve] akşama doğru soylu koşu atları önüne getirildiğinde [bile], "Ben güzel olan her şeyi severim, çünkü Rabbimi bana hatırlatır!" derdi; [atlar koşarak uzaklaşıp] gözden kayboluncaya kadar [bu sözleri tekrarladı. Daha sonra,] "Onları bana getirin!" [diye emretti] ve bacakları ile boyunlarını [şefkatle] sıvazlamaya başladı."*

Güzellik bir taraftan, cazibe başka taraftan, aşk ve istek diğer taraftan da hareket özelliklerine sahiptir. Güzelliğin var olduğu yerde aşk ve istek başka bir varlıkta mevcuttur, yani güzelliğin kendisi hareketle ilintilidir. İnsan güzel gördüğü şeyleri takip eder. Bu güzellikler maddî, dünyevî olabildiği gibi manevî ve uhrevî de olabilir. Güzellik ve iştah arasında da bağ bulunmaktadır. Yiyecekler bizi kendilerine güzellikleriyle de cezbederler. Gıda maddeleri şayet çirkin olsaydı bizde iştahsızlığa, sonunda da yetersiz beslenmemize neden olacaktı. Diğer yandan meyvelere, sebzelere, bakliyata ve diğer yiyeceklere Yaratıcı tarafından konulan farklı tatlar bizi farklı yiyeceklere sevk etmektedir. Şayet aralarında tat farkı olmasaydı farklı yiyecekleri aramayacak, onlarda bulunan besinlerden yararlanamayacaktık. Hâlbuki insan ne kadar severse sevsin aynı tattaki bir yiyeceği sürekli tüketemez. İnsandaki aynı tattan usanma ve başka lezzetler arama saiki dengeli beslenmenin ana dinamiğini oluşturmaktadır.

Doğayı güzel görürüz, zira tabiat bizim ihtiyaç duyduğumuz şeylerle donatılmıştır. Derin tefekkür gücüne sahip olmayan insanların dahi suuraltında tabiat unsurlarının insan için hayati önem taşıdığı duygusu vardır. "Tabiat ana" deyişi insan benliğine bu nedenle kazınmıştır. Gazâlî, güzelliğin yalnızca suret ve şekilde aranmaması gerektiğine de şöyle dikkat çeker: "Güzellik, yalnız gözün idrakine bağlı değildir. Meselâ, "şu yazı, şu ses, bu at güzeldir", deriz. Güzellik yalnız surette aranırsa ses, yazı ve diğer şeylerin güzelliklerinin ne anlamı kalır. Her şeyin güzelliği, kendisinde bulunması mümkün ve kemâline uygun şeylerin kendisinde bulunması demektir. Bir şey kendisinde bulunması mümkün olan bütün mükemmellikleri top¬ladığı vakit, güzelliğin zirvesine ulaşmış demektir. Şayet kemâl kısmen bulunursa, o nispette güzeldir. Güzel at dediğimiz vakit, bir atta bulunması gereken heyet, şekil, renk ve koşma imkânları gibi, bütün vasıfları kendisinde toplamış bir at demektir. Her şeyin güzelliği, kendisine lâyık olan kemâlindedir. Meselâ, atı güzelleştiren, insanı güzelleştirmez. Yazıyı güzelleştiren nitelikler sesi güzelleştirmez. Her şeyin kendine has bir özelliği vardır. Güzellik duyularla bilinmeyen şeylerde de vardır. Meselâ "şu güzel ahlâk, bu güzel ilim, bu sîret-i hasene, bu ahlâk-ı cemîl" dendiği gibi. Güzel ahlâktan ilim, akıl, iffet, şecaat, takva, kerem, mürüvvet ve diğer iyi hâller murâd edilir ki, bunların hiç biri beş duyu ile algılanamazlar."

Allah'ın rahmet hazinelerinden gelen her şey güzeldir. "Allah O'dur ki arzı size durulacak yer, göğü de bina yaptı; sizi şekillendirdi, şekillerinizi de güzel yaptı. Ve sizi güzel rızıklarla besledi. İşte Rabbiniz Allah budur. Bütün âlemleri yaratan Allah, ne yücedir!" Başka bir âyette de şöyle buyurulur. "Andolsun ki: Biz, Âdemoğullarını üstün bir şerefe mazhar kıldık; karada ve denizde binitlere yükledik ve güzel güzel nimetlerle besledik; yarattıklarımızdan çoğunun üzerine

geçirdik." İnsana verilen yiyecekler ve eşya onların güzellik duygularına da hitap etmektedir. Bu nedenle insan yeryüzünde elde ettiği nimetlere sevgi besler. Zira bu zenginlikleri kendisine veren Yüce Yaratıcıdır.

9. Hz. Musa ve Firavun

Kur'an'da "firavun" kelimesi 74 kez geçer ve onun insanları tutsak eden yönetim ve anlayışı eleştirilir. Kur'an, "firavunlar"ı, Tanrılık tasladıkları ve hak hukuk tanımadıkları için ısrarla lanetler. Bugünkü siyasi sistemlerde de Firavun'un yönetim tarzına benzer kusurlara rastlarız. Modern devlet, iddia edildiği gibi, sadece tekelci bir iktidar temerküzü değildir; tıpkı Firavun'un yönetim biçiminde olduğu gibi o aynı zamanda doğru inancın, doğru bilginin ve doğru kimliğin de buyurucusudur. Öyleyse, başka bir alternatifi aklımıza bile getiremeden devlet egemenliği altındaki yaşayışımızdan hoşnut olmamız, biz modernlerin köleliği içselleştirmiş olduğumuzdan başka ne anlama gelir ki? İnsanın düşünsel kapasitelerinin devre dışı bırakıldığı, hukukun çiğnendiği ve bireyin değerden düşürüldüğü toplumlarda aynı zamanda çevrenin de tahrip edildiği görülmektedir.

Hayvanlara yönelik duyarlılığa Yahudilik ve Hıristiyanlık'ta da rastlamaktayız. Yahudi inancına göre Hz.Musa'nın getirdiği dinin temel ilkeleri sayılan On Emir'den biri şöyledir: *"Komşunun evine tamah etmeyeceksin; komşunun eşine, kölesine, cariyesine, öküzüne, eşeğine, hiçbir şeyine göz dikmeyeceksin."*

10. Hz. Muhammet'in Çevre Dostu Ahlakı

Kur'an ve Hz. Peygamberin hadisleri İslâm medeniyetinin kurucu metinleridir. Kur'an ve sünnette ifade edilen amelî, ahlakî prensipler müslümanların çevre ile ilişkisine aksetmiştir. Müslümanlarda temelde *"hiç ölmeyeceğini zanneden biri gibi çalış, yarın ölecek biri gibi de tedbirli ol"* çalışma prensibinden hareketle, insanın yeryüzüne devamlı bir çalışma ve kazanma yani "kesb" misyonuyla gönderildiğini kabul eden "aktivist" bir hayat telakkisi mevcuttur. Bu anlayışı Kur'an ve sünnetin yanı sıra son devir ahlâkçılarına kadar tüm İslâm ahlâk nazariyecilerinde görmek mümkündür. Çalışmanın, emeğin geniş ve dar anlamları vardır. Amel-i salih ve sa'y kavramları emeğin geniş manasını oluşturular. Dar anlamıyla emek üretim faktörü iken, geniş anlamıyla onun evren içindeki yerini tayin eder.

İslâm medeniyeti'nin yükselişinde Hz.peygamberin hadislerinde ifade edilen sadaka-i câriye anlayışı önemli bir yer tutar.Hz.Peygamber insan öldüğü zaman bütün amellerinin kesileceğini, ancak şu üç şeyin bundan hariç olacağını söylemiştir: Sadaka-i cariye, faydalanılan ilim ve kendisine dua eden mümi

evlâd. Sadaka-i cariye: Çeşme, sarnıç, köprü, cami, medrese vb. gibi bütün insanların hizmetine sunulmuş eserlerdir. Hz. Peygamber bu eserler içerisinde su ihtiyacını karşılamak üzere yapılacak eserleri teşvik etmiştir. Nitekim Sa'd b. Ubâde, annesi vefat edince sadaka vermek istemiş ve Hz.Peygambere ne tür hayır yapmasının daha üstün olacağını sormuş, Resûlullah da ona su hayrını tavsiye etmiştir. Rivayete göre bunun üzerine Sa'd bir kuyu kazdırmış ve "bu kuyu Sa'd'in annesinin kuyusudur" demiştir.[32]

Hz.Peygamber, ağaç dikmeyi şu hadislerle teşvik ve tavsiye etmiştir. Burada bu konuda şu birkaç hadise yer vermek yerinde olacaktır: *"Kıyamet koparken elinde hurma fidanı bulunanınız, -onu dikmeye gücü yetiyorsa- hemen dikiversin." , "Kim bir ağaç diker ve meyve verinceye kadar muhafaza ve büyümesi için ilgisini devam ettirirse, meyvesinden elde edilen her istifade bir sadakadır ve dikenin hesabına yazılır." , "Yedi şey vardır ki, kişi kabirde bile olsa, ondan hâsıl olan ecir devamlı olarak kendisine ulaşır: Öğretilen ilim, halkın istifâdesi için akıtılan su, açılan su kuyusu, dikilen ağaç, inşâ edilen mescit, okunmak üzere bağışlanan Kur'ân, vefatından sonra kendisine dua edecek hayırlı evlâd."*

Hz. Peygamber, bugün Sit alanları ve millî parklar olarak bilinen şeylere benzer önemli faaliyetlerde bulunmuştur; belirli bölgeleri özel koruma alanına almıştır. Bunlar Harîm (veya Haram) ve Himâ yani yasak, korunan bölgeler olarak adlandırılmıştır. Ağaçlarının kesilmesini, kuş ve hayvanlarının avlanmasını Hz. Peygamber yasaklamıştır. Kur'an dünyevi menfeatlerin, dünya ile sınırlı ideallerin yanlış ve eksik olduğunu göstermiş dünya-ahiret dengesi kurarak elçilerin öğrettiği iman ve ahlak esaslarını kemale erdiren bir sistem kurmuştur. İnsanlar nebevi geleneğin öğrettiği ahlak esasları etrafında saf tutmuş, erdemli bir toplum oluşturmanın epistemolojik ve ahlaki şartlarını sağlamıştır.

Çevre konuları genelde problem merkezli ele alınmaktadır. Konuyu yine problem merkezli mütalaa etmek için günah ve çevre ilişkisi üzerinde durmak istiyoruz.Tabiatla barışık olmak manevi alanda barışık olmaya bağlıdır. Burada ortaya çıkan kaosun tabiatla da barışık olmamaya yol açacağını Hz Peygamber şöyle dillendiriyor: "*Facir bir kul öldüğü zaman kullar, ülkeler, ağaçlar, hayvanlar ondan rahat ederler.*" Maddî kirliliğin köklerini manevi alanda bulmak mümkün. Günahlar manevi kirlilik olmakla beraber maddi kirlenmenin de sebebi sayılabilir. Manevi pislik, maddi kirlilikten daha tiksindiricidir. Kur'ân'da Cenab-ı Hakk günahların kir olduğunu şöyle ifade buyuruyor: "Hayır hayır, öğle değil, aksine onların kazandığı günahlar kalplerinin üzerinde pas tutmuştur. Hz. Peygamber (a.s)'de günahların kalbi karartan kirler olduğunu şöyle anlatır: *"Kul bir günah işlediği vakit kalbinde siyah bir nokta, bir leke yapar, eğer tövbe edip vazgeçer*

mağfiret dilerse kalbi yine temizlenir. Döner tekrar yaparsa o leke artar, nihayet kalbini ele geçirir." İşte Kur'ân'da Allah'ın zikrettiği "rân" budur. Günah üzerine günah işleyen kulun kalbi kararır, zira günahlar kalbini ihata eder. Nitekim Hz. Peygamber kalbin fesada uğramasının insanı bütünüyle bozulmaya, manen çöküşe götüreceğine işaret etmiştir. Kur'an'da çevreye karşı işlenmiş suçların, günahların en açık adlandırmalarından biri "fesad" kavramıdır. Kurtubî'nin çevre tahribatını büyük günah kapsamına soktuğunu görüyoruz. Kurtubî'ye göre şeriatın büyük bir azapla tehdit ettiği veya varlıktaki zararını büyük saydığı günahlar büyük günahtır. Bu tariften yola çıkarsak fesad, zararın bireyden taşıp çevreye yayılması bakımından büyük günahlardandır.

Kur'ân'da bir âyette şöyle buyurulur: *"Dünya hayatına dair konuşması senin hoşuna giden, pek azılı düşman iken kalbinde olana Allah'ı şahit tutan, iş başına gelince yeryüzünde bozgunculuk yapmaya, ekin ve nesli yok etmeye çabalayan insanlar vardır. Allah (fesadı) bozgunculuğu sevmez."*[44] Âyet, insan-tabiat dostluğunu bozan davranış serisinin insandan başlayıp topluma yayılacağını, son tahlilde ise tabiatı hedef alacağını anlatıyor. Tabiatı tahrip etmek en büyük günahlardandır, zira canlıların hayat alanını, imkânlar diyarı olan dünyayı ve daha sonraki nesillerin haklarını yok etmektedir. Âyette Allah nesilleri ekine atfetmiştir. Ekin ise Allah'ın dünyada insana sunduğu nimetleri yani "çevreyi" temsil etmektedir. Çevre ile insan neslinin birlikte anılışı ve neslin çevreye atfedilişi tabiatın çocuklara devredeceğimiz bir emanet oluşunu açık bir şekilde ifade etmektedir. O halde çevrenin yok edilmesi gelecek kuşakların haklarının çiğnenmesi anlamını taşır. "Fesad" kelimesi Kur'ân'da on bir yerde geçer. Her geçtiği yerde tabiatla beraber zikredilmesi dikkat çekicidir. Sosyolojik bir takım buhranlara göndermede bulunan âyetler her defasında fesadı çevre ile ilişkilendirmektedir. Kur'an'da bir başka âyette de şöyle buyurulur: *"İnsanların bizzat işledikleri yüzünden karada ve denizde düzen bozuldu ki Allah yaptıklarının bir kısmını onlara tattırsın. Belki de "tuttukları kötü yoldan" dönerler."* Kâdî Beyzâvî (v.485/1286) fesadın çıkışını çevre felâketlerinin işlenmesi şeklinde yorumlamıştır. Beyzâvî bu felâketleri şöyle sıralar: "Toprağın çoraklaşması, verimsizleşmesi, toplu ölümler, kasten çıkarılan yangınlar sonucu orman yangınlarının artması, denizlerde fiyaskolar, bereketin ortadan kalkması, her türlü zarar-ziyanın artması, sapkınlıkların baş göstermesi ve zulümler." Şu halde günahlar insan ruhunun, toplumların fesada uğramasına sebep olduğu gibi çevrenin tahrip edilmesine de yol açmaktadır. Çevrenin tahribi başlı başına büyük bir vebal sayıldığında günah katmerlenmiş olur.

Çevre sorunlarının birçoğu ile israf doğrudan irtibatlandırılabilir. Tabiî kaynakları yerli yerince kullanmamak, diğer insanların, gelecek kuşakların

emanet alacağı dünyayı biteviye sömürmek israftır. Hz. Peygamber abdest alan bir arkadaşının aşırı su kullandığını görünce ona tepki göstererek akmakta olan bir nehirde abdest alsa bile israf etmemesi gerektiği uyarısında bulundu. İslam, maddî-manevî; ferdî-sosyal hayattaki her tür dengesizliklerin ifadesi olan "israf"a olumsuzlama (selb/negation) yöntemiyle yaklaşmış; zararlarını sergileyip yererek ondan uzak durmanın eğitimini vermiştir. İsraf, maddî-manevî; dünyevî-uhrevî; bölgesel-küresel tüm dengeleri bozan; ânı ve geleceği mutlaka etkileyen; uzun vadede dünyayı tüketecek bir davranış biçimidir ve İslam bunu şiddetle yasaklamıştır. Buna mukabil tüm anlamlarıyla israfın mukabili ve zıddı olan ölçülü davranmayı iktisadı tavsiye etmiştir.[49]

Çevre tahribine yol açan davranışlardan biri de individüalizm (bencillik, egoizm)dir. Altruist (diğergam) duyguların öldürüldüğü modern hayata benmerkezcilik egemen olmaktadır. "Artık her şey beni ilgilendirdiği ölçüde değer kazanır" kişiliği taşıyan birey, değerler hiyerarşisinde son derece önemli bir yere sahiptir. Bireysel özgürlük, özerklik ve birey hakları en önemli vazgeçilemez moral değerler olarak kabul görürler. Modern insan son derece bencildir ve mesuliyetlerini idrak etmemektedir. Modernizmin insana sunduğu hürriyet yine modernizmin belirlediği çerçevede, seçtiği kulvarda, onun ilerlemeci ideolojisine uygun ve üretim tüketim döngüsüne tutsak bir çerçevededir. Bu hususiyetlerinden dolayı modernizm, insanlara hakikî değil sahte bir hürriyet sunmaktadır. Ama bu hürriyet anlayışı israfa, fesada ve nefis-perestliğe çanak tuttuğu için çevrenin tahribine yol açar.

Müslümanların bencillik yapmaları doğru değildir. Nitekim Hz.Peygamber: *"Birbirlerini sevmede, birbirlerine merhamette, birbirlerine şefkatte mü'minlerin misali, bir bedenin misalidir. Ondan bir uzuv rahatsız olsa, diğer uzuvlar uykusuzluk ve hararette ona iştirak ederler."*[52] buyurmaktadır. Bencillik öyle kötü bir hastalıktır ki egoist insan düşünce ve tavırlarıyla âdeta "evren benim etrafımda dönüyor" varsayımıyla hareket eder. Bu noktada kul hakkı kavramını gelecek nesilleri de kapsayacak şekilde dikkate almak gerekir. Hz. Peygamber konuyla ilgili ciddi uyarılarda bulunmuştur.[53] İslâm kültüründe kul hakkı her zaman büyük hassasiyet gösterilen bir alana sahip olmuştur. İslâm geleneğinde büyüklerin küçüklere yaptığı ilk ve en önemli ikazlardan biri kul hakkını ihlal etmenin, bağışlanması, hakkı ihlal edilen kişilerin affı şartına bağlanması açısından hukukullahtan bile güç bir sorumluluk olduğudur. Çevre sorunlarının çözümünde en önemli ahlaki ilkelerden biri de bencillikten kurtulup gelecek nesillerin ve diğer insanların haklarını gözetmek ve kul hakkını ihlal etmenin mesuliyetini müdrik olmaktır.

Hz. Peygamber insan haklarının hiçe sayıldığı, hayvan ile "hak" mefhumunun birarada tasavvur edilemediği Arap Cahiliyye toplumunda hukukun üstülüğü, adil olma ve hayvan hukukunu gözetme gibi ahlaki prensipler üzerinden toplumsal dönüşüm gerçekleştirmiştir. Hz.Peygamber, hayvanlara dağlama yapmayı[54], lanet etmeyi yasaklamış[55], kuş yuvalarının bozulmasını ve yavrularının alınmasını[56] men etmiş, evcil hayvanların beden temizlikleri ve ağıllarının temizliği ile ilgili emirler vermiş124, onların yavrularına da hassas davranılmasını istemiştir. 25 Ashâb-ı Kehf'in köpeği de aynı şekilde Kur'ân'da ayrı bir birey olarak zikredilir.[57] Ashabtan Enes naklediyor: *"Bir yerde mola verince, hayvanlarımızın istirahatını sağlayıncaya kadar ibadet etmezdik."* Hz.Peygamber, hayvanlara kaba kuvvet uygulanmasını, hayvanların hedef yapılarak atış yapılmasını, dövüşmeleri için kızıştırılmalarını, zevk için avcılık yapılmasını yasaklamıştır. Hadislerde hayvanlara karşı yapılan kötü muameleden dolayı insanın hesap vereceği ifade edilir. XIII. yy. İslâm Hukukçularından İzzuddîn b. Abdisselâm (v.660/1261) hayvan haklarını ve hayvanın insan üzerindeki haklarını Hz.Peygamber'in hadislerine dayanarak umdeleştirmiştir.[61]

Kur'ân-ı Kerîm'de Allah Teâlâ şöyle buyurur: "Bitkiler ve ağaçlar (O'na secde ederler) O'nun buyruğuna boyun eğerler." Bir diğer âyette de bu durum tafsil edilerek şöyle ifade edilir: "Göklerde ve yerde bulunan kimselerin, güneşin, ayın, yıldızların, dağların, ağaçların, hayvanların ve insanlardan bir çok kişinin Allah'a secde ettiklerini (boyun eğdiklerini) görmez misin?" Âyette göklerde ve yerde bulunanlar, güneş, ay, yıldız, dağlar, ağaçlar, hayvanlar istisna edilmeden mutlak anlamda sayılmış sıra insan gelince "birçok" denerek bir kısmın itaat sergilediği anlatılmıştır. O halde insan tabiatın diğer unsurları gibi doğayla uyumlu yaşamayı bilmelidir. Doğanın akışına uygun yaşamak, onun düzenini bozmamak Tanrı'nın iradesine uymak anlamına gelmektedir.

Sonuç

Peygamberler tebliğlerinde varlığı/çevreyi, herşeyi bilen, herşeye kadir Yaratıcı'nın ilimle, hikmetle vücûda getirdiği eseri olarak takdim eder. Tanrı bilgisiz, hikmetsiz ve abes ile iştigal etmez. Tüm varlık Allah'ın varoluşsal, sözsüz mesajları (âyetleri)dir. Allah Kur'an'da çevresinde insandan başka hiçbir varlığın iteatsizlik etmediğinden bahseder. Günah yeryüzüne insan ile birlikte inmiştir. Insanın akıl ve iradesini evrenin akışına uygun hale getirmesi, sistemi ifsat etmekten kaçınması beklenir. Allah Teâlâ insandan gerek toplumsal gerekse de fiziksel çevresini mamur etmesini ister. Bu münasebetle İslam müsbet, erdemli bir medeniyet inşası için gerekli yüksek ahlâkî prensiplere sahiptir. Müsbet medeniyet eşyayı anlamlandırmada ve çevre ile münasebet kurmada değerlerinden yalıtılmış, pragmatist, profane, maddeci medeniyetten ayrılır.

Vahiy kültüründe Tanrı katı ölçü iken, modernitede her şeyin ölçüsü insan olmuştur. Nebevî gelenek nefsin köleleştirici bağlarından kurtulmak gerektiğini telkin ederken, modernite nefsin arzuları önündeki engelleri mümkün mertebede kaldırmayı hürriyet sayar. Modernite gücü esas alırken müsbet medeniyet hakkı ve hukukun üstünlüğünü esas alır. Modernite dünyevî pragmatizmi hedeflerken, erdemli medeniyet faydayı dünya-ahiret bütünlüğü ve dengesinde arar. Erdemi esas almayan sistemler insanların malını heder edip, insanın can güvenliğini yok ederken, erdemli medeniyet malı, canı, fikir ve inancı güvenceye alır. Çevre Tanrı'nın lutfudur insan onu karuyarak ve emaneten istifade ederek sonraki emanetçilerinin yed-i emînine devr etmelidir.

Kaynakça

Gusdorf, Georges, İnsan ve Tanrı, çev. Zeki Özcan, İstanbul, 2000, 35

Kırca, Celal, "Kur'an-ı Kerim'de Medeniyet", http://www.sadabat.net/?title=makaleler&menuid=3&mk=31 erişim: 27.02.2019.

Bakara, 2 / 3.

Matürîdî, Ebû Mansûr, Tevhid, thk. Fethullah Huleyf, çev. Hüseyin Sudi, İstanbul, 1981, 305.

Nasr, S. Hüseyin, Sufizm Işığında Ekoloji Problemi, çev. Sadık Kılıç, (Benliğin İnşası İçinde) İstanbul, 2000, 17.

Yurdagür, Metin, Âyet ve Hadislerde Esma-i Hüsnâ, İstanbul, 1996, 75.

Bookchin, Murray, Toplumsal Ekolojinin Felsefesi, çev. Rahmi G. Öğdül, İstanbul, 1996, 109.

Vekil, naib anlamlarına gelen "Halife" kelimesiyle imar eden, işleri yürüten, yaratıklar arasında yaratıcıya naib olan, yaratıklar arasında adaletle hükmetme sorumluluğu yüklenen insanoğlu kastedilmektedir. İbn Kesîr Ebu'l-Fidâ İsmâil b. Ömer, Tefsîru'l-Kur'âni'l-Azîm, Beyrut, 1401, I / 71. Diğer yandan hür irade verilme nedeniyle fesat ve cana kıyma benzeri kötülükleri işleme imkânı tanınan ahlâken otonom varlık. Bkz. Zerkeşî, Bedrüddîn, el-Burhân fî Ulûmi'l -Kur'ân, Beyrût, 1291, II / 342.

Bakara, 2/49, 155, 249; Âl-i İmrân, 3/186; A'râf, 7/141, 163; Enfâl, 8/17, 28; Yûnus, 10/30; Nahl, 16/92; Enbiyâ, 21/35; Sâffât, 37/106; Sâd, 38/24, 34; Duhân, 44/33; Hucurât, 49/3; Kamer, 54/27; Mümtahine, 60/10.

Solomon, N. "Yahudilik ve Çevre", (A. Rose, Yahudilik ve Ekoloji İçinde) çev. M. Demirhan, İstanbul, 1992, 49.

Hûd, 11/40.

Messegué, Maurice, Tabiat Haklıdır, çev. Safa M. Yurdanur, İstanbul, 1978, 8.

Şuarâ, 26/155–158.

Anonim,"Avustralya'da 5 bin deve itlaf edildi" https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.ntv.com.tr/amp/dunya/avustralyada-5-bin-deveitlafedildi,-j8iGBpVyokCIWs5E87P7KQ&ved=2ahUKEwjW9_6kwMTnAhVRQEEAHVo_Bh4QFjACegQIBBAB&usg=AOvVaw0Sd6KWCA_ILOEPoXgUIwG1&cf=1 erişim: 08.02.2020.

Yanginlarla Mücadele Eden Avustralya'yi Bu Kez Dolu ve Kum Firtinasi Vurdu", https://www.haberler.com/yanginlarla-mucadele-eden-avustralya-yi-bu-kez-12835638-haberi/ erişim: 20.01.2020.

Buhârî, Enbiyâ, 9. Bkz. İbrahim 37/14.

Enâm 6/92.

Yûsuf 12/47-49.

Şafak, Yakup, "Tasavvufî Şiirde Mecazî Anlatım", VII. Mevlana Semp. Konya, 1995, 87. Bkz. Mevlânâ Celâleddin, Mesnevî, çev. İzbudak, İstanbul, 1990, VI / 288, b. 3640–3645; Mevlânâ, Mesnevî, (Gölpınarlı), II/172–173, b.1097–1099.

Sâd, 38/31–35.

Murtaza, M. Ahlâk Felsefesi, çev. R. Elmas, İstanbul, t.y. 88.

Gazâlî, Ebû Hâmid, İhyâu Ulûmi'd-Dîn, Beyrut, t.y. IV/299.

Mü'minûn, 40/64.

İsrâ, 17/70.

Bkz. Abdülbaki, M. Fuad, el-Mu'cemu'l-Müfehres li Elfazi'l-Kur'âni'l-Kerim, İstanbul, 1982, 515-516.

Erdoğan, Mustafa, "Tanrı Devlet", http://www.haksozhaber.net/author_article_detail.php?id=1745 erişim: 01.05.2009.

Adam, Baki, "Yahudilik", (Yaşayan Dünya Dinleri İçinde), Ankara, 2007, 212.

Suyuti, Câimiu's-Sagir, Riyad 1988, II/12.

Günay, Ünver, "İktisadî Ahlâk ve Din", A.Ü.İ.F. Dergisi, sayı: 7, Erzurum, 1986, 124.

Tabakoğlu, Ahmet, İslâm ve Ekonomik Hayat, İstanbul, 1987, 20.

Ebu Davud, Vesâya, 14.

Ebu Davud, Zekât, 41.

Buhârî, Edebü'l-Müfret, thk. Halid Abdurrahman, Beyrut, 1966, 138.

İbn Hanbel, Müsned, IV/61, V/374.

İbn Hanbel, Müsned, V/415.

Müslim, Cenâiz, 61.

Carrel, Alexis, Hayat Hakkında Düşünceler, çev. Cahit Beğenç, İstanbul, 1988, 133.

Mutaffifin, 83/ 14.

el- Münzirî, Abdülazim b. Abdilkavî, et-Tergîb ve't- Terhîb, Beyrut, 1968, III/ 311.

İbn Hibbân, Sahîh, Beyrut, 1993, VII / 27; İbn Kesîr, Tefsîru'l-Kur'âni'l-Azîm, Beyrut, 1401, XIX / 259.

Kurtubî, Ebu Abdillah, el-Cami' li Ahkâmi'l-Kur'an, Beyrut, 1996, XIX/170.

Buhârî, İman, 39.

Kurtubî, Ebu Abdillah, el-Cami' li Ahkâmi'l-Kur'an, Kahire, 1967, V/151.

Bakara, 2/205.

Abdülbâki, M. Fuad, Mu'cem el-Müfehres, İstanbul, 1982, 519

Rum, 30/41.

Beyzâvî, Kâdî, Envâru't-Tenzîl ve Esrâru't-Te'vîl, (Kitab Mecmû'a mine't-Tefâsîr İçinde), Beyrût, 1901, V /49.

İbn Mace, Taharet, 48.

Kayhan, Veli, "Kur'an'a Göre İsraf ve İktisat", https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/52499 erişim: 08.02.2020.

Berger, Peter L., Berger, Brigitte, Kellner Hansfried, Modernleşme ve Bilinç, çev. Cedet Cerit, İstanbul, 1985, 91

Carrel, Alexis, İnsan ve Dünya, çev. S. Irmak, İstanbul, t.y. 47.

Buhari, Edeb, 27; Müslim, Birr, 66.

Bkz. Buhârî, Mezâlim 10; Müslim, Birr, 59.

Müslim, Libâs, 107; Ebû Dâvûd, Cihâd, B.51.

Müslim, Birr, 80.

Ebû Dâvûd, Cihâd, B. 112, Edeb, 164, Cenâîz, 1.

Kehf, 18/18.

Ebû Davûd, Cihâd, 48.

Buhârî, Zebâih, B.25; Müslim Sayd, H.No: 58,60.

Tirmizî, Cihâd, 30.

Bkz. İzzuddîn b. Abdisselâm, Kavâidu'l-Ahkâm fî Mesâlihi'l-Enâm, Beyrut, t.y. 141; Sem'ânî, Ebû Muzaffer Mansur b. Muhammed, Kavâtı'u'l-Edille fi'l-Usûl, thk. M. Hasan İsmail, Beyrut, 1997, II/380.

Rahmân, 55/6.

Hacc, 22/18.

İslâm Hukuku Açısından İsraf Ve Çevre İlişkisi

Emine Gümüş Böke
Düzce Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Düzce, Türkiye

Özet

İslâm hukukuna göre, Yüce Allah, yeryüzünü, insanların yaşamlarını mükemmel bir şekilde sürdürebileceği bir düzen ve intizam içerisinde yaratmıştır. İnsanı, kendisine temsilci/halife olarak tayin etmiş ve kâinatı bir emanet olarak vermiştir. Emanet edilen çevre üzerinde tasarruf yetkisi bulunan insanın, bu emaneti muhafaza etmesi önemli bir görevidir. Öyle ki, kaynakları doğru kullanmamak ve dolayısıyla gelecek nesillerin hakkını gasp etmek, çevreyi kirletmek ve tabiatı tahrip etmek, söz konusu bu nimetlerin şükrünü ifa etmemekle ve ancak emanete ihanet etmekle açıklanabilir. İslam hukukunun genel hükümleri incelendiğinde insan-çevre ilişkisine dair aşağıdaki tespitler dikkat çekicidir. İnsandan, yaşadığı çevreye karşı sorumlu, orayı imar eden, bozgunculuk yapmayan ve çevreye karşı sorumluluklarını yerine getiren bir varlık olması istenir. Diğer taraftan İslâm hukuku çevre ve çevresel kaynakların tahrip edilmesine yönelik her türlü israfı yasaklamıştır. İsraf, kâinatın sunduğu sınırlı imkânların kısa sürede yok olması için en büyük etkendir. Bugün israf ve aşırı tüketim çevrenin ve insanın dünya üzerindeki varlığının en büyük tehditlerinden biridir. Kaynakların sınırlı olmasına rağmen sınırsız ihtiyaçlara göre üreten Batı ekonomi sistemi doğal kaynakları oldukça israf etmesine karşın İslam dini kaynakları verimli olarak kullanmayı ilke olarak sunmaktadır.(el-İsra, 17/29.) Doğayı müsrifçe talan etmeme ve çevreye karsı duyarlı olma hususunda küçük yaşlardan itibaren insanlara manevi sorumluluk duygusu aşılanmalıdır. Gelecek nesillere yaşanabilir bir dünya bırakmaya çalışmak herkes için dini ve milli bir görevdir. Zira çevre sadece bugünkü neslin hizmetinde olmayıp, Allah'ın geçmiş, şimdiki, gelecek tüm çağlara lütfudur. Bu çalışma, çevre-israf ilişkisine dair İslam hukuku açısından bir bakış sunmayı hedeflemektedir.

Anahtar kelimeler: *Çevre, İslâm, İsraf, Emanet*

The Relationship Between Waste And Environment In Terms Of Islamic Law

Abstract

According to Islamic law, Allah created the earth in a perfect order in which people can continue their lives in the best way possible. Allah appointed human being as representative/caliph and left the universe as a trust. Protecting the earth is an important task of human being who has legal authority on the environment that is entrusted. Misusing sources that means usurping the right of future generations, polluting the environment and destroying nature can be expressed as not being thankful for these blessings and misappropriation of trust. From the point of view of the general provisions of Islamic law, the following determinations on

the human-environment relationship take attention. The human being is asked to be an asset that is responsible for the environment in which he/she lives, who reconstructs it, who does not commit it, who knows that the environment has been given to him/her as a trust, and that he/she fulfills his/her responsibilities towards the environment. On the other hand, Islamic law prohibits any waste of environment and environmental resources. Because waste is the biggest factor of destruction of universe's limited possibilities in a short time. It can be said that waste and excessive consumption is one of the biggest threats to the existence of the environment, moreover, of the human on the earth. Despite the claim of limited resources, the Western economic system which produces according to unlimited needs wastes natural resources to the utmost, while Islamic religion presents using resources efficiently as a principle (el-İsra, surah 29.) From a young age, a sense of spiritual responsibility should be instilled in human being in terms of not plundering nature and being sensitive to the environment. Trying to leave a livable world to the next generations is a religious and national task for everyone. Because the environment is not only in the service of the present generation, it is Allah's grace for all ages past, present and future. This study aims to provide a perspective on the environment-waste relationship from the perspective of Islamic law.

Key Words: *Environment, Islam, Waste, Trust*

Giriş

İnsan, toplum içinde yaşayan sosyal bir varlıktır. Topluluk içinde yaşayan insanlar arasında huzur ve mutluluğun sağlanabilmesi için bireylerin, hak ve sorumluluklarını bilmeleri ve bilinç sahibi olarak gereğini yerine getirmeleri gerekmektedir. Toplumları sarsan birçok sorunun yaşandığı günümüz dünyasında, insanlık onuruna yakışır aydınlık geleceğin inşası için hepimize sorumluluklar düşmektedir. İslâm'ın değerleri, hem bireylerin hem de doğal çevrenin varlıklarını sürdürebilmeleri için mutlak şartlardır [1].

Yüce Allah tarafından Kur'an-ı Kerim'de insanın başıboş bırakılmadığına dikkat çekilerek (Kıyâme, 75/36) sorumluluk sahibi bir varlık olduğu hatırlatılmaktadır. İnsanın varlığını anlamlı kılan da onun kendisi ve çevresine karşı sorumluluk ve görevlerinin olduğu bilinciyle davranmasıdır. İnsanlar sorumluluk bilinciyle hareket ettiği takdirde tüm çevreye karşı daha akıllı ve daha duyarlı olacaktır. Sorumluluk sahibi insan kendi yaptıklarının sonucuna katlanan onu dikkate alan insandır. Bu anlamda Kur'an-ı Kerim'de insanın kazandığının kendisine ait olduğu ve her insanın kendisinden sorumlu olduğu, başkasının günahını yüklenmesinin söz konusu olmadığı ifade edilmektedir. (En'âm, 6/164).

Sorumluluğun önemli hususlarından biri de, Allah'ın dünyayı insanlara emanet olarak vermesidir. *"Biz emaneti göklere, yerküreye ve dağlara teklif ettik, ama onlar bunu yüklenmek istemediler, ondan korktular ve onu insan yüklendi. Kuşkusuz insan çok zalim, çok bilgisizdir"* (el-Ahzâb, 33/72) ayetine göre halife görevi tevdi edilen insanın emin olması, bütün insanların yararına bir medeniyet inşa etmesi ve çevresini Allah'ın istediği gibi imar etmesini gerektirir. Bu nedenle insan çevreyle ilişkisinde bu prensibi dikkate almak zorundadır. Bu açıdan insanlar emanete sahip çıkmalı, çevrenin bozulmaması ve korunması için çevreye ihanet etmemelidir [2]. Zira Kur'an bu anlamda şöyle uyarmaktadır: *"Hiçbir peygamber savaşanların hakkını zimmetine geçirmez. Kim böyle bir haksızlık yaparsa kıyamet günü, zimmetine geçirdiğini yüklenmiş olarak gelir; sonra herkese kazanmış olduğunun karşılığı, kimse haksızlığa uğratılmaksızın tastamam ödenir"(Al-i İmrân, 3/161). "Ey iman edenler! Allah ve resulüne karşı hainlik etmeyin, emanetinizdeki şeylere de bile bile ihanet etmeyin" (Enfâl, 8/27).*

Günümüzde çevre problemlerinin ve doğadaki denge bozukluğunun başında israf ve yanlış tüketim gelmektedir. Bu problemlerin çözümüne katkıda bulunabilecek en öncelikli ve kolay şeylerden biri, israftan sakınmak ve tasarruf bilincine sahip olmaktır. Doğal kaynakların aşırı derecede kullanılması ve israf derecesinde olması gelecekte insanları sıkıntıya düşürecektir. Bu sebeple elindekiyle yetinmek, kanaatkâr olmak insanların sahip olması gereken önemli özelliklerden biridir [3]. İslâm hukukunda çevreyle doğrudan ilgili olan temel ilke israfın yasak olmasıdır. Zira Kur'an insanın hizmetine sunulan kaynakları verimli kullanmayı emrederek bu hususa büyük önem atfetmekte ve *"Yiyiniz, içiniz; fakat israf etmeyiniz. Allah israf edenleri sevmez"* buyurarak hem genel hem de özel alanda çok önemli iktisadi bir ilkeyi ortaya koymaktadır (İsra, 17/29; A'raf, 7/31). Bu ilke, israfın önlenmesi, tutumluluğun egemen kılınması ve herkesin her konuda "orta yol/iktisat" diye ifade edebileceğimiz düşünceye dayalı bir yaşam felsefesi oluşturmasıdır [4]. Kur'an, her türlü davranışta orta yolu bulmayıp her şeyi israf ettiğinde, günümüz çevre sorunlarında olduğu gibi, pişmanlık duymamak için tüm insanları uyarmaktadır: *"Eli sıkı olma, ölçüsüzce eli açık da olma; sonra kınanacak, kendi kendine hayıflanacak duruma düşersin!"* (İsra, 17/29).

Çevreye karşı duyarlılık duygusunu kazandırmak için insanlara manevi sorumluluk duygusu mutlaka verilmelidir. Allah Resûlü de bu durumu te'kit ederek hiçbir surette israfa düşülmemesini istemektedir (Buhari, "Libâs", 1). Abdest suyunda israf olmayacağını düşünen bir sahabiye, akmakta olan nehir kenarında olsanız bile israftan kaçınınız buyurmuşlardır (İbn Mâce, "Tahâret", 48). Hz. Peygamber bu yaklaşım tarzıyla sahabeyi her türlü israf karşısında eğitmeyi ve buna alıştırmayı hedeflemektedir.

Günümüz modern toplumların yaşadığı en önemli özelliklerden birisi de doğal kaynakları, hiç tükenmeyecekmiş gibi düşüncesizce kullanmalarıdır. Bilim adamlarına göre günümüzde, dakikada 50 dönüm, saatte ise 3000 dönüm orman çeşitli şekillerde yok edilmektedir. Zevk ve eğlence için çevreyi tahrip etmek, gelecek nesillerin haklarını zayi etmek demektir. Bir yandan sefalet ve yoksulluk yaşanırken öte yandan da savurganlık içerisine girilmesi toplumdaki ahenk, uyum ve insicamın bozulmasına, o toplumda bereketin kalkmasına yeterli bir sebeptir. Ayrıca ülkemizde çöpe atılan ekmek ve çeşitli yiyecekler toplam olarak hesaplandığında karşımıza çıkan rakamlar oldukça yüksek ve hayret vericidir. Bütün bunların sonucunda radikal önlemler alınmadığı takdirde gelecek nesillerin geniş çaplı bir açlıkla, tükenmiş kaynaklarla ve herkesi etkileyecek olan hayat kalitesindeki ciddi bir düşüşle karşı karşıya kalacakları kesin gibi görünmektedir. Bu nedenle sadece doğal kaynakların değil, Allah tarafından insanların hizmetine verilen tüm kaynakların israf edilmemesi, gerekli tasarruf sağlanarak gelecek nesillere daha iyi bir hayat sunulması tüm insanlığın görevidir [5].

2.Genel Olarak Çevre Ve İsraf Kavramı

Çevre, sözcük olarak yöre, ortam, bölge, etraf, civar ve muhit [6] gibi anlamlarda kullanılmaktadır. İlk etapta "çevre" kavramı ne kadar açık ve kolay anlaşılabilir görünse de içeriği belirlenmeye çalışıldıkça, kavramın ne kadar karmaşık, kapsamının geniş ve sınırlarının çizilmesinin zor olduğu görülmektedir. Genel bir tanımla çevre, insanın diğer insanlarla olan ilişkilerini ve bu ilişkiler sürecinde birbirleriyle olan etkileşimini, insanın bitki ve hayvan gibi diğer canlı varlıklarla ve canlıların yaşamlarını sürdürdükleri ortamdaki hava, su, toprak gibi cansız varlıklarla olan ilişki ve etkileşimini anlatmaktadır [7].

Çevre sözcüğü, bireyi etkileyen hava, su, toprak, bitki, hayvan, yollar, şehirler, binalar vs. gibi tabiat ve insanın tabiat üzerindeki müdahalesi sonucu oluşan değişimleri ifade etmektedir. Bununla beraber çevre maddi nesneleri ve ekonomik, politik, teknolojik, sosyo-kültürel ve psikolojik faktörlerden üretilen, bireysel ya da toplumsal olarak insanın kendi çevresinde oluşturduğu maddi olmayan nesneleri de kapsamakta olduğu anlaşılmaktadır. Dolayısıyla çevre, kişiyi etkileyen dış koşul ve durumların toplamıdır. Diğer bir ifadeyle, çevre, fiziksel, kimyasal, biyolojik, kültürel ve sosyo-ekonomik kaynak ve değerlerin oluşturduğu kompleks bir yapıdır [8].

Lügatta *"haddi aşma, hata, cehalet, gaflet"* gibi anlamlara gelen "seref" kökünden türetilmiş olan "israf" kelimesi genel olarak inanç, söz ve davranışta dinin, akıl veya örfün uygun gördüğü ölçülerin dışına çıkmayı özellikle mal veya imkânları meşru olmayan amaçlar için saçıp savurmayı ifade etmektedir [9]

İsraf eden kişiye "müsrif" denilir. İsraf kelimesi, kullanıldığı sözlük manasına/manalarına bağlı olarak çeşitli terimsel anlamlar kazanmıştır. Ancak, zaman içerisinde mâlî alandaki anlamıyla meşhur olmuştur. İslâm hukuk terminolojisi açısından israf, savurganlık, harcamada sınırı aşma olarak tanımlanmaktadır [10]. Gazzâlî'nin ifadesiyle dinin, adetlerin ve insanlığın gerekli kıldığı ölçüde harcamak cömertlik, bu ölçütlerin altına düşmek cimrilik, bunların üstünde harcamada bulunmak ise israftır [11]. İslâm alimlerinden Cürcâni ise israfı, *"değersiz bir amaç uğruna fazla mal harcamak, harcamada haddi aşmak, meşru bir konu bile olsa harcanması gerekli olan ölçüden fazlasını harcamak"* şeklinde tarif etmektedir [12].

İslam, israfı haram kılmış ve müslüman 'ın itidal ölçüleri içerisinde hareket etmesini istemiştir. İsraf kelimesinin zıt anlamı iktisattır. İktisadın temel anlamı "sınırları korumak" demektir. Ne var ki, israf kelimesinde olduğu gibi iktisat kelimesinde de anlam daralması olmuş, bu kelime de zamanla malî konulara tahsis edilmiştir. İlk dönemlerdeki kullanımının aksine kelime artık "maddî zenginlikleri ihtiyaç duyulduğu kadar ve maksadına uygun biçimde harcamak", şeklinde anlaşılır olmuştur. Bu konuda ifrat ve tefrite, israf ve cimriliğe düşülmemesi gerektiği ayet ve hadislerde önemle vurgulanmıştır. Tüketim ve harcamanın en aşağı derecesi cimrilik, ortası iktisat, aşırısı ise israftır. Allah israfı da cimriliği de kullarına yasaklamıştır. Allah'ın verdiği malı, yaratılış gayesi için harcamaktan kaçınarak elde tutmak cimrilik; yaratılış gayesinin dışında kullanmak israf; yaratılış gayesine uygun olarak harcamak da cömertliktir. Kur'an-ı Kerim'de israf kavramının birkaç farklı alanda kullanıldığı görülmektedir [13].

a.Küfür, şirk, zülum gibi tevhid inancından sapmak

İsraf kelimesi Kur'an'da ölçü tanımamak, Allah'ı inkar etmek anlamlarında kullanıldığı gibi müşrik ve kafirlerin nitelikleri arasında zikredilmektedir [14]. Bu konudaki bazı ayetleri şöyle sıralayabiliriz: "Hâsılı, Mûsâ'nın kavminden ancak az sayıda insan, Firavun ve adamlarının kendilerine kötülük edeceğinden korka korka Mûsâ'ya iman etti. Çünkü Firavun o topraklarda gerçekten güç ve iktidar sahibiydi, üstelik kötülükte sınır tanımaz biriydi." (Yunus, 10/83). Bu ayette Firavun'un yeryüzünde ilahlık iddiasında bulunarak davranışlarıyla haddi aşmış olduğu anlatılmıştır.

Yine şu ayetlerde de israf aynı anlamda kullanılmıştır: *"Yeryüzünde düzeni bozan ama düzeltmeye yanaşmayan aşırıların istediklerini yapmayın" (Şuarâ, 28/151-152). "Allah buyurur: "İşte sana ayetlerimiz geldiğinde onları unutmuştun; bugün de aynı şekilde sen unutuluyorsun! Haktan sapan ve rabbinin âyetlerine inanmayanları işte böyle cezalandırırız. Hiç kuşkusuz âhiretteki ceza*

daha şiddetli ve daha kalıcıdır" (Tâ'hâ 20/126-127). " Hiç kuşku yok ki Allah, aşırılığa sapmış yalancı kimseyi doğru yola ulaştırmaz"(Mü'min, 40/28). " Size öğüt verildi diye öyle mi? Hayır! Siz sınırı aşmış bir topluluksunuz" (Yasin, 36/19).

b. Büyük günah

İsraf fiiline Kur'an'da verilen örneklerden ikincisi günah işleme hususunda aşırı gitmektir. Zümer sûresinin 53. âyetinde "De ki: (Allah şöyle buyuruyor): *"Ey kendi aleyhlerine olarak günahta haddi aşan kullarım! Allah'ın rahmetinden ümit kesmeyin. Allah (dilerse) bütün günahları bağışlar; doğrusu O çok bağışlayıcı, çok merhametlidir"* (Zümer, 39/53). Günahlardaki aşırılık ve aksaklık da büyük günah işlemeye kadar varabilir. Bu ayet-i kerimede Allah kullarını engin rahmetinden ümit var olmaya ve günahlardan tövbe etmeye davet etmektedir. Ancak şehevî arzularına kendisini kaptırıp Kur'ân'dan yüz çeviren, şirke giren, Allah'ın âyetlerini inkar etme ve onlara muhâlif olma, emir ve yasaklarına karşı aşırı ilgisiz kalan kimseler için de âyette şöyle buyurulmaktadır: *" Haktan sapan ve rabbinin âyetlerine inanmayanları işte böyle cezalandırırız. Hiç kuşkusuz âhiretteki ceza daha şiddetli ve daha kalıcıdır" (Tâhâ, 20/127).*

Helal kılınmış nimetleri haram saymak: Yüce Allah Kur'an-ı Kerim'de *"Ey Âdemoğulları! Her namaz kılacağınızda güzelce giyinin; yiyin, için, fakat israf etmeyin; çünkü Allah israf edenleri sevmez."* (A'raf, 7/31) ayetiyle helal olanı harama dönüştürme aşırılığına gitmemelerini istemektedir. Allah'ın helal kıldığı nimetlerden meşru dairede istifade etmeyi emreden ayetlerle beraber bunlardan mahrumiyeti yasaklayan ayetleri de mevcuttur. Ayetlerden birkaç tanesi:

"Ey iman edenler! Allah'ın size helal kıldığı iyi ve güzel şeyleri haram saymayın, sınırı da aşmayın. Allah sınırı aşanları sevmez. Allah'ın size verdiği helal ve temiz rızıklardan yiyin ve iman etmiş olduğunuz Allah'ın yasaklarından sakının" (Maide, 5/87-88).

"Allah'ın size rızık olarak verdiklerinden yiyin; şeytanın ardına düşmeyin; şüphesiz o sizin için apaçık bir düşmandır." (En'am, 6/142).

"Ey peygamber! Allah'ın sana helal kıldığını, eşlerini hoşnut etmek arzusuyla niçin kendine haram kılıyorsun? Bununla beraber Allah bağışlayıcıdır, merhametlidir." (Tahrim, 66/1).

Kişinin, kendine ait veya sorumluluğu altındaki mal ve imkânları gereksiz yere sarfetmesi; Harcamada aşırı gitmek anlamında "israf" ayetlerde şöyle ifade edilmektedir: " Yine o iyi kullar, harcama yaptıkları zaman ne saçıp savururlar ne de cimrilik ederler; harcamaları bu ikisi arasında mâkul bir dengeye göre olur." (Fürkân, 25/67). Bu ayette Yüce Allah, Rahmanın kulları yani müminlerin niteliklerini belirtmektedir. Onlar, harcamalarında ne israf eder, ne de eli sıkı davranıp cimrilik ederler; bu ikisinin arasında bir denge tuttururlar. İsraf, herhangi bir şeyde haddi aşmaktır. İnfakta israf ise, harcamada haddi aşmak anlamına gelmektedir. İslam'da, israf edenler de cimrilik edenler de sevilmeyen kişiler olarak anlatılmaktadır. Allah, böyle kimseleri sevmediği gibi dünyada böbürlenip çalım satanlar aynı zamanda başkalarını " Bunlar cimrilik eden ve insanlara da cimriliği tavsiye eden, Allah'ın kendilerine lütfundan verdiğini gizleyen kimselerdir. Biz, kafirler için alçaltıcı bir azap hazırladık" (Nisa, 4/37) buyurarak, hem israf edenlere hem de cimri olanlara kötü bir akıbeti haber vermektedir. Sonuç olarak diyebiliriz ki, İslam, insan hayatının dengede olmasını talep ediyor. İnançta, amelde, ahlakta, mal kazanmada, harcamada, sevmede ve nefret etmede. Ne ifrat ne tefrit. İslam, insanın hayatını her yönden düzenlemiş, ifrat ve tefrit diye nitelendirdiğimiz her türlü aşırılığın karşısında olduğunu belirterek daima itidal yani orta yolu tavsiye ve teşvik etmiştir.

Hadislerde ise israf kavramı, genellikle "bir nimeti gereğinden fazla kullanmak, telef etme" anlamında kullanılmıştır. Hz. Peygamber de israf üzerinde önemle durmuş ve müminlerin israftan kaçınmasını tavsiye etmiştir. Nitekim Allah Resulü konuyla ilgili şöyle buyurmaktadır: "Kibirsiz ve israfsız olarak yiyiniz, içiniz, giyiniz ve sadaka veriniz. Zira Allah, kulunun üstünde nimetlerini görmek ister." (Buhâri, "Libas", 1; Nesaî, "Zekat", 66). Zarar vermeyi de zarara uğramayı da reddeden Peygamberimiz, ömrü boyunca israfa dair uyarılarda bulunmuştur. Nimet bol olsa dahi gereği kadar kullanmayı tavsiye etmiş, israfı alışkanlık haline getirmekten men etmiştir.

İsrafın harcamalarla ilgili kullanımına İslâmî kaynaklarda sıkça rastlanır. Zamanla anlam daralmasına uğradığı anlaşılan kelime fıkıh, tasavvuf ve ahlâk literatüründe genellikle ferdî harcamalardaki aşırılığı ifade etmiştir. Nitekim Cürcânî'nin sıraladığı "değersiz bir amaç uğruna fazla mal harcamak, harcamada haddi aşmak, meşrû bir konuda harcanması gerekli olan ölçüden fazlasını harcamak" gibi tanımların hepsinde kelimenin para ve mal sarfıyla ilgili olarak ele alınması bunu göstermektedir. Bu anlamda israf yerine tebzîr kelimesi de kullanılmaktadır. Taberî, İsrâ sûresinin 27. âyeti münasebetiyle tebzîri "Allah'ın verdiği malı isyan sayılan yerlere harcamak" şeklinde ifade etmiştir [15]. Mâverdî ise israfı harcamanın niceliği, tebzîri ise niteliğiyle ilgili görür [16]. Buna göre

doğru yerlere de olsa haddinden fazla harcamak israf, miktarı ne olursa olsun yanlış yerlere harcamada bulunmak tebzîr olarak açıklanır. Tebzîr ile israfın eşanlamlı olarak kullanılması yaygın olmakla birlikte esasen aralarında şöyle bir fark vardır; İsraf bir şeyi gereken yere fakat gerektiğinden fazla sarfetmek, tebzîr ise bir şeyi gerekli olmayan yerde sarfetmek demektir. Bir başka ifadeyle israf, bir imkânı amaca uygun fakat normalin üzerinde bir ölçüde kullanmayı ifade eder [17].

3. İsrafın Sebepleri

Bugün çevre kirliliğinin ve tabiattaki denge bozukluğunun başında israf ve yanlış tüketim gelmektedir. Günümüzde insanlık maalesef israfta yarışıyor ve bunu bir kalkınmışlık olarak görüyor. Oysa bu israfın ağır bedelini insanlık bugün ödediği gibi gelecekte daha da ağır ödeyecektir. Bu nedenle Kur'an-ı Kerim, bu hususa büyük bir önem atfetmekte ve *"Yiyiniz, içiniz; fakat israf etmeyiniz. Allah israf edenleri sevmez"* (A'râf, 7/31) buyurarak hem genel hem özel alanda çok önemli iktisadi bir ilke ortaya koymaktadır. İnsanlar tarafından yapılan israfı göz önünde bulundurduğumuzda genellikle akli yetersizlik, bilgisizlik, lüks yaşama tutkusu, gösteriş ve malın kazanılmasında emek sarf edilmemesi gibi sebeplerin israfa yol açtığını görmekteyiz. İsrafa yol açan sebepleri şu şekilde sıralamak mümkündür [18]:

3.1. Akli yetersizlik (Sefihlik)

İslâm hukuku terimi olarak sefih, akli melekesi yerinde ve temyiz kudretine kâmilen sahip olmakla birlikte, mal ve servetini, din, akıl, mantık ve iktisat prensipleriyle asla bağdaşmayan bir biçimde harcayan kimsenin tedbirsizlik hali demektir. Bu durumdaki kişiye sefih denir. Çoğulu süfehadır. Sefihin karşıtına reşid denir ki, aklın kuvvetli olması demektir. Allah Teâlâ, *"Mallarınızı (savurgan) sefihlere vermeyin"* buyurmaktadır (Nisa, 4/5). Bu ayetle hem aile reisi hem yetimlerin vasisi hem de devlet malını korumakla görevli kişiler uyarılmakta ve malların sefihlere yani iyiyi kötüyü ayırt etme yeteneğinden yoksun, aklı ve görüş yeteneği zayıf olan kimselerin tasarrufuna verilmemesi emredilmektedir. Aksi takdirde onlar, malı harcarken israf edeceklerdir. Bu ayetin akabinde gelen ayette, *" Evlilik çağına gelinceye kadar yetimleri deneyn; eğer onlarda akılca bir olgunluk görürseniz hemen mallarını kendilerine verin, büyüyecekler de mallarını alacaklar diye o malları israf ile ve tez elden yiyip tüketmeyin."* [Nisa, 4/6)] buyurulmaktadır. Zira İslâm'a göre reşit olan kişiler mallarında tam tasarruf hakkına sahip olmaktadırlar.

İslâm hukukçularının büyük çoğunluğu İslâm dininin bu konudaki tavrından yola çıkarak harcamalarındaki tedbirsizliği ve malını saçıp savurması sebebiyle

kendisini ve ailesini muhtaç duruma düşürmesi muhtemel kişi hakkında hakimin hacir (kısıtlılık) kararı verebileceğini hükmetmişlerdir. İslâm hukukçularının çoğunluğuna göre malını israf etmeyi alışkanlık haline getiren sefih hacir altına alınır. İmam-ı Âzam Ebu Hanife ise, mükellefin israf sebebiyle hacrini uygun görmemiştir [19] .

3.2.Bilgisizlik

İsrafa neden olan sebeplerden biri de cehalettir. İnsanların nimetlerin kıymetini bilmemeleri, onları harcamalarda israfa yönelmelerine sebep olmaktadır. İnsan, bu dünyada yaşamını sürdürebilmesi için birtakım temel ihtiyaçlarını karşılamak zorundadır. Yeme, içme, giyinme ve barınma bu ihtiyaçlardan bazılarıdır. Kur'an-ı Kerim'de yiyip içmek, temiz ve güzel giyinmek emir buyurulurken diğer taraftan "israf etmeyin" yasağının getirilmiş olması, bu konuda bir başıboşluğa izin verilmediğini göstermektedir (A'raf, 7/31; En'am, 6/141). Hz. Peygamber de konuyla ilgili olarak şöyle buyurmaktadır: "kibir ve israfa kaçmaksızın yiyiniz, içiniz, giyiniz ve tasadduk ediniz" (Buhâri, "Libas", 1; İbn Mâce, "Libas", 23).

3.3.Moda, lüks tüketim ve gösteriş

Lüks maddelerin tüketimindeki harcamaların dinimizde uygun bulunmadığı, kınanıp yasaklandığı açıktır. Dinen haram kılınan maddeler ile lüks sayılanların tüketimi israf olduğu gibi helal kabul edilen maddelerin ihtiyaçtan fazla tüketimi de haramdır. Bu yüzden İslam ahlâkı *"Abdest alırken suyu gereğinden fazla kullanmayınız; sofranız sade olsun; tıka-basa doymadan kaşığı bırakınız; altın, ipek gibi pahalı eşya kullanmayınız; giyiminiz temiz ve sade olsun; eviniz ve ev eşyanız lükse kaçmasın; genel olarak harcamalarınızda ne eli sıkı olunuz, ne de saçıp savurunuz"* şeklinde, ilk bakışta basit gibi görünen bazı buyrukları ile insanları hayatın her alanında tutumlu olmaya, bütün iktisadi kaynakları en faydalı ve rasyonel bir şekilde kullanmaya teşvik etmiştir [20]. Kur'an-ı Kerim tarih boyunca lüks ve rahat bir yaşam sürenlerden bahsederken bu tür halkların kendilerini helâke sürükledikleri gibi onlara uyanları da aynı akibete götürdüklerinden bahsetmektedir.

İsrafa neden olan sebeplerden biri de gösteriş arzusudur. İnsanlar mal ve hizmetleri tüketerek temel fizyolojik (yemek, içmek, barınma vs.) ve güvenlik ihtiyaçlarını (can ve mal güvenliği) karşılarlar. Bazı bireyler için gösterişe yönelik mal ve hizmetlere olan talep, fizyolojik ve güvenlik ihtiyaçlarından da önce gelebilir. İşte bu türde psikolojik tatmin sağlayan mal ve hizmet için para harcanmasına "gösteriş tüketimi" adı verilmektedir.

Kur'an-ı Kerim'de mallarını gösteriş için harcayan insanlar sürekli kınanmakta (Bakara, 2/264; Nisa, 4/38) ve gösterişin münafıklık vasfı olduğu vurgulanmaktadır (Al-i İmran, 3/14; Sebe' 34/34). Kur'an-ı Kerim dünya hayatına, lüks ve gösterişe düşkün olanların akıbetinin felaket olduğunu Karun ile ilgili kıssada gayet ibret verici olarak dile getirilmiştir (Kasas, 20/76-82).

3.4.Emek sarf edilmemesi

Yüce Allah Kur'an'da çalışmanın önemini belirterek şöyle buyurmaktadır: *"İnsana çalışmasından başka bir şey yoktur. Onun çalışması yakında görülecektir. Sonra ona tastamam karşılığı verilecektir"* (Necm, 53/39-41). Bu ayet insanın ancak çalışmak suretiyle ilerleyebileceğini, dünya ve ahiret mutluluğuna ait anahtarların, meşru yolda çalışmak olduğunu ifade etmektedir. Her insan ancak kendi çalışmasının karşılığını görür. Yüce Allah bütün insanları çalışmaya teşvik ederek, çalışmayan bir kimsenin menfaat temin edemeyeceğini, her çalışanın çalışmasının meyvesini alacağını belirtmiştir.

Dinimiz çalışmayı ve meşru yollardan kazanmayı emreden, tembelliği insanlığın kurtuluşuna mani olan büyük engellerden kabul etmiş ve insan için en büyük zevkin, çalışmalarının semeresini görmek olduğunu ifade etmiştir. Hz. Peygamber "*Hiçbir kimse kendi elinin emeğinden daha hayırlı bir yiyecek asla yememiştir. Allah'ın peygamberi Davud (a.s.) da kendi emeği ile kazandığından yerdi"* buyurmuştur (Buhârî, "Buyu'", 15). Peygamberler de çeşitli meslekler de çalışarak nafakalarını temin etmişlerdir. Dolayısıyla çalışmadan emek sarf etmeden elde edilen kazancı dinimiz tasvip etmemektedir.

4.Çevre Sorunlarına Sebep Olan İsraf Türleri

Çevre sorunları ve kirliliğine neden olan pek çok israf çeşitleri vardır. Burada konuyu maddi ve manevi israf olarak iki başlık şeklinde ele alacağız [21].

4.1.Maddi İsraf

Maddi israf, daha ziyade yiyecek, içecek, giyecek ve barınma ile ilgili israflardır. Bunlar içinde en çok dikkat çekeni yiyecek ve içecek israfıdır. Nitekim Yüce Allah *"yiyiniz, içiniz, fakat israf etmeyiniz; çünkü Allah israf edenleri sevmez"* (A'raf, 7/31) ayetiyle kullarını uyarmaktadır. Bu ayet-i kerimede bir taraftan insana yemesi içmesi emredilirken, diğer taraftan da yeme ve içmede israftan kaçınması emredilmektedir. Dolayısıyla insan ne tıka basa karnını aşırı bir şekilde dolduracak, ne de güç ve takatten düşecek derecede aç kalacaktır. Hz. Peygamber de bir hadislerinde *"Ademoğlu, karnından daha şerli bir kab doldurmamıştır. İnsana belini doğrultacak birkaç lokma yeter. Eğer mutlaka yemesi gerekli ise, midesinin üçte birini yemeğe, üçte birini içmeğe, üçte birini de nefes*

almaya ayırsın." (Tirmizi, "Zühd", 47) buyurmaktadır. Bu hadis, yeme içmede israf sayılacak bir derecede fazlalığa kaçmanın insan sağlığının zararlarına dikkat çekmektedir. Bugün modern tıbbın da belirttiği gibi aşırı yemek insan sağlığına zarar vermektedir.

Günümüzde çöplere atılan ekmeklerin, dökülen yemeklerin ve boşa akıtılan suların haddi hesabı bilinmemektedir. Hâlbuki gerek ülkemizde gerekse dünyanın muhtelif bölgelerinde hoyratça atılan bir parça ekmeğe, dökülen bir tabak yemeğe ve önemsenmeyerek boşa akıtılan bir damla suya bile muhtaç olan nice insanlar vardır. Aynı şekilde giyim konusunda da modayı izleme çabası, insanların israfa yönelmelerinde önemli etkenlerden birisini oluşturmaktadır. Bazı insanlar modası geçti diye bir iki defa giyilen elbiselerini zayi etmekte veya ihtiyacını karşılayacak kadar elbisesi olmasına rağmen yenilerini almakta böylece giyim kuşamda israfa kaçmaktadır. Bu tür davranışları İslâm'ın hoş görmediğini belirtmemiz gerekmektedir [22].

4.2.Manevi İsraf

Manevi israf için daha ziyade fikir, düşünce, sağlık ve zaman zafiyetlerinden söz edilebilir. Bugünkü çevreyle ilgili felaketlerin tek müsebbibi olan insan kendi müsrifliğinin sonucu ortaya çıkan ve kendi emrine amade kılınmış olan eşyaya karşı sorumsuz yaklaşımının korkunç sonuçlarının nihayet farkına varmıştır. Kur'an, bu başımıza gelen musibeti/felaketi kendi ellerimizle kazandığımıza dikkat çekmektedir (Rûm, 30/41). Genel olarak "kirlilik" dediğimizde ilk akla gelen fiziki çevrenin kirliliğidir; daha sonra toplumsal çevre ve en önemlisi de düşünce/fikir kirliliğidir. Fikir kirliliğinin olduğu bir yerde, her şey kirlenir; her şey karma karışık, hercümerç olur; tabii ki çevre bilinci de ortadan kalkar; nihayetinde de çevre kirliliğinin önemi fark edilmez hale gelir.

Bu nedenledir ki çevre kirliliği ve sorunlarıyla savaşmak için çok boyutlu bir bakış açısına sahip olmak önemlidir. Bunun için de, kirlettiğimiz doğayla samimi bir şekilde yüzleşmek, daha da önemlisi öncelikle kendimizle hesaplaşmak zorundayız. Çünkü çevre sorunu, aynı zamanda bir ahlak sorunudur; bir yaşam biçimi sorunudur. Maddi-manevi her türlü, çevre kirliliğinin önüne geçilmesi için son derece elzemdir. İsraf ve savurganlığı sadece maddi unsurlara indirgemek doğru bir yaklaşım olmaz. Kıymetini bilemediğimiz ve kolay kolay farkına varamadığımız sağlık, zaman ve enerji israfı, bu günün insanının farkına varmadan heder ettiği en önemli değerlerdir. Hiç unutmamamız gerekir ki, dünyamızda bulunan doğal kaynaklar sınırlıdır. O halde, bize bahşedilen bu güzel nimetlerin kıymetini bilmeliyiz. Çevreyi bütün insanlığın istifadesine sunan Yüce Allah, özellikle hava, su, toprak ve enerjinin israf edilmeden dengeli bir şekilde kullanılmasını emretmektedir [23].

İsraf denildiğinde sadece yiyecek-içecek, mal-mülk ve maddi imkânlarla sınırlı olarak düşünmek bu kelimenin mana dünyasını daraltmak demek olur. İsrafın çerçevesini daha geniş tutmak ve maddi-manevi her türlü nimetin yaratılış gayesine aykırı kullanılması, lüzumsuz yere harcanması ve savurganlık olarak değerlendirmek gerekir. İsrafın fert, ülke ve dünya bazında değerlendirilmesi gereken bir dert olarak karşımıza çıktığı görülmektedir. Ona göre tedbir almak ta önemlidir.

Maddi ve manevî imkânları Allah'ın insanlara bağışladığı birer emanet sayan İslâm dini, bunları Allah'ın rızasını kazanmaya ve insanlara mutluluk getirmeye elverişli yerlerde kullanmayı emreder. İçki, kumar, fuhuş, rüşvet gibi içtimai ve ferdî zararlar doğuran hususlarda yapılan harcamaların açık hükümlerle yasaklanması yanında insanların tutkularını kamçılayan, toplumda hasetlik doğuran gösteriş tüketiminin yasaklanması veya hoş karşılanmaması da aynı gerekçelere dayanmaktadır. İslâm hukuku açısından haram kılınan maddelerle lüks sayılanların tüketimi israf olduğu gibi helâl kabul edilen maddelerin ihtiyaçtan fazla tüketimi de haram veya mekruh sayılmıştır [24].

5. Çevre ve İsraf

Günümüzde tüm insanlığın karşı karşıya bulunduğu sorunlardan birisi de çevre sorunudur. Çevre krizi, sadece insanın kendi varlığını değil, gelecek nesillerin sağlıklı bir ortamda yaşama hakkını da tehdit etmekte ve bu niteliğiyle de küresel bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Bugün tabii dengenin bozulmasının ana sebeplerinden birisi kuşkusuz israftır. Doğadaki ilahi dengeyi bozan en büyük etkenlerin başında da aşırı tüketim, israf ve doğal kaynakları kendini yenileyemeyecek şekilde tahrip etmek gelmektedir [25].

Çevre kirliliği denilince, çevre krizine yol açan bütün maddi ve manevi olumsuz faktörler anlaşılmalıdır. Çevre kirliliği, sadece tabiatın sorumsuzca tahrip edilmesi sonucu tabii ekolojik dengenin doğrudan bozulması, sanayi ve teknolojik atıklarla suların kirlenmesi, havada ve atmosferde birtakım zehirli gazların yoğunlaşması değil, sağlıksız ve alt yapısız kentleşme, aşırı gürültü, çağın gereği olarak insana sunulması gereken medeni hizmetlerin yetersizliği olarak zikredebiliriz.

Yaşadığımız kâinatta akıllı, onurlu, sorumlu ve en değerli varlık olduğu için her şey insanın hizmetine sunulmuş, emrine verilmiştir. Ancak şu da unutulmamalıdır ki, insan, tükettiği ve kullandığı canlı-cansız her şeyden hesaba çekileceği gibi çevre ile olan ilişkilerinde sorumsuz bırakılmış değildir [26]. Ayetler bu hususa sık sık vurguda bulunur: "insan başıboş bırakılacağını mı sanıyor?"

(Kıyamet, 75/36). "Sizi boşuna yarattığımızı ve huzurumuza çıkarılmayacağınızı mı sandınız" (Mü'minûn, 23/115). Dolayısıyla kendisine emanet ve armağan edilen çevre üzerinde tasarruf yetkisi bulunan insanın, aynı zamanda çevreyle ilgili sorumlulukları da vardır.

Kur'an-ı Kerim'de insana teklif edilen hilafet görevini üstlenmeyi kabul etmesinden sonra insanın başıboş bırakılmadığına dikkat çekilerek sorumluluk sahibi bir varlık olduğu hatırlatılmaktadır. İnsanın ilişkilerini anlamlı kılan da onun kendisi ve çevresine karşı bazı sorumluluk ve vecibelerinin olduğunun şuuru içerisinde davranmasıdır [27]. İnsanlar bu noktadan hareket ettiği müddetçe tüm çevreye karşı daha akıllı ve daha duyarlı olacaktır. Sorumlu insan aynı zamanda kendi yaptıklarının da sonucuna katlanan onu dikkate alan insandır. Bu anlamda Kur'an-ı Kerim'de herkesin kazandığının kendisine ait olduğu ve her insanın kendisinden sorumlu olduğu, başkasının günahını yüklenmesinin söz konusu olmadığı belirtilmektedir (En'âm, 6/164).

Kur'an'da, insanın mükemmel bir şekilde yaratıldığı ve dünyanın, insanın yaşamasına elverişli bir şekilde hazırlandığı anlatılmaktadır: *"Yeryüzünü sizin için yerleşim alanı yapan, göğü de (üstünüze) bina eden, size şekil veren, şekllinizi de güzel yapan ve sizi temiz nimetlerle rızıklandıran Allah'tır. İşte rabbiniz olan Allah; âlemlerin rabbi olan Allah yüceler yücesidir"* (Mü'min, 40/64). Başka bir ayet-i kerimede ise yeryüzünü imar görevinin insana verildiği şöyle ifade edilmektedir: "O sizi yerden var etti ve size orayı mâmur hale getirme görevi verdi" (Hûd, 11/61). Bu âyet, su kanallarının açılması ve ağaçlandırma çalışmalarını yapılması gibi çeşitli imar işlerinin yerine getirilmesi suretiyle doğayı koruma ve yeryüzünü imar etme görevinin insanların sorumluluk alanına girdiğini ve insanın bunun için gerekli olan her çeşit imkânlarla donatıldığını belirtmektedir [28].

Çünkü doğa Allah'ın geçmiş, şimdiki ve gelecek bütün çağlara bir lütfu olup Allah'tan başka kimsenin mutlak mülkü değildir. Bu nedenle o, yalnızca bugünkü nesle veya güç ve teknolojiyi elinde tutan belli bir kesime değil, gelecek nesilleri de kapsayan bütün bir insanlığa sunulmuş bir lütuftur. *"0, yerde ne varsa 'hepsini sizin için yarattı."* (Bakara, 2/29) buyuran Yüce Allah tüm kullarına bu mülkü emanet olarak tevdi etmiştir. Zira çevre, bütün insanlığın ortak mirasıdır; bunda şimdiki ve gelecek nesillerin de hakkı vardır. Nitekim Hz. Peygamber de müslümanların su, ot ve ateş (Ebû Davud, "Buyu'", 60) gibi üç şeyde ortak olduğunu belirtmiştir. Bu nedenledir ki hiç kimse, yeryüzünü istediği gibi tasarrufta bulunabileceği bir mülk olarak göremez.

Yüce Allah'ın bütün canlılara hediye ettiği ot, su ve ateş, onların ortak değeridir. Bunlardan biri olmadığında veya kullanılmadığında yaşamın devamlılığının tehlikeye girmesi muhtemeldir. Bu tehlikenin aşılabilmesinin tek yolu, adı geçen değerlerin -hadiste de vurgulandığı üzere- tüm varlıkların ortak mülkü olduğunu kabul etmekten geçmektedir. Unutulmamalıdır ki, kul hakkına duyarlılık da çevreye karşı duyarlı olmayı gerektirmektedir [29]. Zira Allah, tabiatta bir denge kurduğunu, bu dengelerin bozulmasıyla çok büyük tehlikeli sonuçlar doğacağını şu ayette bildirmiştir: *"Düzene sokulduktan sonra yeryüzünde bozgunculuk yapmayın."* (A'râf, 7/56).

Kur'an-ı Kerim'in kâinatla ilgili olarak ısrarla üzerinde durduğu önemli konulardan birisi de ekolojik denge meselesidir. Yaratılmış her şeyin bir ölçü, düzen, adalet ve denge içinde yaratıldığını insana şu ayetlerle hatırlatılmaktadır: *"Şüphesiz biz her şeyi bir ölçüye göre yaratmışızdır"* (Kamer, 54/49), *"Yeri yaydık oraya sabit dağlar yerleştirdik, orada her şeyi bir dengeye göre bitirdik"* (Hicr, 15/19). Allah insanın tabii çevresini ve kâinatı korumasını istemekte bunun aksi davranışta insanın kendisinin bundan zarar göreceğini de ifade etmektedir. Ayette buna şöyle işaret edilmektedir: *"Başınıza gelen herhangi bir musibet, kendi ellerinizle işledikleriniz yüzündendir"* (Şûrâ, 42/30). Malesef insan kendi eliyle ve eylemleriyle hem karada hem denizde, hem de havada düzeni bozarak yeryüzünü fesada uğratmakta, ekili dikili alanları tahrip edip nesilleri bozmaktadır. Bu sebeple çevre sorunları, insan-çevre ilişkilerini yeniden ele almayı gerekli kıldığı kadar, insanın kendisi ve rabbi ile ilişkisini de sorgulamayı gerektirmektedir [30].

Seyyid Hüseyin Nasr bu konuda şöyle der: "*İnsanla tabiat arasındaki dengenin bozulduğunu pek çok kimse kabul etmektedir. Ama bu dengesizliğin insanla Tanrı arasındaki uyumun bozulmasından kaynaklandığını herkes fark etmiş değildir"* . İnsanın kalbi kirlenip zihniyeti bozulduktan sonra, çevresini, havasını, iklimini ve sosyal yapısını da bozup ifsat etmesi kaçınılmaz bir sonuçtur. Fert lerin ve toplumların bozulması ve kokuşması, aslında çevre krizinin en büyük müsebbibi kabul edilmektedir [31].

Şunu ifade edelim ki, hizmetine verilmekle aslında ona emanet edilen tabiat, insanın sonu gelmez kazanç hırsının, tamahının, bencilliğinin ve sınır tanımazlığının elinde kirlenmekte ve tükenmektedir. Yüce Allah'ın bir denge içinde yarattığı (Talâk, 65/3) tabiat ve çevre, o'nun *"Sakın dengeyi bozmayın!"* (Rahmân, 55/7-8); *"Yeryüzü düzene konduktan sonra orada (bu doğal düzeni bozarak) fesat çıkarmayın!"* (A'râf, 7/56) emrine rağmen insan eliyle hoyratça israf edilmektedir. Günümüzde yaşanan çevre kirliliği, küresel ısınma ve iklim

değişikliği, kıtlık, susuzluk, ormanların katlı, çarpık kentleşme vb. birçok sorun işbu israfın bir sonucudur. Dolayısıyla Allah Kur'an-ı Kerim'de *"İnsanların kendi elleriyle yapıp ettikleri yüzünden karada ve denizde düzen bozuldu; böylece Allah-dönüş yapsınlar diye- işlediklerinin bir kısmını onlara tattırıyor."* (Rûm, 30/41) buyurmaktadır.

İslâm Peygamberi (s.a.s) abdest alırken bile israfa kaçılmaması hususunda uyarıda bulunmuştur. Abdest almakta olan bir sahabinin yanından geçerken harcadığı suyu ve yıkamadaki abartıyı görünce *"Bu israf da nedir?"* diye sormuş, sahabî *"Abdestte israf olur mu?"* deyince Resûl-i Ekrem "*Elbette olur. Akmakta olan bir nehrin kenarında olsan bile!"* buyurmuştur (İbn Mâce, "Tahâret", 48). Diğer taraftan su gibi insanların en çok ihtiyacı olan tabii kaynakların ve yol ya da gölgelik gibi toplu kullandıkları mekânların kirletilmesinin lanet sebebi olacağını bildirmiştir (İbn Mâce, "Tahâret", 21). Doğayı müsrifçe talan etmeme ve hayvanıyla-bitkisiyle çevreye karşı daha duyarlı olma hususunda şu nebevî uyarılar da gerçekten kulaklara küpe olmalıdır: *"Her kim (insan ve hayvanların gölgelendiği) sedir/selvi ağacını gereksiz yere) keserse Allah onu baş üstü cehennem atar"* (Ebû Dâvud, "Edeb", 158-159). Sebepsiz yere öldürülen bir serçe hesap günü Allah Teâlâ'nın huzurunda *"Ya Rabbi! Şu kimse beni herhangi bir fayda için değil boş yere öldürdü"* (Nesâî, "Dahâyâ", 42) diye davacı olacaktır [32].

İnsana çevresini gösteren, ibret almasını ve akıllıca tüketmesini isteyen Allah Teâla, yüce kitabında kıyamete kadar geçerli olan birçok ilke buyurmuştur. Çevreye karşı ölçülü davranma, bozgunculuk yapmama, çevreyi kirletmeme, tahrip etmeme, israf yapmama, tabiatı sevme, emanet anlayışıyla hareket etme gibi kurallar burada zikredilebilir. Kapitalist zihniyetin getirmiş olduğu daha fazla üretim için daha çok tüketim anlayışı neticede devasa atık madde ve çevre sorunu doğurmuştur. Bütün bu sorunların temelinde metafizik değerlerden uzaklaşmış insan bulunmaktadır. Dolayısıyla öncelikle sorunun çözümüne insanın aşkın değerlerle tanıştırılıp bu değerlerin benimsetilmesiyle başlanmalıdır. Bununla beraber çevrenin korunması ve mevcut kirliliğin ortadan kaldırılmasında her şeyi devletten ve başkasından beklemenin yeterli olmadığı bilinmelidir.

İnsan yaşamını yakından ilgilendiren önemli hususlardan biri de iç içe bulunduğunu çevrenin temiz olması. İslâm'da temizliğin iman ile irtibatlandırılması (Müslim, "Tahâret", 1), dinin diğer yarısı olarak görülmesi (Dârimi, "Vudû", 2), bir bütün olarak temizliğe dolayısıyla çevrenin korunmasına verilen önemi ortaya koymaktadır [33]. İslâm hukukunun temel kaynağı Kur'an ve sünnette yer alan ilke ve esaslar, müslümanlara çevre ve israf bilinci hususunda önemli bir

sorumluluk yüklemektedir. Yeryüzü, bir bütün olarak insanlığın mirası olduğuna göre, çevre ve kaynakları insanlığın ortak mülkü ve mirasıdır. Bu miras, insan tarafından ölçülü ve verimli şekilde kullanılmalı ve korunmalıdır. Bu itibarla insan çevre ve çevre kaynaklarının asıl sahibi değil, sadece vekili olduğu unutulmamalıdır.

Allah Resülünün nebevî öğretisinde çevre temizliğiyle ilgili birçok hükümlere rastlamak mümkündür. Su yollarına, meyveli ağaç altlarına, gelip geçilen yollara ve insanların gölgelendikleri yerlere abdest bozulmaması (Müslim, "Tahâret", 68; Ebû Dâvûd, "Tahâret", 14) ve hayvan ağıllarının kuyulardan belli bir mesafede uzak tutulması önemli hususlardır (İbn Mâce, Ruh, 22). Bu bağlamda Hz. Peygamber'in şu hadisi oldukça manidardır: *"Lâneti gerektiren iki hareketten sakının. İnsanların gelip geçtiği yollara ve gölgelendikleri yerlere abdest bozmayın"* (Müslim, "Taharet", 94-96; İbn Mâce, "Taharet", 21; Nesâi, "Taharet", 30, 45,139). Aynı şekilde çöplerin temizliğiyle ilgili olarak Hz. Peygamberin uyarıları da dikkat çekicidir. "Siz de evlerinizin avlularını ve bulunduğunuz sahayı temiz tutunuz. Evlerinin iç avlularında çöpler biriktiren Yahudilere benzemeyin". Özellikle çöplerin temizlenmesiyle ilgili olan hadis bugün yaşadığımız çağı ilgilendiren büyük bir çevre sorununa işaret etmektedir.

Çevre, hava ve denizlerin kirlenmesini, bozulmasını önlemenin birinci yolu birey ve toplum olarak temizlik bilincine sahip olmaktan geçmektedir. Her geçen gün daha fazla kirlenmeye yüz tutan deniz, göl ve akarsular zehirli atıklar sayesinde denizlerdeki canlıların hayatını ciddi manada tehdit etmektedir. Yeryüzünün temiz tutulması, bu temiz halin devam ettirilerek, kirletilmemesi, özellikle insanların yaşadığı şehirlerin, köylerin, mahallelerin, caddelerin ve sokakların tertemiz olması hem insan sağlığı hem de düzen açısından önemlidir. Peygamber efendimizin bu konudaki hadisleri günümüzde genellikle kamu hizmeti olarak algılanan sokak ve caddelerin temizliğine gerçekte her ferdin katkı sağlaması gerektiğini göstermektedir. Hz. Peygamber, *"Rahatsız edici bir şeyi yoldan kaldırmak sadakadır"* (Müslim, "Zekât", 56) buyurmak suretiyle, çevrenin tertip ve düzenini sağlamanın kişiye sevap kazandıracağını belirtmiştir.

Diğer taraftan çevre sorunu olarak karşımıza yanlış tüketim çıkmaktadır. *"İnsan ihtiyaçlarının karşılanması için mal ve hizmetlerin faydasından yararlanmak"* olarak tanımlanan tüketim; günümüzde çok farklı bir anlam ve boyut kazanmış, ihtiyacı karşılama aracı olmaktan çıkarılıp, istek ve arzular doğrultusunda çılgınlık boyutuna vardırılmıştır. Çeşitli medya ve iletişim araçlarıyla aşırı tüketim özendirilmiş, kişiler gösteriş amaçlı tüketim yaptıkları oranda "değerli" kabul edilir olmuştur. Elbette hayatımızı devam ettirebilmek için ihtiyaçlarımızı

karşılamak ve bunun için tüketmek zorundayız. Ancak bunu yüce rabbimizin ihsan ettiği nimetleri israf etmeden yapmalıyız. Zira her ne kadar kâinat bütün zenginliği ile insanoğlunun hizmetine sunulmuşsa da bunları sorumsuzca israf ederek tüketme hakkı ona verilmemiştir [34].

Maalesef bugün insanoğlu birçok alanda yaptığı israflarla bu duyarlılığı kaybetmiş durumdadır. Örneğin yüce Allah'ın lutfettiği en önemli nimetlerden biri olan ekmeğe karşı takınılan tavır bunun bir örneğidir. Bir tarafta yiyecek bir dilim ekmek bulamayan insanlar varken, diğer taraftan yediğini yiyip, yemediğini sorumsuzca çöpe atan kitleler var. Bu ise ahlâki ve kültürel değerlerden ne kadar uzak bir hayat tarzına doğru evrildiğimizi göstermektedir. Hz. Peygamber, tek bir lokmanın bile heba edilmemesini isterken, *"Biriniz elindeki lokmayı yere düşürürse, ondaki tozu toprağı gidersin, lokmasını yesin. O lokmayı şeytana bırakmasın"* (Müslim, "Eşribe", 136) buyurmuştur. Bu gün her türlü çevre kirliliği ve doğal dengenin bozulmasının ana nedenlerinden olan israf, ev ekonomisinde, üretimde, tüketimde, sanayi ve teknolojide had safhalara ulaşmış durumdadır. Sürekli suni ihtiyaçlar üretilmekte, bu gereksiz ve lüks ihtiyaçlar için de doğal kaynaklar sürekli yok edilmektedir. Sonuçta ise tabii denge bozulmakta, doğal olan her şey tahrip edilmektedir. Bu nedenlerle günümüzde hem genişleyen, hem de hızlanan üretim ve tüketim döngüsü, doğadaki "geri dönüştürme (yenileme) kapasitesi"ni aşan bir boyuta varmıştır.

Hayatın akışı içindeki harcamalarda israfın ne olduğuna ilişkin bütün toplumlar için geçerli kesin bir şey söylemek mümkün görünmemektedir. Gündelik hayata dair ihtiyaçlarımız, genel olarak üç kısımda ele alınmaktadır. Bunlardan ilki can, nesil, akıl ve dinin korunması yolunda duyulan zarurî ihtiyaçlar olup (zaruriyyât), hayatın olmazsa olmazlarıdır. İkincisi, karşılanmadığında sıkıntıya düştüğümüz genel gereksinimlerdir (haciyyât). Üçüncüsü ise etik ve estetik açıdan hayatı kolaylaştıran ve güzelleştiren ihtiyaçlardır (tahsiniyyât). İslâm alimleri bu ihtiyaç grubunun dışında kalan ve nefsâni istekleri tatmine yönelik harcamaların israf olduğunu belirtmektedir. Kaldı ki, ihtiyaç sıralamasına riayet etmeden harcamada bulunmak israf sayıldığı gibi, bu ihtiyaçların bir kısmının da kimi zaman israfa varacak boyutlarda karşılanması söz konusu olabilir. Zira farklı sosyokültürel ve ekonomik şartların icabı olarak temel ihtiyaçların farklı değerlendirildiği bir gerçektir [35]. Netice itibariyle İslam'ın emri iktisattır. İktisat; tüketim ve harcamada itidal üzere olmak, lüzumundan fazla veya noksan harcamaktan kaçınmaktır. İsrafın mukabili olan iktisat ise müminlerin bariz vasıflarından birisidir. Rabbimizin şu buyruğu önemli bir uyarıdır: "*Elini boynuna bağlı kılma (cimri olma) ve büsbütün de onu açıp israf da etme ki, sonra kınanmış olursun ve eli boş açıkta kalırsın. "* (İsra, 17/29).

Sonuç

İşlenip imar edilmesi ve dünya hayatının daha elverişli hale getirilmesi için insanın emrine verilen varlıklardan (İbrahim, 14/32-34; Mü'min, 40/79) çevre de israfa konu olabilmektedir. Hizmetine verilmekle aslında ona emanet edilen tabiat, insanın sonu gelmez kazanç hırsının, tamahının, bencilliğinin ve sınır tanımazlığının elinde kirlenmekte ve tükenmektedir. İslâm hukukunun asli kaynağı olan Kur'an'da, birçok sure ve ayette kâinatın muazzam bir denge ve ölçü üzere yaratıldığına, dengeye müdahalenin yanlışlığına ve getireceği vahim sonuçlara dikkat çekilmektedir. Bununla beraber insanların başına gelen bazı musibet ve felaketlerin insanın kendi yaptıklarının bir sonucu olduğu ve çevrenin bozulmasına yine insanın sebep olduğu vurgulanmaktadır. Zira insanoğlu bugün bir yandan içinde bulunduğu dünyayı inşa etmeye çalışırken, bir yandan da geleceğini imha ederek kendi kıyametini hazırlamaktadır. Bu sebeple Kur'an hayatın dengesini korumayı, her şeyi belli bir ölçü ve tartı içinde kullanmayı, aşırı gitmemeyi, haddi aşmamayı ve en önemlisi, hayatın ve çevrenin kendisine bir emanet olduğunu unutmamayı ve buna göre yaşamayı emretmektedir.

Şunu ifade edelim ki, tüm çevre kirliliği ve doğal dengenin bozulmasının ana sebeplerinden birisi hiç şüphesiz israftır. İsraf ise insanların kesinlikle sakınmaları gereken manevî hastalıklardan biridir. İslâm dini dünya ile ahiret, ruh ile beden, hak ve sorumluluk arasında denge getirdiği gibi, yiyecek konusunda da dengeli beslenme ve tüketimi emretmiş, ihtiyaç fazlası tüketimi, israf ve ihtiyaç olmayan yönde tüketimi de tebzîr olarak adlandırıp haram kılmış ve şiddetle yasaklamıştır. Kur'an, servet ve malların israf edilmemesi için sefih kimselere verilmemesini emretmekle beraber sefihlerin hacir (tasarrufları kısıtlamak) altına alınarak mallarının kendileri ve kamu yararına çalıştırılıp çoğaltılması yoluna gidilmesini emretmektedir. Bir müslümanın hayatının her alanından olduğu gibi sosyal ve ekonomik yaşamında da dengeli, ölçülü ve tutarlı olması gerekir. Kur'an israfı şiddetle yasaklamış ve israf edenleri şeytanların kardeşleri olarak nitelendirmiştir.

Beşerî ve maddi kaynak imkânların kullanımındaki savurganlığı ifade eden israfın kapsamının belirlenmesinde inanç, örf âdet, tutum, tercih ve alışkanlıklarının önemli bir rolü vardır. İsrafı belirleyen kıstas dinî, millî, içtimaî, ailevî, meslekî temel rollerin hakkıyla ifası için ruhen, aklen ve bedenen ihtiyaç duyulan şeylerin tatminine yönelik kaynak istihdamı ve harcamalarda din, akıl ve örfün belirlediği sınırın aşılması olarak düşünülebilir. İslâmi anlayışa göre beşerî ihtiyaçlar sınırlıdır; arzu ve ihtiraslar ise sınırsız olup salt nefsanî arzuların tatmini için yapılan aşırı tüketim israftır. İslâm'da hedef insanın kemâlidir; buna ise

tüketmekle değil daha erdemli olmakla ulaşılır; erdemle tasarruf arasında olumlu bir ilişki bulunduğu muhakkaktır. İnsan, elindeki her türlü imkânı meşruiyet sınırları içinde kullanmakla sorumludur. Bu husus ahirette kişinin zaman, servet, işgücü ve ilim gibi kaynakları nasıl kullandığından sorguya çekileceğini bildiren hadiste de açıklanmaktadır (Tirmizî, "Kıyâmet", 1).

Netice itibariyle İsrafın sınırı belirlenirken, her zaman kişinin sahip olduğu imkânlara göre bir değerlendirme söz konusu olmamalıdır. Nimetlerin dikkatlice kullanılmasıyla ilgili tembihlerin, zengin olsun fakir olsun her ferde disiplinli ve sorumlu davranış bilinci kazandırmaya yönelik olduğu unutulmamalıdır. Bilinçli davranmayı öğrenen fertler, israftan uzak duracaklar ve bunun toplumsal bir sorumluluk olduğunu düşüneceklerdir. Savurganlığımız maddi imkânlarımızı yok ettiği gibi bizi yarınını düşünmeyen, sorumsuz ve disiplinsiz insanlar haline de getirmektedir. Savurduğumuz şey sadece para pul değil, aynı zamanda yok olup giden emeğimiz, şevkimiz ve geleceğimizdir. Müslüman ise sadece kendi geleceğine değil, ailesine, topluma hatta gelecek nesiller için de kaygı taşımalıdır. Şu da unutulmamalıdır ki, çevreyi kirleten tahrip eden kişi çevreden başka insanların istifadesi de söz konusu olduğu için kul hakkına girmiş olmakta, müsrifçe bir davranışla vebal yüklenmektedir. Cehalet, düşmanlık, ilgisizlik, bencillik, sorumsuzluk ve israf her geçen gün dünyamızı harap etmektedir. Çevre sorunlarının üstesinden gelebilmek için çevreye karşı duyarlılık duygusunu kazandırmak için küçük yaşlardan itibaren manevi sorumluluk duygusu aşılanmalıdır. Ayrıca müslüman bir toplumda israftan korunmanın en etkili yolu, ondan uzak durmanın gerekli olduğunu bir ibadet bilinci ile insanların zihnine yerleştirmek ancak örgün ve yaygın eğitimle mümkündür. Bununla beraber her alanda olduğu gibi, Hz. Peygamber'in israfla yaptığı mücadele, tasarruf anlayışı ve tüketim mantığı da bizlere model olmalıdır.

Kaynakça

[1] Güven, Mustafa, "Kur'an-ı Kerim'de Çevre Bilincine Dair Bazı Ahlâkî Esaslar", Birey ve Toplum Dergisi, 2014, c:4, sa:8, s:141;142, 155,156.

[2] Özvar, Erol, "İslâm ve Çevre" Osmanlı İmparatorluğunda Çevre ve Şehir, T.C Çevre ve Şehir Bakancılığı ve İstanbul Medeniyet Üniversitesi, İstanbul-2015, s: 42.

[3] Ellek, Hasan, "Lâ Darara ve Lâ Dırâra" Külli Kâidesi Çerçevesinde İslâm'da Çevre Hukuku, EKEV Akademi Dergisi-Erzurum-2016, sa:66, s:336, 337, 343, 345, 347.

[4]Yıldırım, Zeki, "Kur'an ve Çevre Sorunları", AÜİFD, sa:38, Erzurum-2012, 74 vd.

[5] Sancaklı, Saffet, "Hz. Peygamber'in Çevrecilik Anlayışı", İslâmi Araştırmalar Dergisi, c:14, sa:3-4, 2001, s: 414 vd.

[6] Meydan Larousse, "Çevre" md., İstanbul-1981, III/206; Doğan, D. Mehmet, Büyük Türkçe Sözlük, İz Yayıncılık, İstanbul-1996, s:223.

[7] Hamamcı, Can, Çevrebilim, İmge Kitabevi, İstanbul-1997, s:22, 32.

[8] Gümüş, Arife, Türkiye'de Çevre Koruma ve Ekonomik Büyüme İlişkisi (Y.L.tezi), M.Ü. Ortadoğu ve İslam Ülkeleri Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı, İstanbul-1998, s: 1,2.

[9] İbn Manzur, Ebu'I-Fazi Cemalüddin Muhammed b. Celalüddin el-Ensari, Lisanu'l-Arab,

Beyrut 1994, IX, 148-150; Râğıp el-İsfahân, Ebu'l-Kasım Hüseyin b. Muhammed, Müfredatu Elfazı'l-Kur'an, ed-Dâru'ş-Şamiyye, Beyrut 1992, s:407.

[10]Erdoğan, Mehmet, Fıkıh ve Hukuk Terimleri Sözlüğü, Rağbet Yayınları, İstanbul-1998, s: 206.

[11] Gazzâli, İhyaû Ulûmi'd-Din, (Ahmet Serdaroğlu), Bedir Yayınevi,, İstanbul-1976., c:3, s:132, 133, 574, 575.

[12] Cürcanî, Ali b. Muhammed eş-Şerif, Kitabu't-Ta'rifât, Beyrut, ts., s:24.

[13] Soysaldı, Mehmet, "Kur'an'da israf Kavramı", 19 Mayıs İ.F. D. Sa:18-19, Samsun-2005, s:94-99, 107, 111,112, 113.

[14] Akdemir, Hikmet, "Kur'an-ı Kerim'de İsraf Kavramı", Harran ÜİFD, 2001, c:7, sa:1, s: 32 vd.

[15] Taberî, Ebû Cafer Muhammed b. Cerir, Câmiu'l-Beyan, Mısır 1954, c:7, s:272.

[16] Maverdi, İmam Ebu'l-Hasan, Edebü'd-Dünya ve'd-Din, (Çev: Selahattin Kip, Abidin Sönmez), Bahar Yayınevi, İstanbul-ts., s:250.

[17] Çağrıcı, Mustafa, "İsraf" mad., İİİGYA, MÜİFAV Yayınları, İstanbul-1997, c: 2, s: 441, 442.

[18] Soysaldı, Mehmet, "Kur'an'da İsraf Kavramı", 19 Mayıs İ.F. D. Sa:18-19, Samsun-2005, s: 109.

[19] İbn Rüşd, Muhammed b. Ahmet b. Ahmet b. Muhammed b. Ahmed b. Rüşd el-Kurtubî el-Endülüsî, Bidâyetü'l-Müctehid, Dâru'l-Kütübi'l-İslâmiyye, Kahire-1983, c:2, s: 338-343; Kallek, Cengiz, "İsraf" mad., DİA, c: , s: 179, 180; Zuhaylî, Vehbe, İslâm Fıkhı Ansiklopedisi, İstanbul-1994, c:6, s: 502-565.

[20] Sancaklı, Saffet, Asrın Afeti İSRAF, Türkiye Diyanet Vakfı Yayınları, Ankara-2018, s: 9, 15, 41-50.

[21] Erdem, Hüsamettin, "Küresel Etkileşimler Bağlamında Müslümanlar ve Çevre Bilinci", Çevre ve Ahlak Sempozyum Bildiri Metinleri, Gaziantep-2014, s: 294, 295, 296.

[22] Yiğit, Yaşar, İslamın İsrafa Bakışı, Hz. Peygamberin Örnekliği, İslam'ın Sosyal Dayanışma ve İsrafa, Bakışı, T.D.V. Yay., Ankara 2002, s.161 vd.

[23] Martı, Huriye, Hadisler Ekseninde Çevre Ahlâkı, TDV Yayınları, Ankara-2018, s: 57, 79-97, 104.

[24] Sancaklı, Saffet, "Hadisler Çerçevesinde İsraf Olgusunun Analizi", İstanbul ÜİFD, 2013, c:4, sa:1, s:48; Heyet, İlmihal II (İslam ve Toplum), İSAM, İst., 1999, c:2, s: 544, 546.

[25] Özdemir, İbrahim, "Kur'an ve Çevre", İslâmi İlimler Dergisi, sa: 2, 2006, s: 161.

[26] Soysaldı, Mehmet, "Kur'an'a Göre Çalışmanın Önemi", F.Ü. İlahiyat Fakültesi Dergisi, sa:5, Elazığ 2000, s: 45.

[27] Gümüş Böke, Emine, "İslâm Hukukunda Çevre Bilinci Algısı Üzerine", Gümüşhane ÜİFD, 2019, c:8, sa:16, s: 238; Yaman, Ahmet, Dengeyi ve Ölçüyü Kaybetmenin Adı:İsraf, DİB Yayınları, Ankara-2018, s:23; Nargül, Veysel, "İslâm Hukukunun Çevre Koruma Algısı Üzerine" Çevre ve Ahlak Sempozyumu, Gaziantep-2014, s:116, 119.

[28] Mert, Muhit, "Çevre Bilinci Oluşturmada İslâm'ın Katkısı Üzerine", Uluslararası Çevre ve Din Sempozyumu, , İstanbul İlahiyat Fakültesi, 15-16 Mayıs-2008, s: 28.

[29] Akyüz, Hüseyin, "Ot, Su ve Ateşin Ortak Kullanımı İle İlgili Bir Hadisin Güncel ve Evrensel Değeri", İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi, Cilt: 4, Sayı: 1, 2015, s: 232-244; Deliser, Bilal,"İslâm'da Çevre Felsefesinin Kur'anî Temelleri", Uluslar arası Katılımlı Çevre Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 24-26 Ekim 2013, Gümüşhane-2014, s:195; 208, 210.

[30] Bayrakdar, Mehmet, İslâm ve Ekoloji, D.İ.B. Yayınları, Ankara-1992, s:15, 19, 44, 53, 55, 65; Yağcı, Osman Zeki, "İslâm ve Ekoloji", Isınan Kürede Çevre Ahlakı, DİB Yayınları, Ankara-2013, s: 7-12; Yazır, Elmalılı M. Hamdi, Hak Dini Kur'an Dili, (Sadeleştirenler, İsmail Karaçam, Emin Işık, Nusrettin Bolelli, Abdullah Yücel) Azim Dağıtım, İstanbul- ts., c: 7, s: 28.

[31] Nasr, Seyyid Hüseyin, İnsan ve Tabiat, (Çev: Nabi Avcı), İşaret Yayınları, İstanbul-1988, s: 18.

[32] Haneef, Sayed Shah Sikandar, "İslâm'da Çevre Hukukunun Prensipleri", (Çev: Abdullah Çolak), İslâm Hukuku Araştırmaları Dergisi, sa:11, 2008, s: 337, 338.

[33] Sakallı, Talat, "Hadisler Açısından İsraf ve Tasarruf", Süleyman Demirel Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi, 1994, sa: 1, s:80; Özdemir, İbrahim-Yükselmiş, Münir, Çevre Sorunları ve İslâm, D.İ.B. Yayınları, Ankara-1997, s: 90 vd.

[34] Akar, Muhlis, "Tüketim Ahlakı ve İktisatlı Olmak", İSRAF, DİB Yayınları, Ankara-2018, s: 29, 30, 31.

[35]Heyet, Hadislerle İslam, D.İ.B. Yayınları, Ankara-2015, c:3, s:519; c:7, s:374, 378.

Müminin Çevre Bilinci

[1]**Yasin Pisgin**
[*1]İlahiyat Fakültesi, Temel İslam Bilimleri Bölümü Akdeniz Üniversitesi, Antalya, Türkiye

Özet

Sahih bir iman, insanda olumlu karakter özelliklerini yapılandıran en önemli inşa kaynağıdır. Kur'an'a göre imanın insan maneviyatında vücut bulduğu yer kalptir. Kalp sadece duygunun değil aynı zamanda derin düşüncenin de kaynağı sayılır. Bir mümin, kalbindeki iman sayesinde duyguyla düşünceyi harmanlama ve varlık hakkında bütünsel bir bilinç kazanma imkânını elde eder. Böylece o hem kendisini hem de kendisini kuşatmış canlı ve cansız varlıklar bütünü olan çevreyi, Yüce Yaratıcı'nın belirlediği anlam ekseninde idrak eder. Bu idrak, sadece varlığı "kavrama"yı değil, aynı zamanda ona karşı güzel ahlakın gereklerine göre "davranma"yı da beraberinde getirir. Kendini inşa eden insan bir yönüyle "salih" olurken diğer yönüyle de çevreyi inşa edip "muslih" olur. Yeryüzündeki imkânlardan en fazla yararlanan varlık olarak insan imandan ve onun sağlayacağı duygu, düşünce ve davranış olanaklarından yüz çevirdiğinde tabiatta ortaya çıkacak fesadın da bir numaralı sebebi olacaktır. Tanrısız, dinsiz, maneviyatız ve üst değersiz bir şekilde tek kanatla uçmaya çalışan bir kuşu andıran modern dünyada çevre felaketlerinin tarihte hiç olmadığı kadar artmasının ve insanın çevreye karşı uyumsuz, duygusuz, acımasız, yıkıcı ve kaba davranmasının en önemli amili onun kutsaldan kopuşudur. Başka bir deyişle çevre sorunu, insanın mana dünyasında baş gösteren krizin madde dünyadaki yansımasıdır. Çevre sorununun bu çağda bütün zamanlardakinden daha fazla yaşandığı birçok kişi tarafından kabul edilmesine rağmen, bunun insanla Yaratıcı arasındaki ilişkinin bozulmasından kaynaklandığını herkes fark etmiş değildir. Bu itibarla biz bu tebliğimizde imanın müminde oluşturduğu çevre bilincinin Kur'an'daki temellerini ve bu bilinçten mahrumiyetin doğuracağı sonuçları ele almaya çalışacağız.

Anahtar kelimeler: *Kur'an, Hz. Peygamber, İman, Mümin, Çevre, Bilinç*

Environmental Awareness of Believer

Abstract

A true faith is the most important building resource that structures positive character traits in human beings. According to the Qur'an, the place where faith is embodied in human spirituality is the heart. The heart is considered the source of not only emotion but also contemplation. A believer gets the opportunity to blend emotion with thought and gain a holistic consciousness about existence thanks to the faith in his heart. Thus, he perceives both himself and the environment, which is the whole of living and non-living beings surrounding him, in the axis of meaning determined by the Supreme Creator. This realization brings with

[*1]İlahiyat Fakültesi, Temel İslam Bilimleri Bölümü Akdeniz Üniversitesi, Antalya, Türkiye

it not only "comprehending" existence, but also "acting" against it according to the requirements of good morality. While a person who builds himself becomes "righteous" in one aspect, he also builds the environment and becomes "corrective" in the other. When the human being, as the creature that benefits most from the possibilities on earth, is deprived of belief and the possibilities of emotion, thought and behavior that it provides, he will be the number one reason for the deterioration that will occur in nature. In the modern world, which resembles a bird trying to fly with a single wing without god, godlessness, spirituality and upper worthlessness, the most important factor in the increase of environmental disasters and people's incongruity, emotionless, ruthless, destructive and rude towards the environment is its separation from the sacred. In other words, the environmental problem is the reflection of the crisis that broke out in the spiritual world of man in the material world. Although it is accepted by many that the environmental problem is always experienced more in this age than, not everyone has noticed that this is due to the deterioration of the relationship between man and the Creator. In this respect, we will try to deal with the foundations of the environmental consciousness created by faith in the believer in the Quran and the consequences of this deprivation of consciousness in this paper.

Key words: *Quran, The Prophet, Faith, Believer, Environment, Consciousness.*

1. Giriş

Mümin Allah'tan başka ilah olmadığına ve Hz. Peygamber'in Allah'ın kulu ve elçisi, dolayısıyla da onun Allah'tan getirdiği her şeyin hak olduğuna inanan kimse demektir. İman ise Ahmet Hamdi Akseki'nin ifadesiyle; aklın ve kalbin de dahli insanın, ruhi kuvvetlerin tamamını kullanarak Allah'a şeksiz şüphesiz, tam bir teslimiyetle ve topyekûn yönelmesi halidir. İnsan maneviyatı üzerindeki bütünsel ve birleştirici yapısıyla iman, kişiliğe birlik, derinlik ve yön verir. İnsanın bilinçaltı, bilinç ve tinsel öğelerini yaratılışın anlam ve amaçları çerçevesinde birleştirir. İman insanın çok yönlü ve çok boyutlu olan maneviyatının birleştirici, bütünleştirici ve yönlendirici gücüdür. Kur'an'da imanın makarrı olarak kalbin gösterilmesi de imanın bu fonksiyonuyla ilgilidir. Çünkü kalp Hz. Peygamber'in ifadesiyle öyle bir konuma sahiptir ki, o selamette olduğunda bütün organlar ve onlardan sadır olan davranışlar selamette olur. Kalp bozulduğunda ise insanın davranış dünyası istikametini kaybeder. İman, insana varlık hakkında derli toplu bir tefekkürü ve külli bir âlem sezgisini kazandırır. Böylece insan, kendisiyle varlığın anlam ve amacını bütünsel bir şekilde özünden kavradığı bir bilinci elde eder.

* Doç. Dr., Akdeniz Üniversitesi İlahiyat Fakültesi,Antalya, E-Posta: yasinpisgin@akdeniz.edu.tr
[1]Hucurât, 49/14.
[2]Buharî, İman, 39.

Bilgiden farklı olarak bilinç bilginin anlam ve gereklerinin kavranması ve hayata geçirilmesi konusunda insan benliğinde sürekli aktif bir şuur halidir.[3] İnsan benliğini bir otobüse benzetirsek; bilgi otobüsteki yolcu gibidir, bilinç de şoför. İnsan benliğindeki bilgi de otobüsteki yolcu gibi statik, rutin ve işlevsiz bir mahiyet sergiler. Oysaki bilinç tıpkı direksiyondaki bir şoför gibi her an ve her durumda ayık, dikkatli, hassas ve işlevsel bir konuma sahiptir. Bütün rükünleriyle iman insanın bilgiyi bilince, bilinci de erdeme dönüştürmesindeki en güçlü referans noktasıdır.[4] Kur'an'ın vahiyden kaynaklanması sebebiyle da müminin çevre perspektifi metafizik bir boyuta sahip olduğunu söyleyebiliriz. [5] Onun iç dünyasında meydana gelmesiyle birlikte iman ve ona bağlı olarak vücut bulan bilinç, kendini insanın dış dünyasında da belirli hale getirmek ister. Kur'an'da "iman eden ve salih amel işleyenler" ifadesinin defalarca geçmesinin temel sebebi de budur. İmanın tecelli ettiği insanın dış dünyası "çevre" olarak isimlendirilebilir. Çevre insanı kuşatan canlı ve cansız varlılar bütünüdür.[6] Bu İşte iman; sahibini, davranış ve ahlakın sahası olan dış dünyayla yani "çevre" ile ilişkisinde bir bilinç seviyesine ulaştırır. Buna müminin çevre bilinci diyebiliriz. İşte biz bu çalışmamızda müminin çevre bilincinin unsurlarını ele almaya çalışacağız.

2.Müminin Çevre Bilincinin Unsurları

Doğru bir iman hakkaniyetli bir çevre bilincinin kurucu öznesidir. İman ile çevre bilinci arasındaki ilişkiye Hz. Peygamber de bir hadisinde şöyle işaret etmiştir: *"İman yetmiş yahut altmış küsur şubedir. En üst derecesi lâ ilâhe illâllâh (Allah"tan başka ilâh yoktur) sözü, en alt derecesi ise yolda insanları rahatsız eden bir şeyi kaldırıp atmaktır..."* [7] Dolayısıyla iman bir boyutuyla insanın manevi, diğer boyutuyla da onun maddi çevresini ıslah ve imar konusunda bütünsel bir bilinç inşa eder. Bu bilincin biri Kur'an diğeri de sünnet olmak üzere iki temeli söz konusudur. Özellikle Kur'an'da, çevreyle ilgili meselelerde insana yol gösteren ve çevreye nasıl muamele edeceğimizi öğreten yaklaşık 500 ayet vardır. [8] Şimdi Kur'an'ın inşa ettiği müminin çevre bilincinin unsurları üzerinde durmak istiyoruz.

3 Bu konuda mühim bir çalışma için bkz.: Atay, Rıfat, "Bilgi ve Eylem Arasında Mevlana'da Estetik Değerler Eğitimi: Mesnevi Merkezli Bir Okuma Denemesi," Eğitimde Gelecek Arayışları Dünden Bugüne Türkiye'de Beceri Ahlak ve Değerler Eğitimi, Editör: Arzu Güvenç Saygın, Murat Saygın, Ankara: Atatürk Araştırma Merkezi Yayınları, 2016, 1233-1247.

4 Bu dönüşümün eğitim açısından yansıması ve değerlendirmesi için bkz.: Atay, Rıfat, "The Importance of Aesthetics in Theological Education: A Philosophical Reading of the Recent Discussions in the Turkish Case," Procedia - Social And Behavioral Sciences, 174, (2015), ss. 1255-1261.

5 Efil, Şahin, "Kur'an'da Çevrenin Metafizik Temeli ve Çevre Ahlakı", Çevre ve Din Uluslararası Sempozyumu, 15 Mayıs 2008, cilt: II, ss. 205-215, s. 206-207.

6Karakaş, Vehbi - Nurdan Mendeş, "Çevre Kavramına Kur'an ve Sünnet Merkezli Bir Yaklaşım", EKEV Akademi Dergisi - Sosyal Bilimler -, 2015, cilt: XIX, sayı: 63, ss. 357-369, s. 358.

7 Müslim, Îmân, 58.

8 Efil, "Kur'an'da Çevrenin Metafizik Temeli ve Çevre Ahlakı", s. 205.

a.Nimet

Kur'an'ın inşa ettiği bu bilince göre çevre insan için yaratılmış ve emrine amade kılınmış bir nimettir. Yerdeki ve gökteki bütün varlıkların insanın emrine verilişi Kur'an'da "teshir" kavramıyla ifade edilir ve denizdeki gemilerin, nehirlerin, güneşin ve ayın, gece ve gündüzün, [9] yıldızların,[10] hasılı yeryüzündeki ve gökyüzündeki her şeyin[11] insanın emrine verildiği belirtilir. Teshirin kaynağı Allah'ın kullarına karşı olan şefkati ve merhametidir.[12] Ancak yerdeki ve gökteki varlıkların insanın emrine amade kılınması onun zevk-ü sefa içinde bir hayat sürmesi için değil, varlığının anlam ve amacını gerçekleştirmesi içindir: "O, hanginizin amelinin daha güzel olacağı konusunda sizi imtihan için, henüz Arş'ı su üstünde iken gökleri ve yeri altı gün içinde (altı evrede) yaratandır."[13] İnsanın yaratılış gayesinin kulluk; bütün kainatın da bu görevin ifası için insana bir lütuf olduğunu düşündüğümüzde insanın, kendisini çepeçevre kuşatan nimetler karşısında "şükreden bir kul" olmasının ve çevreye bu bilinç içinde bakmasının gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bu hakikati ifade sadedinde Allah şöyle buyurmaktadır: "İki deniz aynı olmaz. Şu tatlıdır, susuzluğu giderir, içimi kolaydır. Şu ise tuzludur, acıdır. Bununla beraber her birinden taze et yersiniz ve takınacağınız süs eşyası çıkarırsınız. Allah'ın lütfundan istemeniz ve şükretmeniz için gemilerin orada suyu yara yara gittiğini görürsün."[14] İnsanın tabiata, ilahi bir nimet ve şükür bilinciyle bakması ondan faydalanma konusunda insanı hoyratlıktan ve israftan koruyacak en önemli unsurlardan biridir.[15]

b. Emanet

Bu bilince eren bir mümin -Hz. Peygamber'in ifadesiyle- bir nehrin kıyısında abdest alırken bile suyu israf etmez.[16] Çünkü çevrenin sadece bir nimet değil, aynı zamanda bir emanet olduğunu, bütün boyutlarıyla emanete riayetin de bir kulluk nişanesi olduğunu anlar. Belki de bundan dolayı Hz. Peygamber bir kadının/adamın susuzluktan ölmek üzere olan bir köpeğe su vererek emanete riayet etmesi sebebiyle affedildiğini bildirmiş, sahabîlerin "Yâ Resûlallah, hayvanlar sebebiyle de mi ecir kazanabiliriz?" diye sorması üzerine *"Her canlıda sevap kazanma imkânı vardır"* buyurmuştur. [17]

[9]İbrâhîm, 14/32-33.
[10]Nahl, 16/12.
[11]Hacc, 22/65; Lokmân, 31/20; Câsiye, 45/13.
[12]Çalışkan, Necmettin, "Çevresel Bilinç Bağlamında Kur'ân'da Teshîr Kavramı", Kilis 7 Aralık Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi, 2020, cilt: VII, sayı: 1, ss. 81-111. s. 107.
[13]Hûd 11/7.
[14]Fâtır, 35/42. Bkz. Nahl, 16/14.
[15]Ellek, Hasan, "Kur'an-Kerim ve Hadis-i Şerifler Işığında Çevre Hukuku", Uluslararası Katılımlı Çevre Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 24-26 Ekim 2013, Gümüşhane, 2014, ss. 517-526, s. 525; Demir, Recep, "Doyumsuz Tüketim Arzusu ve Çevre Sorununa Kur'an Çerçevesinde Bakış", Tarih Kültür ve Sanat Araştırmaları Dergisi, 2012, cilt: I, sayı: 4, ss. 1-12, s. 6.
[16] Ahmed b. Hanbel, el-Müsned, II, 224.
[17]Buhârî, "Edeb", 27; Müslim, "Selâm", 153.

Yani insan yeryüzünün sahibi değil, emanetçisidir. O, tabiatın ve dünyanın efendisi olmadığı gibi, çevre de onun dilediği gibi tasarruf yapacağı özel mülkü değildir. Oysaki insan çevreye bir emanetçi gibi davranmamaktadır. O, çevre üzerindeki tasarruflarıyla adeta tanrılığa yeltenmektedir. [18]

c.Ayet / Alâmet / İbret

İnsanı kuşatan nimetlerden oluşan çevre bu nimetleri lütfeden Allah'ın varlığının ve birliğinin derin izlerini taşır. Bundan dolayı çevrenin, Allah'ın bir ayeti ve alâmeti olduğunu söyleyebiliriz. Bundan dolayı da kâinatta rastgeleliği ve tesadüfü ifade eden kaos değil, aksine ilim, irade ve kudret sahibi bir yaratıcının varlığını simgeleyen muhteşem bir düzen ve ahenk vardır.[19] Bu sebeple Allah Rahman Suresinde şöyle buyurmaktadır: "Güneş ve ay bir hesaba göre hareket etmektedir. Otlar ve ağaçlar (Allah'a) boyun eğerler. Ölçüde haddi aşmayın diye göğü yükseltti ve ölçüyü koydu."[20] Yani müminin nazarında en küçük parçasından devasa kozmik bütünlüklere kadar insanı çevreleyen bütün kâinat Kur'an'da Allah'ın celal ve cemalini yansıtan ayetlerle dolu bir kitap olarak sunulur. Muhammed Kutup, insanda en geniş perspektiften bir bilinç oluşturacak tarzda Kur'an'da zikredilen çevre unsurlarını veciz bir şekilde şöyle anlatmaktadır:

"Gökyüzü, yeryüzü, güneş, ay ve yıldızlar, korkunç semavi cisimler, feza denilen boşluğa fırlatılmış âlemler, gece ve gündüzün birbirini takip etmesi, aydınlık ve karanlık… Ufuklarda küçücük ve güçsüz bir hat şeklinde, aydınlık bir ip gibi beliriveren hilalin dönüp ay haline gelişi, sonra basamak basamak giderek eski bir hurma dalı gibi kaybolup gidişi, şimşek, yıldırım, kasırga, fırtına, yağmur ve bulut… Yeryüzü ve sarp dağlar, vadiler ve nehirler… Karalarda dolup taşan, denizlerde yüzüp giden ve birbirine benzemez hadsiz hesapsız varlıklar… Ve her varlıkta ayrı bir şekil arz eden engin dikkat ve itina… Güneş sistemimiz ve gök cisimlerinin hareketi, korkunç ve karanlık boşluklarda bir kıl payı bile şaşmayan engin nizam… Yeryüzünün kara bağrından fışkırıp da çamurları delerek aydınlığa kavuşmak isteyen tane… Yumurtasında dönüp duran, etrafı seyre dalan şu küçük kuş yavrusunun, annesinin gagasından aldığı besin… Yapısı son derece farklı, renkleri son derece parlak bir tel tüy… Ve gözün ilişip de duygunun kavradığı her şey… Her şey…"[21] Özetle kâinat her zerresiyle insanı Yüce Allah'ın kudreti üzerinde düşünmeye davet etmekte; O'na bağlanmaya ve itaat etmeye çağırmaktadır. [22]

[18]Karslı, İbrahim Hilmi, "Çevre Sorunu ve Kur'an'ın Doğal Çevre Öğretisi", Diyanet İlmi Dergi, 2012, cilt: XLVIII, sayı: 1, ss. 93-120, s. 100.
[19]Konunun din felsefesi açısından bir değerlendirmesi için bkz.: Atay, Rıfat, God Between Reason and Experience, Ankara, Sonçağ Yayıncılık, 2019, ss. 6-50.
[20]Rahmân, 55/5-9.
[21]Muhammed Kutup, İnsan Psikolojisi Üzerine Etütler, Çev. Bekir Kalığa, İşaret Yay. İstanbul, 1987, (I. Baskı), s. 284-285.
[22] Saka, Şevki, Yabancılaşma Karşısında Kur'an, Ankara, 1997, s. 162.

Allah tarafından yaratılmıştır ve Allah'ındır. Tabiattaki her şey de Allah'ın varlığının bir ayeti, yani işareti ve belgesidir.[23] Bundan dolayı da mukaddes ve mübarektir.[24] Bu durum her varlığın yaratılmış olmasından, her yaratılmışın da Allah'ın varlığının bilinmesine aracılık etmesinden kaynaklanır.[25] Bu sebeple onlara yapılan herhangi bir saygısızlık veya kötülük, aynı zamanda Allah'a karşı yapılan bir saygısızlıktır. Hatta çevre üzerinde yapılan her ifsat ve imha faaliyeti Allah'ın ayetlerinden bir ayeti yok etmek demektir.[26]

Bütün varlık, bir taraftan Yüce Yaratıcı'sına delalet eden bir ayet ve alâmet iken diğer taraftan da insana kendi varlığının anlam ve amacını ilham eden bir ibrettir. Bu sebeple Allah Kur'an'da insanın içtiği sütten,[27] gece ve gündüzün peş peşe gelmesine varıncaya kadar [28] bütün varlığın insan için bir ibret niteliği taşıdığını ve insanın onlara üzerinde ibret nazarıyla bakması gerektiğini ifade eder. "De ki: "Yeryüzünde dolaşın da Allah'ın başlangıçta yaratmayı nasıl yaptığına bakın. Sonra Allah (aynı şekilde) sonraki yaratmayı da yapacaktır. (Kıyametten sonra her şeyi tekrar yaratacaktır) Şüphesiz Allah'ın gücü her şeye hakkıyla yeter."[29]

d.Abit

İnsan için ibret olan çevre aynı zamanda Kur'an'a göre, Allah'ın buyruğuna teslim olmuş ibadet halinde bir abittir: "Sonra duman hâlinde bulunan göğe yöneldi; ona ve yeryüzüne, "İsteyerek veya istemeyerek gelin" dedi. İkisi de, "İsteyerek geldik" dediler."[30] ; "Göklerdeki ve yerdeki herkes/her şey ister istemez O'na teslim olmuşken ve O'na döndürülüp götürülecekken onlar Allah'ın dininden başkasını mı arıyorlar?"[31] Bu ayetlerde de işaret edildiği üzere İslam, varlığı var edicisine bağlayan ve Kur'an'da yer yer "secde"[32]ve "tespih" [33] kavramlarıyla bütün varlığa nispet edilen külli karakterli en kuşatıcı kanunundur. Öyle ki Kur'an'da bütün varlığın, insanın anlayamadığı bir dille Allah'ı tespih edip O'na secde ettikleri Kur'an'da ifade edilir: "Yedi gök, yer ve bunların içinde

[23]Özdemir, İbrahim, "Kur'an ve Çevre", İslâmî İlimler Dergisi, 2006, cilt: I, sayı: 2, ss. 161-184, s. 182.
[24]Kaya, Süleyman, "Kur'ân Kaynaklı Çevre Algısının Pratiğe Dönüştürülememesinin İrdelenmesi", Turkish Studies = Türkoloji Araştırmaları, 2015, cilt: X, sayı: 2, ss. 565-586, s. 573.
[25]Deliser, Bilal, "Kur'an-ı Kerim'de Çevre Felsefesi Konusunda Temel Yaklaşımlar", Gümüşhane Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi, 2015, cilt: IV, sayı: 7, ss. 133-155, s. 139; Deliser, Bilal, "İslam'da Çevre Felsefesinin Kur'anî Temelleri", Uluslararası Katılımlı Çevre Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 24-26 Ekim 2013, Gümüşhane, 2014, ss. 193-213, s. 196.
[26]Efil, "Kur'an'da Çevrenin Metafizik Temeli ve Çevre Ahlakı", s. 207.
[27]Nahl, 16/66; Muminûn, 21/23.
[28]Nûr, 24/44.
[29]Ankebût, 29/20.
[30]Fussilet, 11/41.
[31]Âl-i İmrân, 3/83.
[32]Ra'd, 13/15; Nahl, 16/49.
[33]Hadîd, 57/1; Haşir, 59/1, 24.

bulunanlar Allah'ı tespih ederler. Her şey O'nu hamd ile tespih eder. Ancak, siz onların tespihlerini anlamazsınız. O, halîm'dir (hemen cezalandırmaz, mühlet verir),[34] çok bağışlayandır." ; "Görmedin mi ki şüphesiz, göklerde ve yerde olanlar, güneş, ay, yıldızlar, ağaçlar, hayvanlar ve insanların birçoğu Allah'a secde etmektedir. Birçoğunun üzerine de azap hak olmuştur. Allah, kimi alçaltırsa ona saygınlık kazandıracak hiçbir kimse yoktur. Şüphesiz Allah, dilediğini yapar." [35] Kur'an'da bütün varlığın harekât ve sekenâtının, Allah'ın iradesine ve belirlediği çerçeveye uygun bir şekilde cereyan ettiği belirtilir. Dolayısıyla canlı ve cansız bütün unsurlarıyla çevre; adeta insanın, Allah'ın emrine boyun eğip Müslüman olan kardeşi gibidir.

e.Şahit

Görüldüğü üzere sadece insanın değil, insanın dışındaki bütün tabiatın maddi anlamının ötesinde manevi bir anlamı da söz konusudur. Kur'an'da bu anlamı ifade etmek için kullanılan secde, tespih ve teslimiyet gibi kavramlar insan tefekküründe ruhu, duygusu ve amacı olan bir âlem tasavvuru inşa etmeye matuftur. Hatta Kur'anı dikkatle incelendiğimizde manaya bakan yönüyle bütün kâinatın Allah'ı zikreden bir abit; maddeye bakan yönüyle de insanı izleyen bir şahit olduğunu söyleyebiliriz. Bu bağlamda Allah Kur'an'da Zilzâl Suresinde kıyamet günü yeryüzünün, üzerinde insanların yaptıkları amelleri haber vereceği ifade edilmiş;[36] Hz. Peygamber ise varlıkların insan hakkındaki şahitliğini ifade sadedinde örneğin, hacıların telbiyelerine etrafta bulunan ağaçların eşlik ettiğini bildirmiş,[37] müezzinin sesini işiten ağaçların da kıyamet gününde müezzin lehinde şehadette bulunacağını haber vermiştir.[38]

f.Ev

Bu perspektif içinde mümin için bütün tabiat ve çevre faktörlerinin içinde bulunduğu bu dünya, yağmalanması gereken bir batık gemi malı değil; kendisine iman edilen ahiretin tarlası hatta insanın sevmesi, saygı duyması ve koruması gereken evi gibidir. Bu sebeple Kur'an'da yeryüzü bir beşiğe ve döşeğe benzetilir: "Rabbim, yeryüzünü size beşik yapan, orada size yollar açan ve size gökten yağmur indirendir." Böylece onunla sizin için yerden türlü türlü bitkileri çift çift çıkardık."[39] ; "Biz, yeryüzünü bir döşek yapmadık mı?"[40] Gökyüzü ise bozulmadan muhafaza edilerek kandile benzeyen yıldızlarla süslenmiş bir tavan gibi tasvir edilir:

34 İsrâ, 17/44.
35 Hacc, 22/18.
36 Zilzâl, 99/4-5. Ayrıca bkz. İbn Mâce, "Zühd", 31.
37 Tirmizî, Hac, 14.
38 İbn Mâce, Ezân, 5.
39 Tâhâ, 20/53.
40 Nebe', 78/6.

"Böylece onları, iki günde (iki evrede) yedi gök olarak yarattı ve her göğe kendi işini bildirdi. En yakın göğü kandillerle süsledik ve onu koruduk. İşte bu, mutlak güç sahibi ve hakkıyla bilen Allah'ın takdiridir."[41] ; "Biz, en yakın göğü ziynetlerle, yıldızlarla donattık."[42] Ev imgesi ve bu imgenin beraberinde getirdiği düşünce derinliği[43] insanla çevre arasında kurulacak bağ ve ünsiyetin önemini insana tasavvur ettirmektedir.

g.Tek Vücut

Bütün çevre tek bir vücut gibidir. İnsanın onda meydana getireceği bir ifsat, tabiattaki pek çok unsuru da doğrudan veya dolaylı olarak etkileyecektir. Çevre faktörlerinin birbirleriyle olan ilişkisi bir ayette şu şekilde ifade edilmektedir. "İnsan yediğine bakıp bir düşünsün! Biz bolca su indirdik. Sonra toprağı uygun şekilde yardık. Oradan ekinler bitirdik. Üzüm bağları, sebzeler; zeytin ve hurma ağaçları, gür ağaçlı bahçeler, meyveler ve çayırlar, sizin ve hayvanlarınızın yararlanması için." [44] Bugün çevre sorunları içerisinde yer alan hava kirliliği örneğinde, karşılıklı ilişki ilkesi açısından çok önemli ipuçlarına ulaşmak mümkündür. İnsan tarafından atmosfere karıştırılan yabancı maddelerle havanın bileşimi bozulmakta, yaşanan bu durum da hava kirliliğine yol açmaktadır. Aynı zamanda insan bunun idrakinde olmayarak hatasını sürdürmektedir. Bunun sonucunda kirlenen hava, bu kirliliği asit yağmurlarıyla su ve toprağa aktarılarak yeryüzündeki canlıları etkilemektedir. Böylece sorun sadece hava kirliliği olarak kalmayıp bu kirlilik su ve toprağa da geçmektedir. Ayrıca içindeki canlıların da olumsuz yönde etkilenmesine yol açmaktadır. Hava kirliliğinin su ve toprağı kirletmesine yol açması, aynı zamanda arz ve semavat bütünlüğü ilkesinin çok güzel örneklerinden birini oluşturmaktadır.[45]

Çevrenin nasıl birbirine sıkı sıkıya bağlı unsurlardan oluştuğuna ve bunlardan herhangi birinde meydana gelecek bozulmanın adeta bir domino taşı etkisiyle diğer unsurlara da zarar vereceğine dair en çarpıcı örneklerinde biri de Arizona'daki Kaibab adı verilen bir ceylan türünün başına gelenlerdir. Bir zamanlar Kaibab isimli ceylanlar dengeli bir yaşam içinde iken, oradaki halk bu ceylanları koruyalım diyerek çevredeki kurt ve sırtlanların tümünü öldürmüşlerdir. Düşmanları ölen ceylanlar büyük bir hızla çoğalmaya başlamışlar ve sayıları o kadar çok artmış ki gıda ihtiyaçlarını gideremez durumuna düşmüşler ve bunun sonucu olarak toplu ölümler baş göstermiştir. Tek tek kurt ve sırtlanların öldüreceklerinden çok daha fazlası açlıktan sürüler halinde ölmüş, ayrıca o çevredeki bitki örtüsü aç ceylanların her şeye saldırmasından büyük zarar görmüştür.[46]

41 Fussilet, 41/12.
42 Sâffât, 37/6.
43 Efil, "Kur'an'da Çevrenin Metafizik Temeli ve Çevre Ahlakı", s. 208
44 Abese, 80/24-32
45 Kula, Naci, "Kur'an Işığında İnsan-Çevre İlişkisinin Ruh Sağlığı Açısından Önemi", Uludağ Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi, 2000, cilt: IX, sayı: 9, ss. 361-376, s. 369.
46 Kula, "Kur'an Işığında İnsan-Çevre İlişkisinin Ruh Sağlığı Açısından Önemi", s. 369.

Bu itibarla tabiattaki döngüyü fark etmek ve korumak müminin çevre bilincinin en önemli unsurlarından biridir.

h.Hz. Peygamber'in Örnekliği

Kur'an'ın inşa etmek istediği çevre bilinci konusunda en önemli örnek hiç şüphesiz ki, Kur'an'ın ahlakıyla ahlaklanmış olan Hz. Peygamber'in yaşamı yani sünnetidir. Onun sünneti müminin çevre bilincinin diğer kaynağıdır. Çünkü Kur'an'da öldükten sonra Allah'a kavuşmayı uman, ahiret gününe iman eden ve Allah'ı çokça anan her mümin için Hz. Peygamber'in her konuda mutlak bir örnek olduğu ifade edilir: "Andolsun, Allah'ın Resûlünde sizin için; Allah'a ve ahiret gününe kavuşmayı uman, Allah'ı çok zikreden kimseler için güzel bir örnek vardır."[47] Kur'an gibi Hz. Peygamber'in sünneti de insan hayatının tamamına dair bir takım ilke ve esaslar içermektedir. Bu bakımdan Allah Rasulü'nün sünnetinde çevre konusunda da önemli birtakım veriler bulmak mümkündür. Örneğin Hz. Peygamber, su kaynaklarında, yol ortasında ve gölgelik yerlerde tuvalet ihtiyacını gidermenin, Allah rahmetinden mahrum kalmaya sevk edeceğini bildirmiş,[48] Medine yakınlarındaki Beni Harise'lilerin otlak yerinin ormana dönüştürülmesini ve buradan kesilen her bir ağacın yerine yenisinin dikilmesini emretmiş; savaşa çıkan ordusuna ağaçları kesmemeleri konusunda uyarmıştır.[49]

Ayrıca Mekke ve Medine bölgelerini harem ilan ederek buralarda ağaç kesilmesini ve avcılık yapılmasını yasaklamış;[50] insanların veya canlıların istifade edeceği bir ağaç dikmenin[51] ve insanlara eza veren bir şeyi yoldan kaldırmanın sadaka olduğunu belirtmiş [52] ve şöyle buyurmuştur: "*Bir adam yol üzerinde dikenli bir dala rastladı: "Vallahi, bunu Müslümanlardan uzaklaştırayım da onları rahatsız etmesin!" dedi. Bu sebeple cennete konuldu."*[53] Hz. Peygamber, hayvanların hedef tahtası olarak kullanılmasını [54] ve birbirleriyle dövüştürülmesini yasaklamış,[55] huysuzluk yaptığı için, bindiği devesine sert davranan Hz. Âişe'yi, yumuşak davranması için uyarmıştır.[56] Ayrıca hayvanların yuvaları olan deliklere abdest bozmayı yasaklamış, [57] sebepsiz yere öldürülen bir serçenin kıyamet günü Allah'a hâlini arz ederek davacı olacağını bildirmiştir.[58] O, ashabına susuzluktan nemli toprağı yiyen zavallı bir köpekle karşılaşınca kuyuya inip

47 Ahzâb, 33/21.
48 Ebû Dâvûd, Tahâret, 14.
49 Abdürrezzâk, Musannef, V, 146.
50 Yıldırım, Zeki, "Kur'an ve Çevre Sorunları", Atatürk Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi, 2012, sayı: 38, ss. 67-100, s. 90-93.
51 İbn Hanbel, Müsned, VI, 443. Hz. Peygamber başka bir hadisinde de "Bir kimse bir ağaç diktiğinde Yüce Allah mutlaka bu ağacın meyvesi oldukça ona sevap yazar." buyurmuştur. İbn Hanbel, V, 416.
52 Buhârî, Cihâd, 128.
53 Müslim, Birr, 128.
54 Buhârî, Sayd, 25.
55 Ebû Dâvûd, Cihâd, 51.
56 Müslim, Birr, 79.
57 Ebû Dâvûd, Tahâret, 16.
58Nesâî, Dahâyâ, 42.

ayakkabısına doldurduğu su ile köpeği sulayan bir adamdan Allah'ın razı olduğunu ve onu affettiğini;[59] bir kediyi hapsederek açlıktan ölmesine sebep olan bir kadının da bu davranışı yüzünden nasıl cehennemlik olduğunu anlatmıştır. [60] Bir yolculuk esnasında sahâbîlerden birisinin, bir yuvadan iki tane yavru kuş aldığını ve bundan dolayı anne kuşun çırpınışını gördüğünde bunu yapanı uyarmış, [61] devesine kötü davranan başka birini de Allah'tan korkması konusunda ikaz etmiştir. [62]

2.Değerlendirme

Kur'an'a göre insan, birbirine karşıt karakter çizgilerinden oluşan çift kutuplu bir varlıktır. O, bir boyutuyla Allah'ın akıl, ilim, irade ve şuur vererek yeryüzünü maddi ve manevi bakımdan imar etmek üzere halife edindiği eşref-i mahlukattır. Diğer boyutuyla da zulüm, cehalet, fesat, ifsat, gaflet, isyan, israf, küfür, nankörlük, ihanet, cimrilik, kendini beğenmişlik, kibir, gurur, öfke, yalan, talan, acelecilik ve haset gibi pek çok zafiyete sahiptir. Vahyin inşasına mazhar olmadığı takdirde olumsuz tabiatı insanın benliğinde hüküm sürmeye başlar. Böylece salih ve muslih olarak yeryüzünü imar etmesi gereken insan fasit ve müfsit olarak, içinde yaşadığı çevreyi ifsat eder. Bu ifsadın sonuçlarını görmek için modern zamana bakmak yeterlidir. Bu asırda çevre insandan tarih boyunca hiçbir çağda olmadığı kadar büyük zarar görmüştür. Bunun temel sebebi yeryüzünde merkezî konumda olan insanın varlığa ve dolayısıyla da tabiata bakışında meydana gelen bozulmadır. [63]

Modern çağda insanın kimliği kutsal karşıtı yaklaşımların eşliğinde sil baştan tanımlanmaya çalışılmıştır. Örneğin Freud, insanı cinsel içgüdüleriyle hareket eden bir hayvan olarak tanımlamış;[64] pozitivizm onu adalet, iyilik duygusu ve fedakârlık gibi erdemlerinden soyutlamış; davranışçı ekol çevresel faktörlerin belirlediği şartlı reflekslerle hareket eden bir hayvana; mekanist ekol ise onu adeta doğal ve kimyasal kanunlara göre davranan organik, biyolojik ve otomatik bir makine gibi vasfetmiştir.[65] Maddeden ibaret bir varlık olarak tanımlanmaya çalışılan insan "bir lokma yemek, bir atımlık şehvet ve birkaç maddî heves"e indirgenmiştir.[66] Böylece insan aşkın referanslarından tecrit edilmiş, yaratılışın anlam ve amacından uzaklaşmış ve maddenin ardındaki mana, bedenin ardındaki ruh, beynin ardındaki akıl, aklın ötesindeki kalp, dünyanın ötesindeki ahiret ve yaratılanın ötesindeki yaratıcı artık yok sayılmıştır.[67] Bu yaklaşma göre artık din ve maneviyat bir afyondur.[68] Kutsalın hayat saflarından sürülmesiyle inşa edilen

59 Buhârî, Müsâkât, 9.
60 Buhârî, Bed'ü'l-Halk, 16.
61 Ebû Dâvûd, Cihâd, 112.
62 Ebû Dâvûd, Cihâd, 44.
63 Kula, "Kur'an Işığında İnsan-Çevre İlişkisinin Ruh Sağlığı Açısından Önemi", s. 363.
64 Sert, H. Emin, Kur'an'da İnsan Tipleri ve Davranışları, Bilge Yayınları, İstanbul, 2004, s. 67.
65 Kutup, İnsan Psikolojisi Üzerine Etütler, s. 30-33.
66 Kutup, İnsan Psikolojisi Üzerine Etütler, s. 84.
67 Başgil, Ali Fuat, Din ve Laiklik, Yağmur Yay., İstanbul, 1991, s. 287.
68 el-Behiy, Muhammed, İslâm Düşüncesinin İlahî Yönü, Çev. Sabri Hizmetli, Fecr Yay., Ankara, 1992, s. 126 vd.

modern hayat; tanrısız, dinsiz, maneviyatız ve üst değersiz bir şekilde tek kanatla uçmaya çalışan bir kuşa dönüşmüştür. Kutsaldan arındırılmış profan dünyada nefsi ve şeytanıyla baş başa kalan insan, ahiretin tarlası ve ulûhiyet delillerinin sahası olan kâinatı, sömürülmesi gereken bir batık gemi malı olarak görmeye başlamıştır. Bu tespit konumuz açısından büyük önem arz etmektedir. Çünkü kutsaldan kopuş, modern insanın içine düştüğü ruhi çöküntünün çekirdeği olarak düşünülmektedir.[69] Bu da şu anda içinde yaşadığımız dünyada bireyin psikolojik, toplumun sosyolojik, tabiatın kozmolojik ve çevrenin ekolojik yapısının bozulmasındaki en güçlü sebeptir. Çünkü varoluşunun anlam ve amacından kopan insan antisosyal, uyumsuz, duygusuz, yıkıcı ve kaba bir robota dönüşmüştür. Eric Fromm'un böyle bir insan *"hasta"* dır.[70] Hasta ruhlu bir insanın çevreye bakışını Ahmet Hamdi Akseki'nin şu ifadeleri veciz bir şekilde ortaya koymaktadır:

"Sonra Allah onun (yani inançsız insanın) gözüne siyah bir gözlük takar ve o anda her şey ona simsiyah kesilir. Boğazına ateşten bir kement geçirilir, muhabbeti ve merhameti kaybolur. Uykusu azap, uyanıklığı işkence olur. Kuşların şakıması matem, bahar ona elem gibi gelir. Bütün her şeyin kendisine diş gıcırdattığını zanneder. Bu âlem onun için sebepsiz, hedefsiz, sahipsiz, manasız bir matem levhası kesilir. Artık onun için fazilet manasız bir lafız, muhabbet bir hastalık, şefkat ise akılsızlık ve vehimdir. Bütün erdemlerini kaybeden kalp bomboş, tamtakır kalır ve nihayetinde kalpte fazilet meşalesi söner. Geriye karanlık bir meydan ve göz gözü görmez bir zindan kalır. Bu zindanın her tarafından korkunç sedalar gelmeye başlar. Bu bir ilhat ve küfür halidir ve aynıyla cehennemdir. Bu esnada insan zihnini işgal eden korkunç fikirler bu cehennemin zebanileridir. "Andolsun, dönsünler diye biz onlara (ahiretteki) en büyük azaptan önce (dünyadaki) yakın azabı elbette tattıracağız." (Secde, 32/21) ayeti de yaşanılan bu mutsuzluğun nasıl bir ilahi ceza ve azaba dönüştüğünü göstermektedir." [71] Modern zamanda savaş teknolojisinin uğruna sömürülen tabii kaynaklar ve sanayi atıklarıyla kirletilen çevre, insan varlığını içten içe kemirmekte ve her gün yüzlerce insanın ölümüne sebep olmaktadır. Çevre felaketlerine bağlı olarak meydana gelen iklim değişiklikleri ve bozulan ekolojik denge insanlığı hazin bir sona doğru sürüklemektedir.[72]

3.Sonuç

Sonuç olarak insanın Allah'ile ilişkisinin bozulması ve bir hakikat çağrısı olan

69 Erich Fromm, Yeni Bir insan Yeni Bir Toplum, Çev. Necla Arat, İstanbul, 1984, s. 66; Başer, Vehbi, "Sosyal Bilimler Açısından Kutsal Metinlerin Anlaşılması," II. Kur'ân Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Bilgi Vakfı Yay., Ankara, 1996, s. 24–25.

70 Çamdibi, Şahsiyet Terbiyesi, s. 120. Ayrıca bkz. Pişgin, Yasin, Kur'an'da Karakter İnşası, İlahiyat Yayınları, Ankara, 2017, s. 34-41.

71 Akseki, Ahmet Hamdi, Ve'l-Asr Tefsiri, Evkaf Matbaası, İstanbul, 1928, s. 78. Ayrıca bkz. Pişgin, Yasin, "Ahmet Hamdi Akseki'nin "Ve'l-Asır Tefsiri" İsimli Risalesi Üzerine Bir Değerlendirme", Toplum Bilimleri Dergisi, 2014, cilt: VIII, sayı: 15, s. 298-299.

72 Saka, Yabancılaşma Karşısında Kur'an, s. 9.

vahiyden yüz çevirmesi bugünkü çevre felaketlerinin ardında yatan temel unsurdur. İnsanın sahih din algısından uzaklaşması sekülerleşmesine bu da insanın, tabiatı kendi süfli amaçları doğrultusunda algılayıp kullanmasına sebep olmaktadır. İnsan-çevre arasındaki dengenin ve ilişkinin bozulduğu birçok kişi tarafından kabul edilmesine rağmen, bu dengesizliğin, insanla yaratıcı arasındaki ilişkinin bozulmasından kaynaklandığını herkes fark etmiş değildir. Bu yüzden Yaratıcı'yla barış içinde olmak, yaratılanla barış içinde olmanın olmasa olmaz koşuludur. Başka bir deyişle "Halık'ına vefası olmayanın, mahlukuna da sefası olmayacaktır." Çünkü insan Allah ile barışık olmadığı müddetçe kendisiyle barışık olamaz ve kendisiyle barışık olmadığı müddetçe de tabiatla kavgalı olur. Bu bakımdan çevre sorunu, insanın mana dünyasında baş gösteren krizin madde dünyadaki yansımasıdır.[73] Bu itibarla Kur'an-ı Kerim'de çevre konuları sosyal ve evrensel bir boyutta işlenmekte ve ardından da bireyin kalbî ve fiilî amellerine vurgu yapılmaktadır. Yani kalbi salih ve temiz olanın, bedeni temiz ve ameli salih olur. Bedeni ve ameli salih olanın, çevresi de ıslah olur.[74] İman ile insanın yeryüzünü ıslah etmesi arasında o kadar güçlü bir ilişki vardır ki, kazılmış ve biraz sonra kapatılacak olan bir kabrin içinde bile bir bozukluğa müminin göz yumması söz konusu olamaz. Hz. Peygamber, oğlu İbrâhim'in cenazesinde, mezarın içinde bir yarık gördü ve bunun derhâl düzeltilmesini istedi. Ashab-ı kiramın, bunun ölüye biz zararının olup olmadığını sorması üzerinde de *"Bu, ölüye ne fayda ne de zarar verir, sadece sağ olanın gözünü rahatsız eder."* buyurdu. [75]

Allah-insan ilişkisinin bozulması *fesat*, bunun çevreye yansıması ise *ifsat* olarak ifade edilebilir. Bu hakikat Kur'an'da şöyle dile getirilmektedir: "İnsanların kendi işledikleri (kötülükler) sebebiyle karada ve denizde bozulma ortaya çıkmıştır. Dönmeleri için Allah, yaptıklarının bazı (kötü) sonuçlarını (dünyada) onlara tattıracaktır."[76] Ayete göre çevre felaketlerinin tek sorumlusu insandır. Şu hâlde bütün çevre felaketlerinin odak noktasında olan insanın, Rabbine karşı iman ya da inkâr, itaat ya da isyan bakımında tutumu bu felaketlerin sona ermesi ya da devam etmesi bakımından durumunu belirleyecek olan en önemli unsurdur. Çünkü imanın kaybı, karakter dünyasındaki birleştirici, yönlendirici ve yü¬celtici merkezin de kaybı anlamına gelir. Bu ise insanın aşkın mercisini ve ulvî yönelişini kaybederek süflileşmesinin, uhrevî kaygısını zayi ederek sekülerleşmesinin temel sebebidir. Başka bir ifadeyle insanın Allah'ı inkâr etmesi ve onun varlığından sarfı nazar etmesi çevre sorunları dahil insanlığa ilişkin bütün sorunların kaynağıdır. [77]

73 Bu bağlamda bkz. Efil, "Kur'an'da Çevrenin Metafizik Temeli ve Çevre Ahlakı", s. 209.
74 Karakaş – Mendeş, "Çevre Kavramına Kur'an ve Sünnet Merkezli Bir Yaklaşım", s. 368.
75 Taberânî, el-Mu'cemü'l-Kebîr, XXIV, 306.
76 Rûm 30/41. Benzer başka bir ayette de Allah şöyle buyurmaktadır: "Başınıza her ne musibet gelirse, kendi yaptıklarınız yüzündendir. O, yine de çoğunu affeder." Şûrâ, 42/30.
77 Kayhan, Mustafa, "Çevre-İnsan İlişkisinde Kur'ân'ın Hedefi", Uluslararası Katılımlı Çevre Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 24-26 Ekim 2013, Gümüşhane, 2014, ss. 155-180, s. 178-179.

Kaynakça

Akseki, Ahmet Hamdi, Ve'l-Asr Tefsiri, Evkaf Matbaası, İstanbul, 1928.

Atay, Rıfat, "Bilgi ve Eylem Arasında Mevlana'da Estetik Değerler Eğitimi: Mesnevi Merkezli Bir Okuma Denemesi," Eğitimde Gelecek Arayışları Dünden Bugüne Türkiye'de Beceri Ahlak ve Değerler Eğitimi, Editör: Arzu Güvenç Saygın, Murat Saygın, Atatürk Araştırma Merkezi Yayınları, Ankara, 2016, 1233-1247.

Atay, Rıfat, "The Importance of Aesthetics in Theological Education: A Philosophical Reading of the Recent Discussions in the Turkish Case," Procedia - Social and Behavioral Sciences, 174, (2015), ss. 1255-1261.

Atay, Rıfat, God Between Reason and Experience, Sonçağ Yayıncılık, Ankara, 2019.

Başgil, Ali Fuat, Din ve Laiklik, Yağmur Yay., İstanbul, 1991.

Çalışkan, Necmettin, "Çevresel Bilinç Bağlamında Kur'ân'da Teshîr Kavramı", Kilis 7 Aralık Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi, 2020, cilt: VII, sayı: 1, ss. 81-111.

Deliser, Bilal, "İslam'da Çevre Felsefesinin Kur'anî Temelleri", Uluslararası Katılımlı Çevre Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 24-26 Ekim 2013, Gümüşhane, 2014, ss. 193-213.

Deliser, Bilal, "Kur'an-ı Kerim'de Çevre Felsefesi Konusunda Temel Yaklaşımlar", Gümüşhane Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi, 2015, cilt: IV, sayı: 7, ss. 133-155.

Demir, Recep, "Doyumsuz Tüketim Arzusu ve Çevre Sorununa Kur'an Çerçevesinde Bakış", Tarih Kültür ve Sanat Araştırmaları Dergisi, 2012, cilt: I, sayı: 4, ss. 1-12.

Efil, Şahin, "Kur'an'da Çevrenin Metafizik Temeli ve Çevre Ahlakı", Çevre ve Din Uluslararası Sempozyumu, 15 Mayıs 2008, cilt: II, ss. 205-215.

el-Behiy, Muhammed, İslâm Düşüncesinin İlahî Yönü, Çev. Sabri Hizmetli, Fecr Yay., Ankara, 1992.

Ellek, Hasan, "Kur'an-Kerim ve Hadis-i Şerifler Işığında Çevre Hukuku", Uluslararası Katılımlı Çevre Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 24-26 Ekim 2013, Gümüşhane, 2014, ss. 517-526.

Erich Fromm, Yeni Bir insan Yeni Bir Toplum, Çev. Necla Arat, İstanbul, 1984, s. 66; Başer, Vehbi, "Sosyal Bilimler Açısından Kutsal Metinlerin Anlaşılması," II. Kur'ân Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Bilgi Vakfı Yay., Ankara, 1996.

Karakaş, Vehbi - Nurdan Mendeş, "Çevre Kavramına Kur'an ve Sünnet Merkezli Bir Yaklaşım", EKEV Akademi Dergisi - Sosyal Bilimler -, 2015, cilt: XIX, sayı: 63, ss. 357-369.

Karslı, İbrahim Hilmi, "Çevre Sorunu ve Kur'an'ın Doğal Çevre Öğretisi", Diyanet İlmi Dergi, 2012, cilt: XLVIII, sayı: 1, ss. 93-120.

Kaya, Süleyman, "Kur'ân Kaynaklı Çevre Algısının Pratiğe Dönüştürülememesinin İrdelenmesi", Turkish Studies = Türkoloji Araştırmaları, 2015, cilt: X, sayı: 2, ss. 565-586.

Kayhan, Mustafa, "Çevre-İnsan İlişkisinde Kur'ân'ın Hedefi", Uluslararası Katılımlı Çevre Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 24-26 Ekim 2013, Gümüşhane, 2014, ss. 155-180, s. 178-179.

Kula, Naci, "Kur'an Işığında İnsan-Çevre İlişkisinin Ruh Sağlığı Açısından Önemi", Uludağ Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi, 2000, cilt: IX, sayı: 9, ss. 361-376.

Muhammed Kutup, İnsan Psikolojisi Üzerine Etütler, Çev. Bekir Kalığa, İşaret Yay. İstanbul, 1987.

Özdemir, İbrahim, "Kur'an ve Çevre", İslâmî İlimler Dergisi, 2006, cilt: I, sayı: 2, ss. 161-184.

Pişgin, Yasin, "Ahmet Hamdi Akseki'nin "Ve'l-Asır Tefsiri" İsimli Risalesi Üzerine Bir Değerlendirme", Toplum Bilimleri Dergisi, 2014, cilt: VIII, sayı: 15, s. 287-302.

Pişgin, Yasin, Kur'an'da Karakter İnşası, İlahiyat Yayınları, Ankara, 2017.

Saka, Şevki, Yabancılaşma Karşısında Kur'an, Ankara, 1997.

Yıldırım, Zeki, "Kur'an ve Çevre Sorunları", Atatürk Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi, 2012, sayı: 38, ss. 67-100.

Geçmişten Geleceğe "Çevre Tarihi"

İbrahim Yenigün
Harran Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Şanlıurfa, Türkiye

Özet

Günümüz dünyasında kabul görmüş büyük problemlerin başında çevre sorunları gelmektedir. Küresel düzeyde etkiye sahip bu problemler, her geçen gün daha karmaşık ve çözümü oldukça güç boyutlara ulaşmaktadır. Bugünümüzü olduğu kadar yarınımızı da yakından ilgilendiren çevre sorunlarının varlığı, gezegen tarihimizin ilk çağlarına kadar uzanmaktadır. İnsanlık tarihi açısından ise gelebileceği en tehlikeli boyutlardan birine ulaşan çevre problemleri, dünyamız üzerindeki hassas dengelerin çoğunu derinden etkilemektedir. Yaşananlar, bu durumun baş aktörü olan insanoğluna ciddi görevler yüklemiş, çözümler üretmeye mecbur kılmıştır. Bu kapsamda, ayrı ve özel bir gayret içinde olan uzman çevreler, yeni bir uzmanlık alanı olarak "Çevre Tarihi" ni gündeme taşımışlardır. Bu yeni perspektif, ilk bakışta görünmeyen ancak toplumların oluşmasında, gelişmesinde ve yok olmasında etkili olan önemli sebepleri, çevresel faktörler ışığında aydınlatmaktadır. Çevre Tarihi penceresinden elde edilen bilgilerin bir bölümü bizlere önemli ipuçları verirken, bazı bölümleri ise tamamen örnek modeller olarak karşımıza çıkmaktadır. Çok daha önemli bir bölümü ise belki de günümüz dünyasına henüz yeterince girmemiş, benzersiz etkiler sağlayacak şekilde tarihin tozlu ve bilinmeyen sayfalarında günümüz toplumlarıyla buluşmayı beklemektedir. Başta tarih olmak üzere, çok sayıda bilim dalıyla ortak hareket eden "Çevre Tarihi", kalıcı ve sürdürülebilir çevre bilinci adına umut vaat eden yeni bir uzmanlık alanı olmuştur. Otoritelerce heyecan verici olarak değerlendirilen ve çevre konularıyla ilgili çalışmalara farklı bir boyut kazandıran "Çevre Tarihi", yaşanan yanlışların tecrübe konusu edilmesi, örnek niteliktekilerin günümüze yansıtılması ve bağlı olarak çevre duyarlılığı oluşturması gibi hayati amaçlara sahiptir. Buradan hareketle çalışmada, bu yeni uzmanlık alanına ait bilgilerin, önem ve örnekleriyle birlikte sunulması hedeflenmektedir.

Anahtar kelimeler: *Çevre Tarihi, çevre bilinci, yeni uzmanlık*

"Environmental History" From Past to Future

Abstract

Environmental problems are among the major problems accepted in today's world. These problems, which have a global impact, are becoming more complex and difficult to solve every day. The existence of environmental problems, which concern our present day as well as our future, dates back to the early ages of our planetary history. Environmental problems, which have reached one of the most dangerous dimensions in terms of human history, deeply affect most of the delicate balances on our world. What happened has placed serious duties on the human being, the main actor of this situation, and has made it compulsory to

produce solutions. In this context, expert circles, who have made a separate and special effort, have brought the "History of Environment" to the agenda as a new specialty. This new perspective illuminates important reasons that are not visible at first glance but are effective in the formation, development and destruction of societies in the light of environmental factors. While some of the information obtained from the Environmental History window gives us important clues, some of them are completely exemplary models. A much more important part of it is waiting to meet with today's societies in the dusty and unknown pages of the history, which has not yet entered the world enough yet, providing unique effects. "Environmental History", acting in collaboration with many disciplines, especially history, has become a promising new area of expertise for permanent and sustainable environmental awareness. "Environmental History", which is considered as an exciting by the authorities and adds a different dimension to the studies on environmental issues, has vital goals such as experiencing the wrongs experienced, reflecting the exemplary ones to the present day and creating environmental sensitivity depending on the present. From this point of view, it is aimed to present the information of this new specialty with its importance and examples.

Key Words: *Environmental History, environmental awareness, new expertise*

1. Giriş

İnsanoğlunun en çok merak ettiği konulardan biri de içinde yaşadığımız dünyanın nasıl meydana geldiği ve bugüne kadar hangi süreçleri geçirdiği olmuştur. Bu sorulara net cevaplar bulunmamış olsa da çeşitli kuramlar geliştirilmiştir. Bunlardan "Büyük Patlama" kuramı en fazla kabul gören olmuştur. Buna göre yaklaşık on iki milyar yıl önce evrende yaşanan büyük patlama sonrası yıldızlar, gezegenler ve galaksileri oluşturan atom partikülleri meydana gelmiştir. Sonrasında oldukça büyük miktarda enerji oluşmuş, gaz ve tozdan meydana geldiği sanılan solar nebula yoğunlaşarak, güneş sistemini meydana getirmiştir [1]. Bu sistemdeki gezegenlerden biri olan dünyamızda, yaklaşık üç buçuk milyar yıl önce ilk hayat belirtileri başlamıştır. Sadece birkaç milyon yıl önce ise ilk insan türü meydana gelmiştir. Gezegenimizin milyarlarca yıllık geçmişe sahip olduğu düşünüldüğünde, dünya tarihindeki insan varlığının süresi oldukça az olarak değerlendirilmektedir. Ancak insanoğlunun çevresiyle etkileşiminden doğan sonuçların etki süresi ve gücü için aynı şeyi söylemek mümkün değildir. Zira günümüz toplumlarının sebep olduğu çevre sorunlarının etkileri, dünyanın yok oluşuna kadar sürecek belki de dünyanın yok olmasına neden olacaktır [2]. Bu derece büyük sonuçlara sebebiyet veren insanoğlu, çözüm için türlü arayışlara girmiştir. Geçmişe duyduğu merak gerçeğinden hareketle, çözümü yine geçmiş-

te aramaya yönelmiş ve bu konuda yeni bir ufuk açmıştır. Bu arayışın neticesi olarak ortaya çıkan "Çevre Tarihi", çevre duyarlılığının oluşturulması adına önemli bir umut kaynağı olmuştur. Böylece "Çevre Tarihi" sayesinde, insanlık tarihinin çevreci gözlüğüyle incelenmesi, değerlendirilmesi ve hayati çıktılarının günümüz toplumlarına iletilmesi sağlanmış olacaktır. Medeniyetlerin sadece savaş gibi nedenlerle değil, çeşitli çevresel problemler sonrası yok olduğu ya da tam tersi gösterilen hassasiyete bağlı uzun yıllar varlıklarını koruduklarını gerçeğinden hareket edilmesi sağlanacaktır. Yine aynı pencereden bakışla, olumlu örneklerin detayları günümüze uyarlanacak, olumsuz örneklerin ise ders niteliğindeki mesajları günümüz toplumlarına aktarılmış olacaktır.

2."Çevre Tarihi" nin Dünü ve Bugünü

İnsanoğlu, sosyal niteliğinden kaynaklı topluluklar şeklinde yaşamaktadır. Bu toplulukların geçmiş yaşantıları ve bunların özellikleri gibi daha pek çok konu tarih bilimince araştırılmaktadır. Hayati öneme sahip bu uzmanlık alanıyla elde edilen geçmişe ait veriler, insanlığın geleceğini şekillendirmektedir. Çünkü tarihte yaşanan olaylar, bir zincirin halkaları gibi, kendinden önceki olayın sonucunu oluştururken, kendinden sonraki olayın ise sebebini teşkil etmektedir. Aynı durum, toplumların yaşamış oldukları çevre sorunları ve çevreci yaklaşımları için de geçerlidir. Buna bağlı olarak tarihçiler, bu sorunlardan kaynaklı, önceki yüzyılda geliştirilen bilimsel disiplinlerin kökenini aramaya başlamışlardır [3]. Bu gerekçelerden hareketle oluşan "Çevre Tarihi" uzmanlık alanı, yeni ve heyecan verici bakış açısıyla, geçerli metodolojilerden biri olarak ortaya çıkmış, sağladığı katkılarla da çevre bilimi dünyasındaki haklı yerini almıştır.

Geçmişteki insan-çevre etkileşimini inceleyen çevre tarihinin temel misyonu, insanın çevre tarafından nasıl etkilendiğini ve sonuçlarını araştırmak olmuştur. Aynı zamanda doğanın insan tarafından zarar görmesini ele alan çevre tarihi, bu konudaki yanlışlıkların düzeltilmesi görevini de üstlenmiştir. Böylece, sorunların daha iyi anlaşılması sağlanırken, yarınlarla ilgili doğru kararların alınması da sağlanmış olacaktır [4].

Ciddi anlamda ilk defa 70'li yıllarda ele alınan Çevre Tarihi, geçmiş ile gelecek arasında yapıcı bir bağ kurulmasını temel amaç edinmiştir. Görevi ise hem insanların çevrelerini nasıl değiştirdiklerini hem de çevrenin insanlar üzerindeki değişikliklerini incelemek olmuştur [5]. Çevre tarihinin ilişkili olduğu arkeoloji ve antropoloji, ekolojinin insan bilimleri arasında yer edinmesini sağlamış [6], aynı zamanda Çevre Tarihinin temellerini oluşturmuştur [7].

Yaklaşık son elli yıldır, başta tarihçiler ve doğa bilimciler akademik disiplin

çerçevesinde çevre tarihine olan ilgilerini arttırmışlardır. Bu durumun ilk sonuçlarından biri 1975'de Amerika'da kurulan, Çevre Tarihi Amerikan Derneği olmuştur. Avrupa'da ise Çevre Tarihi ile ilgili araştırmalar farklı akademik kültürler tarafından yürütülmüştür. Hollanda'da 1986'da kurulan vakıfla, Çevre Tarihi ile ilgili araştırmalara el atılmış, en önemli hedeflerinden biri de Çevre Tarihi ile ilgilenen araştırmacıları bir araya getirmek olmuştur.

Konuyla ilgili İngiltere'de ise 1995 yılında "Çevre ve Tarih" adlı dergi yayınlanmış, beşeri ve biyolojik bilimlerle ilgilenen akademisyenler bir araya getirilmiştir. Bu girişimle günümüz çevre sorunlarına çözümler kavuşturulması amaçlanmıştır. Benzer yaklaşım, Belçika'daki Hollanda-Flaman ortak çalışması olan "Tijdschrift voor Ecologische Geschiedenis (Çevre Tarihi Dergisi)" içinde gerçekleşmiştir. Dergi 2014'de, "Journal for Environmental History and Society (JHES) (Çevre Tarihi ve Toplum)" şeklinde isim değişikliğine giderek içeriğini daha da genişletmiştir. Avrupa'daki en eski Çevre Tarihi enstitüsü ise İskoçya'daki St. Andrews üniversitesi tarafından kurulmuştur. Enstitü, Ormanlar ve Çevre Tarihi üzerine düzenlediği konferanslarla, İskoçya'daki araştırmalara öncülük ederek önemli rol oynamıştır. Aynı dönemde diğer Avrupa ülkelerinde de benzer çalışmalar olmuş ancak yayınlarda farklı dillerin kullanımından dolayı anlaşılma güçlüğü ortaya çıkmıştır. Bu problemin çözümü amacıyla 1999'da Almanya'da Çevre Tarihi Koordinasyon toplantısı gerçekleştirilmiştir. Bu toplantı, bir diğer önemli gelişme olan "European Society for Environmental History (ESEH) (Avrupa Çevre Tarihi Topluluğu)" nun doğmasını sağlamıştır. ESEH, kuruluşunun ilk yıllarında İskoçya'da ilk uluslararası konferansını düzenlemiştir. Konferansla yüksek sayıda üye edinilerek önemli başarı sağlanmış, 2003 ve 2015 yılları arasında altı yeni konferans daha tertip edilmiştir.

Avrupa'daki Çevre Tarihi ile ilgili önemli bir gelişme de üniversite düzeyinde yaşanmıştır. Stirling üniversitesinde 1999'da kurulan "Çevre Tarihi Merkezi", faaliyetlerini "Çevre, Miras ve Politika Merkezi (Centre for Environment, Heritage and Policy – CEHP)" adıyla sürdürmeye devam etmiştir. Merkez, ağırlıklı olarak bir araştırma merkezi şeklinde çalışmalarını yürütmekte, çeşitli seminerler düzenleyip, lisansüstü eğitimler vermektedir. Bunun yanı sıra, Avrupa üniversitelerinin bazı tarih bölümleri, artık çevre tarihinin tanıtıldığı kurslar düzenlemektedirler. Çevre tarihi uzmanlığı Asya'da da karşılık bulmuş, doğudaki Çevre Tarihi profilini yaymak ve çeşitli araştırmaların birbirleriyle iletişimini sağlamak amacıyla, 2009'da "Doğu Asya Çevre Tarihi Derneği (Association for East Asian Environmental History – AEAEH)" kurulmuştur [8].

3."Çevre Tarihi" Perpektifinden Önemli Tespitler

Sadece günümüz modern dünyasına özgü olduğu düşünülen çevre sorunlarının, sanılanın aksine tarihteki sayısız örneğine bağlı olarak, insanlık tarihinde derin ve geniş yer tuttuğu bilgisine ulaşılmaktadır. Hatta dünyanın ilk oluşumu sırasında oksijen bulunmazken, belki de tüm zamanların en yoğun karbondioksit varlığından dolayı, başta sera etkisi olmak üzere ciddi kirlilik problemleri yaşanmıştır. Ancak bu yoğun karbondioksitin kayaçlarla reaksiyona girerek karbonat minerallerini oluşturması, bir kısmınınsa okyanuslarda çözünerek sıvı hale geçmesi sera etkisini hafifletmiş, gezegenin soğumasını sağlamıştır [9]. Günümüze kadar sürekli artış gösteren bu ve benzeri durumların bir tarihsel süreci vardır. Engin bilgi, deneyim ve sonuçların depolandığı bu süreçten, azami oranda faydalanmak, bu sürece ait sağlıklı araştırma ve gözlemlerden geçmektedir. "Tarih cahiliysen, her şey yeni görünür." [10] sözünde de dikkat çekilmek istendiği gibi, tarihi bilgilerin gelecek açısından büyük önem arz ettiği önemli bir gerçektir. Aynı durum insanlık tarihinde çevre ile ilgili konulardaki mevcut hafıza için de geçerlidir.

İnsanlığın ilk dönemlerine kadar uzanan ve bu bilgiyi kanıtlayan belirgin başlıca örnekleri şöyle sıralamak mümkündür;

•Kutsal heykeller dikmek için adadaki tüm ağaçları kullanıp, tüketen ve yaşanan erozyonla kendi sonlarını getiren Paskalya adası yerlileri

•Erozyon ve iklim değişikliğine bağlı yok olan Vikingler

•Ormanların azalmasına bağlı artan erozyonun açlıktan toplu ölümlere yol açtığı 18.yüzyıl Japonya'sı

•Hatalı sulama sonucu geniş toprakları tuzlanıp kullanılamaz hale gelen, bağlı olarak tarımı zayıflayınca ordusu da uygarlığı da çöküşe sürüklenen Sümerler

•Ulaşılabilir doğal kaynaklarının aşırı nüfus artışına bağlı yetmez hale gelerek çöken Maya uygarlığı [11].

Mevcut tespitler değişik dönemlere ait örneklerle çoğaltılacak olursa, şöyle sıralanabilir;

Son dönem keşiflerden olan, 12.000 yıllık geçmişiyle Şanlıurfa'daki Göbekli Tepe kalıntılarındaki işlemelerde, bugün bile hala doğayı tanımlamak adına kullanılan bitki ve hayvan figürlerinin yer alması, çevre-insan ilişkisinin, insanoğlunun varoluşuyla eşdeğer geçmişe sahip olduğunun en belirgin kanıtlarındandır. Bununla birlikte, kazı bölgesinde gün yüzüne çıkan dev blokların yapılışı ve kullanılan malzemelerle ilgili uzun yıllar süren araştırmalar yapılmış ancak bu konuda geçerli verilere rastlanmamıştır. Günümüze kadar korunarak gelmesi ve

şaşırtıcı mühendislik detaylarını barındırması açılarından, günümüz bilim çevrelerine cevabı beklenen sorularla dolu gündemi taşımıştır [12].

Çevre mühendisliği açısından merak konularını zorlayacak bir diğer ayrıntı ise Mısır piramitlerinde karşımıza çıkmaktadır. Yaygın kanı ve inanışa bağlı olup ancak kanıtlanmamış bilgilere göre, Piramitlerin içerisine bırakılan kirli su, birkaç gün içinde temiz hale gelmektedir. Bu ve benzeri diğer tespitlerdeki dikkat çekici ortak konu ise tarihin derinliklerinde, günümüz medeniyetleriyle yarışabilecek bilgi ve donanım seviyelerinin yaşanmış olduğu bilgisidir.

M.Ö. 7000 yıllarında tarım amaçlı arazilerde aşırı sulamaya bağlı tuz oranı fazlalaşmış, kuraklığa bağlı bazı toplumlar göç etmişlerdir [13]. Maalesef günümüzde de yaşanan benzer yaklaşımlar, bu durumun çok eskilere dayandığını ispat etmektedir. Söz konusu ispat ise, geçmişten ne kadar büyük oranda yararlanmamız gerekliliğini çarpıcı bir şekilde ortaya koymaktadır.

M.Ö.3400-2450 yıllarındaki erken Mısır Medeniyetlerine ait kazılarda, yağış sularının toplanması ve kanalizasyon sularının bertarafında kullanılan bakır boruların yer aldığı düzenekler bulunmuştur [14]. Bununla birlikte, temiz su elde etmek adına yapılan ilk girişimlerin yine Mısırlılar tarafından gerçekleştirildiği kaydedilmektedir. Araştırma sonuçlarına göre, M.Ö. 1500 yıllarında Mısırlılar, doğal kaynaklardan elde ettikleri suyu içilebilir kılmak için şap kullanmışlardır [15]. Mısırlıların su temini ve bertarafı adına gösterdikleri bu önemli çabalar, çevre mühendisliğinin temel konularını oluşturmakta dolayısıyla ilgili gayretlerin incelenmesini de haklı gerekçelere dayandırmaktadır.

Fransa'daki müzede silindir killerde oyulmuş halde yer alan bilgilere göre Mezopotamya'da bugünkü Irak topraklarına karşılık gelen bölgede, Lagash ve Sümer krallıkları arasında yaşanan savaşın tek nedeni su olmuştur. Yazıtlarda, ortak sulama kanalından su alınması kurallarının ihlali, hırs ve daha fazla yararlanma isteklerinden dolayı kanlı ve acımasız öykülere yer verilmiştir [16]. Tarihteki "ilk su savaşı" olarak anılan olay, M.Ö.2500'de gerçekleşmiştir. Yaşananlar, daha o günlerden bölgede yaşanacak olaylara adeta göz kırpmış ve önemli göndermelerde bulunmuştur. Ancak, pek çok konuda olduğu gibi tarihten ders çıkarma konusunda da sınıfta kalan insanoğlu, yine duyarsız kalmış, belki de görmezlikten gelmiştir.

Geçmişte krizler ve çatışmalar yaşandığı gibi, sonuçlarını yönetecek çabalar da sergilenmiştir. Özellikle 1970'li yıllardan sonra güncellik kazanan ve çevre meselelerine bağlı olarak ortaya çıkan, bu alandaki hukuki düzenleme izlerine

rastlanması, yine milattan öncesine dayanmaktadır [17]. Konuyla ilgili olarak, Babil'de ormanların (M.Ö.1900) ve eski Mısır'da tabii kaynakların (M.Ö.1370) korunmasına ilişkin hukuki düzenlemeler yapıldığı bilinmektedir [18].

Romalıların Helenistik döneme ait çeşmelerinde yar alan uygulamalar, içilebilir nitelikteki suyun ne kadar kıymet bulması gerektiğini ortaya koyan diğer bir gözlem ürünü olmuştur. Bu güçlü inanışın göstergesi olarak, musluklardaki ve haznelerdeki suyun fazla kısmının bütünüyle akıp gitmeden, çeşmenin önündeki başka bir haznede toplanması sağlanmış, bazen de daha alt bölgelerdeki başka çeşmelerde de kullanım yoluna gidilmiştir [19]. Günümüz sürdürülebilirlik kavramıyla son derece örtüşen bu mantık, suyu hoyrat kullanan toplumların hedefledikleri idealler için gösterdikleri samimiyetsiz yaşantılara adeta tokat gibi yanıt olmaktadır.

4.Sonuçlar

Günümüz meselelerinin başında çevresel sorunlar gelmektedir. Bu problemlerin başlıca sorumlusu gezegenin tek düşünen canlısı olan insandır. Ancak insanoğlunun bu üstün donanımın etkin kullanımı, aşırı hırsının önüne geçememiş ve mevcut sorunların daha da büyümesine ve çeşitliliğine neden olmuştur. Buna bağlı olarak kaynaklar plansız ve ölçüsüz biçimde kullanılmış, doğa tahrip edilmiş, yeni kirlilikler oluşmuş, küresel ısınma gibi bütün dünyayı ilgilendiren ciddi sıkıntılar baş göstermiştir. Üstelik bir türlü arzu edilen çevre bilinci oluşturma konusunda da kalıcı ve sürdürülebilir çözümler elde edilememiştir. Bu düşüncelerden hareketle yapılan çözümcül araştırmaların yeni bir sonucu olarak da "Çevre Tarihi" uzmanlık alanı oluşmuştur. Otoritelerce heyecan verici ve etkili olarak değerlendirilen "Çevre Tarihi" nin, toplumların çevreci bilince kavuşturulması adına önemli kazanımlar sağlayacağına inanılmaktadır. Bu inançla, medeniyetlerin sadece savaş gibi nedenlerle yok olmadığı, gösterilen çevreci hassasiyetle uzun yıllar varlıklarını sürdürdükleri veya tam tersi yaşatamadıkları duyarlılık sonucu yok olduklarını gözler önüne sermeyi amaçlamaktadır. Böylece gerekli mesajları alma konusunda insanoğluna etkin bir argüman olacak, gelecek adına doğru kararların alınmasına vesile olacaktır.

Geçmişteki insan-çevre etkileşimini inceleyen çevre tarihinin temel hedefi, bu etkileşime ait sonuçları gün yüzüne çıkarmaktır. Bunun için de insanlık tarihi, çevreci bakış açısıyla ve gereken her türlü bilimsel yaklaşımla incelenmeli, yorumlanmalı ve mesajlar çıkarılmalıdır. Bu çıktılar, mevcut problemleri çözmek ve gelecekte benzer yanlışlardan kaçınmak adına kullanılmalıdır. Böylelikle, sağlam bir geçmiş-gelecek köprüsü inşa edilecektir. Bu vesile ile de hata tekrarlarının önüne geçilerek, sergilenen hassasiyetlerin günümüz toplumlarınca da sahiplenilmesi ve kullanılması sağlanacaktır [20].

Kaynakça

[1] Davidson, J., Reed, W. and Davis, P., 1997. Exploring Earth. Prentice Hall College, 477p.

[2] Keller, E., 2006. Çevre Jeolojisine Giriş. Gazi Kitapevi, Ankara, 549s.

[3] Verstegen, S. and Van Zanden, J., 1993. Groene Geschiedenis van Nederland. Het Spectrum Publisher, Utrecht, 216p

[4] Smout, T., 1993. Scotland Since Prehistory-Naturel Change & Human Impact, Scottish Cultural Press, 140p.

[5] URL-1. 2015. http://politikekoloji.org/cevre-tarihi-bilim-dalini-duydunuz-mu. (10.11.2015)

[6] Mcneill, W., 1990. Plagues and Peoples. New York, 368p.

[7] Nash, R., 1967. "Wilderness and the American Mind" The Pacific Historical Review. University of California Press, 440p.

[8] URL-2. 2005. http://www.eh-resources.org/what-is-environmental-history/ OOSTHOEK, K.J. (11.06.2015)

[9] URL-3. 2016. http://www.cangungen.com/2011/04/20/1066. (01.27.2016)

[10] Warren, R., 1995. The Purpose Driven Church. Zondervan Publishing Company, 399p.

[11] URL-4. 2015. https://tuncaliku.wordpress.com/2014/12/08/uygarlik-ve-cevretarihi/. (T. A. Kütükçüoğlu, Düzenleyen) (10.11.2015)

[12] Howe, L., Hancock, G., Collıns, A. and Coppens, P., 2016. Göbekli Tepe'nin Sırları. http://www.history.com/shows/ancient-aliens/season2/ episode-8.

[13] Kohler-Rolefson, I., 1988. The Aftermath of the Levantine Neolithic Revolution in the Light of Ecological and Etnographic Evidence. Paleorient (14): 87-93.

[14] Bryan, A. and Bryan, C., 1956. Bacteriological Principles and Practice. Barnes and Noble, 422p

[15] Aslan, C., 2012. Su ve Yaşam. Ankara Tabip Odası, Aski, Çevre Müh. Odası, Gıda Müh. Odası, Halkevleri, İnşaat Müh. Odası, Jeoloji Müh. Odası, Kimya Müh. Odası, Tüketici Dernekleri Federasyonu, Tüketici Hakları Derneği ve Ziraat Müh. Odası, Algı Tanıtım, Ankara, 81s.

[16] Hatami, H. and Gleick, P., 1994. Chronology of Conflict over Water in the Legends, Myths and History of the Ancient Middle East. Environment, 36(3): 6-15.

[17] Bilgiç, V., 1995. Çevre Hukukunun Tarihi Gelişimi. Ekoloji, (14): 38.

[18] Lyster, S., 1985. International Environmental Law. Cambridge University Press, 724p.

[19] Wycherley, R., 1993. Antik Çağda Kentler Nasıl Kuruldu? Arkeoloji ve Sanat Yayınları, İstanbul, 215s.

[20] Yenigün, İ., 2017. Günümüzle Karşılaştırmalı Değerlendirmeler Işığında "Çevre Tarihi". Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Şanlıurfa, 128s.

XIII-XV Asır Türk Edebiyatında Tabiat

Feride Hicran Veliyeva
[1]Azerbaycan Milli İlimler Akademisi, Nizami Gencevi Adına Edebiyat Enstitüsü

Özet

Makalede esas olarak; XIII-XV. asır Türk şiir ve edebi metinlerinde tabiatla münasebet, tabiatın tasviri ve canlıların hayatındaki rolü araştırılmıştır. Türk dünyasının büyük şairleri Yunus Emre'nin, Şah İsmail Hatayi'nin, Ahmed Dai'nin, Mesihi ve Şeyhi'nin şiirlerinden örnekler tahlil edilerek cevrenin insan hayatındakı önemli taraflarından bahs edilmiş ve bu büyük söz ustalarının tabiat ve hayat meselesine dair bilgece fikirlerine ve tavsiyelerine dikkat çekilmiştir. Bunların yanında edebi metinlere bağlı olarak çevrenin insan hayatına tesiri konusu da genişce ele alınmıştır. Edebi eserlerde kullanılan değişik çiçeklerin temsil ettiği tasavvufi manalar açıklanmış ve ayrıca onların tababetteki rolünden de bahs edilmiştir. Edebi eserlere konu olan doğal güzelliklerin ve tabiat manzaralarının insanın ruhen gençleşmesine, fiziki ve manevi bakımdan sağlamlaşmasına tesiri konusunda bazı şiirlerden örnekler verilmiştir. Mevsimlerin dönüşü ve insan sağlığı açısından temiz çevrenin luzumu da bu makalenin esas konularından birini teşkil etmektedir.

Bu makalede; Klasik şiirin ait olduğu her bir halkın manevi dünyasının özelliklerini ve dünya görüşünü aksettirme kudretine malik olması yanında ,tabiatın da hem ruhi coşkunluğa hem de sağlığa tesiri ele alınmakta; bu meyanda Türk tarihinin paha biçilmez eserlerinden olan Kitab-ı Dede Korkud'daki bazı tıbbi uygulamalara; sözgelimi ana sütü ve dağ çiçeğinin ölümcül yaralar için ilaç olarak kullanılması hususlarına açıklık getirilmektedir.

Makalede eşsiz doğal yapısı ve ekolojik zenginliğiyle dünyanın sayılı yerlerinden olan ve Türk dünyasının kanayan yarası özelliği taşıyan Karabağ ve özellikle Şusa tabiatının özelliklerine de değinilecektir,

Anahtar kelimeler: *Tasavvuf Edebiyatı, Tabiat tasvirleri, Ekoloji , Doğal Güzellik.*

Nature in XIII-XV century Turkish Literature

Feride Hicran Veliyeva
[2]Azerbaijan National Academy of Sciences,Literature Institute after Nizami Gencevi

Summary

The main subject of study in this article includes the relationship to nature, the description of nature and the role of nature in the life of living beings in Turkish poetry and literary texts of the XIII-XV centuries. The important role of environment in the life of human beings has been concerned based on analyze made in line

with examples of the poems of the great poets of the Turkic world, such as, Yunus Emre, Şah İsmail Hatayi, Ahmed Dai, Mesihi and Sheyhi; as a result, the author drew attention of readers to ideas and conceptions forwarded by the magnificent masters of word in connection with nature and life. In addition to these issues, the matter of influence of environment to the life of human beings in connection with literary texts has been analyzed more widely. So, the mystical significations of separate flowers descripted in the literary texts are explained, and their role in the medicine has been touched upon comprehensively. It is known that literary texts include samples of poems in terms of influence exerted by the natural beauty and natural landscapes in spiritual rejuvenation and physical and mental recovery of man. The rotation of the seasons and the need of the whole environment that helps human life constitute the main content of the article.

The article refers to the idea that just as classical poetry has the power to reflect the characteristics of the spiritual world and worldview of the people to whom it belongs, so nature has the power to influence both mental excitement and health. "Mother's milk and mountain flower" mentioned in the epos "Book of Dada Gorgud ", which immortalizes the history of the great Turkic people, is reflected as a cure for incurable ailments, and this delicate issue is thoroughly investigated in the article. The aspects of nature related to health and medicine are also widely covered in the article.

The characteristics of Karabakh and especially Shusa nature, which has different features from all corners of the world and which is an important problem of the Turkish world are mentioned in this article.

Key Words: *Sufi Literature, Depictions of Nature, Ecology, Natural Beauty*

A.Giriş: Tasavvuf Şairlerinin Çevre Duyarlılığı:

Mistik bir dünya görüşüne sahip oldukları halde; yaşam, doğa ve insanın sorunlarını ön plana çıkarmak, XIII-XV. Yüzyıl mutasavvıf şairleri de dâhil olmak üzere tüm Orta Çağ Türk şairlerinin eserlerinin karakteristik bir özelliğiydi. O dönemin şairleri, resmi İslami ilişkilerde şeriatın üstünlüğünü kabul etmiş, onu varlık ile yokluk arasında bir köprü olarak görmüş, ancak doğanın insan ruhunu mucizevî bir güç olarak beslediğini asla inkâr etmemiştir. Aksine, doğayı tasvirler etmenin yanı sıra insan sağlığını geri kazandıran, canlandıran ve iyileştiren doğal nimetlerden bahsetmeyi de önemli gördüler. Yaradılışın kaynağı, tüm değişimin ve ilerlemenin sebebi olarak aşkı gören Sufiler bile, doğa güzelliklerini aşkı var eden kaynaklardan biri olarak görmüş ve onun koynuna sığınmanın insan ruhu için besleyici rolünü her zaman vurgulamışlardır.

Kış gitdi, yine fasl-ı bahar geldi
Gül bitdi vü lalezar geldi
Kuşlar kamusı figâna düştü
Aşk odı yine câna düşdü (1, 219)

(Kış gitti ve yine bahar mevsimi geldi. Gül açıldı ve ortalık lale bahçesine dönüştü. Bütün kuşlar çığrışmaya başladılar. Belli ki yine cana aşk ateşi düşmüş !)

Sufiler, sevginin ilahi bir anlamı olduğunu ve Tanrı'ya erişmenin ancak ilahi sevgi ile mümkün olduğunu düşünseler de, bu sevgiyi var eden asıl unsurun doğa olduğunu da inkar etmezler.

Ortaçağ tasavvuf şairlerinden biri olarak, yaşam konusunda iyimser olan Hatayi, doğanın tüm unsurlarında Allah'ın tezahürünü görür ve şiirinde onu ustaca dile getirir

Ağ leçegi serpe saldı dağlar,
Susen kılıc aldı , bîd hançer
Ayş etmeyenin gözüne sancar
Pervaz kılur havada turgu
"Ya rafi "ohur kimisi "yahu" (1, 221)

(Dağlar beyaz başörtüsünü saldılar. Susam eline kılıç aldı, söğüt yaprağı da hançer. (Bu güzel havada) yiyip içmeyenin gözüne saplar. Turgay kuşları havada dolanır ve kimisi ya râfi, kimisi de ya hu esması okur.)

Hakka ulaşmak için verdiği tüm mücadelelerde tabiat güzelliğini gören bir sufi şair, tıpkı derviş gibi sevinçlidir. Bu manevi yolculukta onun gözünde dünya renkli bir hale gelir:

Her bir çiçek üste kondu zenbur,
Devşürmeye cıkdı danesin mûr (1,223)

(Her bir çiçeğe bir arı kondu. Her karınca da -nasibi olan- tanesini devşirmeye çıktı)

Tasavvufi olgunlaşma yolundaki ilk aşamanın şeriat olduğu ve son aşamanın da hakikat olduğu bilinen bir gerçektir. Şeriattan hakikate giden manevi yola tarikat ve bu yoldaki duraklara da makam denilir. Şair bu makamlarda doğanın

güzelliklerinden heyecanlanarak coşar ve aşka dalarken anlattığı bu manzaraları görür, güzelliklerini idrak eder; doğanın güzelliğin kaynağ olduğunu anlar. Güzellik insanda Yaratıcısına karşı bir sevgi uyandırır ve Allahın mutlak güzelliği doğanın güzelliği ile birleşir. XIII-XV. Yüzyıl Türk şairleri hem gerçek tabiatı hem de Allahın mutlak güzelliğini bir arada gözlemlerler:

Mevsim-i gül geldi vü gülşen bezendi bezm için
Bağ u sahra cümle yekser lalezar oldu yine. (1-150)

(*Gül mevsimi geldi ve gül bahçesi zevk alemleri için süslenip bezendi. Bağlar, ovalar yine baştan başa lale bahçesine dönüştü.)*

Doğa aynı zamanda bir haz kaynağıdır ve insan yaşamındaki en önemli şeylerden biri olan zevk alma duygusunun gelişmesinde onun rolü büyüktür. Bir insan çevrenin güzelliğinden zevk almıyorsa, yüksek bir ruha erişemez. Zevk, bir kişinin yaşaması, yaratması, yaşatması, hoş vakit geçirmesi ve saf bir ruh haline sahip olması için gerekli motivasyonu sağlar.

Gül yanağuna bitdi ise hatt-ı benevşe
Güzellik için gam yime göz-kaş esen olsun(3,212)

(Gül yanağında menekşeye benzer ayva tüyleri çıktıysa güzelliğim gitti diye gam yeme..Kaşla göz sağ olsun.)

Türkçenin büyük klasiklerinden XIII. yy.da Yunus Emre'nin; XIV. Yy.da Gülşehri, Kadı Burhaneddin ve Ahmedi'nin; 15. Yy. şairlerinden Şah İsmail Hatai, Ahmed Dai, Şeyhî ve Necati'nin şiirlerinde doğanın tasviri çok başarılı bir şekilde yapılmıştır. İster hayat, ister aşk kaynağı olarak ele alınsın doğa tasvirleri, bu dönem şiirinin çok karakteristik özelliğidir. Baharın gelişi, doğanın uyanışıyla birlikte ruhun da uyanmasını göstermek, Sufi şairlerinin eserlerinin neredeyse temel amacı olmuştur

Bu gün eyyam -ı fursatdur ki hüsnün bağ-ı cennetdür
Bu fursat gey ganimetdür buna şükranedir canlar (4, 155)

(Bu günler fırsat günleridir. Senin güzelliğinse adeta cennet bahçesidir. Bu fırsat az bulunur bir ganimettir ve dolayısıyla verilecek şükür bedeli de candır.)

Doğa, özellikle bahar, çiçekler, gül ve bülbülün coşkusu Tasavvuf şairlerinin gözünde aşkı yaratan araçlar konumundadır. Yani onlar haklı olarak sevginin

kaynağını doğada bulurlar.

Berg-i benevşe sâye-bân olmış kızıl güllerine
Gül-zar-ı cennet bülbüli tahsin ider dillerine (3,296)

(Menekşe yaprağı kızıl güllerin gölgeliği olmuş. Cennet bahçesinin bülbülü bile onların şakımasına aferin der.)

XIII-XV. Yüzyıl Türk şiirinde doğanın işlevsel özünden bahsedilirken, döneme ait doğayı anlatan klasiklerin mevsimlere, çiçeklere ve ağaçlara hangi amaçla yaklaştığı da dikkat çekicidir.

Bahar oldı getür saki müdam ol rahat-i canlar
Ne rahat rah-i cennet kim bağışlar ruha reyhanlar(4,154)

(Ey saki! Bahar oldu, canımızın rahatı olan içkiyi getir. Hangi can rahatlığı! Cennet yolunu gösteren, ruha reyhanlar bağışlayan bir içki !)

B.Doğa, yaşamın kaynağıdır.

İnsanın nefesi, yiyeceği, gücü, hayatı ona doğanın bir bağışıdır. Doğanın böyle bir tarifi Karabağ'ı, özellikle Şuşa yaylasını görenleri şaşırtmaz. Yemyeşil dolambaçlı yollarıyla deniz seviyesinden 1300 metre yükseklikteki güzel Şuşa'nın doğasına hayran kalmamak mümkün değildir. Dünyanın dokuz iklimini kendisinde toplayan Karabağ yaylasının temiz havası ve suyu birçok hastayı iyileştirir, onlara muğam ve müziğin sesini hatırlatır. Halk arasında çok bilinen bir atasözü vardır: Âşık gördüğünü söyler, derler. Âşık gibi şair de gördüğü doğayı tasvir eder. Bu nedenle Türk dünyasının ortaçağ şairlerinin şiirleri de doğal güzellikler temelinde inşa edilmiş ve gelişmiştir.

Yaratılmışların en şereflisi olan insanoğlunun doğanın koynunda doğduğu, en eski zamanlardan beri onun toprağına, taşına ve çiçeklerine tapındığı gerçeği göz önüne alındığında, ortaçağ şairlerinin doğayı hayallerinde bu kadar yetenek ve incelikle tasvir etmelerinin ana nedenini anlarız. İlkel insanların bile akıllarıyla doğanın ve mevsimlerin de tıpkı insanlar gibi canlı olduğunu, yaşayıp ömrünü tamamladığını; sonra yeniden yeşerip filizlenerek canlandığını anladıklarını; dolayısıyla tabiatı insan hayatına benzettiklerini daima müşahede ederiz. Bu anlayış ve benzetme XIII-XV yüzyıl şairlerinin şiirlerinde daha çok yaygındır.

Dinle bülbül kıssasın kim geldi eyyâm–ı bahar
Kurdı her bir bağda hengâme hengâm-ı bahar

Oldı sîm-efşan ana ezhâr -ı bâdâm-ı bahar
Ayş u nuş it kim geçer kalmaz bu eyyam-ı bahar. (5,154)

(Bahar günleri gelince bülbülün hikayesini dinle.Bahar mevsimi her bahçede bir telaş ve faaliyet kopardı. Bahar bademlerinin çiçekleri bağa gümüşler saçtı. Ye, iç zira bu bahar günleri kalıcı değil..)

İlk bakışta sıradan bir insanın hayatındaki ayrılık ve ölüm acısını ifade eden bu şiir parçası, aslında doğanın en güzel çağı olan baharın bile sarardığını ve kayboldu ğunu vurguluyor. Bu felsefi bakış açısı , şiirin insan duygularını çok özlü bir şekilde yansıtan bir yaratıcılık örneği olduğunu bir kez daha doğrulamaktadır.

Diğer taraftan bu örnekler doğanın ayrıntılı bir tasvirini de ihtiva etmektedir. Verilen her iki şiir örneği de doğanın en güzel ve kokulu çiçeği olan gül üzerinden seslenir ve şekil bakımından bir bayatıyı andırır.

Karabağ'ın dik zirveli ve yeşil yamaçlı dağları, tarih boyunca bu yerleri görenleri büyülemiştir. Büyük Türk dünyasının bu güzel manzaralı köşesi, bu belalar diyarı, tüm tarihi dönemlerde komşu halkların ilgisini çekmiş ve halkımızın kalp ağrısı olmuştur.

C-Azerbaycan kaynaklarında tıbbi ve aromatik bitkiler;

Tabiatın tedavi edici özelliği artık bütün dünyada kabul edilmiş bir gerçektir. Tabiat bir çok hastalıkları bitirme kudretini haizdir. Tedavi edici madeni suların mide, bağırsak hastalıklarına; güllerden, çiçeklerden hazırlanan hapların en ciddi hastalıklara iyi geldiği artık kabul edilmiştir. Oysa, Dede Korkut destanının Dirse Han Oğlu Boğaç Han hikayesi, daha o asırda Türk halklarınca çiçeklerin merhem olarak kullanıldığını bize göstermektedir: "Boz atlı Hızır oğlanın yanında hazır oldu, üç defa yarasını eli ile sığayıp;

– "Oğlan, korkma ,sana bu yaradan ölüm yoktur. Dağ çiçeği ile ananın sütü sana merhemdir" deyip yok oldu. (2,11).

Bu örnek de gösteriyor ki çiçeklerin ve bütünüyle tabiatın insanı ağır hastalıklardan kurtarabileceği çok eski zamanlardan beri Türk halkları tarafından bilinmekte idi.

Bütün bu alemin varlığı öncelikle, yaratılmışların en şereflisi olan insanın varlığı, sağlığı ve huzuru içinse, bunun gereği olarak yapılacak en önemli işlerden biri de tabiatı bütün incelikleriyle araştırmak, şifalı özelliklerini keşfet

mek ve onu korumaktır. Tabiatın bu sihirli kudretini o kadar uzak asırlardan beri, dağ taş arasında yaşayan ulu atalarımızın biliyor ve onu ilaç olarak kullanıyor olması hakikaten şaşılacak bir husustur.

20.Asırdan itibaren modern tıp da yüzünü tekrar tabiata dönmüş bulunuyor. Kimyevi ilaçların faydasından çok zararı olduğu anlaşıldıkça insanlar tabiata yöneliyorlar ve tabiat da onlardan şifasını esirgemiyor.

AMEA Elyazmaları Enstitüsünde Orta Çağ tıp ilmine ait 400 kadar eski elyazması bulunması yukarıdaki fikirlerimizi tasdik eder. Bunların arasında İslam aleminin tıptaki en büyük siması İbn-i Sina'nın Kanun isimli eserinden başlayarak 19.yy.a ait Türkçe metinlere kadar muhtelif elyazmaları tabiatın insan hayatındaki önemini aksettirir. Bunların arasında yer alan ve Şirvanlı Muhammed Yusuf tarafından 1712 yılında kaleme alınmış olan *Tıbname*[3] isimli eserde insanın bütün hastalıklarının tabii tıpla tedavisi konusu çok geniş olarak ele a lınmıştır. Yusuf İsrafiloğlu ve Reşid İsmayiloğlu'nun tertip ettiği *Halk Tababeti;* Ferid Elekberov'un *Şark Tababeti ve Milli Yemeklerimiz* ile Nesimi Haşimov ve Mayıs Kasımov'un müşterek eseri olan Bitki Kozmetikası gibi çalışmalarda tabiatın sihirli gücünü görüp hayran olmamak mümkün değildir.

Esasen bütün bu bitkilerin muhtelif hastalıklara karşı tedavi edici özelliği günlük hayatımızda sürekli gözlemlediğimiz bir husustur.

Sonuç olarak bu çalışma modern dünyanın karşısındaki en büyük problemlerden biri olan ekolojik dengenin bozulması, çevre kirlenmesi ve bunlara bağlı olarak insan sağlığının bozulmasına karşı dikkatleri tekrar tabiata ve onun tedavi edici özelliklerine çekme; günümüz insanını ,atalarımızın klasik edebiyatımıza yansıyan çevre duyarlılığına tekrar davet etme amacını taşımaktadır.

3 "Azəbaycanın meyvə və tərəvəz bitkilərinin müalicə əhəmiyyəti"(Azerbaycanın meyve sebzelerinin tedavi edici özellikleri) isimli kitap 190 sayfadan ibarettir. Burada ayrı ayrı meyve ve sebzelerin hangi hastalıklara iyi geldiği araştırılmakta; Elma, nar, incir, üzüm(s.5-15) ve diğer meyvelerin insan bedeni için faydaları sıralanmaktadır.

Kaynakca

1.Şah İsmayıl Xətai, Düzenleyen, önsöz ve açıklamalar ekleyen; Prof. Xəlil Yusifli, Poliqrafiya Şirkəti Neşriyatı, Bakı, 2005,

2.Kitabi Dədə Qorqud, Düzenleyen,önsöz ve sözlük ekleyerek yayına hazırlayan; Samət əlizadə, Yeni Neşirler evi, Bakı 1999,

3. Ahmed Paşa Divanı ,Haz.Prof. Dr. Ali Nihat Tarlan, Milli Egitim Basımevi, İstanbul, 1966,

4. Ahmed-i Dai, Divan. Haz. Mehmet Özmen, Türk Dil Kurumu , Ankara, 2017,

5. Mesihi Divanı, Haz. Prof. Dr . Mine Mengi , Atatürk Kültür Merkezi Yayını, Ankara, 2014,

Yaşam Tarzı Olarak Çevre

Kemal Göz
*Pamukkale Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Felsefe ve Din Bilimleri Bölümü
Denizli/Türkiye

Özet

Çevre, canlıların yaşamlarını geçirdikleri alan olarak tarif edilmektedir. Sosyal ve fiziki çevre olarak iki kısımda incelenebilmektedir.

Yaşam tarzımız ve medeniyet değerlerimizin çevre ile olan ilişkileri bu çalışmada değerlendirmeye çalışılacaktır. Şehirlerin tanziminden, yaşadığımız aile yuvalarına varıncaya kadar günlük yaşantının her safhası çevre ile ilişkilidir. Bu bakışla çevre günümüz insanının en çok ilgilendiği alanlardandır.

Çevre Ahlâkı bağlamında İslâm medeniyetine mensup bireylerin çevreye yaşam tarzını yansıtma davranışları, Kur'an ve Hz. Peygamber'in rehberliğindeki uygulamalarla değerlendirilecektir. Bu değerlendirmeler yaşam tarzı olarak çevreye bakışımızı şekillendirecektir.

Günümüz çevre problemleri renk, dil, din ayrımı gözetmeksizin bütün insanları etkilemektedir. İklim değişiklikleri en başta gelen problemlerdendir. Bunun dışındaki problemlere karşı çözüm üretebilmek için çevreciliği içselleştirerek yaşam tarzına dönüştürmek gerekmektedir. Bunun için de yeni nesillere çevrenin öneminin kavratılması önem kazanmaktadır.

Çevremiz hem fiziki, hem de sosyal kısmıyla beraber önemle üzerinde durulması gereken bir oluşumdur. Bu oluşumu yaşam tarzı çerçevesinde şekillendirmek yapılmakta olan işlerde sorumluluğu öne çıkarmaktadır. İnsan her anından sorumlu olan bir varlık olarak çevreyi değerlendirmelidir.

Anahtar kelimeler: *Çevre, Çevre Ahlâkı, Çevre Problemleri, Sosyal Çevre, Fiziki Çevre*

Environment as a Lifestyle

Abstract

Environment is defined as the area where living things spend their lives. It can be examined in two parts as social and physical environment. The relationship of our lifestyle and civilization values with the environment will be tried to be evaluated in this study. Every phase of daily life, from the arrangement of cities to the family homes we live in, is related to the environment. With this view, the environment is one of the areas that today's people are most interested in.

In the context of Environmental Ethics, the behaviors of individuals belonging to the Islamic civilization to reflect their lifestyle to the environment will be

*Corresponding author: Address: Pamukkale Univesity Faculty of Divinity, Department of Philosophy And Religion Sciences. Denizli/ TURKEY. E-mail address: kemalgoz@gmail.com, Phone: +90506 5803111

evaluated with the practices under the guidance of the Quran and the Prophet. These evaluations will shape our view of the environment as a lifestyle.
Today's environmental problems affect all people regardless of color, language and religion. Climate changes are one of the main problems. In order to produce solutions against other problems, it is necessary to internalize environmentalism and transform it into a lifestyle. For this, it is important to teach the new generations the importance of the environment.

Our environment is a formation that should be emphasized with both its physical and social aspects. Shaping this formation within the framework of lifestyle highlights the responsibility in the works being done. Man should evaluate the environment as a being responsible for every moment.

Key Words: *Environment, Environmental Ethics, Environmental Problems, Social Environment, Physical Environment*

1.Giriş

Çevre, hayatını sürdürmekte olan insan ve diğer canlıların tamamının yaşadıkları ortama verilen isimdir. İnsanoğlu doğumuyla beraber kendisini kuşatan tabii ve sosyal çevreyle kuşatılmaktadır. Bu çevrelerin insan üzerinde devamlı hissedilen bir etkileri mevcuttur.[1] Fiziki ve sosyal çevrenin bu etkisi yaşam süresince devamlılık arz etmektedir.

Günümüz insanlarının medeniyet ve inanç değerlerinin yaşam tarzlarını şekillendirmede önemli olduğu görülmektedir. Yaşam tarzının şekillenmesinde ve sürekliliğinin sağlanmasında coğrafi yapının da etkilerinin olduğu değerlendirilmekte ve çok ilgi çekici örnekler verilmektedir. İklimin bireylerin psikolojisi ve davranış şekilleri üzerinde etkili olduğu ortaya konulmuştur. İnsanın çevre konu olduğunda şu soruları kendilerine sorup onları cevaplamaya çalışması veya sağlıklı ve mantıklı bir cevabı ortaya koyabilmesi çevrenin yaşam tarzı olarak ortaya konulmasını kolaylaştıracaktır:

- Çevre nedir?
- Sosyal ve fiziki çevre önemli midir?
- İnsanın çevre ile ilişkileri ne ifade ediyor?
- Çevre ile insanın ilişkilerinin sınırı nedir?
- Çevre insanları nasıl etkiliyor?
- Çevre ile ilgili insanların sıkıntıları var mıdır?
- Çevre ahlak ilişkisi konu olabilir mi?

1 Ahmet Cevizci, Felsefe Sözlüğü (İstanbul: Paradigma Yayıncılık, 2013), 376.

- Çevre yaşam tarzı olarak değerlendirilebilir mi?
- Çevre-Ahlâk ilişkisinden bahsedilebilir mi?

İnsanlar çevre problemlerinin çözümüne, çevre ahlakı çerçevesinde yaşam tarzlarını değiştirerek katkı sağlayabilirler mi? Bu davranışları onları bu dünyada daha mutlu ediyor mu?

Yaşam tarzı olarak çevreyi gerçekleştirmede eğitim önemli mi? İnsanlar her konuda olduğu gibi çevre konusunda da eğitime önem vermeleri gerekir mi?

Bu soruların ve sorunların çözümünde ahlâki değerlerin yaşam tarzına dönüştürülmesi önem arz etmektedir. Konuşulan değerlerden çok yaşayan ve yaşam tarzına dönüştürülen değerlerin önemi kendisini hissettirmektedir. Bu bakış açısının daha mutlu bireylerin oluşumuna katkı sağlayacağı kadim filozoflar tarafından da ifade edilmektedir.[2] Bu değerlendirmeler çerçevesinde çevrenin yaşam tarzına dönüştürülmesini gerçekleştirebilmek için yapılması gerekenleri tespit etmek önemli olacaktır.

2. Yaşam Tarzı Olarak Çevreyi Etkinleştirmek

Bu çalışmada bireyin yaşam tarzını oluşturmasında çevrenin etkinliği ortaya konulmaya çalışılacaktır. Bu değerlendirme, yukarıda tespit ettiğimiz sorulara makul ve mantıki cevapları ortaya koyarak gerçekleştirilmeye çalışılacaktır.

Bu soruların cevaplandırılması esnasında temel kaynakların yanında güncel olarak bu konulardaki değerlendirmelere de yer verilecektir. İnsanların yaşam tarzları üzerinde temel medeniyet ve inanç değerleri yanında bu konulardaki eğitim ve uygulamaların da etkileri ortaya konulacaktır. Yaşam tarzını çevrenin etkileme şekli medeniyetler ve inanç değerleri bağlamında ortaya konulacaktır.

2.1. Çevre nedir?

Çevre, bütün canlıları kuşatan sosyal ve fiziki olarak değerlendirilen ve yaşamın sürdürüldüğü ortamın adı olarak önemli bir kavramdır. Çevre kavramı burada insanın etrafında onu çevreleyen fiziki ve sosyal çevre olarak anlaşılmakta ve değerlendirilmektedir. Günümüzde insanı çevreleyen fiziki, sosyal ortamın birey üzerinde etkilerinin derinliğini ortaya koymak zor olmasa gerektir. Çünkü insanın kimliğini ve karakterini bu unsurların etkilediği açık bir şekilde görülmektedir. Anadolu'nun Orta Anadolu bölgesinde yaşayanların temel karakter yansımalarının Akdeniz ve Ege'de yaşayanlardan değişik alanlarda farklılaştığı bilim insanlarınca ortaya konulmaktadır. Birey olarak bizler bile bu yansımaları

2 İbn Miskeveyh, Ahlaki Olgunlaşma (Tehzîbü'l-Ahlak), trc. A. Şener-İ. Kayaoğlu-C. Tunç (Ankara: Kültür ve Turizm Bakanlığı, 1983), 76-80; Aristoteles, Nikomakhos'a Etik, trc. Saffet Babür, 2. Bs (Ankara: BilgeSu Yayıncılık, 2009), 17.

zaman zaman müşahede edebilmekteyiz.

Çevre, Arapçada el'bie kelimesiyle ifade edilmektedir. Anlamı itibariyle günümüz çevre kavramının yüklendiği anlam yüküyle örtüştüğünü söylemek mümkündür:

• Çevre, insanların yerleşmek için seçtikleri yerler olarak dağ eteklerini yahut herhangi bir nehrin karşısını ifade etmektedir.

• İnsanların yaşantılarını sürdürürken yeme, içme, gibi temel ihtiyaçlarını karşılamak adına karşılaştıklarının tamamını ifade etmektedir.

• Çevre, hayatın her safhasını kuşatan bütün işlerin oluşturulduğu ortamdır.[4]

Çevre niteliği göz önüne alınarak değerlendirildiğinde insanı doğal olarak çevreleyen fiziki ve sosyal ortamın adını içine almaktadır. Çevre, bireyi istemi dışında kuşatmakta ve onu belirtildiği gibi çeşitli şekillerde etkileyebilmektedir. İnsanı kuşatan canlı ve cansız varlıklar tarafından oluşan çevre, insanı kuşatmakta ve onunla iletişim ve etkileşim gerçekleştirmektedir.[5] Bu yönüyle de birçok tarifinin yapıldığı görülmektedir.

• Çevre, her hangi bir organizmayı çevreleyen canlı ve cansız varlıkların şartlarının oluşturduğu bir bileşendir.

• Çevre, bireyi etkileyen dış şartların tamamıdır. Birey bu ortamla devamlı iletişim ve etkileşim içerisindedir.

• Çevre, herhangi bir organizmanın hayatını sürdürebilmesi için gerekli olan şartları ona sağlayan bir ortamdır.

• Canlıların varlığını etkileyen içsel ve dışsal etmenlerin tamamı çevreyi oluşturmaktadır.[6]

Çevreyi kavram olarak ortaya koyduktan sonra, sosyal ve fiziki çevreyi açıklayarak yaşam tarzı olarak çevreyi etkinleştirmek için ahlaki erdemlerin bireyler tarafından içselleştirilmesinin önemini ortaya koymak daha etkili olacaktır. Burada çevrenin insan için estetik değerinin de olduğunu unutmamak gerekmektedir.[7]

Sosyal çevre, insanın doğumla beraber kendisinin yaşamının sonuna kadar yaşadığı toplum ortamıdır. Anne babadan tutun o toplumun oluşturduğu devletin bireyleri ve dünya insanlık toplumu onun sosyal çevresini oluşturmaktadır. Sosyal çevre birey olarak yaşanılan toplumu ifade ediyor ve o toplumun bir bireyi olarak onu kuşatıyor.

3 Kemal Göz - Osman Mutluel, Felsefeye Giriş, 2. (İstanbul: Gümüşev Yayıncılık, 2018), 178-180.
4 es-Seyyid el-Cemîlî, el-İslâmu ve'l-Bi'e, (Kahire: Merkezu'l-Kitab Li'n-Neşr, 1997), 13-15.
5 Yusuf el-Karadavi, İslâm'da Çevre Bilinci, trc. Mithat Acat - M. Mihdi Acat, 3.Baskı (İstanbul: Nida Yayıncılık, 2019), 17.
6 S. Erol Uluğ, "Çevre Kirlenmesinin Boyutları", İnsan Çevre Toplum, ed. Ruşen Keleş, 2. (Ankara: İmge Yayınları, 1997), 41.
7 Osman Mutluel, Kur'an Ve Estetik, 2. (İstanbul: Ötüken yayınları, 2017), 216.

Eski dönemlerde sosyal çevre insanın yaşıyor olduğu yer idi. İnsan o günlerde nerelere gidebiliyor ve kimlerle iletişim kurabiliyorsa onun sosyal çevresi bunlardan ibaret idi. Kendisini üyesi olduğu toplumun dışında diğer yerlerdeki insanlarla iletişimi kısıtlı idi. Ulaşım imkanları ve iletişim vasıtaları oldukça kısıtlı idi.

Günümüzde globalleşen dünyamızda sosyal hayat etkileşimleri eskiden olduğundan daha hızlı ve etkilidir. Dünyanın herhangi bir yerindeki sosyal model örnekleri hemen her yeri etkilemektedir. Amerika'da ortaya çıkan bir moda örneği hemen dünyanın diğer yerlerini etkileyebilmektedir. Sosyal medyanın günümüzdeki etkisinin değerlendirmesi ayrı bir konu başlığı oluşturabilmektedir. Günümüzde sosyal çevre denildiğinde tamamıyla bütün bir dünyayı kastetmek gerektiği açık bir şekilde görülmektedir. Bu değerlendirme, çevre konusunda etkileşimin bütün insanlığı içerisine aldığını ortaya koymaktadır. Sosyal çevre, sadece bireyin içerisinde yaşadığı toplum değil dünyamızda yaşayan bütün bir insanlık camiasıdır.

Fiziki çevre, insanı kuşatan insanların dışındaki bütün varlıkların oluşturmasıyla oluşan bir çevredir. Varlığın oluştuğu ortamın ifadesi olarak kullanılan çevre kavramı ilk anda fiziki çevreyi hatırlatmaktadır. Fiziki çevre varlıkların dış ortam ile ilişkilerinin oluştuğu ortam olarak karşımıza çıkmaktadır. Çevre canlı ve cansız varlıkların içerisinde bulundukları ortamdır. Bu varlıklar çevre içerisinde birbirleriyle etkileşim içerisindedirler. Bu varlıkların birbirlerine karşı etki ve etkileşimlerini etkileyen kuralların var olduğu da gerçektir.[8]

Hem sosyal, hem de fiziki çevre insanlar için çok önemlidir. Bu çevreler insanların üzerinde çok büyük etkiler yapmaktadırlar. İnsanın fiziki çevresi, onun karakteri ve davranışlarını etkilemektedir. Sosyal çevre de her konuda insanı etki altında bırakmaktadır. Birey olarak ortaya çıkan insan bu çevreleri tarafından etki ve etkileşim altında yaşam tarzını şekillendirmektedir. Şimdi insanın çevresi ile olan ilişkilerini ve bu ilişkileri şekillendiren kurallar manzumelerinin neler olduğunun açıklanması konunun daha iyi anlaşılmasına katkı sağlayacaktır. Çevre ile insanın ve ahlakın önemli ilişkileri mevcuttur. İnsan bu ilişkileri ahlaki erdemler çerçevesinde şekillendirdiğinde çevre ile ilgili problemleri kolaylıkla çözümleyecek ve gerçek çevreciler olduklarını ortaya koyacaklardır.

2.2. Çevre- İnsan- Ahlâk ilişkisi

Çevre içerisinde hayatını devam ettirmekte olan insan, hem çevresindeki varlıklarla, hem de diğer insanlarla iletişim ve etkileşimlerini sürdürmektedir.

8 Yaşar Fersahoğlu, Dinler Ve Çevre, 2. (İstanbul: Çamlıca Yayınları, 2011), 48.

Bu yaşam tarzı gerçekleştirilirken insan etrafındaki insan ve diğer canlı, cansız varlıkların hukukuna riayet etmek durumundadır. Bu dönem insanın temel değerler çerçevesinde hareket etmesi gerektiğinin ortaya çıktığı bir dönemdir.

Çevre, içerisinde birçok canlı cansız varlıkları barındıran bir ortamdır. Bu ortamda iletişimin mutlaka kuralları mevcuttur. İnsan sosyal varlık olarak diğer insanlarla iletişiminde belirli değerlere göre hareket edecektir.[9] Bunlar temel hak ve hürriyetler olarak ortaya çıkmaktadır. Bunun yanında toplumların müşterek kabulleriyle ortaya konan değerlerin varlığı kabul edilmektedir. Toplumlarda kabul edilen bu değerler, bireyi davranışları hususunda sınırlamaktadır.

İnsan dünyadaki yaşantısını devam ettirirken gizemli bir varlık olduğunu çevresindekilere de hissettirmektedir. Sahip olduğu akıl vasıtası ile diğer bütün varlıklara üstünlüğünü uygulamalarla da ortaya koymaktadır. Onun bu üstünlüğünü Kur'an açık bir şekilde zikretmektedir.[10] İnsanın bu üstünlüğü, aklını kullanması ve tefekkürü gerçekleştirebilmesiyle oluşmaktadır. İnsan diğer canlılardan da bu yönüyle ayrışmaktadır. İnsanın bu farklılaşmasının en bariz örneği tarih boyunca kendisini ve çevresindekileri devamlı araştırıp keşfetmeye azami gayret sarf etmesinde kendisini göstermektedir.

İnsanoğlu tarih boyunca çevresiyle olan iletişiminde çok büyük sıkıntılar çekmiştir. Bu sıkıntıları çevre ile ilgili problemlerin ortaya çıkması olarak değerlendirmek mümkündür. Çevreyi hoyratça kullanımının birçok problemlere sebep olduğunu anlayan insanoğlu, bu problemlerin çözümü konusunda aklını ve davranışlarını kullanmak mecburiyetinde olduğunu görmüştür. Tarih boyunca insan neslinin baş etmek mecburiyetinde kaldığı bu sıkıntılar dünyanın sunduğu maddi değerlere karşı arzu, istek ve sahip olma duygusunun aşırı bir şekilde uygulama noktasına gelmiş olması sebebiyle ortaya çıkmıştır. Tarihi gerçekler ortaya koymaktadır ki, tarih boyunca ortaya çıkan savaşlar büyük felaketlere sebep olmuştur. Bunlar hep aşırı hükümranlık ve malik olma sebebiyle ortaya çıkan olaylar yığınıdır. Daha dün denilebilecek zaman diliminde ortaya konan birinci ve ikinci dünya savaşlarının tahribatının acı bilançolarıyla insanlık hala yüzleşmektedir. Hiroşima ve Nagazaki bunun acı örnekleridir. Çanakkale'de beş yüz bin insanın can vermesi bu cümleden acı bilançolardır.

Bu acı tahribatlar, doğada ortaya konan olumsuzluklarla birleştiğinde dünyamız ve onu oluşturan çevre, insanlar için alarm çığlıkları sunan batmak üzere olan bir gemiyi hatırlatmaktadır. Dünyamızın sıkıntıda olması, onun üzerinde yaşayan insan neslinin de sıkıntılara maruz kalıyor olduğunu ortaya koymaktadır. Çevre ile ilgili problemleri ana başlıklar halinde ortaya koyduktan

10 Kur'an-ı Kerim (DİB Yayınları, 1993), Tin 95/ 4.

Çevre ile ilgili problemleri ana başlıklar halinde ortaya koyduktan sonra bu problemlerin ortadan kaldırılmasında birey olarak insanın ahlaki değerleri çerçevesinde oluşturduğu yaşam tarzının ne derece etkili olabileceği ortaya konulmaya çalışılacaktır.

İnsan, çevresiyle olan ilişkilerinde toplumun fertlerinin ortak kabulleriyle uygulama alanı bulan ahlaki değerlere uygun bir yaşam tarzı geliştirmek ve onu yaşamak durumunda olmalıdır. Çevre ile ilgili problemleri burada önemli oldukları için belirtmek gerekmektedir.

Çevre problemleri insanoğlunun teneffüs ettiği hava ile ilgili olan problemlerle başlamakta su ve toprak ile ilgili olanlarla devam etmektedir. Bu konularla ilgili problemler renk, dil, din ayrımı gözetmeksizin dünyamızda yaşayan bütün insanları ilgilendirmektedir. Dünyamız artık bugün her konuda büyük bir köy durumundadır. Herhangi bir yerdeki olumsuzluklar her tarafta hissedilebilmektedir. İnsanlar yaşam tarzı olarak maalesef yaşamlarını sürdürdükleri çevreyi hoyratça kullanımları ve her şeyi ekonomik değerlerle ölçmeleri sonucu çok kötü bir şekilde kirletmekte, belirli canlı türlerinin yok olmalarına sebep olmakta ve bunun sonucunda doğal dengenin bozulmasını hızlandırmaaktadırlar.[11]

Çevre problemlerinin ortaya çıkışı hemen bugün gerçekleşmiş değildir. Zamanla bu problemler etkilerini yoğunlaştırarak kendilerini insanlara hissettirmişlerdir. Bu problemlerin günümüz dünyasında yaşayan tüm toplumlar tarafından dikkate alınıp çözümler üretilmeye çalışılması acilen gerekmektedir. Çevre ile ilgili problemler de diğer sosyal problemler gibi bireyi ve toplumu derinden etkileyen problemler olarak görülmeli ve bu problemlere çözüm yolları bütün bir insanlık olarak beraberce aranmalıdır.[12] Bu problemleri şu ana başlıklar halinde ortaya koymak mümkündür:

Çevre ile ilgili problemler gündeme geldiğinde şu ana başlıkları zikretmemiz mümkündür:

- Kirlilik başlığı altında, Hava Kirliliği, Toprak Kirliliği, Su kirliliği, Çöp atıklarının sebep olduğu kirlilik,
- Bazı canlı türlerinin nesillerinin ortadan kaybolması
- Coğrafi iklim değişiklikleri,
- İnsan toplulukları arasındaki savaşlar.
- Aşırı tüketimin sebep olduğu olumsuz çevre problemleri.

Belirttiğimiz bu konularda ortaya çıkan problemler insanların ve diğer canlıların yaşam standartlarını her konuda olumsuz etki yaptıkları için bugün insanlığın gündeminde önemli bir yer tutmaktadır.

11 Rıfat Miser, Çevre Eğitimi, 2. (Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık, 2019), 63-64
12 Hasan Ünder, Çevre Felsefesi (Ankara: Doruk Yayınları, 1996), 2 vd..

Çevre ile ilgili problemler sadece belirttiklerimizle sınırlı değildir. Bu konu ile ilgili daha birçok hususu zikretmek mümkündür. Çevre problemlerini bu ana başlıklar halinde zikrettikten sonra birey olarak insanların bu problemlerin üstesinden gelebilmek için yaşam tarzı olarak çevreyi içselleştirerek uygulama alanına koymak adına neler yapılabileceğinin somut bir şekilde ortaya konulması gerekmektedir. Problemler genel olarak bellidir esas olan bu problemlerin ortadan kaldırılması adına yapılması gerekenlerin yapılmasını gerçekleştirmektir. Değilse problemlerin ortaya konulması çözüm adına çok şey ifade etmemektedir. Çözüm adına yapılması gerekenler çevreyi bir yaşam tarzına dönüştürerek uygulamasının sağlanmasına katkı sağlayabilmektir. Burada şu görüşü önemine binaen vurgulamak gerekmektedir. Sadece doğal çevrenin korunmasının önemli olduğunu vurgulayarak konunun toplumsal yönünün önemsenmemesi problemin çözümüne olumlu katkı sağlayamayacaktır. Problemin toplumsal yönünün göz ardı edilmemesi gerekmektedir.[13]

Çevre problemlerine çözümün gerçekleşmesi, yaşam tarzının çevreyi koruma ve sürekliliğini sağlamak amacına odaklanılmasıyla mümkün olacağı hatırdan çıkarılmamalıdır. Bireyin medeniyet ve inanç değerleri çerçevesinde oluşturduğu yaşam tarzı, problemin çözümünde en önemli etkendir. Bütün inanç sistemlerinin çevre ile ilgili birçok değerlendirmelerinin olduğu bilinmektedir.[14] Bu inanç sistemlerinin değerlendirmeleri konumuzun dışında kalmaktadır. Burada İslâm inanç sisteminin yaşam tarzını çevre bağlamında oluşturduğu ortaya konularak problemlere çözümü açıklanmaya çalışılacaktır. İslâm medeniyeti, toplumu oluşturan bireyin davranışlarından tutun, o insanların yaşantılarını sürdürdükleri şehir kuruluşlarına varıncaya kadar çevre ile ilgili önemli iletişim ve etkileşim durumlarını kurallar manzumesiyle ortaya koymuştur.

İslâm, temel kuralları çerçevesinde insan neslini yaşamını sürdürdüğü çevresiyle iletişiminin sağlıklı bir şekilde sürdürülmesini salık vermektedir. O, hem kendisi, hem de çevresinde hayatını sürdürenler için sağlıklı ve uygun olanı ortaya koyarak uygulamanın ibadet derecesinde olduğunu belirtmektedir. Burada ortaya konan kurallar, yaşam tarzı olarak çevreyi önemsemenin öneminin ne kadar değerli olduğunun anlaşılmasına ve uygulamanın yeni nesillere de aktarılmasına katkı sağlamaktadır. Şimdi ana başlıklar halinde İslâm Ahlâkının temel değerleri çerçevesinde çevre ile ilgili önemli değerlendirmeleri ortaya koyarak yaşam tarzının çevre eksenli oluşumu açıklanacaktır:

- İnsanın çevresindeki varlıkları Yaratıcısı vesilesiyle sevmek.
- Bireysel harcamalarda israftan kaçınmak.
- Kirliliğe sebep olmadan çevreden istifade etmek.

13 Murray Bookchin, Ekolojik Bir Topluma Doğru, trc. A. Yılmaz (İstanbul: Ayrıntı Yayınları, 1996), 45-47.
14 Kemal Göz, Çevre Bilincimiz, 1. Bs (ANKARA: Fecr Yayınları, 2019), 111-121.

• Ekolojik dengeyi bozacak olan davranışlardan uzak durmak.
• Nefsi, nesli, malı, aklı ve dinini koruma adına çevreyi önemsemek.

Birey, insan olarak çevresindeki varlıkları önemsemek, onları yaratıcısı vesilesiyle sevmek erdemini yaşam tarzında temel format olarak uygulamak durumundadır. İnsanın çevresindeki varlıkların her birinin yaratılışının bir gayesi olduğunu kabul ederek onlara karşı daha duyarlı olması onun inanç değerleriyle ortaya konulmaktadır. İslâm, temel değerleri çerçevesinde kendisine aidiyet duyan bireylerin duyarlılığını en üst seviyeye yükseltmektedir. Kur'an doğal dengenin varlığı ve korunması hususunda insanların dikkatini çekmekte ve doğal dengeyi olumsuz etkilemekten kaçınmalarını hatırlatmaktadır. "O, göğü yükseltmiştir, dengeyi koymuştur. Artık dengeye tecavüz etmeyin. Dengeyi doğru tutun. Dengeyi bozmayın."[15] İnsan neslinin çevrenin dengesini bozmaktan kesinlikle uzak durması hususu burada açık bir şekilde ortaya konulmaktadır. Çevremizde var olan canlıların her birinin farklı görevlerinin var olduğu belirtilerek insanın o varlıklara karşı daha duyarlı olması gerektiği Kur'an'da hatırlatılmaktadır.[16] "Biz, gökleri, yeri ve bunlar arasında bulunanları ancak ve ancak hak ve adalet temelinde yarattık. Kıyamet de mutlaka gelecektir. Sen şimdi güzel bir şekilde hoşgörülü ol." [17] İnsanın çevresindeki canlı cansız bütün varlıkları yaratanın Allah olduğu düşüncesiyle onlara karşı sevgi, koruyucu ve lütufkâr olmanın gerekliliğini hatırından çıkarmaması, yaşam tarzının çevre ile oluşturulmasının göstergesi olduğunu ifade etmektedir. İnsanoğlu çevreye bakışını, onu korumaya yönelik uygulamalarını artırarak ortaya koymaya çalışmaktadır. Bu çalışmalar ve yeni nesillerin çevre bilincinin oluşturulmasıyla çevre insan ve diğer canlılar için daha iyi bir ortam olma durumuna doğru yol alacaktır.[18]

İnsanoğlu çevresine orada mevcut olan güzellikleri görebilmek için bakmalı ve bu maksatla onlara karşı davranışlarını yönetmelidir. Bu konuda gerçekleştirdiği düşünme ve tefekkür, yaratılanların yaratılış gayelerini idrak etmesini kolaylaştıracaktır. Kur'an estetik değerlere verdiği önem yönüyle de insanın dikkatini çekmektedir.[19] İnsan tefekkür ederek çevresindeki varlıkları değerlendirdiğinde bakışı daha olumlu olacaktır.

Çevrenin temel unsurları olarak, toprak, hava ve suyun önemi çok büyüktür. Bütün canlıların yaşantılarını devam ettirebilmeleri için bu unsurların önemi açıktır. Bu değerlerin insanoğlu tarafından korunması temel ihtiyaçlarının sağlanması bakımından kıymetlidir. Bu kaynakların korunması, sürekliliklerinin

15 Kur'an-ı Kerim, Rahman 55/ 7-9.
16 Kur'an-ı Kerim, Nahl 16/ 3-8.
17 Kur'an-ı Kerim, Hicr 15/ 89
18 Seyyid Hüseyin Nasr, "İslam ve Çevre Bunalımı", İslâmî Araştırmalar Dergisi, trc. Mevlüt Uyanık 4/3 (1990): 157.
19 Kur'an ve Estetik değerler için bknz. Mutluel, Kur'an Ve Estetik, 1-255.

sağlıklı bir şekilde sağlanması ve kesinlikle kirletilip israf edilmemeleri bütün canlıların yaşam kaliteleri için değerlidir. Kur'an çevre ile ilgili açıklamalarıyla bu konunun önemini açık bir şekilde vurgulamıştır.[20]

Hz. Peygamber'in çevre konusundaki rehberliği inananların duyarlılığını artırmış ve uygulamada etkili olmuştur. Her konuda olduğu gibi çevre ve çevrecilik konusunda da Hz. Peygamber Müslümanların rol modeli olmuştur.[21] Hz. Peygamber insanın çevresinde temizliğe önem vermesi gerektiğini çok açık bir şekilde dile getirmektedir. Temizliğin imandan olduğu belirtilerek yaşam sürülen çevreyi kirletmekten uzak durulması gerektiği belirtilmiştir. Ağaçlardan başlamak üzere çevrenin önemli unsurlarının korunmasını Hz. Peygamber her an dile getirmiştir. Kıyamet kopuyor olsa bile elimizde bulunan ağacın dikilmesi gerektiği uyarısını yapmıştır. Çevreci bir yaşam tarzının hayata geçirilmesi gerektiğini belirten Hz. Peygamber bu konuda da sevgiyi ön plana çıkararak inananları ve insanlığı uyarmıştır.

Yaşam tarzının inanç ve medeniyet değerleri çerçevesinde çevre ile ilgili problemlerin ortadan kaldırılmasında ve o problemlerle sağlıklı mücadele edilmesinde öneminin açık olduğu görülmektedir. Hangi alanda olursa olsun yaşanan problemler, yeni nesillerin eğitimiyle kolaylıkla ortadan kaldırılabilecektir. Çevre felsefesi bu bağlamda problemler üzerinde düşünürlerin değerlendirmelerini ortaya koyarken çevre ahlâkı da bireyin yaşam tarzını çevre ile sağlıklı kurabilmesini sağlayacaktır. Çevrenin yeni nesillere daha sağlıklı bir şekilde ulaştırılabilmek için emanet olduğu bilinciyle hareket ederek yaşam tarzının oluşturulması gerekmektedir.[22] İnsan kendisine emanet edilen çevresindeki bütün varlıklara sahip çıkmalıdır. Çevresini istediği gibi değerlendirip talan etme hakkına sahip değildir.

2.3.Çevrenin Korunması/ Yaşam Tarzı

Çevrenin korunması ve korunmuş bir şekilde sürekliliğinin sağlanması günümüz dünyasında yaşam mücadelesi veren bütün insanlar için önemli bir konu başlığı olarak kendisini hissettirmektedir. Çevreyi korumak, diğer bir isimlendirmeyle çevreci olabilmek bireyin yaşam tarzıyla doğrudan ilişkili olan bir durumdur.

Temel değerleriyle sürdürmekte olduğu yaşamında çevresindeki canlı cansız bütün varlıkların değerini kavrayabilecek bir düşünce birikimine sahip olursa bakışı gerçek bir çevrecinin bakışını yansıtacaktır. Varlıkların her birinin belirli

20 Hüseyin Akyüz, "Çevre Dostu Bir Elçi: Hz. Muhammed", Çevre ve Ahlak (Sempozyum), 2014, 39.
21 Akyüz, "Çevre Dostu Bir Elçi", 35.
22 Joseph R. Des Jardins, Çevre Etiği (Çevre Felsefesine Giriş), trc. Ruşen Keleş (Ankara: İmge Kitabevi, 2006), 46.

bir amaç doğrultusunda görevlerini yerine getirdiklerini düşünen ve onların yaratıcısı vesilesiyle o varlıkları seven bireylerin yaşam tarzı çevrenin korunma sigortası gibi varlıklarını hissettirecektir.

Bu amacı gerçekleştirebilmek için yeni nesillere varlıklar ve çevre konusunda bilinç oluşturabilmek için çevre ahlakı eğitimlerinin sağlıklı bir şekilde yaşam tarzına dönüşmesini gerçekleştirmek gerekmektedir. Aileden başlamak üzere okullarda öğretmenler vasıtasıyla çevre bilincinin oluşturulma çabaları önemli çalışmalar olarak zikredilebilmektedir. Çevrenin korunması probleminin ahlaki davranışlar arasında ele alınabilmesi mevcut problemlerin çözümüne olumlu katkı sağlayacaktır. Burada şu tespiti ifade etmek gerekmektedir ki, çevre konuları açık bir şekilde ahlaki konuları da içermektedir. Çevre ahlakı bu problemlerin çözümünde insanların nasıl davranmaları gerektiği hususunda normlar ortaya koymaktadır.[23]

İnanç değerlerinin çevre ile ilişkilerde çok önemli bir rol oynadığı görülmektedir. Kur'an ve Hz. Peygamber, inananların çevreye karşı duyarlılıklarını artırmak, kirliliğe sebep olmamak, israftan kaçınmak gibi önemli hususlarda çok dikkatli davranmalarını istemiştir. Bu hususlar yaşam tarzına dönüştüğünde çevre ile ilgili problemlerin üstesinden gelinmesi kolaylaşacaktır. Bunu gerçekleştirmek bireylerin çevre ile uyumlu olmaları sonucunda gerçekleşecektir. Yaşam tarzı, günlük hayatın bütün safhalarını kapsayan bir zaman dilimi olarak değerlendirilmektedir. Bu zaman içerisinde birey bütün davranışlarında çevrenin korunması, çevredeki canlılara zarar verilmemesi, çevrenin temiz tutulması, bireysel ve toplu ihtiyaçların giderilmesinde israftan kaçınılması gibi temel kurallar manzumesine uygun davranması gerekmektedir. Canlıları önceleyen canlı merkezci bir yaklaşımı gerçekleştirerek yaşam tarzını oluşturmak çevreci olmak adına ilk yapılması gerekenler olarak değerlendirilebilmektedir.[24]

Çevre ile barışık olmak, bireyin yaşam tarzının çevrenin pozisyonunu olumsuz etkileyen davranışlardan uzak olması demektir. Bunu gerçekleştirmek, bireyin almış olduğu temel değerler eğitimi sonucu kolaylaşacaktır. Karıncayı incitmekten kaçınmak, canlı ağaçların varlığına zarar vermekten kaçınmak ve bunları bir değer manzumesi olarak görüp gerçekleştirmeye çalışmak en önemli yaşam tarzı uygulamalarındandır.

Yaşam tarzı, çevre ile uyumlu olduğunda insanların bu dünyadaki yaşantılarının sıkıntılardan olabildiğince uzak olacağını da belirtmek gerekmektedir. İnsan yaşantısından zevk alacak ve diğer canlıları gözetmesinin kendisine mutluluk

23 Des Jardins, Çevre Etiği (Çevre Felsefesine Giriş), 261-262
24 David Wilkinson, Environment and Law (Routledge Introductions to Environment: Environment and Society Texts), First Edition (Newyork, 2002), 70.

vereceğini hissetmiş olacaktır. Bu durum bütün insanlık camiasının huzuruna ve refahına olumlu katkılar sağlayacaktır. Bu yaşam tarzını benimsemek hem çevrenin korunmasına katkı sağlayacak, hem de gelecek nesillere daha yaşanabilir bir ortam bırakılmasının gerçekleşmesine katkı sağlayacaktır.

3. Sonuç

Çevre, insanlar ve gezegenimizde yaşayan diğer canlıların birbirleriyle iletişimlerini sağladıkları ortam olarak fiziki, sosyal ve ekonomik alanların bütününün oluşturduğu bir ortamdır. Sosyal çevre insanın topluluk içerisindeki davranışlarını sürdürdüğü önemli bir ortamdır. Fiziki çevre ise insanı çevreleyen tabii ortam olarak onun üzerinde çok büyük etkiye sahiptir.

Gezegenimizde yaşamını sürdüren bütün insanlar çevreyi koruma adına mutlaka olumlu bir şeyler yapmak mecburiyetindedirler. Çünkü dünyamız çevre açısından çok sıkıntılı bir dönem geçirmektedir. İklim değişikliklerinden tutun, çevre kirliliğine varıncaya kadar birçok çevre problemi varlığını olumsuz etkileriyle canlılar üzerinde sert bir şekilde hissettirmektedir.

Birey, hem kendisi, hem de etrafındaki canlılar için yaşam tarzını gerçek bir çevreci olarak dizayn edip çevre ahlakının temel kuralları çerçevesinde bir yaşam sürmek durumunda olmalıdır. Bunu gerçekleştirmek için de yeni nesilleri çevre konusunda duyarlı kılmak gerekmektedir. Temiz bir çevrede yaşayıp, temiz bir çevreyi yeni nesillere emanet edebilmek için renk, dil, din ve ırk ayrımı gözetmeksizin bütün insanlık âlemine sorumluluklar düşmektedir.

Çevre eğitimi, çevre ahlakı değerlerinin yeni nesillere uygulamalarla gösterilerek iletilmesi önem arz etmektedir. Yeni nesillerin rol model olarak kabul ettiklerinden çevreyi koruma adına yapılan çalışmaları bizzat uygulamalarla görmesi onların bu problemin çözümüne katkı vermelerini kolaylaştıracaktır.

Toplumu oluşturan bireyler, hayatlarının tamamında yaşam tarzını çevreyi koruma ve çevreciliği yaşam tarzına dönüştürerek uygulamayı gerçekleştirme gayretini kendileri gösterirken etrafında bulunanlara da örnek olmaya gayret sarf etmek durumundadırlar. Bireyin yaptığı doğru davranışların uygulanmak üzere yeni nesillere iletilmesi, onlara çevreciliği yaşam tarzı olarak kabul etmeleri hususunda kolaylık sağlayacaktır. Yapılmadan söylenenlerin muhatap kitle üzerinde etkili olması mümkün değildir.

Ahlak felsefesinin temel ahlak kuramlarında insan-insan, insan- toplum arasındaki ilişkiler ele alınmaktadır. Bunun dışında insan-çevre ilişkileri son

dönemde çevre problemlerinin yoğun bir şekilde hissedilmesi sonucunda gündeme gelmiş ve önemini insanoğluna etkili bir şekilde hissettirmiştir.

Çevreye yeni nesillere bozulmadan daha iyi bir şekilde iletilebilecek bir değer olarak bakış, onun hoyrat bir şekilde kullanımını sonlandıracaktır. İnsanlar içselleştirerek uygulamaya koydukları temel ahlaki değerler çerçevesinde çevreyi korumanın gerekliliğini hissederek yeni nesilleri de bu erdemlerle yetiştirmeyi gerçekleştirecektir.

İnsanlar çevre ile olan ilişkilerini bir yaşam tarzı olarak değerlendirerek sürdürebilme gayreti içerisinde olurlarsa, çevre problemlerinin üstesinden gelinmesine katkı sağlayabileceklerdir. Çevre ahlakı değerleriyle yaşam tarzını şekillendirmek problemlere köklü çözümler üretilmesini pozitif etkileyecektir. Herkes yaşadığı yeri temiz tuttuğunda kirlilik problemi üstesinden gelinecek bir problem olarak görülecektir. Kullandığımız bütün tüketim malzemelerinde israftan kaçınıldığında, o malzemelerin kaynaklarının verimli bir şekilde kullanılmasına katkı sağlanmış olacaktır. Yeşil ağaçların varlığının devamını kıyamet kopuyor olduğunda bile sürdürme gayreti tabiattaki bitkilerin ve ormanların zarar görmesinin önünde en büyük engel olarak varlığını hissettirecektir.

Günümüz insanlığının mücadele etmek mecburiyetinde kaldığı çevre problemleri, insan nesli dâhil bütün canlıların yaşam kalitesini olumsuz etkilemekte ve birçok canlı neslinin kaybolup gitmesine sebep olmaktadır. Bu problemlerin üstesinden gelinebilmesi için bu dünyada hayat süren bütün insanların yapabilecekler bir şeyler olduğu da bir gerçektir. Bu bağlamda çevreyi koruma adına yeni nesilleri bilgilendirmek ve yaşam tarzının bu şekilde şekillenmesini sağlamak sorumluluğu önem arz etmektedir. Bunun yanında yeni nesillere bozulmamış bir çevrenin ulaştırılması yaşam tarzının çevre bilinci çerçevesinde uygulanmasıyla gerçekleştirilebilecektir. Bozulmamış, daha iyi yaşanabilir bir çevre için hep beraber katkı vermek insanlık sorumluluğudur.

Yaşam tarzını çevre ve çevrecilik üzerine erdemleri uygulayarak davranışlarını yönetmek insanlar için gerçek çevreciliğin en önemli hususlarından olarak belirtmek mümkündür. Gerçek çevrecilerin ve çevreyi koruyucuların yaşam tarzını çevre üzerine şekillendirenler olduğunu belirtmek gerekmektedir. Bu şekilde yaşayan bireyler olabilmek çok önemlidir. Varlıkların tamamını Yaratandan dolayı sevebilen bireylerle çevre yaşam tarzına dönüşecek ve problemlerinin üstesinden gelinebilmesine katkı sağlanabilecektir.

Kaynaklar

Akyüz, Hüseyin. "Çevre Dostu Bir Elçi: Hz. Muhammed". Çevre ve Ahlak (Sempozyum). 2014. 35-62.

Aristoteles. Nikomakhos'a Etik. Trc. Saffet Babür. 2. Bs. Ankara: BilgeSu Yayıncılık, 2009.

Bookchin, Murray. Ekolojik Bir Topluma Doğru. Trc. A. Yılmaz. İstanbul: Ayrıntı Yayınları, 1996.

Cevizci, Ahmet. Felsefe Sözlüğü. İstanbul: Paradigma Yayıncılık, 2013.

Des Jardins, Joseph R. Çevre Etiği (Çevre Felsefesine Giriş). Trc. Ruşen Keleş. Ankara: İmge Kitabevi, 2006.

es-Seyyid el-Cemîlî. el-İslâmu ve'l-Bi'e,. Kahire: Merkezu'l-Kitab Li'n-Neşr, 1997.

Fersahoğlu, Yaşar. Dinler Ve Çevre. 2. İstanbul: Çamlıca Yayınları, 2011.

Göz, Kemal. Çevre Bilincimiz. 1. Bs. ANKARA: Fecr Yayınları, 2019.

Göz, Kemal. İslam'da ve Milletlerarası Belgelerde Hürriyetler. 2. Bs. ANKARA: :Fecr Yayınları, 2017.

Göz, Kemal - Mutluel, Osman. Felsefeye Giriş. 2. İstanbul: Gümüşev Yayıncılık, 2018.

İbn Miskeveyh. Ahlaki Olgunlaşma (Tehzîbü'l-Ahlak). Trc. A. Şener-İ. Kayaoğlu-C. Tunç. Ankara: Kültür ve Turizm Bakanlığı, 1983.

Karadavi, Yusuf el-. İslâm'da Çevre Bilinci. Trc. Mithat Acat - M. Mihdi Acat. 3.Baskı. İstanbul: Nida Yayıncılık, 2019.

Kur'an-ı Kerim. DİB Yayınları, 1993.

Miser, Rıfat. Çevre Eğitimi. 2. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık, 2019.

Mutluel, Osman. Kur'an Ve Estetik. 2. İstanbul: Ötüken yayınları, 2017.

Nasr, Seyyid Hüseyin. "İslam ve Çevre Bunalımı". İslâmî Araştırmalar Dergisi. Trc. Mevlüt Uyanık 4/3 (1990): 155-174.

Uluğ, S. Erol. "Çevre Kirlenmesinin Boyutları". İnsan Çevre Toplum. Ed. Ruşen Keleş. 2. 41-49. Ankara: İmge Yayınları, 1997.

Ünder, Hasan. Çevre Felsefesi. Ankara: Doruk Yayınları, 1996.

Wilkinson, David. Environment and Law (Routledge Introductions to Environment: Environment and Society Texts). First Edition. Newyork, 2002.

The Problem of Subjectivity of Values in the Search for A Universal Environmental Ethics

Yüksel Saraç Yeşilada
*Faculty of Letters, Department of Philosophy, Karabuk University, Turkey

Abstract

Considering the relationship between the environment and morality, discussion of the matter of values is inevitable. Although there is no consensus on the intrinsic and instrumental characteristics of the value, the condition of talking about environmental ethics is that the environment carries not instrumental but intrinsic value. The problem of subjectivity of this value creates an ontological problem. Given that the value of what is valued depends on the preferences, interests and attitudes of the valuers, it can lead to an anthropocentric environmental ethics, which is an abusive approach style by environmental policy makers. On the other hand, the understanding that value is independent of the preferences, interests and attitudes of the subject brings an objective approach but this makes it difficult to base environmental ethics on values and adds scientific aspects to environmental approaches. Scientific aspects are already discussed under some concepts such as sustainability, biodiversity, ecology and environmental management. However, grounding these concepts on moral values and the formation of environmental ethics depends on emphasizing not only the scientific and objective but also its subjective side. This study will explain the possibility of meeting the universality criterion in objective conditions despite the subjectivity of values because the way environmental ethics is adopted by everyone is only a universal environmental ethic.

Key words: E*nvironment, value, intrinsic, instrumental, ethics*

1. Introduction

We logically conclude that universality requires objectivity and that's why, the universal environmental ethics should be based on objective value-based moral norms. Because objectivity is a necessary condition for the determination of universal principles that may be valid everywhere. However, value, in the most general sense, is the meaning that the aspiring and needing subject attributes to that object as a result of his or her relationship established with the object. By nature and its definition, it does not have the quality of objectivity by many moral philosophers, although those who think the opposite are in the minority. Accordingly, this general definition of value emphasizes the subjective side of the valuers. What we think would be a remedy for the sake of creating a universal environmental ethic is to be able to show that establishing objective moral norms is actually consistent with the subjective aspect of value. Before attempting to

*Corresponding author: Address: Faculty of Letter, Department of Philosophy, Karabuk University, 78050, Karabuk, TURKEY. E-mail address: yukselsarac@karabuk.edu.tr, Phone: +903704186360

demonstrate this consistency, it is essential to clarify whether its value is intrinsic or instrumental among the requirements of talking about an environmental ethic.

To take environmental ethics seriously is to adopt the idea that it is not instrumentally valuable but intrinsically since the definition of instrumental value usually indicates the use or benefits of environment in terms of human welfare. That is, the definition, a thing is instrumentally valuable if it is good for the sake of something else, opens up a room for management ethics. What is the reason of this, in this sense, is that the phrase "for the sake of something else" clearly refers to any usefulness for human purposes. However, the possibility of talking about an environmental ethics requires intrinsically valuation of it in order that it can be "an ethic the beneficiary of which is the environment per se." [1] John O'Neill, who is an environmental philosopher at Lancaster University, suggests a proponent definition of intrinsic value as "independent of any instrumental usefulness for limited human purposes" and defends that a thing is intrinsically valuable, "if it is an end in itself."[2] Despite the idea about intrinsic value has been commonly shared by many environmental philosophers, there is no consensus on whether it is objective or subjective. Some environmental philosophers defend value's objectively taking place in nature whereas others take the side of subjective attribution of value to nature. The division between these claims is the main subject of this study. Addressing such a division is of great importance in terms of what the nature of environmental values should be. There are advantages and disadvantages in both claims.

2. Is There Really Value in Nature or of Nature?

Holmes Rolston III, who is known for his idea of objective value in environment, argues in his essay "Value in Nature and the Nature of Value" that "a sentient valuer is not necessary for value"[3]; if not, we may err in looking for that value in subject' experience. Worse, in addition to this subjectivist fallacy, if we think that valuers are only humans and their valuing completely depends on their choices, attitudes, and preferences, we also fall into the anthropocentric fallacy. Although certain beings are unconscious or insentient beings, they are holders of value even if there is no any beholder. Holding a value is a sufficient condition of its objectiveness. But is Rolston really right?

Like J. Baird Callicott, who is known as commentator of Aldo Leopold and as an important environmental philosopher, many others insist that to be independent of human interests does not make it objective since value always requires a subject valuer who can evaluate. The existence of value depends on the existennce of subjects' evaluative attitudes. Think about plants which are intrinsically valuable and that value is objective, is there anything which matters

to them? Although plants have a good of their own or an end in themselves, can we talk about a plant value? I guess nobody answers these questions with 'yes'

Another environmental philosopher, Y. S. Lo also suggests that values stem from the evaluative attitudes of humans. Since only human beings are the source of all values, no subject means no value. Nevertheless, Rolston and the other objectivists claim, by giving a reference to Routley's 'the last man argument', that such an understanding ultimately leads to the conclusion that World without humans has nothing of value since subjectivism entails non-humans are only instrumentally valuable.

According to this argument, Routley (later Richard Sylvan) wants us to imagine that all humans are dead except a man. He, the Last Man, gives a decision that if he himself is coming to an end, he must take everything else with them, so the last man can destroy every living animal, plant, bacteria, etc. tries to (he has access to very powerful technology so he can achieve his goals).Would this last man think that if he was already going to die, the unmanned world would not be worth anything, and would he destroy it too, or over and above, would he not think he had value and destroy it? For Routley in his words "What he does is quite permissible according to basic chauvinism, but on environmental grounds what he does is wrong"[4] What Routley emphasizes by this thought experiment is not to come up with whether the intuition is primary for moral reasoning; rather, he shows the last man's displaying disapprovable behavior.

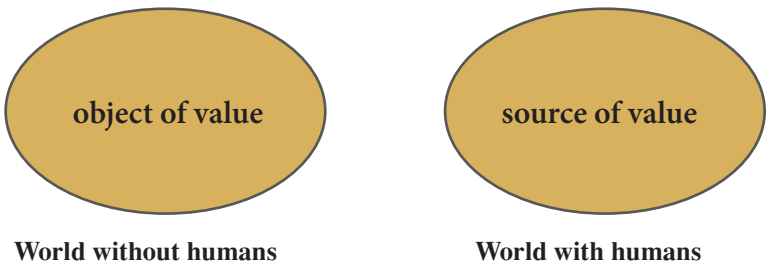


Figure 1: The distinction between the object and the source of value

According to Rolston, for the subjectivists, then, it would not be wrong for the last man to destroy the world. If only humans have the ability to create values, then World without humans would also be completely valueless or has no actual value. The Last Man has done nothing wrong. So then, can we talk about a value of a world in which nobody exists and know it? In order to eliminate the problem of the universality of subjective value and to speak of the value of an unmanned world, Rolston points to the need to extend moral consideration to non-human

beings, and to a new ethic that nature has a value independent of our interests. This is not the primary aim of this study but I will continue to compare the objectivist account of intrinsic value with the subjectivist one by entering into details as needed.

Well, does the last man argument success in defense of an environmental ethic for objectivists? No, rather, it fails due to their erroneous assumption that "subjectivism entails non-humans have only instrumental value"[5]. Subjectivists point out that this assumption confuses the source and object of value. Namely, nature is the object of intrinsic value whereas human consciousness is the only source of values. That's why, nature is value-laden entity and human being just reveals this value. Callicott does not use the word 'object; rather, it uses the word 'locus' in order to indicate that all natural beings are to be valuable, "not in themselves but for themselves"[6]. This quotation actually briefs the answers of Callicott and those who think like him on such crucial questions objectivists ask as that how will objective moral norms be consistent with the subjective aspect of intrinsic value and that doesn't value of this kind lead to the problem of universality of itself?

To overcome these problems, ideal observer account of subjectivism about intrinsic value has been theorized by Lo who proposes that the universality of subjectivist account of intrinsic value can be revealed by an ideal observer.

3. Ideal Observer Account

The ideal observer solution provides a way of getting rid of moral solipsism and sheds the light of value on that world in which valuers never exist. As we know, moral solipsism is a radical idealism that reduces everything to the subject and accepts those subjects' outside as the subjects' designs. In order to reveal the universal subjective value theory, even if the existence of value depends on the subjects, the value must be independent of the evaluative attitudes of the subjects. (Remember the distinction between the object of value and the source of value). This account of subjectivism avoids facing such problems by considering that "if what is of value is what ideal observers would value, and if we assume that such ideal valuers would find the flourishing nonhuman earth valuable, then the actual value of the earth is guaranteed even if humans or other real valuers never arrive on the scene."[7] Thereby, valued object doesn't need to be contemporaneous with the valuer. I will not explain what an ideal observer version of subjectivis value exactly is but just elaborate for the sake of the subject matter of this study.

O'Neill and Lo developed their ideas about intrinsic value by giving some references to Hume. In particular, Lo concealed the problems with subjectivist theory of intrinsic value by extending moral questions about what things are intrinsically valuable to practical questions about dispositions of human beings, habits, and psychological capacities. His metaethical theory of intrinsic value is regarded as ontologically subjectivist since he defends that the existence of value depends upon the existence of subjects' evaluative characteristics. Since we are subjects with tendencies, habits, and psychological capacities, our dispositional characteristics prevent us from establishing a universal value. Nonetheless, it is not impossible to set such a theory anyway if we assume an ideal observer without tendencies, habits, and psychological capacities. Lo generally frames his solution called as the dispositional theory in a way that "X is (relatively/universally) valuable if and only if (some/all) subjects are disposed, under ideal conditions {C}, to give certain evaluative responses {R} towards X."[8] These ideal conditions may consist of "being impartial, rational, dispassionate, and well-informed about the thing under evaluation."[9] Thereby, the frame reduces facts about values to facts about valuers' dispositional attitudes and it is neutral between universalism and relativism. In other words, once evaluating an object intrinsically, if everyone were under ideal conditions, it would be universally valuable; however, people's dispositional attitudes are evolutionary, cultural, and personal products. Therefore, we are unfortunately under less than ideal conditions and lack of reliable moral sentiments. It is possible to create values and make them universal by means of cultivating, negotiating about, and converge in people's evaluative attitudes. In that way, we can reach at a common ground that only under ideal conditions we may have reliable sentiments which are the very decisives of moral norms from Hume's point of view. This conceptual analysis implicitly implies metaethical universalism, the view that morally good or bad things are determined by people's approval or disapproval dispositions under ideal conditions. Likewise, if what is valuable is what ideal observers will value, and assuming that those ideal valuers would value the non-human world, then the value of the world is established before and after people or other valuers arrive at the planet. Think of value of Saturn planet or value of a died star in another galaxy in which valuers never exist. That's why, valued object doesn't need to be contemporaneous with the valuer.

Well, if we consider the world we live in and us with tendencies, habits, and psychological mechanisms, how or where will the ideal observer be for this world? Lo argues that Humean value is both objective and subjective, i.e., to discover values means to create values. We are only subjects uncovering such values. As an empirical issue, we try to find out or create values to common all.

Since our evaluative attitudes are malleable, it can be cultivated. That's why, it is possible to create values and make them universal by developing, negotiating, and converging people's evaluative attitudes. Thus, we can reach a common point where we can only have reliable moral sentiments, which are the determinants of morality from Hume's point of view, only under ideal conditions. To illustrate, from Hume's point of view, justice as an artificial virtue is one of the created values.

3.1. Justice As a Universal Value

Now, it can be questioned why we aim at reaching universality through ideal conditions if ideal conditions are actually objective criteria while adopting subjectivist account. We can cite this as an example of what Hume calls an artificial virtue of justice. Not everyone may have benevolence in sufficient degree to be impartial, which is the reason justice is established. Lo states "if everyone, by nature, had a tender regard for everyone else, and pursued public interest naturally, then there would no longer be any jealousy or conflict of interests among people, which the rules of justice are supposed to resolve [...]"[10] Not everyone's understanding of justice would be different either. Nevertheless, the self-interested motive in a larger society gives rise society to dissolve without mutual understandings of public interests. That's why, pursuing others interests and following the rules of justice become important for the members of a society. Hume says that "it will be for my interest to leave another in the possession of his goods, provided he will act in the same manner with regard to me."[11] It is certain that this is easy task in close relations; however, the more society grows, the more it is difficult to take others' interests into account. In a larger society, Hume introduced a sense of justice and injustice to the maintenance of the convention of it. This sense indicates a natural inclination which gets people "to feel the sentiment of approbation/disapprobation towards the observance/violation of the rules of justice."[12] Even if the sense of justice and injustice emerges via sympathy which is a natural psychological mechanism, "it is thereafter augmented and secured by the artifice of custom and education."[13]

Hume's sense of sympathy or "human sympathy [which he sees as a psychological mechanism] can thereby be transformed into bioempathy" [14] for the environment and extended to all members of the environmental community, just as it plays a role as a fundamental factor in establishing the virtue of justice. We humans, like all natural beings, are members of the same biotic community. I think that if our evaluative dispositions are cultivable, we can change the attitudes of people towards environment, and thereby constitute a new environmental ethics shared by the public at large. Like the virtue of justice, we can create some

environmental virtues such as modesty and thoughtfulness. The sentiment of sympathy which Hume sees as a psychological mechanism may be expanded to all members of the biotic community. Like all natural entities, we human beings are also the members of the same biotic community

4.A Different Approach to the Issue from John Rawls

Like Lo, John Rawls who is the Harward social scientist, born in Baltimore, proposes the theory of justice which is the most upheld and put into practice today. His theory is such a theory that liberals cannot possibly dislike it because it claims that every person can achieve these principles of justice by exercising self-reflection under certain conditions. In other words, it does not derive its strength from religion or human nature; rather, it used social contract rules presented by Locke, Rousseau, Hobbes (even Kant). Rawls wrote the book A Theory of Justice which explains his famous principle of social justice. He presented two principles that must be read in a lexicographical way since the first principle is prior to the second principle. They are,

> "First; each person is to have an equal right to the most extensive scheme of equal basic liberties compatible with a similar scheme of liberties for others.
> Second; social and economic inequalities are to be arranged so that they are both (a) reasonably expected to be everyone's advantage, and (b) attached to positions and offices open to all." [15]

So where did Rawls derive these two principles from? The main issue for him is to explain how to adopt such principles universally. Rawls offered a theoretical "veil of ignorance" according to which all rational players in the social game put themselves in the original position (i.e. the default position) and think under a veil of ignorance to reach the same conclusion. It means that they don't know anything about themselves, their places in society, their genders, their finances, etc. while thinking about justice. Nobody wants to maximize his benefits; everyone wants to maximize the situation of those in the worst situation in society. Denying any private information about the players themselves encourages them to get a general point of view that has a strong similarity with the moral one. "Moral conclusions can be reached without abandoning the prudential reasoning under certain procedural bargaining knowledge constraints." In short, moral intuitions take their place to prudential judgments." [16]

Conclusion

In this study, I did not intend to clarify whether the intuition is primary for moral reasoning or vice versa; rather, I have tried to emphasize the possibility of universal environmental values which should be both intrinsic and subjective

by nature for the sake of the environmental ethic in the arguments of Lo and Rawls in particular, and Callicott, Rolston, O'Neill in general. I believe that we can talk about an environmental ethic only if we establish a universal ethical system which need not to be objective. The locus and the source of value is a very persuasive distinction made by Callicott in terms of its applicability and acceptability in defense of environmental ethics. We can say that to create a value is to discover that value in environment. However, the subjectivity of values does not prevent us from reaching a universal theory of environmental value. My general refence to the theories of Lo and Rawls evinces that both can serve in finding useful hints to establish an universal theory of environmental ethics. Accordingly, we are unaware of others' influences on our psychological capacities, tendencies and of our abilities to control them. If we know our evaluative dispositions, we are aware of the values made by others, and of the different dispositions we shaped. Since our evaluative capacities are malleable, we can change the attitudes of people towards environment, and thereby make a new environmental ethics shared by the public at large.

Like the way Lo identifies ideal conditions in which these tendencies or capacities cannot influence anymore, or the virtue of justice, which Hume called artificial and which Rawls later attains as a result of prudential reasoning substituting later for moral intuitions under the vail of ignorance, we also identify other virtues to get out of this subjectivity and determine universal conditions. That's why, both theories can open a door for an objectivist account of intrinsic value through ideal conditions introduced by it. However, this is not entirely an objectivist theory of intrinsic value as Rolston understands. Ideal conditions make intrinsic nature of objects possible to persist in the absence of an observer because value both objective and subjective, to be more implicit, the former depends on the latter. Actually, they are both compatible with and complementary to each other. To find out values means to create values and therefore, observer dependent is equivalent to object dependent. We are only subjects revealing these values. As an empirical matter, we try to discover or create values to common all. Since our evaluative attitudes are malleable, it can be cultivated.

References

[1] J. B. Callicott, In Defense of The Land Ethic, State University of New York Press, 1989, p. 157

[2] John O'Neill, The Varieties of Intrinsic Value, The Monist, Vol. 75, pp.119-137, Manchester University Press, 1992, pp. 119-120

[3] Holmes Rolston, Value in Nature and the Nature of Value, Conference on Philosophy and the Natural Environment, Royal Institute of Philosophy Supplement: 36, pp. 13-30, Cambridge University Press, 1994, Conference address: Royal Institute of Philosophy Annual Conference University of Wales, Cardiff, 1993, p.29

[4] Routley, R., Is There a Need for a New an Environmental Ethic?, Proceedings of the XVth World Congress of Philosophy, Varna, Sofia Press, 1973, pp.205-2010

[5] John O'Neill, 1992, p. 121

[6] Keekok Lee, The Source and Locus of Intrinsic Value: A Reexamination, Environmental Ethics, Vol. 18, pp.297-309, 1996, p. 297

[7] Louis Pojman, Paul Pojman, Environmental Ethics: Readings in Theory and Application, Wadsworth Cengage Learning, Sixth Edition, p. 121

[8], [9] Y. S. Lo, Making and Finding Values in Nature: From a Humean Point of View, Inquiry: An Interdisciplinary Journal of Philosophy, Vol. 49, No.2, pp.123-147, Routledge Taylor and Francis Group, 2006, p. 127

[10] Y. S. Lo, 2006, p. 135

[11] David Hume, A Treatise of Human Nature, Dover Publications, 2003, p. 348

[12] Y. S. Lo, 2006, p. 136

[13] Y. S. Lo, 2006, p. 137

[14] Y. S. Lo, 2006, p. 141

[15] Rawls, J., A theory of Justice, The Belknap Press of Harward University Press, Revisied Edition, Cambridge, 1999 p.53

[16] Rawls, J., A theory of Justice, 1999

Modernitenin Çevresel Sonuçlarının Kentleşme ve Planlama Üzerinden İrdelenmesi

***[1]Neslihan Kulözü-Uzunboy ve [2]Arzu Kocabaş**

*[1]Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Atatürk Üniversitesi, Türkiye

[2]Mimarlık Fakültesi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Türkiye

Özet:

Bu çalışmanın amacı modernitenin çevresel sonuçlarının tarihsel perspektif içerisinde kentleşme ve planlama üzerinden ortaya konulmasıdır. İnsanlık tarihi içerisinde insanın çevre ile olan ilişkisi değişmiş, kendini doğanın parçası olarak gören insanın kendini doğanın hakimi olarak görmeye başlamasıyla da çevre sorunları ortaya çıkmıştır. Bu değişim sürecinde Aydınlanma gerçekleşmiş, Aydınlanmayı Bilimsel, Sanayi ve Fransız Devrimleri izlemiştir. Bu süreç modernleşme ile devam etmiş ve dönemde sanayi kentleri ve toplumu ortaya çıkmıştır. Modern sanayi kentlerinde karşılaşılan çevresel ve toplumsal problemlere çözüm üretebilmek amacıyla planlama disiplini geliştirilmiştir. Bu bağlamda bu çalışma kapsamında modernitenin çevresel sonuçları sanayi kentlerinin temel öğelerinden kentleşme ve modernitenin çocuğu olarak tanımlanan planlama üzerinden tartışılacaktır.

Key words: *Modernite, insan-çevre ilişkileri, çevre, kentleşme, planlama.*

Abstract:

This study aims to present environmental consequences of modernity with regard to urbanization and planning in the context of historical perspective. The human – nature relationship changed over time from one of being part of the natural environment to dominating it. In this context of change, Enlightenment took place which was followed by Scientific, Industrial and French Revolutions. This process continued with modernization as a result of which industrial society aroused in industrial cities. In order to resolve problems of industrial cities, science of planning, has been developed. In this context, the paper will discuss environmental consequences of the modernity with reference to urbanization, as one of the main features of industrial cities and planning, which is accepted as the child of Modernity,

Key words: *Modernity, human-nature relations, environment, urbanization, planning.*

1.Giriş

Uygarlık insanlığın milyonlarca yıllık yaşam öyküsü içerisinde yaşanan deneyim ve arayışların birikimiyle biçimlenmiş, bu birikimlerin hızlı değişimlere yol açması binlerce yıl sürmüştür. Bu süreçte insanların çevre ile ilişkileri de dönüşüme uğramış, kendini doğanın bir parçası olarak kabul eden insan kendini

*Corresponding author: Address: Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Atatürk Üniversitesi, 25240, Erzurum TÜRKİYE. E-mail address: nkulozu@gmail.com, Phone: +904422316146

doğanın hâkimi olarak görmeye başlamıştır. İnsan odaklı bir yaklaşımla doğanın sömürülmeye başlamasıyla da çevre sorunları ortaya çıkmıştır. İnsan ve çevre ilişkilerinin evrimi Lenski (1966)'nin önerdiği gibi avcı-toplayıcı toplumlar, basit bahçeci toplumlar, gelişmiş bahçeci toplumlar, tarımcı toplumlar ve endüstriyel toplumlar olmak üzere beş evrede incelenebilmektedir. Bu sınıflandırma güç ilişkileri, iktidar yapısı ve kurumsal organizasyona dayalıdır [1]. Diğer taraftan, bu ilişkinin evrimi yaygın olarak Harper (1996)'ın sunduğu gibi avcı-toplayıcı, tarımcı ve endüstriyel toplumlar olarak üç temel aşamada incelenmektedir. Bu yaklaşım insanlık tarihinde ortaya çıkmış bu toplumların doğal çevre ile ilişkilerini açıklayan Egemen Toplumsal Paradigma (ETP)'ları üzerine kurulmuştur [2,3]. Bu çalışma kapsamında Harper'ın (1996) sınıflaması temel alınacaktır.

İnsanlığın avcı-toplayıcı toplumdan tarımcı topluma geçişi Neolitik Devrimle gerçekleşmiş, tarımcı toplumla ortaya çıkan yenilikler Kentsel Devrimi beraberinde getirmiştir. Kentsel Devrimden yaklaşık 5.000 yıl sonra, insanlık tarihindeki en önemli dönüm noktalarından biri olan Aydınlanma gerçekleşmiştir. Aydınlanmayı Bilimsel, Endüstri ve Fransız Devrimleri izlemiştir. Bu çok yönlü toplumsal değişim süreci modernleşme ile devam etmiştir. Bu süreçte önce endüstri toplumu ve endüstri kentleri ortaya çıkmış, ardından bu kentlerde yaşayan toplumlar modernleşme sürecine girmiştir. Modernlik *"17. yy.'da Avrupa'da başlayan ve sonraları neredeyse bütün dünyayı etkisi altına alan toplumsal yaşam ve örgütlenme biçimlerine işaret eder. Bu yaklaşım modernliği belirli bir zaman süreci ve coğrafi çıkış noktasıyla ilişkilendirir; ama, onun temel karakteristiklerini de şuan için bir karakutu içinde dikkatlice istiflenmiş olarak bir kenara bırakır"* [4:9]. Modernite projesi belli özellikleri olan bir toplum içinde ortaya çıkmış ve bu toplumla karşılıklı etkileşim içinde gelişmiştir. Ancak dönemde yaşanan hızlı değişimler, modernitenin kurumsal yapıları aracılığıyla Kuzey Avrupa dışındaki ülkelere de yayılmıştır [5,6]. Bu çalışmanın amacı da kısa sürede tüm dünyayı etkisi altına alan modernite projesinin çevresel sonuçlarının endüstrileşme ile hızlanan kentleşme ve modernitenin çocuğu olarak kabul edilen planlama üzerinden tartışılmasıdır. Bu amaç doğrultusunda, çalışma kapsamında insanlık tarihinde yaşanan önemli toplumsal değişimler, insan-çevre ilişkilerinde yaşanan dönüşümlerle iç içe sunulacaktır.

2. İnsan-Çevre İlişkilerine Tarihsel Bakış

İnsanlık var olduğu günden bu yana doğal çevre ile iç içe yaşamaktadır. Toplumsal çevre doğal çevrenin içinde gelişmiş, zaman içinde doğal çevre ile ayrılmaz bir bütün olmuştur. Tarihsel olarak değerlendirildiğinde doğal ve toplumsal çevre ayrımı sanayi toplumuyla birlikte oluşmuştur. Diğer taraftan sanayi toplumu ve modernleşme, insanlık tarihinin önemli dönüm noktalarından

Aydınlanma ile başlayan hızlı değişim süreci sonucunda ortaya çıktığından, bu çalışmada insan-çevre ilişkileri aydınlanma öncesi ve sonrası olarak iki başlık altında ele alınacaktır.

2.1. Aydınlanma Öncesi İnsan-Çevre İlişkileri

Günümüzden 40.000 yıl kadar önce ortaya çıkan avcı-toplayıcı toplumlar yakın çevrelerindeki hayvanları avlayarak ve yenilebilir bitkileri toplayarak yaşamlarını sürdürmüşlerdir [2]. Avcı-toplayıcı toplumun yapısı, yaşam biçimi ve üye sayısının azlığı nedenleriyle doğal çevre üzerindeki etkileri sınırlı ve yerel ölçülerde olmuştur. Kendilerini doğanın bir parçası olarak gören bu toplumların ETP'si doğaya bağımlı olma ilkesi temeline oturmuştur [7]. Avcı-toplayıcı toplumun doğa ile olan uyumlu ilişkisi toprağın işlenmeye başlanmasıyla zayıflamaya başlamıştır. Bu anlamda ilk kırılma noktası mevsimlerin anlaşılmasıyla önceleri mevsimlik ardından ise kalıcı yerleşmelerin kurulmasıyla yaşanmıştır. Böylece Neolitik Dönem'de yerleşik yaşama geçilmiş; insanoğlunun hayvanları evcilleştirmeyi ve bitkileri yetiştirmeyi öğrenmesiyle tarımcı toplumlar gelişmiştir. Tarımsal Devrim olarak anılan bu dönüşüm süreci köklü değişimleri de beraberinde getirmiş [8], özellikle tarımsal üretimin artması toplumsal yapının önemli ölçüde değişmesine yol açmıştır [2]. Tarımcı toplumun ileri aşamasında ortaya çıkan tarımsal etkinlikler doğal çevrenin ve toprağın yapısını değiştirmeye başlamıştır [7,9]. Dolayısıyla ETP'si doğanın kontrolü ve yönlendirilmesi dayanan tarımcı toplumun doğa üzerindeki egemenliği meşrulaşmıştır [7]. Diğer taraftan, tarımcı topluma geçiş ile dünyanın farklı bölgelerinde insanlık tarihinin ilk yerleşimleri ortaya çıkmıştır. Neolitik dönemde Anadolu'yu da içine alan Yakın Doğu'da ortaya çıkan bu yerleşme modeli, kentlerin toplumların örgütlenme biçimine göre elde edilen zenginliklerin ve bunların elde edilmesini sağlayan ilişkilerin örgütlendiği ve denetlendiği merkezlerden ortaya çıktığı kabulünden hareketle, köy olarak tanımlanmaktadır [10]. Bu yerleşmeleri farklılaştıran özellikler [8]; ileride kent-devlet oluşturma potansiyellerinin olması, işlevsel özelliklerle birlikte toplumsal statü açısından da özellikler gösteriyor olması; ve kült inancının olması ve kült inancına göre mimari özellikler gösteriyor olması. İlk kentlerin ortaya çıktığı dönem ise, ilk kez devlet örgütlenmesinin de gerçekleştiği Kalkolitik Dönemdir.

2.1.1. Kentsel Devrim

MÖ 10.000 yıllarında ortaya çıkan değişimler Neolitik Devrim, Kalkolitik dönemde MÖ 3.000 yıllarında ortaya çıkan değişimler ise Kentsel Devrim olarak adlandırmaktadır. Tarihte kentler değişen sosyal ilişkilerle bağlantılı olarak ele alınan Kentsel Devrimin bir parçası olarak kurulmuştur [11]. Kalkolitik dönemde kurumlarını oluşturmuş kentlerde, köy olarak anılan yerleşimlerden farklı

olarak devlet organizasyonları bulunmaktadır [12]. Kentleşme süreçleri temel olarak avcı-toplayıcı toplumdan; ticaret ve zanaat üretimine dayalı topluma geçiş üzerinden açıklanır. Buna göre, ilk kentler, Neolitik dönemde görülen köy yerleşimlerine kıyasla geniş alanlar kaplamakta ve kalabalık bir nüfusu barındırmaktadır. Bu yerleşimlerde kentsel özellik olarak tarım dışı üretim biçimleri gelişmiş, toplumsal işbölümü ile uzmanlaşmış meslek ve yönetim kadroları oluşmuştur [13]. İnsan-çevre ilişkisi insan-insan ilişkisine dönüşmüş, doğal ve toplumsal yaşamı yönlendiren bu yeni ilişki olmaya başlamıştır [14]. Kentsel devrimi deneyimleyen tarımcı toplumların ayırıcı özellikleri, doğal kaynakların kullanımı, doğal işleyişin yönlendirilmesi ve tarımsal üretim için doğanın aşırı kullanımı olmuştur. Kent ve kentleşme açısından dönemin farkı ise kentte yaşayan nüfusun ortaya çıkması ve artışıdır. Anadolu'da Malatya Arslantepe üzerinden dönemin kentlerinin fiziki yapısı; idari, iktisadi, dini etkinlikler için anıtsal boyutlarda bir alan ile konut alanlarından oluşmasıyla tanımlanabilir [15].

2.2. Aydınlanma Sonrası İnsan-Çevre İlişkileri

Neolitik ve Kentsel Devrimlerin ardından insanlık tarihini köklü bir biçimde etkileyecek değişimlerin ve endüstriyel toplumun ortaya çıkması için binlerce yılın geçmesi gerekmiştir. Endüstriyel toplum, kökleri Rönesans ve Reform hareketlerine dayanan Aydınlanma ile başlayan toplumsal değişim sürecinde ortaya çıkmıştır. 17. ve 18. yy.'da Batı Avrupa'da ortaya çıkan Aydınlanma toplumsal değişim tarihinde önemli bir kırılma noktasını ifade eder. Aydınlanma düşüncesi, insanlığın içinde bulunduğu sefaletin kaynağının cehalet ve batıl inanç olduğunu ve bunun ancak akıl ve bilimle aşılabileceğini iddia etmiştir. Bu yeni düşünce biçimi, insanlığın özgürlüğü ve mutluluğu için ilerlemenin temel unsur olduğunu savunmuştur [16]. Aydınlanma aklın, doğanın ve toplumun düzenli süreçlerini kavrayabileceğine ve insan eylemlerine yol gösterebilecek nesnel bilimin kurulabileceğine inancı getirmiş [17, 18]; toplumun dönüşmesinde ve yönlendirilmesinde teknik aklın kullanılmasının önü açılmıştır [18, 19]. Aydınlanmayı izleyen süreçte 18. yy.'ın sonu ve 19. yy.'da Avrupa'da sırasıyla Bilimsel, Sanayi ve Fransız Devrimleri meydana gelmiştir. Bu devrimler, insanoğlunun toplumsal yaşamını ve doğal çevre ile kurduğu ilişkileri kökten değiştirmiştir. Newton tarafından evrensel yerçekimi yasasının keşfedilmesiyle başladığı kabul edilen Bilimsel Devrim, izleyen değişim sürecinin de temelini oluşturmuştur.

2.2.1. Sanayi Devrimi ve Hızlı Kentleşme Hareketi

18. yy.'ın sonlarında İngiltere'de ortaya çıkan Endüstri Devrimi ile insanlık tarihinde ilk kez, toplumların üretim güçleri değişmiş, ekonomik ve toplumsal yapılarında büyük değişimler meydana gelmiştir [20]. Endüstri Devrimi genelde bir dizi teknik yenilik olarak sunulmaktadır [21]. Ancak bu yenilikler geniş

kapsamlı sosyal ve ekonomik değişikliklerin yalnızca bir bölümünü oluşturmuştur. Bu bağlamda kentleşme açısından en önemli değişiklik, tarımda makineleşme nedeniyle işgücünün sanayi sektörüne doğru göç etmesi olmuş, kentler daha önce görülmeyen bir şekilde genişlemiş ve büyük şehirlerin sayısı önemli ölçüde artmıştır [22]. Endüstri Devriminin politikası ve ideolojisi Fransız devrimiyle biçimlendirilmiş [20], iktidar yalnızca halkın onayıyla meşruiyet kazanabilir hale gelmiştir. Bu çok yönlü değişim süreci modernite ile tamamlanmıştır.

3. Modernite ve Endüstri Toplumu

Geleneksel dünya görüşünden kopuşu ifade eden modern düşüncenin temel nitelikleri bilim, ilerleme, nesnellik ve evrensellik olmuştur. Modern zamanların getirdiği yenilikler modern kökünden üretilmiş modernite, modernleşme ve modernizm kavramları ile ifade edilmektedir. Modern sözcüğü yeni, deneysel ve geçmişten uzaklaşan anlamında kullanılmaktadır. Avrupa ve batı ile özdeşleşmiş Modernleşme kavramı bilim, teknoloji, ulus devletler, demokrasi ve kapitalist üretim sisteminin ortaya çıkmasını ifade etmektedir. Modernizm ise 19. yy.'ın ikinci yarısından II. Dünya Savaşının öncesine kadar sanat, edebiyat ve düşünce alanında ortaya çıkan akımlar için kullanılmaktadır. Son olarak Avrupa kültür tarihinin geliştirdiği sistematik bir süreç olarak değerlendirilen Modernite, geleneksel olana karşı duran ve mentalite değişikliğini öne çıkaran bir kavramdır [23].

Evrensellik iddiası taşıyan ve yayılma mekanizmaları ile dünyayı etkisi altına alan modernite projesi, uygulamaya geçtiği farklı ülkelerde özgünleşmiş ve Türkiye örneğinde de deneyimlendiği gibi alternatif modernite projeleri ortaya çıkmıştır [24]. Modernitenin yayılma mekanizmaları, kurumsal yapılarıdır. Bunlar; ekonomik boyut; bilgiye, ahlaka ve estetiğe yaklaşım; kendisini geleneksel toplumsal bağlardan kurtarmış bireyin doğuşu ve kurumsal yapıdır [17]. Giddens (1994) ise moderniteyi dört temel kurum üzerinden tanımlamaktadır. Doğanın dönüştürülmesi yapay çevrenin gelişimi olarak ifade ettiği endüstrileşme bunlardan biridir.[1] Endüstrileşme, modernitenin diğer bir kurumsal boyutu olan kapitalizm ile doğrudan ilişkilidir. Buna göre; modernite öncesi varlık gösteren sanayileşmemiş toplumlar kendilerini genellikle doğanın parçası olarak değerlendirirken, endüstri toplumu doğal çevreyi önceki nesiller tarafından tahmin edilemeyecek yollarla değiştirmeye başlamıştır. Bu anlamda endüstrileşme, insanoğlunun modernite koşullarında doğayla olan etkileşiminin ana ekseni durumuna gelmiştir [4]. Dünyanın sanayileşmiş bölgelerinde yaşayan toplumlar, artık sadece doğal değil, aynı zamanda doğal çevre üzerinde fiziksel olarak yaratılmış yapılı çevre içerisinde yaşamaya başlamıştır. İnsan–çevre ilişkilerinde köklü bir değişimin yaşandığı bu dönemde endüstri toplumu ortaya çıkmıştır.

Giddens'in (1994) moderniteyi tanımladığı diğer 3 boyut ise rekabetçi emek ve ürün piyasaları bağlamında sermaye birikimi olarak tanımladığı kapitalizm, enformasyonun ve toplumsal denetlemenin kontrolü olarak tanımlanan gözetleme, savaşın endüstrileşmesi bağlamına şiddet araçlarının kontrolü olarak tanımladığı askeri iktidardır.

3.1. Endüstri Toplumu

Endüstri toplumları buhar makinesinin icadı ve tekstil endüstrisindeki ilerlemeler gibi bazı temel buluşlara dayalı olarak gelişen sanayileşme sürecinde ortaya çıkmıştır. Yeni enerji kaynaklarının kullanımı ve üretim teknolojilerinde yaşanan gelişmeler endüstriyel gelişime ve artı ürünün artmasına neden olmuştur. Artı değerin organizasyonu karmaşık örgütlenmeleri gerektirdiğinden; insanların gündelik yaşamları değişmiş ve insanlar endüstri merkezlerinde toplanmaya başlamıştır. Bunun sonucunda tarihte ilk kez insanların çoğunluğu kentlerde yaşamaya başlamıştır [1, 2].

Diğer taraftan endüstrileşmiş batı toplumlarının sömürüsü kendi sınırları içerisinde doğal çevrenin sömürüsü ile de sınırlı kalmamış, endüstrileşmenin uluslararası düzeyde yaygınlaşması paralelinde çevresel sömürü de yaygınlaşmıştır. Dolayısıyla endüstrileşme çevresel olarak doğal kaynakların sömürülmesi ve insan mutluluğu için tüketilmesine dayanmaktadır. İnsan-çevre ilişkisinde ortaya çıkan bu değişimi oluşturan ise fosil yakıtların sanayi üretiminde kullanılmaya başlanmasıdır. Bu durum doğal kaynakların sömürülmesine neden olmuş, bunun sonucunda çevre sorunları ile büyük çevresel felaketler ortaya çıkmıştır. Endüstri toplumunun ETP'si doğanın, insan refahı için kullanımı ve hatta sömürülmesinin bir gereklilik olduğu görüşüne dayanmaktadır [7]. Endüstri toplumunun dönüşümü 19. yy.'da doruk noktasına ulaşmış; çevre-insan ilişkileri açısından o güne kadar görülmeyen düzeyde insan merkezli bir bakış açısı ve sömürüye dayalı bir ilişkinin hâkim olduğu modern endüstri toplumlarının dönemi başlamıştır. Dönemde ekonomik kalkınma, büyüme ve toplumsal refah en üst toplumsal değerler haline gelmiş, doğal kaynakların sınırsızca kullanımı meşruiyet kazanmış, çevre ve doğal kaynaklar ekonomik değer olarak kavramsallaştırılmıştır [25, 26]. Modern endüstri toplumunda doğa üzerinde insan müdahalesinin artması sonucunda doğanın kendini yenileme süreci bozulmaya ve doğanın tepkisi olarak da değerlendirebileceğimiz çevre sorunları ortaya çıkmaya başlamıştır. Bu anlamda 1850'ler kırılma noktası olmuş [27]; toplumunun ulaştığı gelişmişlik düzeyine rağmen, çevresel değerlerin hızla bozulması ve yok edilmesi kıtlık, açlık ve sera etkisi gibi küresel sorunları beraberinde getirmiştir.

4. Modernleşme ve Sonrası

4.1. Modernite Projesinin Ürünü Olarak Planlama Disiplinin Gelişimi

18. yy.'da endüstriyel kapitalizmle birlikte doğan endüstri kentleri fabrikaların kurulduğu üretim süreçlerinin merkezi haline gelmiştir. Dönemde kentler, dini ve kozmolojik kodlara dayanarak değil, gelişigüzel gelişme göstermiştir. Toprağın

emtiaya dönüştüğü bu kentlerde sınıf farklılıkları mekânsal olarak okunur hale gelmiştir. Sanayi devriminin yaşandığı İngiltere'de, 19. yy.'da nüfusu öngörülemeyen bir hızla artan büyük kentlerin kenar mahallelerinde yoksullar kötü barınma koşulları ve hijyen eksikliği içinde yaşamıştır [28]. Bu bağlamda dönemin sanayi kentinin ana bileşenleri, fabrikalar, fabrikalar çevresinde hızlı ve plansız bir biçimde gelişme gösteren sağlıksız kentleşme ve kentleşme hareketini göç dalgasını hızlandırarak besleyen demiryoludur [29].

Modernitenin 1848 yılından sonra kentsel bir olgu haline geldiği kabul edilmektedir. Bunun sonucunda modern endüstri toplumları hızlı kentsel büyüme, kırdan kente yoğun göç, sanayileşme ve yapılı çevrede önemli ölçüde değişimle karmaşık bir ilişkiler ağı içerisinde varlığını sürdürmüştür [16]. Aynı yıllarda, endüstri kentlerinde görülen sorunların eleştirisinden kaynaklı kentsel yapının düzenlenmesine yönelik yaklaşımlar geliştirilmiştir. Bunlar; ütopist yaklaşımlar ve sağlık yasalarındaki gelişmeler olarak karşımıza çıkan pragmatist yaklaşımlardır. Dönemde sağlık yasaları ile özellikle işçi sınıfının kötü yaşam koşullarında yaşadığı kentlerde sağlık koşullarını iyileştirmek amaçlanmıştır. Bu kapsamda ilk kanun 1832 yılında İngiltere'de çıkarılmıştır [30]. 1850 yılı ise kent planlamasına yönelimin başlangıcı sayılmaktadır. Kentlerde yaşam koşullarının nispeten iyileştirilmesi, sefalet mahallelerinin temizlenmesi, konut programı geliştirilmesi, kent hizmetlerinin belediyeleştirilmesi, kent toprağının kamulaştırılması için çalışılmıştır. 1890'larda bu uygulamalarına karşı tepkiler yoğunlaşmış ve Güzel Kent, Camillo Sittecilik ve Bahçe Kent hareketi gibi yeni ütopist yaklaşımlar geliştirilmiştir. Güzel kent yaklaşımı savunucularından Olmstead, Central Park'ın tasarımcısı, kent içindeki yeşil alanların doğal çevrenin bozulmamış bir görüntüsü olması ve kentin yapılı çevresi ile denge kurması gerektiğini savunmuştur. Camillo Sittecilik akımı ile, sanayi kentinin monoton ve artistik görüntüden uzak olduğundan hareketle kentin organik büyüme biçimine dönerek insancıllaştırılabileceği savunulmuştur. Kentin organik büyüme biçimine dönmesi için ise doğal çevrenin varlığını hissettirmesi ve kentlerde insanların gürültü ile diğer çevresel kirliliklerden uzaklaşılabilecekleri park gibi doğal alanların olması gerekmektedir. Ebenezer Howard ise Bahçe kent ütopyası ile kent ve kır arasında kalarak, her ikisinin de üstünlüklerini içeren ve sakıncalarını dışlayan bir çözüm geliştirmiştir. Dönemde kentsel çevrenin gelişiminde etkili olan bu ütopyaların ortak özelliklerinden birisi doğal çevreye duyulan özlem ve bunun modern kentsel mekânda yaşatılma çabasıdır [31]. Böyle bir toplumsal ve çevresel değişim sürecinde 19. yy.'da ortaya çıkan planlama pratiklerinin üzerinde yükselen şehircilik hareketi 20. yy.'da hızlanmıştır. Hall'ın (2014: 50) söylemiyle *"neredeyse tam olarak 1900'de 19. yy. slum-kenti kâbusuna tepki olarak, planlama tarihinin saati çalışmaya başladı"*

Dünya genelinde hızlı bir nüfus artışına sahne olan modern endüstri kentlerinde insanların karşı karşıya kaldığı çevre sorunları, hızla insanlığı tehdit eder noktaya ulaşmıştır. Dönemin sağlıksız kentleşme, fabrikalar ve demiryolu ile anılan kentleri ve bu kentlerde yaşayan toplumun sorunlarına çözüm üretmek amacıyla planlama uygulamaları hızlı bir gelişim göstermiştir. Bunun sonucunda planlama disiplini 20. yy.'ın başlarında bir meslek olarak örgütlenmiştir. Bu bağlamda ilk planlama okulu 1910 yılında Liverpool'da eğitim vermeye başlamıştır. Diğer taraftan planlama disiplininin toplumda kurumsallaşmasını sağlayacak meslek örgütleri ve dernekler kurulmaya başlanmıştır. Bunların ilki 1914 yılında İngiltere'de kurulan Planlama Enstitüsü olmuştur [31].

Planlama günümüzde kentsel mekânı oluşturan doğal ve yapılı çevreyi şekillendiren sosyo-mekânsal sürece müdahale olarak tanımlanmaktadır. 19. yy.'da modern sanayi kentlerinin çevresel ve toplumsal sorunlarına çözüm olarak geliştirilmeye başlanan planlama alanı ve ilgilendiği konular bugüne gelene dek dünyada yaşanan gelişmelere parallel olarak dönüşüm geçirmiş, yeniden ve yeniden yapılanmıştır. Bu bağlamda modern dönemde planlama ve kentleşme alanında yaşanan gelişmeler 3 aşamada ele alınabilir [31, 33]. Buna göre; birinci aşamada hakim yaklaşım sağlık ve ahlak düşüncelerinden hareket edilerek güzelliğe ve estetiğe yönelinmiştir. İkinci aşamada güzellik sağlama amacı ile birlikte etkinlik sağlama amacıda yönlendirici olmuş, son aşamada ise yalnızca teknik konu ve sorunlar değil, sosyal ve iktisadi sorunlar da ele alınmaya başlanmıştır. Planlama alanının dönüşümünü 2000'li yıllara kadar ele alan bir yaklaşıma göre ise, aynı dönemde yani 1970'li yıllara kadar yaşanan değişim 4 aşamada ele alınmaktadır [31, 34]. Buna göre; planlama disiplininin doğuşunun ardından ikinci evrede fiziksel yaklaşımlar gelişmiştir. Üçüncü aşamada kapsamlı planlama yaklaşımı hakim olurken, dördüncü aşamada planlama alanında toplumsal yaklaşımların etkisi görülmeye başlanmıştır.

4.2. Postmodern Dönem, Postmodern Endüstri Toplumu ve Planlama

Endüstri toplumunda doğanın insan tarafından sömürülmesi sonucunda oluşan ekolojik kriz [1, 2, 26], yeni bir dönemin başlangıcına işaret etmiştir. Bu yeni aşama postmodernizm olarak [4, 33], dönemin toplumu ise postmodern endüstri toplumu veya bilgi toplumu olarak adlandırmaktadır. Postmodern düşünce, endüstrileşmenin toplum ile çevre arasındaki doğal ilişkiyi yok ederek, insan merkezli, sömürücü bir ilişki yarattığına dikkat çeker. 20. yy.'ın ikinci yarısında başladığı kabul edilen postmodern dönemin çevresel temelini doğaya dönüş oluşturmakta ve modern dönemin insan odaklı söylemi yerini çevre odaklı

söyleme bırakmaktadır. Endüstri toplumunun çevre sorunlarına çözüm bulamaması ve insanoğlunun geleceğinin güvende olmaması, postmodern dönemin başlangıcında dikkatleri çevreye çekmiş ve çevre pek çok bilim dalının ortak ilgi alanı haline gelmiştir. Bu gelişmelere paralel olarak insanlığın çevre üzerindeki baskısı ve çevre sorunlarının ulaştığı nokta, küresel düzeyde kabul edilmeye başlanmıştır. Böylece dünya kamuoyunun gündeminde daha fazla yer bulan çevre sorunları ulusal ve uluslararası politikaları etkilemeye başlamıştır. Ayrıca çevre sorunlarının ortaya çıkışına karşı tepkiler gelişmiş, 1970 yılında 20 milyon kişinin katılımıyla birinci çevre günü gösterisi düzenlenmiştir [35]. Dönemde çevre sorunlarına yönelik farkındalık gelişmiş ve çevre hareketi ortaya çıkmıştır. Bu doğrultuda 70'li yıllarda planlama alanında çevresel konulara ağırlık verilmiş ve katılımlı yaklaşımlara yönelim gerçekleşmiştir. Diğer taraftan hızla artan çevre sorunları 1980'li yıllarda nesiller arası hakçalık arayışının bir ifadesi olarak kabul edilen sürdürülebilirlik kavramını beraberinde getirmiştir [36]. 80'ler ve 90'larda çevre sorunlarının küresel boyuta ulaşması sonucunda çevresel olayların çok boyutluluğu ile toplumsal ve ekonomik etkileri dünyanın ilgisini daha da fazla çekmeye başlamıştır. Bu bağlamda sürdürülebilir gelişme kavramı kalkınmacı kaygılarla çevreci kaygıları uzlaştırmaya çalışmaktadır [36, 37, 38]. Dönemde planlama alanı da çevre, kalkınma ve sürdürülebilirlik kavramlarına yoğunlaşmış, üretilen planlarda, rekabetçilik, yenilenebilir enerji ve çevre koruma gibi yeni kavramlara yer verilmeye başlanmıştır [31].

Postmodern dönemde ortaya çıkan önemli bir diğer kavram Beck (2014) tarafından geliştirilen risk toplumudur. Yaklaşım sanayileşme ve hızlı kentleşme sürecinin çevre sorunlarının ortaya çıkmasında önemli etkileri olduğu ve çeşitli riskleri beraberinde getirdiği temeline dayanır. Risk toplumu ile var olan çevre sorunları ile neden oldukları belirsizlikler ve riskler bütüncül bir şekilde kavramsallaştırılmıştır. Değişen koşullar, postmodern dönemde toplum ve çevre ilişkisinin öncelenmesi gerektiğini ortaya çıkarmıştır. Toplum doğanın üzerine kurulmuştur ve insan-çevre ilişkisi doğrultusunda şekillenmiştir. Dolayısıyla toplum ve toplumsal yaşamın doğanın dışında düşünülmesi mümkün değildir [40]. Bu yaklaşımların planlama alanında da yansıması olmuş, risk kavramı planlama alanına girmiş, 21. yy.'da planlama alanında hâkim yaklaşım çevresel, sosyal, kültürel, fiziksel, örgütsel ve ekonomik boyutları birlikte ele alan sürdürülebilirlik odaklı stratejik planlama olmuştur. Bütüncül bir yaklaşımla ele alındığında günümüzde planlama altı sosyo-mekansal süreci içermektedir; Bu süreçler; kentleşme, ekonomik büyüme ve değişim, kentsel yapılanma, kültürel farklılaşma ve değişim, doğanın dönüşümü ile kentsel politikalardır [34, 41]. Doğanın dönüşümü süreci kapsamında kentleşmenin doğal çevre üzerinde yarattığı etkiler, üretim ve tüketim ile insan-çevre ilişkileri çerçevesinde değerlendirmektedir.

Bu doğrultuda ekonomik fizibilite, mekânsal gelişme ve toplumsal dinamikleri gözeten planlama alanı sürdürülebilir gelişme yaklaşımını da benimsemiştir [34, 41].

5. Tartışma

Günümüz postmodern endüstri toplumunda insan merkezli yaklaşımların yerine doğa merkezli yaklaşımların benimsenmesinin önemi söylem düzeyinde kabul edilmesine karşın bunun pratikte tam olarak gerçekleştiğini söylemek güçtür. Bir yandan doğaya dönüş hareketinin hâkim olduğu postmodern dönemde olduğumuz kabul edilmekte, diğer taraftan kalkınma, büyüme ve ilerleme ve gelişme gibi çevre sorunlarını günümüzde olduğu noktaya getiren kavramlar halen doğal çevrenin korunması ve sürdürülebilir olmasından daha önemli görülmektedir. Fakat çevre sorunlarının insanlığı tarihte hiç görülmediği kadar geniş ölçüde tehdit ettiği günümüz dünyasında içinde bulunduğumuz durum, doğa merkezli yaklaşımlardan vazgeçileceği anlamına gelmemektedir.

5. Sonuçlar

Bu çalışmada ortaya konulduğu gibi toplumların yaşam biçimleri ve düşünce sistemleri değiştikçe insan-çevre ilişkileri, toplumların doğa kavramsallaştırmaları ve çevreye yönelik hâkim paradigmalar da değişmektedir. Çalışmadaki tarihsel ele alışın da gösterdiği gibi çevre toplum ilişkileri açısından üzerinden tartışılması gereken temel aşama endüstri toplumudur. Çünkü Adak'ın (2010) da ifade ettiği gibi, modern endüstri toplumlarının iki önemli özelliği olan rasyonelleşme ve sanayileşmenin el ele vermesi sonucunda insanlık doğa üzerinde egemenlik kurmuştur. Böylece modern endüstriyel toplum aşamasında toplumun doğal çevre üzerindeki sömürüsü insanlık tarihinde daha önce hiç görülmediği bir seviyeye çıkmıştır. Öyle ki, dönemde insanın doğal çevre üzerindeki olumsuz etkisi doğanın kendini yenileme kapasitesinin çok üzerine çıktığından bu etkiler telafi edilemez noktaya ulaşmıştır. Bu nedenle, çevre sorunlarının yoğunlaşması ve doğal çevrenin ve dolayısıyla insanlığın varlığını tehdit eder noktaya ulaşması açısından 1970'ler önemli kırılma noktası olmuştur. Bu yıllarda ortaya çıkan postmodern toplum ve endüstriyel toplumun doğal çevreyi sömürüsü sonucunda ortaya çıkan sorunlarla karşılaşmış ve insanlığın doğal çevre ile bozulan ilişkilerini yeniden kurmaya çalışmıştır. Bu kapsamda modern sanayi toplumunun 19. yy.'da ortaya çıkan çevresel ve toplumsal sorunlara çözüm olarak geliştirmeye başladığı planlama disiplini, çevre sorunları, nedenleri ve sonuçları ile mücadele etmekte bir araç olarak kullanılmaktadır. Bu misyonu nedeniyle planlama uğraş alanına giren sosyal, kültürel, fiziksel, örgütsel ve ekonomik konular ile birlikte çevresel konuları ilgi alanı içerisinde tutmaktadır. Doğası gereği çalışmaları çok disiplinli bilgi ile yönlendirilen planlama bu doğrultuda çevre ve çevre sorunları

ile ilişkili olarak ortaya çıkan, risk toplumu ve sürdürülebilirlik gibi yeni yaklaşım ve kavramları, hızlıca bünyesine almakta ve yeni planlama paradigmaları bu eklemelerle yeniden ve yeniden yapılanmaktadır.

Referanslar

[1] Lenski G E. Power privilege: a theory of social stratification. 1. baskı. New York: McGraw-Hill Book Company; 1966.

[2] Harper CL. Environment and society: human perspectives on environmental issues. 2. baskı. New Jersey: Prentice Hall; 1996.

[3] Tuna M. Yatağan termik santralinin çevresel ve toplumsal etkileri. 1. baskı. Muğla: Muğla Üniversitesi Yayınları; 2001.

[4] Giddens A. Modernliğin sonuçları. 1. baskı. İstanbul: Ayrıntı Yayınları; 1994.

[5] Tekeli İ. Bir modernleşme projesi olarak Türkiye'de kent planlaması. İçinde: Bozdoğan, S, Kasaba R, editörler, Türkiye'de modernleşme ve ulusal kimlik, İstanbul: Tarih Vakfı Yurt Yayınları; 1998, s. 155-172.

[6] Kulözü, N. Bir Mekansal Modernleşme Öyküsü: Erzurum Kenti ve Kentsel Mekanında İkili Dokunun Oluşumu. İdeal Kent Dergisi, 2016, 18: 22-47.

[7] Kulözü N. Place of natural environmental issues in curriculums of city and regional planning departments at Turkish universities. İçinde: Efe R, Ayışığı M, Düzbakar Ö, Arslan M, editörler, Turkey at the beginning of 21st Century: Past and Present. Sofia: St. Kliment Ohridski University Press; 2015, s. 438-455.

[8] Özdoğan M. Kulübeden konuta, mimaride ilkler. İçinde: Sey Y. editor, Tarihten günümüze Anadolu'da konut ve yerleşme, İstanbul: Türkiye Ekonomik ve Toplumsal Tarih Vakfı Yayınları; 1996, s.19-30.

[9] Yazgan ÇÜ. Tarihi süreçte toplum-çevre ilişkileri ve çevre sorunlarının ortaya çıkışı. e-Journal of New World Sciences Academy, 2010, 5(1): 227-44.

[10] Tuna K. Şehirlerin ortaya çıkışı ve yaygınlaşması üzerine sosyolojik bir deneme. 1. baskı. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları; 1987.

[11] Childe G. The urban revolution. Town Planning Review 1950; 21(1): 3-17.

[12] Childe G. Kendini yaratan insan. 1. baskı. İstanbul: Ayrıntı Yayınları; 1986.

[13] Bumin K. Demokrasi arayışında kent. 1. baskı. İstanbul: Ayrıntı Yayınları; 1990.

[14] Mazı F. Antik çağda düşüncenin kentsel mekâna yansıması. Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi 2008, 5(10): 33-48.

[15] Frangipane M. Doğu anadolu'da kentleşme modelleri. İçinde: Sey Y, editor, Tarihten günümüze Anadolu'da konut ve yerleşme, İstanbul: Türkiye Ekonomik ve Toplumsal Tarih Vakfı Yayınları; 1996, s.60-69.

[16] Harvey D. Postmodernliğin durumu. 1. baskı. İstanbul: Metis Yayınları; 1997.

[17] Tekeli İ. Bir modernite projesi olarak Türkiye'de kent planlaması. İçinde: Tekeli İ, editor, Modernite aşılırken kent planlaması. Ankara: İmge Kitapevi; 2001, s. 9-34.

[18] Kulözü N. Planlamaya Katılım: Araç mı, amaç mı? İçinde: Eraydın A. vd., editor, KBAM Kentsel ve Bölgesel Araştırmalar 2. Sempozyumu Bildiriler Kitabı. Ankara: Matsa Basımevi, 2011, s.159-170.

[19] Friedmann J. Planning in public domain: from knowledge to action. İçinde: Friedmann J, editor, Two centuries of planning theory an overview, Princeton: Princeton University; 1987, s.51-86.

[20] Hobsbawm E. Devrim çağı 1789-1848. 6. baskı. Ankara: Dost Kitabevi Yayınları; 2000.

[21] Giddens A. Sosyoloji, Kısa fakat eleştirel bir giriş. 2. baskı. Ankara: Phoenix Yayınevi; 2005.

[22] Jones E. Metropolis. 1. baskı. Oxford: Oxford University Press; 1990.

[23] Yenişehirlioğlu F. Avrupa'da ve Osmanlılarda modernleşme. İçinde: Gülmez B, editör, Kültür tarihi. Eskişehir, Anadolu Üniversitesi Yayınları; 2011, s. 182-205.

[24] Tekeli İ. Türkiye'nin modernleşmesi neye benziyor? (2). İçinde: Tekeli İ, editor, Modernizm, Modernite ve Türkiye'nin kent planlama tarihi. Tarih Vakfı Yurt Yayınları: İstanbul; 2009, s.100-105.

[25] Tuna M. Çevre sosyolojisinde toplumsal kurgusalcı model. Mülkiye 2001; 25(229): 229-243.

[26] Adak N. Geçmişten bugüne çevreye sosyolojik yaklaşım. Ege Akademik Bakış 2010;10(1): 371-382.

[27] Kulözü N. Youths' perception and knowledge towards environmental problems in a developing country: in the case of Atatürk University, Turkey. Environmental Science and Pollution Research 2016; 23(12): 12482-90.

[28] Engels F. The Great Towns: from the condition of the working class in England in 1844 (1845). İçinde: LeGates RT, Stout F, editörler, The city reader, London: Routlegde; 2003, s.58-66.

[29] Mumford L. Tarih boyunca kent: kökenleri, geçirdiği dönüşümler ve Geleceği. 2. baskı. İstanbul: Ayrıntı Yayınları; 2013.

[30] Tekeli İ. Türkiye'de kent planlamasının tarihsel kökleri. İçinde: Tekeli İ, editor, Türkiye'nin kent planlama ve kent araştırmaları tarihi yazıları. Ankara: Tarih Vakfı Yurt Yayınları; 2010, s.26-147.

[31] Kulözü, N., Okudan, Y. Doğal çevre ve planlama eğitimindeki yeri, 8 Kasım Dünya Şehircilik Günü, 8. Türkiye Şehircilik Kongresi, Şehircilik ve Eğitimi, Kasım 2016, Ankara.

[32] Hall P. Cities of tomorrow: an intellectual history of urban planning and design since 1880. 4. baskı. Oxford: Blackwell; 2014.

[33] Yavuz F, Keleş R, Geray C. Şehircilik Sorunlar-Uygulama ve Politika. 1. baskı. Ankara: Ankara Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Yayınları; 1973.

[34] Zeren-Gülersoy N, Kundak S, Günay Z, Demircioğlu E, Yazgı B, Beyazıt E, Gönül, D. Türkiye Planlama Okulları Birliği III. Dönem Çalışmaları, İstanbul Teknik Üniversitesi Şehir ve Bölge Planlaması Bölümü. İstanbul: İTÜ; 2007.

[35] Özer AÖ. Güncel bir tartışma: sürdürülebilir kalkınma. Planlama Dergisi 1995; 3-4: 21-26.

[36] Kulözü N. Environmental right and responsibilities: from the perspective of atatürk university students. Içinde: Efe R., Öztürk M, editörler, Contemporary studies in environment and tourism. UK: Cambridge Scholars Publishing; 2017, s.357-378.

[37] Kulözü N. Conceptualization of architectural sciences' students in terms of relation between natural environment and their professional field. İçinde Efe R, Bizzarri C, Cüerbal İ, Nyusupova GN, editörler, Environment and ecology at the beginning of 21st century. Sofia: St. Kliment Ohridski University Press; 2015a, s.618-635.

[38] Tekeli İ. Yaşam kalitesi ve göstergeleri, İçinde: Tekeli İ, editor, Gündelik yaşam, yaşam kalitesi ve yerellik yazıları. İstanbul: Tarih Vakfı Yurt Yayınları, 2009, s.79-141.

[39] Beck U. Risk toplumu: başka bir modernliğe doğru. 2. baskı. İstanbul: İthaki Yayınları; 2014.

[40] Dinçer M. Çevre gönüllü kuruluşları. 1. baskı. İstanbul: Türkiye Çevre Vakfı Yayını, 1996.

Gottdiener M, Hutchison R. The New Urban Sociology. 3. baskı. Boulder, CO: Westview Press; 2006.

[41] Friedmann J. The Core Curriculum in Planning Revisited. Journal of Planning Education and Research 1996; 15: 89-104.

Şehirlilik ahlakı ve birey üzerindeki etkilerinin psikoloji çalışmaları açısından gözden geçirilmesi

Gökhan Arslantürk, Emine Yücel ve Erkin Sarı
Selçuk Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Psikoloji Bölümü, Türkiye

Özet:

Şehir yaşamının insan üzerine etkilerini ele alan eserlerin bazıları kaos ve stres üreten yapısal özellikleriyle şehirlerin insan sağlığı ve işlevselliği üzerinde olumsuz etkileri olduğunu iddia ederken; diğer bazıları ise şehirlerin insan mutluluğu ve gelişimine olumlu katkıları olduğunu savunmaktadır. Bununla birlikte, şehir yaşamı ve iyi oluş arasındaki bağlantı sıklıkla şehir ve bölge planlama perspektifinden ele alınmakta ve ilgili çalışmalar insan mutluluğu ve iyi oluşunun artırılmasında şehirlerin fiziki düzen ve tasarımına odaklanmaktadır. Diğer yandan, iyi oluş ile toplum yanlısı özellikler arasındaki bağlantılar dikkate alındığında toplumsal yaşamın beraberinde getirdiği norm ve kurallara uygun yaşama, nezaket, iş birliği ve dayanışma gibi şehirlilik ahlakı bağlamında ele alınabilecek değişkenler de incelemeye değerdir. Bu derleme çalışmasının amacı şehir yaşamında nezaket ve medeni davranış üzerine psikoloji yazınının yetersizliğinin altını çizerek gelecek çalışmalar için bir perspektif oluşturmaktır.

Anahtar kelimeler: *Şehirlilik ahlakı, nezaket, medeni davranış, şehir*

Abstract:

While some of the works on city life assert that cities as chaotic and stressful places have negative effects on human health and functionality, some others argue that they have positive contributions to human happiness and development. However, the link between urban life and well-being has usually been addressed from the urban and regional planning perspective, and relevant studies focus on the physical order and design of cities in order to enhance human happiness. On the other hand, in consideration of the close association between well-being and pro-sociality, certain components of urban morality such as adherence to social norms, politeness, cooperation, and solidarity are also worth examining. This review aims to draw a framework for future studies in underlining the inadequacy of psychology literature about the politeness and civil behavior in urban life.

Key words: *Urban morality, politeness, civil behavior, city*

1.Giriş

Birleşmiş Milletler [1] tarafından yayınlanan “Dünya Kentleşme Beklentileri” isimli raporda dünya nüfusunun %55’inin kentlerde yaşadığı ve bu oranın 2050’de %68’e çıkacağı belirtilmektedir. Başka bir deyişle, rapor 2050’ye kadar kentlere 2,5 milyar insanın daha yerleşeceğini öngörmektedir. Yine aynı raporda İstanbul 14,7 milyonu aşkın nüfusuyla dünya genelinde nüfusu en yüksek

şehirler arasında 15. sırada bulunmakta ve raporun 2030 yılı projeksiyonunda bu şehrin 17 milyondan fazla kişiye ev sahipliği yapacağı öngörülmektedir. Peki, bu istatistikler bizim için ne anlama geliyor? İnsanların yaşam alanı tercihlerini çoğunlukla tarım ve hayvancılıkla uğraştıkları kırsal alanlardan, sanayi ve hizmet sektörünün merkezleri olan kentlere doğru kaydırmaları ne anlam ifade ediyor ya da ne gibi değişiklikleri beraberinde getiriyor?

İzleyen alt başlıklarda şehir yaşamının ne olduğu, getirileri ve maliyetleri, şehirlilik ahlakı, medeniyet ve medeniyetsizlik ve bunun psikolojik sağlık açısından sonuçları gibi konulara değinilmiştir.

1.1.Şehir, çevre ve bireye etkileri

Şehirlerin insana etkilerinden bahsetmeden önce bir şehir tanımı yapılabilir. Wirth'e [2] göre şehir "sosyal açıdan birbirlerinden farklı olan bireylerin görece geniş, yoğun ve kalıcı yerleşim alanları"dır (s. 1). Tanımdan da anlaşılacağı üzere Wirth şehirlerin kasabalara göre daha geniş alanda kurulmasına ve çoğunlukla birbirlerini tanımayan sayıca fazla insanın bu alanı paylaşmasına gönderme yapar. Peki, kasabaya oranla daha fazla –ve çoğunluğunun birbirinden habersiz olduğu– insanın yaşadığı şehirler insanı ne şekilde etkiler?

20. yüzyılın başlarında, insanın şehirle kurduğu ilişkiyi irdeleyen araştırmacılar daha çok nüfus, nüfus yoğunluğu ve nüfusun heterojen olup olmadığı gibi konularla ilgilenirken Simmel [3] ve Milgram [4] gibi araştırmacılar ise bireyin şehir yaşamını nasıl deneyimlediği konusuna eğilmeye başlamıştır [5]. Mimarlık ve şehir-bölge planlama araştırmacılarının şehri sadece fiziksel açıdan ele almalarını ve insan faktörünü göz ardı etmelerini eleştiren Mumford [6] ise kent deneyimini insanın kişiliği ve kültürünün ayrılmaz bir parçası olarak görmüştür. Milgram [4] şehirde yaşayan insan sayısının ve nüfus yoğunluğunun görece fazla olduğunu ve şehirlerde nüfusun heterojen bir şekilde dağıldığını belirtmiş; şehirlerin bu özellikleri sebebiyle yaşayanları için aşırı yüklenmeye sebep olduğunu ifade etmiştir. Başka bir deyişle, organizma çevresindeki çok fazla uyaranın hepsini işleyebilme kapasitesine sahip değildir. Dolayısıyla şehirde yaşayan insanlar aşırı yüklenmeye çeşitli şekillerde cevap vererek şehir yaşamına adapte olmaya çalışır. Her bir uyarana daha az zaman ayırmak ve öncelik seviyesi düşük olan uyaranları görmezden gelmek organizmanın aşırı yüklenmeye verdiği tepkilere örnek olarak gösterilebilir [4]. Simmel [3] de metropol ile taşra hayatının birbirinden çeşitli noktalarda ayrıldığını söyler. Taşrada hayatın daha yavaş tempoda aktığını, yaşayanlarının daha az sayıda ve daha az çeşitlilikte uyarana maruz kaldığını ve taşradaki ilişkilerin duygu temelli yürüdüğünü ifade eder. Buna karşın metropolde yaşam daha hızlı akar, insanlar daha çok sayıda

ve çeşitlilikte uyarana maruz kalır. Buna binaen metropol, insan ilişkilerini daha çok düşünceleri üzerine inşa eder.

İster kişisel olarak kendinizi yakın hissettiğiniz insanlar olan arkadaşlarınızı, eşinizi, ailenizi; isterseniz toplu taşımada yolculuk yaparken hasbelkader tanıştığınız bir insanla yaptığınız konuşmaları düşünün. Belli bir süreden sonra muhtemelen konu hayat pahalılığı ve/veya şehirde yaşamanın zorluklarına gelecektir. Gerçekten de özellikle son yıllarda çarpık kentleşme, artan nüfus, kirlilik ve maddi sıkıntılar sebebiyle kentten köye göç edenlerin sayısı hiç azımsanmayacak ölçüdedir ve bu durum özellikle tarım-hayvancılığı canlandırmak isteyen hükümetler tarafından da desteklenmektedir [7]. Dolayısıyla, Manzo'nun [5] şu sorusuna yeniden cevap aramak faydalı olabilir: "Şehirde yaşamak psikolojik sağlığımız için her zaman kötü müdür?"

Yapılan birçok çalışmada şehirde yaşamanın insan sağlığına olumsuz etkileri gösterilmiş olsa da şehir sunduğu çeşitli imkânlarla insanı olumlu yönde de etkileme kapasitesine sahiptir. Manzo'nun [5] da ifade ettiği gibi şehirler bireylere çeşitli fırsatlar sunması ve kaynaklara daha kolay erişime imkân tanımasının yanı sıra içerisinde belirsizlikler ve çatışmalar da barındırabilir. Dolayısıyla şehirlerin insan sağlığı için salt iyi ya da salt kötü olarak değerlendirilmesi uygun olmayabilir. Bu doğrultuda öncelikle şehirde yaşamanın insanın psikolojik ve fizyolojik sağlığına olumsuz manada nasıl etki ettiğinden; sonrasında ise şehirde yaşamanın insana sunduğu fırsatlardan söz edilmesi yararlı olacaktır.

Bilotta ve Evans'ın [8] da ifade ettiği gibi şehir yaşamında uygun olmayan bazı durumlar insan sağlığı için birtakım sorunlar teşkil edebilmektedir. Bu sorunlar çevresel stres etkenleri olarak da isimlendirilebilir. Bu stres etkenleri uzun süreli (örn., bir anayolun ya da havaalanının yakınlarında oturmak) olabileceği gibi kısa süreli (örn., kalabalık bir caddede yürümeye çalışmak) de olabilir. Gifford ve Sussman [9] şehirde yaşayanların sessiz, temiz, doğal ve estetik açıdan memnuniyet verici mekânlara, şehir içinde güvende hissetmeye ve sosyal etkileşimi kolaylaştıracak unsurlara ihtiyaçları olduğunu belirtmiştir. Şehirdeki bu ihtiyaçlar karşılanırsa şehir güvenli, göze hoş gelen ve toplumsal ilişkileri güçlendirecek bir yapıya sahip olabilir. Aksi durumda ise şehir temiz olmayan, yaşayanlarının içine kapandığı ve suç oranının yüksek olduğu bir yer hâline gelecektir. Genel bir çerçeve çizmek adına Bilotta ve Evans [8] büyükşehirlerde yaşayan insanların karşılaştığı çevresel stres etkenlerini kalabalık, gürültü, düşük konut kalitesi, düşük muhit kalitesi ve trafik sıkışıklığı olmak üzere beş başlık altında değerlendirmiştir.

Şehirde yaşayan, özellikle de büyükşehirlerde yaşayan insanların gün içinde maruz kaldığı en büyük stres etkenlerinden biri gürültüdür. Belli bir yoğunluğun üzerinde sürekli ya da aralıklı olarak devam eden istenmeyen sesler bireyin yaşam kalitesini son derece olumsuz etkileyebilmektedir. Havaalanları yakınında yaşayanlar için uçak sesi [10], anayola yakın bir yerde yaşayanlar için arabaların yapmış olduğu gürültü [11, 12] ve gürültülü iş yerleri [13] insan sağlığına ve yaşam kalitesine olumsuz etki edebilmektedir.

Kalabalık da şehir yaşamına ilişkin bir diğer rahatsız edici verici unsur olarak ele alınabilir. Gün içinde şehrin çeşitli noktalarında kalabalığa maruz kalan birey kendisiyle baş başa kalabileceği, sessiz ve rahatlatıcı çevrelere ihtiyaç duyar. Toplu ulaşım başta olmak üzere kişisel alanın ihlal edilmesi bireyde stresi, huzursuzluğu ve kaygıyı arttırır [14, 15]. Bununla birlikte sürekli olarak kalabalığa maruz kalmak kişinin kendi içine kapanıp bulunduğu çevreden izole olmasına sebep olabilir; çünkü kişi şehir yaşamında karşılaştığı tüm uyaranlara cevap verebilecek kapasitede değildir [4]. Bu durum kişinin sosyal destek ağlarını zayıflatabilir ve onu çevresinde yaşananlara karşı duyarsız hâle getirebilir [16].

Şehirde insanın yaşam kalitesini olumsuz yönde etkileyen bir diğer unsur ise trafik sıkışıklığıdır. Özellikle İstanbul, Ankara ve İzmir gibi büyükşehirlerde yoğun trafik sadece işe gidiş-işten çıkış saatlerinde değil günün her saatinde hayatı zorlaştırmaktadır. Her ne kadar araba sürmenin psikolojik ve fizyolojik sağlığa olumsuz etkileri tespit edilmiş olsa [17, 18, 19] da özel araçlar sunduğu bağımsızlık ve rahatlık sebebiyle kişiler tarafından tercih edilmektedir. Bununla birlikte, Gifford ve Steg'e [19] göre yüksek oranda araç kullanımı hem çevreyi hem de kişinin yaşam kalitesini olumsuz etkilemektedir. Frank ve ark. [18] tarafından yapılan bir çalışmada ise gün içinde arabada fazladan geçirilen bir saatin kişinin obez olma riskini %6 oranında arttırdığı bulunmuştur. Yoğun araç kullanımının bir çıktısı olan trafik sıkışıklığı ise kişide olumsuz duyguları ve stres seviyesini arttırmaktadır [20]. Gürültü, kalabalık ve trafik sıkışıklığının burada zikredilen etkilerinin yanı sıra şehirlerde duygu durum ve kaygı bozukluklarının görülme sıklığı kırsal yaşam alanlarına göre daha fazladır [21, 22]. Ayrıca şehirlerde doğan ve büyüyen bireylerde şizofreni görülme sıklığının da daha fazla olduğu tespit edilmiştir [23].

Sebep olduğu bu olumsuz etkilerin yanında şehirler kişiler için bir yenilenme ve refah kaynağı da olabilir [24]. Örneğin, şehirdeki parklar ve yeşil alanlar kişiler için önemli bir mutluluk ve bulunulan yere bağlılık kaynaklarıdır [9, 25]. Bununla birlikte yeşil alanlar, kişideki güvenlik hissini [26] ve fiziksel aktiviteyi arttırarak psikolojik sağlığa olumlu yönde etkide bulunur [27]. Ayrıca şehirde bulunan başta şehir parkları ve yeşil alanlar olmak üzere birçok kamusal alan yakınlarımızla

olan sosyal bağları kuvvetlendirir [28]. Doğal kaynakların yanı sıra sunduğu sosyal, ekonomik ve kurumsal kaynaklarla da şehirler bireylerin yaşam kalitesini arttırmada etkili olabilir. Şehirde yaşamak kişileri farklılıklara daha hoşgörülü hâle getirebilir [29], şehirlerde insanlar çoğunlukla daha iyi hizmet alırlar [30] ve şehirler bireylere daha fazla sayıda ve çeşitlilikte istihdam olanakları sunar [29]. Bunların yanında şehirler eğitim, sağlık gibi hizmetlere ulaşım açısından da kişilere daha fazla olanak sağlar [31].

Şehir yaşamının bireye etkileri üzerine Türkiye'de yapılan çalışmalara bakıldığında farklı disiplinlerden konuyla ilgili sınırlı sayıda çalışmanın genel olarak yerleşim yeri memnuniyeti, yerleşim yeri hareketliliği ve kentsel yaşam kalitesi kavramları üzerinde durduğu görülmektedir [bkz. 32, 33, 34, 35, 36, 37]. Salihoğlu ve Türkoğlu'nun [36] İstanbul'da konut çevresi ve kentsel yaşam kalitesini incelemek için var olan literatürü de gözden geçirerek geliştirmiş olduğu teorik modelde konut çevresine ilişkin nesnel (örn., çevrenin bakımlılığı, düşük nüfus ve bina yoğunluğu, kolay ulaşım) ve öznel faktörlerin (örn., kamusal hizmetlerden memnuniyet, algılanan güvenlik) kentsel yaşam kalitesine etki ettiği gösterilmektedir. Başka bir deyişle, konut çevresinden duyulan memnuniyetle kentsel yaşam kalitesini birbirlerinden bağımsız olarak düşünmek doğru olmayacaktır.

Bu yönde İstanbul'da yaşayan bireylerin konut alanlarındaki memnuniyetinin incelendiği bir çalışmada konut alanlarının fiziksel özellikleri ve boyutunun, yaşayanların şehir merkezine, işe, kamu hizmetlerine erişiminin, eğitim, sosyal ve rekreasyonel hizmetlerin varlığı ve sürdürülebilirliğinin, sosyal ve fiziksel çevre sorunlarının azlığının, konut alanının farklı iklimsel koşullara uyum sağlayabilmesinin (örn., kolay ısınabilme, güneş ışığı alma) ve olumlu komşuluk ilişkilerinin katılımcılarının memnuniyetini belirlediği ifade edilmiştir [37]. Aynı konuda yapılan başka bir araştırmada ise Kellekçi ve Berköz [35] kullanıcıların konut ve çevre memnuniyetinin belirleyicilerinin erişilebilirlik (kamu hizmetlerine, toplu ulaşıma, eğlence alanlarına, açık alanlara kolay erişim), konutun çevresel özellikleri (çevresel bakım, düşük trafik ve konut yoğunluğu), çevresel olanaklardan duyulan memnuniyet, çevrede güvenli hissetme, olumlu komşuluk ilişkileri, konut alanının fiziksel görünümü ve ekonomik değer olmak üzere altı başlıkta değerlendirilebileceğini belirtmiştir. Bilgili [33] ise Bursa'da kentsel gelişmenin kentsel yaşam kalitesi üzerine etkisini araştırmıştır. Kamu hizmetlerine kolay erişim ve algılanan yüksek güvenliğin yaşam kalitesini olumlu yönde etkilediği görülürken, katılımcılar düşük gelir düzeyi, trafikte güvenli bir şekilde hareket edememe, spor alanlarına ve sosyal etkinliklere erişimin zorluğunun yaşam kalitesini olumsuz yönde etkilediğini belirtmiştir.

Sonuç olarak, şehirlerin insanın iyi oluş hâline ve yaşam kalitesine etkisi incelenirken onun sadece olumlu ya da sadece olumsuz yanlarına odaklanmak tek taraflı bir bakış açısına sahip olmamıza sebep olacaktır. Aksine, şehir; sunduğu imkânlar ve farklı gruplara karşı daha toleranslı bir ortam oluşturması potansiyeliyle insan ve toplum sağlığına olumlu etkilerde bulunurken gürültü, kalabalık ve yoğun trafik gibi unsurlarla da sakinlerinin yaşam kalitesini olumsuz yönde etkileyebilir. Tüm bunların yanında şehir yaşamını daha huzurlu, rahat ve yaşanabilir kılan en önemli etken bizatihi insanın kendisidir. Şehir sakinlerinin birbirleri ile olan sosyal ilişkilerinde gözettikleri saygı, incelik ve hoşgörü şehirlerin yaşanılabilirlik düzeyini etkileyen önemli bir etkendir.

1.2.Şehir yaşamında nezaket ve medeni davranış

Topluma, toplum yararına, sosyal olana karşıt olmak (antisosyal) ile onun lehinde, onun yararına olmak (prososyal) ahlak çalışmalarının iki zıt kutbunu temsil etmektedir. Bu skala boyunca iyi ve kötü tarafta zikredilebilecek onlarca davranıştan söz edilebilir. Bunlar arasında günlük yaşamda oldukça görünür ve yaygın olan ancak psikoloji araştırmalarında da bir o kadar ihmal edilen davranış türü olan nezaket ve medeni davranışlar, bu skalanın toplum yanlısı davranışlar ucunda yer alır. Nezaket ya da nezaketsizliğin psikolojik arka planı, ilgili alan yazında özgecilik, gönüllülük, saldırganlık ve şiddet ya da patolojik kötülük çalışmalarının gölgesinde kalmıştır. Bununla birlikte bir toplum yanlısı davranış olarak nezaket ve medeniyet sosyal yaşam ve kişiler arası ilişkiler üzerinde azımsanmayacak bir etkiye sahiptir.

Türk Dil Kurumu sözlüklerinde nezaket "başkalarına karşı saygılı ve incelikle davranma, incelik, naziklik" [38] olarak tanımlanırken medenî kavramı "kentlileşmiş, kırsallıktan kurtulmuş, uygar, uygar biçimde" [39] anlamlarına gelmektedir. Bu bağlamda medenilik şehir yaşamının getirdiği ilişkiler içinde nezaket kavramını da ihtiva eden doğru kavram olarak değerlendirilebilir. Nezaket ve medenilik arasındaki bağlantı bir yönüyle kişiler arası ilişkiler üzerinden yürümektedir; zira nezaket bir yönüyle aslında kendimizi de tanımladığımız kişiler arası iletişimimizde önemli bir rol oynamaktadır [40]. Somut bir örnek üzerinden açıklamak gerekirse bir önceki bölümde şehir yaşamının insanlara getirdiği olumsuzluklar arasında gürültü, kalabalık ya da trafik gibi etkenlerden söz edilmişti. Bu sorunların önemli bir bölümü insan ilişkilerindeki kural dışı davranış ve incelik eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Örneğin, şehir yaşamında deneyimlediğiniz gürültü kirliliğinin bir bölümü nezaket düzeyi düşük komşularınız eliyle gerçekleşmektedir. Gürültü, önemli bir halk sağlığı sorunu olmasının yanında bireylerin ilişkilerinde daha saldırgan olmasına da sebebiyet vermektedir [41]. Dolayısıyla komşuluk ilişkilerindeki nezaketsizlik bireyler için

şehir yaşamının niteliğini düşüren önemli bir etken olarak düşünülebilir. Bu yönüyle nezaket, her ne kadar akademik çalışmalarda daha çok dilsel kibarlık üzerinden ele alınıyor olsa da, kişiler arası davranışın hemen tüm biçimlerini kuşatan geniş ölçekli bir kavramdır ve toplum yanlısı davranış literatürü açısından psikoloji çalışmalarında kendine daha çok yer bulmalıdır.

Özgül olarak nezaket ya da nezaketsizlik türleri ve dolaylı olarak medenilik kavramları üzerine psikoloji araştırmaları oldukça azdır ve bu çalışmalar genel kavramlar olarak nezaket ve medeniyet üzerine çıkarımlar yapmak yerine belirli davranış türleri üzerinden bireysel ya da kültürel karşılaştırmalar yapmak yoluna gitmiştir. Örneğin, bu az sayıdaki çalışmalardan Moser ve Corroyer [42] ve Phenice, Griffore ve Lee'nin [43] çalışmaları kamusal alanlarda insanların kendilerinden sonra gelen bir yabancı için kapıyı açık tutma davranışını ölçüt almıştır. Şehir yaşamında medeni bir davranış olarak ele alabileceğimiz bu belirli davranış bireysel bir nezaket göstergesi olarak değerlendirilmiştir. Moser ve Corroyer bu davranış üzerinden farklı büyüklükteki iki şehri karşılaştırmış ve nüfus açısından büyük şehirlerde küçük şehirlere oranla nezaket davranışının daha düşük olduğunu ortaya koymuştur. Genel anlamda yardım etme davranışı ve nüfus arasındaki ilişki de bu bulgu ile tutarlıdır. Şehirler büyüdükçe toplum yanlısı davranışlar azalmaktadır [44, 45]. Konu ile ilgili bir meta-analiz çalışması [46] da bu veriyi doğrulamaktadır. Bu çalışmaya göre kritik eşik ise 300 bin nüfus civarındadır. Bu nüfusun üzerine çıkan şehirler birçoğunu medeni davranış kapsamında sayabileceğimiz toplum yanlısı davranışlar açısından dezavantajlı istatistiklere işaret etmektedir. Buna temel neden olarak da sıklıkla şehrin büyümesi ile birlikte ortaya çıkan ve daha önce sözü edilen gürültü, kalabalık ve trafik gibi stres verici etkenlere atıfta bulunulmaktadır. Tersinden bir bakış da şehrin insana iyi gelen özelliklerinin insanları yardım etmeye yönelteceğini düşündürmektedir. Guéguen ve Stefan'ın [47] "yeşil özgecilik" olarak adlandırdığı durum bunun tipik bir örneğidir. Buna göre şehirlerin ağaçlar ve çiçeklerle bezenmiş yeşil alanlarında insanlar kendilerini daha iyi hissetmekte ve bu sayede yardım etmeye daha meyilli olmaktadırlar.

Kendisinden sonra gelen kişiler için kapıyı açık tutma davranışını çalışan hem Moser ve Corroyer'in [42] hem de Phenice ve arkadaşlarının [43] ortak bir bulgusu ise bu tür bir davranışı gözlemleyen -yani kendisine kapı açık tutulan- bireylerin böyle bir davranışı sergileme olasılığının arttığıdır. Bu durum bir anlamda medeni davranışların bulaşıcılığı anlamına gelmektedir. Diğer yandan aynı davranışı ele alan üç farklı çalışmada [42, 43, 48] aynı kavram yer yer farklı terimlerle karşılanmaktadır. *Politeness (nezaket), civil behavior (medeni davranış), altruism in public (kamusal alanda özgecilik) ve etiquette (adab-ı muaşeret)*

bunlardan bazılarıdır. Bu da psikoloji çalışmalarında ilgili konunun çalışılması için bir başka soruna işaret etmektedir. İlgili kavramlar sıklıkla benzer anlamlarda veya birbirinin yerine kullanılmaktadır. Oysaki kavramlar arasındaki nüansların farkında olmak birtakım kavramsal tartışmaların önüne geçmek ya da aynı kavrama dair farklı görüşlerin oluşturduğu belirsizliği gidermek açısından önemlidir [49].

Farklı disiplinlerden nezaket ve incelik çalışmalarının en çok üzerinde durduğu kuram Brown ve Levinson'un [50] *nezaket kuramıdır* (politeness theory). Bu kuram dilsel nezakete odaklanmakla birlikte kuram Goffman'ın [51] *itibar* (face) kavramından yola çıktığından nezaketi doğuran benlik ihtiyaçlarına odaklanmaktadır. Herkes sosyal ilişkilerinde olumlu benlik imajını korumak ve yönetmek arzusundadır ve korumaya çalıştığı itibar bireyin kendisine nazik davranılması talebini doğurur. Bu noktada insanın sınırlarını çoğu zaman ihlal eden ve nezaket/medeniyet beklentilerine cevap vermeyen bir şehir yaşamının birey üzerindeki etkilerini sorgulamak oldukça önemlidir.

1.3.Medeniyetsizliğin psikolojik etkileri

İnsanın medenileş(tiril)mesinde şehre ve şehirliliğe önemli bir rol yüklenirken şehirleşme ile ironik bir şekilde iyice pekişen *medeniyetsizlik* (incivility) insanları önemli oranda kaygılandırır [52]. Şehir söz konusu olduğunda medeniyete ilişkin unsurlar şehirdeki yapılaşmadan mahalle düzeyindeki sosyal etkileşimlere ya da daha geniş jeopolitik gelişmelere kadar uzanabilir [52]. Medeniyetsizlik Amerika'da 1970 ve 80'lerde ortaya atılan ve toplumsal huzursuzluk ve çevresel düzensizliklerin toplamına karşılık gelen bir kavram olmuştur [53]. Félonneau [54] ise medeniyetsizliği, yasal olarak suç niteliği taşımasa da hem diğerlerine hem de çevreye karşı saygısızlık ya da saldırganlık niteliği taşıyan eylemlerin tümü olarak tanımlamaktadır. Farklı kuramsal modeller çerçevesinde ele alınan *medeniyetsizlik tezi* Taylor'a [55] göre şu üç temel fikir üzerine kuruludur: (a) Bir mahallede ya da kamusal alanda nezaketsiz, rahatsızlık veren, ihmalkâr, sosyal açıdan uygunsuz, saygısız ya da taciz niteliği taşıyan davranışlar buna maruz kalan bireyleri olumsuz yönde etkiler. Bu tür davranışlar toplumsal medeniyetsizlik (social incivility) olarak isimlendirilir. Mahalle sakinleri nezdinde bu tür medeniyetsizlik unsurları daha çok mahalleliye korku salan genç çeteler, madde bağımlıları, uyuşturucu tacirleri, evsizler ya da sokak sanatçılarından kaynaklanır. (b) Terk edilmiş evler; boş arsalar, park alanları ya da kaldırımlardaki yoğun çöp birikintileri; çöp dağları; onarım gerektiren ya da uygun şekilde restore edilmemiş konutlar ya da ticari binalar; terk edilmiş ya da yanmış arabalar; duvar yazıları ya da çevredeki diğer tahribat unsurları da pek çok yerel problemi tetikler. Tüm bu unsurlar ise *çevresel medeniyetsizlik* (physical incivility)

olarak adlandırılır. (c) Toplumsal ve çevresel medeniyetsizlik unsurları zaman içerisinde ve mekânsal olarak birbirini besler. Öyle ki çevresel medeniyetsizliklerin yükseldiği semt ya da dönemlerde toplumsal açıdan da medeni olmayan sonuçların açığa çıkması çok olasıdır. Bu durumun tam tersi de doğrudur.

Wilson ve Kelling'in 1982'de yayımladığı ve sıkça atıf alan kırık pencereler hipotezi (broken windows hypothesis) [56] medeniyetsizlik kavramına ilişkin artan akademik ilginin kaynağı olmuştur. Daha çok genç suçluluğunu açıklamada yararlanılan bu hipoteze göre sosyal ya da çevresel açıdan medeniyeti çağrıştırmayan unsurların varlığı ya da görünürlüğü toplumsal yaşamda suç niteliği taşıyan davranışlara zemin hazırlar. Ancak Phillips ve Smith [53] kırık pencereler hipotezinin medeniyetsizlik araştırmalarını daha çok kriminolojiye indirgediğini ileri sürerek günlük hayatta sokaktaki kaba yabancılar ile karşılaşmalar sırasında yaşanan nezaketsizlik deneyimlerinin de medeniyetsizlik göstergeleri arasına dâhil edilmesi gerektiğine dikkat çeker. Daha çok sokaktaki dinamizme odaklanan Phillips ve Smith [53]; yürürken pervasızca birbirine çarpan insanlar, kamusal karşılaşma alanlarında kullanılan olumsuz dil ve üslup, ATM kuyruğunda sırayı delerek en öne geçme çabası ya da bazen diğerlerinden özür talep etme biçiminde bile görünür olan nezaketsizlik unsurlarını da medeniyetsizlik olgusu çerçevesinde inceler.

Phillips ve Smith'in [53] yaklaşımı medeniyetsizliğin aslında kent deneyimlerinin tamamına yayıldığını göstermesi bakımından oldukça kıymetlidir. Zira günümüzdeki yaygın medeniyetsizlikleri ve bundan kaynaklanan ahlaki panik atmosferini sadece belli sosyal gruplar ya da toplulukların (örn., evsizler, sokak çeteleri) sorunlu addedilen davranışlarına mal etmek oldukça hatalıdır [52]. Şehir hayatında zihinsel olarak aşırı yüklenen bireylerin nezaketin en basit kurallarını bile ihmal etmesi çok olasıdır [4]. Ayrıca daha önce de değinildiği gibi, büyükşehirlerde kişiler arası etkileşimler sayısal olarak arttıkça bu ilişkilerin süresi daha da kısalmakta ve insan ilişkileri daha az dostane bir niteliğe bürünmekte; sonuçta ise nezaketsizlikler günlük yaşamın doğal/kaçınılmaz bir parçası hâline gelmektedir [42]. Buradan hareketle nezaketsizliğin şehir hayatına özgü kimi dinamiklerin (örn., kalabalık) olağan bir sonucu olduğunu ileri sürmek mümkündür.

Medeniyetsizlik, sonuçları itibarıyla genelde çok ciddi olmasa da, toplumsal yaşamda kabul edilemez olarak görülür; zira medeni olmayan unsurlar toplumsal düzenin aşınmakta olduğu algısını ve bununla ilişkili olarak da korku atmosferini tetiklemektedir [54]. Bu noktada günlük hayatta karşılaşılan kişilerle tanıdık olmama durumunun, iletişim bariyerlerinin veya kasıtlı kabalık ya da saldırganlık deneyimlerinin şehir meskûnlarında ne zaman ve ne kadar kaygıyı tetiklediğini

anlamak, diğer bir ifadeyle medeniyetsizliğin farklı formlarının bireylerin iyilik hâli üzerindeki olumlu ya da olumsuz sonuçlarını irdelemek oldukça önemlidir [52]. Bu çerçevede Medway, Parker ve Rober [57] tarafından yürütülen deneysel bir çalışmada katılımcılara 90'ar saniyelik kısa filmler gösterilmiş; bu filmlerden birinin geçtiği mekânda çevresel atıklar bulunurken, diğer filmde bu tür unsurlara yer verilmemiştir. Film gösterimini takiben ise katılımcılara ülkelerindeki suç oranının birkaç yıl içinde artıp artmadığına ilişkin algıları sorulmuştur. Sonuçta çevresel atık koşulunda yer alan katılımcıların ülkedeki suç oranının artmış olduğu yönündeki algısının kontrol grubu katılımcılarına göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca kontrol grubu ile karşılaştırıldığında deney grubu katılımcıları, kendilerine gösterilen filmin geçtiği mekândaki genel ve sosyal medeniyetsizlik unsurlarının yaygınlığına ilişkin de daha yüksek bir tahminde bulunmuşlardır. Bu çalışma ışığında şehir hayatındaki belirgin olumsuzlukların suç korkusu yaratma potansiyeli taşıdığı söylenebilir.

Ancak gerçekten pis, kirli ve güvenliksiz bir şehir o şehirde yaşayan herkes tarafından objektif bir şekilde medeniyetsiz olarak algılanmayabilir. Félonneau [54] tarafından yürütülen bir çalışmada yaşadıkları şehre daha kuvvetli bağlılık geliştiren bireylerin oradaki çevresel kirliliği daha az algıladıkları, insan ilişkilerinde saygısızlık addedilebilecek davranışlara (toplumsal medeniyetsizliğe) karşı daha duyarsız oldukları ve yaşadıkları bölgedeki suç oranlarının yaygınlığına ilişkin daha iyimser bir tahminde bulundukları görülmüştür. Félonneau'nun [54] çalışması aynı zamanda, insanların şehirler hakkında sahip oldukları ideolojilerin de şehir algısını şekillendirdiğini göstermesi bakımından oldukça kritiktir. Zira bu çalışmanın sonucunda, ideal şehir imajını karşılıklı sosyal alışveriş, diğerleri ile bir arada olma, eğlence ve kültür gibi unsurlar üzerinden kurgulayan (urbanophilia) bireylerin şehir hayatıyla daha fazla özdeşim kurdukları görülmüştür. Buna karşılık ideal şehir tasavvuru kent hayatının canlılığı üzerine değil de yeşil alan, huzur ve güvenlik gibi unsurlar üzerine kurulu olan (urbanophobia) bireyler, şehir hayatıyla daha düşük düzeyde özdeşim kurmakta ve şehirdeki medeniyetsizlik unsurlarına daha fazla odaklanmaktadır. Dolayısıyla şehir yaşamından ciddi manada huzursuzluk duyan ya da toplumsal düzensizliklerin en ufak göstergelerine bile dikkat kesilmiş bireylerin şehirdeki medeniyetsizlik unsurlarını daha yaygın bulması ya da onlar açısından bu tür olumsuz niteliklerin daha belirgin olması oldukça anlaşılır bir durumdur.

Peki, şehir medeniyetsizliklerinin bireyin psikolojisi üzerindeki etkileri neler olabilir? Avustralya'da yürütülen bir çalışmanın sonuçlarına göre gündelik hayatta karşılaşılan nezaketsiz (örn., yere tüküren, küfreden) yabancıların mağdurlarda çoğunlukla utanç, tiksinti ve kayıtsızlık duygularını uyandırdığı; trafik

nezaketsizliği sergileyen yabancıların (örn., gece görüşünü engelleyecek şekilde uzun far kullanan, iki araçlık alana park yapan) ise daha çok öfke ve korku duygularını tetiklediği görülmüştür [58]. Ayrıca yaşadıkları semti genel olarak (özelde de güvenlik ve suç tehdidi açısından) olumsuz değerlendiren mahalle sakinlerinin bedensel açıdan daha sağlıksız olduğu tespit edilmiştir [59]. Benzer şekilde kişiler arası bağlılık ve güvenin düşük olduğu, yani daha düşük sosyal sermayeye sahip mahallelerde yaşadıklarına inanan bireyler de bedensel ve ruhsal açından daha sağlıksız bir profil çizmişlerdir [60]. Bununla birlikte çok katlı yaşam alanlarında komşu gürültüsünden rahatsız olan bireyler (özellikle de kadınlar) fiziksel ağrı, baş ağrısı, uykusuzluk, depresyon ve kaygı gibi pek çok sağlık problemi yaşadıklarını beyan etmişlerdir [61]. Her ne kadar şehirdeki yeşil alanların ve fiziksel hareketliliğin (örn., yürüyüş yapma) bireylere psikolojik açıdan iyi geldiği bilinse de [27] bu olumlu etkinin mahalle sakinlerine yansıyabilmesi, içinde yaşanan mahallenin daha medeni bir yer olarak algılanmasına bağlıdır. Öyle ki Ambrey [62] tarafından yürütülen çalışmada daha yeşil mahallelerde yaşayıp daha fazla fiziksel aktivitede bulunan bireylerin, yaşadıkları mahalleyi daha az medeni (trafik, gürültü, bakımsız evler, çöp, kaba insanlar) buldukları durumda, psikolojik iyi oluş düzeylerinin gerilediği tespit edilmiştir. Sonuçta yaşadığı mahallenin parkında güvenlik tehdidi hisseden bireylerin mahalle içinde sosyal etkileşimden kaçınmaları ya da yürüyüş yapmamayı tercih etmeleri çok olasıdır.

2.Sonuç

Gerek psikolojik sağlık ve iyi oluş gerekse fiziksel sağlığa etkileri üzerinden nezaket ve medeniliğin şehir yaşamının kalitesine etkisi düşünüldüğünde bu alandaki psikoloji çalışmalarının yetersizliğinin olası müdahale programlarının niteliğini de da olumsuz etkilemesi muhtemeldir. Huzur ve refah içinde yaşama talebinin bir yansıması da bir arada yaşamın kurallarına riayet edilen ve ahlaki standartları olan "medeni" bir toplumda yaşama arzusudur. Bunu gerçekleştirmek için ortaya konan bireysel çabaların en görünür olanı bu standartlara ulaşmış şehirlere göç etme olarak düşünülebilir. Bununla birlikte, çeşitli sebeplerle yaşadığı şehri terk etmek istemeyen insanların ve şehirlerinin ahlaki ve medeni standartlarını yükseltmek isteyen şehir sakinleri ve idarecilerinin bu amaçla kullandıkları enstrümanların başında yasal düzenlemeler gelmektedir. Pek çok kentte toplumsal düzeni bozan ya da birlikte yaşama kültürüne zarar veren birtakım davranışların listesini ve önleyici tedbirlerini içeren yasal düzenlemelerle şehir ahlakını ve medeni toplumu tesis etme yönünde girişimlerde bulunulmaktadır [63]. Türkiye'de de bu konuda bilinen yasal düzenleme, ilk maddesinde amacı "toplum düzenini, genel ahlâkı, genel sağlığı, çevreyi ve ekonomik düzeni korumak" olarak açıklamış olan kabahatler kanunudur [64]. Bununla birlikte yasal düzenlemeler yoluyla medeniyetin ne denli başarıyla tesis edildiği oldukça

tartışmaya açıktır.

Medeniyet hakkındaki psikoloji çalışmaları yok denecek kadar az olsa da bu çalışmalar medeniyetsizliğin birey üzerindeki etkilerini ortaya koyması bakımından oldukça önemlidir. Ayrıca şehir yaşamında nezaketin ya da nezaketsizliğin hangi koşullar altında açığa çıkabildiğini göstermesi bakımından Moser ve Corroyer'in [42] çalışması çok özgün bir yerde durmaktadır. Öyle ki bu çalışmanın sonucunda, kendilerinden sonra gelen kişi için kapıyı açık tutma nezaketini daha az gösteren büyükşehir insanlarının iyi/ nazik/ ahlaklı rol modellerini gördükleri takdirde daha nazik davranışlar sergilemeye başladıkları görülmüştür. Bu bulgu ışığında çoğu zaman diğer insanlara kayıtsızlık ile karakterize olan şehir yaşamında ahlak (nezaket) normlarını yeniden belirgin hâle getirmenin şehirlerin ahlaki dönüşümüne bir katkı sunacağı söylenebilir. Bu açıdan değerlendirildiğinde uygulamaya dönük öneriler sunma potansiyeline sahip olması bakımından da "medeni şehirler"e psikoloji bilimi penceresinden bakmanın yararlı olacağı düşünülmektedir.

Yukarıda özetlenen kısıtlı alan yazın ışığında şehir hayatındaki medeniyetsizliklerin bireylerde korku gibi olumsuz duyguları tetikleyerek toplumsal yaşamdan kendini soyutlama ya da bedensel ve psikolojik sağlık problemleri gibi olumsuz sonuçlar doğurabileceği söylenebilir. Medeniyetin yeniden inşasında, özellikle tehdit olarak algılanan belli gruplara (örn., dilenciler, uyuşturucu tacirleri) karşı sıfır toleranslı güvenlik önlemleri bir araç olarak kullanılabilir [52]. Medeniyetsizlik ve suç işleme davranışları arasında nedensel bir ilişki olduğu algısı da bu tür kamu güvenliği politikalarına meşrulaştırıcı bir zemin hazırlar [56]. Ancak bu tür cebrî uygulamalar; "daha medeni olan"ın medeniyetsiz olanı dışlaması, kamusal alanın saygıyı hak etmeyenlerden arındırılarak sadece "saygı görmeye layık olan"lara tahsis edilmesi ve şehrin farklılıklara gittikçe düşman kesilmesi gibi reflekslerde kendini gösteren ayrışmış bir toplumsal yapıyı beraberinde getirebilir [52]. Sıfır toleranslı denetim mekanizmaları, düzensizliklerin kısa vadede ortadan kaldırılmasında işlevsel olsa da bireylere toplumsal sorumluluk hissi aşılamadığından medeniyetin uzun vadede tam olarak teşekkül etmesine engel olabilir [65]. Bu noktada şehir yaşamında saygı ve hoşgörüyü yeniden gündeme getirmek [52] ve medeniliği ya da nezaketi formal anlamlarından ziyade vatandaşlar arasındaki ahlaki ilişkilerin bir belirleyicisi olarak ele almak daha yapıcı bir çözüm zemini yaratabilir [65]. Zira büyükşehirlerde yaşayan insanlar sergiledikleri nezaketsizlikleri yorgunluk, bezginlik, bir şeylere yetişme telaşı ya da stres gibi gerekçeler üzerinden meşrulaştırıyor olsalar bile bu tür açıklamalara pişmanlık ve suçluluk gibi duyguların eşlik ediyor olması medeniyetin ahlakla olan yakın ilişkisini gözler önüne sermektedir [Bernard, 1995 akt. 42].

Özetle bu derleme çalışması iki temel sonucun altını çizmektedir. Bunlardan ilki şehir yaşamında nezaket ve medeni davranışa odaklanan psikoloji araştırmalarının yetersizliği ve bu çalışmalarda kullanılan kavramların geçişkenliğidir. İlgili alanlarda neden-sonuç ilişkisi bağlamında nezaket ve medeni davranışı soruşturan çalışmaların artırılması ve akabinde kavramsal tutarlılığın ve ortak bir bilimsel dilin oluşturulmasına katkı sağlayacak derleme ve meta-analiz çalışmaları ile bu alana kurumsal bir bütünlük kazandırılması, buradan beslenecek uygulamalı psikoloji programlarına da büyük katkı sağlayacaktır. Önemi vurgulanan ikinci önemli sonuç ise tam olarak bununla ilgilidir. Psikoloji alanında ortaya konacak çalışmalardan beslenen ve şehirlerin daha saygılı ve medeni alanlara dönüştürülmesi için uygulanacak müdahale programları başta göç, artan suç oranları, psikolojik ve fiziksel rahatsızlıklar gibi birçok sorunun çözümüne anlamlı katkı sağlayacaktır.

Kaynaklar

[1] United Nations Department of Economic and Social Affairs. World urbanization prospects, 2018 revision. New York: United Nations. 2018, https://www.un.org/development/desa/publications/2018-revision-of-world-urbanization-prospects.html'den erişilmiştir.

[2] Wirth L. Urbanism as a way of life. American Journal of Sociology 1938; 44:1, 124.

[3] Simmel G. The metropolis and mental life. İçinde: Bridge G. ve Watson S., editörler. The Blackwell city reader, Oxford and Malden, MA: Wiley-Blackwell; 2002.

[4] Milgram S. The experience of living in cities. Science 1970; 167: 1461–1468.

[5] Manzo LC. City Life and Well-Being. İçinde: Devlin AS, editor. Environmental Psychology and Human Well-Being. Academic Press; 2018.

[6] Mumford L. What is a city? Architectural Record 1937; 82:5

[7] Köye dönüşe proje desteği 2019, 21 Temmuz; https://www.cnnturk.com/turkiye/koye-donuse-proje-destegi'den erişilmiştir.

[8] Bilotta E, Evans GW. Environmental Stress. İçinde: Steg L, Van Den Berg AE, De Groot JIM, editörler. Environmental Psychology: An Introduction, BPS Blackwell: UK; 2013.

[9] Gifford R, Sussman R. The psychological needs of city dwellers:
implications for sustainable urban planning. İçinde: Zeman F, editör. Metropolitan Sustainability: Understanding and improving the environment, Woodhead Publishing: Oxford; 2012.

[10] Bronzaft AL, Ahern KD, McGinn R, O'Connor J, Savino B. Aircraft noise: A potential health hazard. Environment and Behavior 1998; 30: 101–113.

[11] Mathews KE ve Canon LK. Environmental noise level as a determinant ofhelping behavior. Journal of Personality and Social Psychology 1975; 32: 571–577.

[12] Weinstein ND. Community noise problems: Evidence against adaptation. Journal
of Environmental Psychology 1982; 2: 87–97.

[13] Tomei G, Fioravanti M, Cerratti D, Sancini A, Tomao E., Rosati MV ve Tomei F. Occupational exposure to noise and the cardiovascular system: A meta-analysis. Science of the Total Environment 2010; 408: 681–689.

[14] Evans GW. Child development and physical environment. Annual Review of Psychology 2006; 57: 423-451.

[15] Evans GW, Cohen S. Environmental stress. İçinde:Stokols D, Altman I, editörler. Handbook of environmental psychology; 1987, s. 571-610.

[16] Latané B, Darley JM. The unresponsive bystander: Why doesn't he help? New York: Appleton-Century-Crofts; 1970.

[17] Hillman J, Whyte WH, Erickson A. The City as Dwelling: Walking, Sitting, Shaping. Center for Civic Leadership, University of Dallas, Dallas: Texas; 1980.

[18] Frank LD, Andresen MA, Schmid TL. Obesity relationships with community design, physical activity, and time spent in cars. American Journal of Preventive Medicine 2004; 27:87–96.

[19] Gifford R, Steg, L. The impact of automobile traffic on quality of life. İçinde: Garling T, Steg L, editörler. Threats from Car Traffic to the Quality of Urban Life: Problems, Causes, and Solutions, Amsterdam, Elsevier; 2007, s. 33-51.

[20] Novaco R, Kliewer W, Broquet A. Home environmental consequences of commute travel impedance. American Journal of Community Psychology 1991; 19: 881–909.

[21] Peen J, Schoevers RA, Beekman AT, Dekker J. The current status of urban- rural differences in psychiatric disorders. Acta Psychiatrica Scandinavica 2010; 121:2, 84-93.

[22] Lederbogen F, Kirsch P, Haddad L, Streit F, Tost H, Schuch P ve ark. City living and urban upbringing affect neural social stress processing in humans. Nature 2011; 474:7352, 498-501

[23] Krabbendam L, van Os J. Schizophrenia and urbanicity: a major environmental influence–conditional on genetic risk. Schizophrenia Bulletin 2005; 31: 795–799.

[24] Bonnes M, Scopelliti M, Fornara F, Carrus G. Urban Environmental Quality. İçinde: Steg L, Van Den Berg AE, De Groot JIM, editörler. Environmental Psychology: An Introduction, BPS Blackwell: UK; 2013.

[25] Kardan O, Gozdyra P, Misic B, Moola F, Palmer LJ, Paus T, Berman MG. Neighborhood greenspace and health in a large urban center. Scientific Reports 2015, 11610

[26] Nasar JL, Fisher B.'Hot spots' of fear and crime: A multi-method investigation. Journal of Environmental Psychology 1993; 13:3, 187–206.

[27] Kaczynski AT, Henderson KA. Environmental correlates of physical activity: a review of evidence about parks and recreation. Leisure Sciences 2007; 29: 315–354.

[28] Fleming R, Baum A, Singer JE. Social Support and the Physical Environment. İçinde: Cohen S, Syme SL, editörler. Social Support and Health, Orlando, FL: Academic Press;1985.

[29] Zenker S, Petersen S, Aholt A. The citizen satisfaction index (CSI): Evidence for a four basic factor model in a German sample. Cities 2013; 31: 156–164.

[30] Charron N, Dijkstra L, Lapuente V. Regional governance matters: Quality of government within European Union member states. Regional Studies 2014; 48: 1, 68–90.

[31] Baum S, Arthurson K, Rickson K. Happy people in mixed-up places: The asso- ciation between the degree and type of local socioeconomic mix and expressions of neighbourhood satisfaction. Urban Studies 2010; 47: 3, 467–485.

[32] Alkay E.The residential mobility pattern in the Istanbul metropolitan area. Housing Studies

2011, 26:4, 521–539.

[33] Bilgili A. Kentsel Gelişmenin, Kentsel Yaşam Kalitesi Üzerindeki Etkileri: Bursa Örneği. Yayımlanmamış Doktora Tezi. Uludağ Üniversitesi: Bursa 2017.

[34] Kalelioğlu MR, Özgür EM. İkametgâh Memnuniyeti Bağlamında Konut Yeri Seçimi ve İkametgâh Hareketliliği: Bolu Kenti Örneği. Coğrafi Bilimler Dergisi 2013, 11: 2, 149–168.

[35] Kellekçi ÖL, Berköz L. Konut ve çevresel kalite memnuniyetini yükselten faktörler. İTÜ Dergisi/A: Mimarlık, Planlama, Tasarım 2006, 5:2, 167–178.

[36] Salihoğlu T, Türkoğlu H. Konut Çevresi ve Kentsel Yaşam Kalitesi. Megaron 2019, 14: 1, 203–217.

[37] Türkoğlu HD. Residents' satisfaction of housing environments: the case of İstanbul, Turkey. Landscape and Urban Planning 1997, 39, 55–67.

[38] "Nezaket". Türk Dil Kurumu Sözlükleri. https://sozluk.gov.tr/'den erişilmiştir (e.t. 18.02.2020)

[39] "Medeni". Türk Dil Kurumu Sözlükleri. https://sozluk.gov.tr/'den erişilmiştir (e.t. 18.02.2020)

[40] Kádár DZ, Haugh M. Understanding politeness. Cambridge: Cambridge University Press; 2013

[41] Dzhambov A, Dimitrova D. Neighborhood noise pollution as a determinant of displaced aggression: a pilot study. Noise and health 2014; 16:69; 95-101.

[42] Moser G, Corroyer D. Politeness in the urban environment: is city life still synonymous with civility? Environment and Behavior 2001; 33:5, 611-625.

[43] Phenice LA, Griffore RJ, Lee K. Altruism in public: Holding open doors for those who follow. European Journal of Social Sciences 2010; 16:1, 7-10

[44] Levine RV, Martinez TS, Brase G, Sorenson K. Helping in 36 US cities. Journal of Personality and Social Psychology 1994; 67:1, 69-82.

[45] Levine RV, Reysen S, Ganz E. The kindness of strangers revisited: A comparison of 24 US cities. Social Indicators Research 2008; 85:3, 461-481.

[46] Steblay NM. Helping behavior in rural and urban environments: A meta-analysis. Psychological Bulletin 1987; 102:3, 346-356.

[47] Guéguen N, Stefan J. "Green Altruism": Short immersion in natural green environments and helping behavior. Environment and Behavior 2016; 48:2, 324-342.

[48] Santamaria JP, Rosenbaum DA. Etiquette and effort: holding doors for others. Psychological Science 2011; 22:5, 584-588.

[49] Gilbert P, Basran J, MacArthur M, Kirby JN. Differences in the semantics of prosocial words: an exploration of compassion and kindness. Mindfulness 2019; 10:11, 2259-2271.

[50] Brown P, Levinson SC. Politeness: Some universals in language usage. Cambridge: Cambridge University Press; 1987.

[51] Goffman E. Interaction Ritual: Essays on face-to-face Behavior. London: Routledge; 2017.

[52] Fyfe N, Bannister J, Kearns A. (In)civility and the city. Urban Studies 2006; 43, 853-861.

[53] Phillips T, Smith P. Rethinking urban incivility research: Strangers, bodies, and circulations. Urban Studies 2006; 43: 879-901.

[54] Félonneau ML. Love and loathing of the city: Urbanophilia and urbanophobia, topological identity and perceived incivilities. Journal of Environmental Psychology 2004; 24: 43-52.

[55] Taylor R. Neighborhood incivilities. İçinde: Smith SJ, editörler. International Encyclopedia of Housing and Home (5. cilt), Oxford, UK: Elsevier; 2012, s. 73-77.

[56] Wilson JQ, Kelling GL. Broken windows. Atlantic Monthly 1982; 249:3, 29-38.

[57] Medway D, Parker C, Roper S. Litter, gender, and brand: The anticipation of incivilities and perceptions of crime prevalence, Journal of Environmental Psychology 2016; 45; 135-144.

[58] Smith P, King RD. From road rage to everyday automotive incivility: A routine activities approach to low-level deviance. The Sociological Quarterly 2013; 54: 476-500.

[59] Warr D, Feldman P, Tacticos T, Kelaher, M. Sources of stress in impoverished neighbourhoods: Insights into links between neighbourhood environments and health. Aust N Z Public Health 2009; 33: 25-33.

[60] Ziersch A, Baum FE, MacDougall C, Putland C. Neighbourhood life and social capital: The implications for health. Social Science & Medicine 2005; 60: 71-86.

[61] Jensen HAR, Rasmussen B, Ekholm O. Neighbour noise annoyance is associated with various mental and physical health symptoms: Results from a nationwide study among individuals living in multi-storey housing. BMC Public Health 2019; 19: 1508.

[62] Ambrey CL. Urban greenspace, physical activity and wellbeing: The moderating role of perceptions of neighbourhood affability and incivility. Land Use Policy 2016; 57: 638-644.

[63] Galdon-Clavell G. Uncivil cities: Insecurity, policy transfer, tolerance and the case of Barcelona's 'Civility Ordinance'. Urban Studies 2016; 53:9, 1925-1941.

[64] Kabahatler Kanunu, 2005

[65] Boyd R. The value of civility? Urban Studies 2006; 43: 863-878.

Redefining Urbanization: In the Views of University Students

[1]Sinem Demirci, [1]Elvan Şahin and [1]Gaye Teksöz

[1]Faculty of Education, Department of Mathematics and Science Education, Middle East Technical University, Turkey

Abstract

More than half of the population are living in cities and the number is increasing. Interactions of urbanization-migration-environment is becoming a great concern since increase in urbanization accelerates migration and environmental problems. Education can be regarded a promising actor to overcome challenges due to these interactions. Accordingly, this study aimed to examine university students' views on the interactions among urbanization-migration-environment to construct a plan on related educational context. A total of 42 students were participated to the study. Their responses were analyzed through descriptive statistics and content analysis. The findings revealed that they have two major arguments. While some claimed that migration leads environmental problems, others believed that environmental problems are due to unplanned urbanization but not migration. To conclude, we have suggested to support environmental education context in universities to emphasize the interactions of urbanization-migration-environment to help future decision-makers, educators and engineers redefine urbanization for a sustainable world.

Key words: *Higher Education, Urbanization, Migration, Environmental Problems*

1. Introduction

More than half of the population are living in cities and the number is going upward [1]. United Nations projections [1] estimated that two thirds of the population will leave the urban areas by 2050. Accordingly, interactions of urbanization-migration-environment is becoming a great concern too since increase in urbanization accelerates migration and environmental problems [2]. The Government Office for Science [2] forewarned that human population growth accompanied with the migration would pose a challenge for urban areas in the future; thus, necessary precautions should be taken as soon as possible to provide sustainable infrastructure in cities. Similar with the global scale, human population growth as well as migration tend to increase in Turkey [3]. The number of people in Turkey is keep growing especially in metropolitans [3], [4]. Turkey has 20 cities whose population is bigger than one million and 66 % of the whole population are already living

*Corresponding author: Sinem DEMİRCİ Address: Faculty of Education, Department of Mathematics and Science Education, Middle East Technical University, 06800, Ankara TURKEY. E-mail address: cosinemdemirci@gmail.com, Phone: +90312 210 6413

in those large cities [4]. What is more, migration in Turkey flows from the east to west side of the country, especially to coastal regions where job opportunities take place. According to the national development plans of Turkey, these challenges lead to adverse consequences in the country and needs to be treated [5].

To overcome some of the challenges due to the interactions of urbanization-migration-environment, education for sustainable development (ESD) can be regarded as a promising actor because it inherently includes those concepts and their effects on the environment, economy, and society. For example, UNESCO [6] stated that ESD contains key sustainable development issues such as climate change, disaster risk reduction, biodiversity, poverty reduction, and sustainable consumption which are also interlinked with the urbanization and migration. ESD has been defined by UNECE [7] as a facilitator that enables individuals to develop knowledge, values, and skills to engage in activities both locally and globally that will increase the quality of life and without destructing the planet for the future. ESD also endorses competencies such as critical thinking, predicting future scenarios and deciding in a collaborative way and these competencies could have a potential to minimize the interactions of urbanization, migration, and environmental problems.

Sustainable development issues listed above are problematic to define and solve as well; thus, they lately classified as "wicked problems" that needs to be addressed [8] in ESD context. The term 'wicked' was initially used by Rittel and Webber [9]. Rittel and Weber [9] realized that some of the problems cannot be efficaciously cured with conventional linear methodologies. Hence, they named these issues as wicked problems and distinguished them from 'tame' problems. Tame problems can be ranged from basic to very complex ones, yet these problems can be defined and solved in time. However, the characteristics of wicked problems are different than these such as (1) being resistant to define; (2) having many interrelationship and are multi-causal; (3) defining may result in unexpected costs; (4) being often unsteady; (5) having no simple and linear solution; (6) being socially complex; (7) requiring transdisciplinary approaches to solve; (8) including altering behavior; and (9) being affected by prolonged policy failure (Wals, 2016). Hence, attempting to identify wicked problems in a strict way may not be a smart idea since the wicked problems are resistant to define and it becomes more complicated when they have definition. Therefore, they are convinced that the solution for the wicked problems must be flexible as the problem may transfer and transform in time.

Considering these arguments related to the wicked problems, it can be inferred that the interactions of urbanization, migration, and environmental problems can

be considered as wicked problems since (1) there is no consensus problem identification, (2) it has many interrelationship with its elements (3) the effects of the interactions among them could be often unsteady and change from one condition to another; (5) having no simple and linear solution to minimize the effects of these interactions; (6) it is socially complex as the context of the interactions embraces many social issues; and (7) it may require transdisciplinary approaches to solve the problems. Hence, based on the above arguments, we believe that these multiple and nested interactions among the urbanization, migration and environmental problems should be considered as wicked problems and be included into ESD agenda.

Accordingly, this study aimed to examine university students' views on the interactions among urbanization, migration, and environment to construct a plan on related educational context. University students were chosen since higher education have a potential to raise future teachers, engineers, and leaders who engage in science, technology, economy and community in the future which have a key role for a sustainable future [10]. At this point, determining young people's might give us an initial idea about their level of readiness for this concept. In this way, the findings of this study may contribute to revising these concepts in higher education so that university students could grasp the complex nature of interconnectedness of urbanization, environment, and migration. In terms of wicked problems, identifying young people's views may constitute an essential part since it may enlighten us (1) to explore the possible dimensionality of this wicked problem; (2) to find out flexible solutions, and (3) to lead us how to integrate this wicked problems into ESD context. In this regard, university students' views are also crucial since their views may affect future generations' conceptions towards the wicked problems. Hence, we believe that higher education should be considered as an integral part for the wicked problems. For these reasons, this study may provide an insight from the education aspect and may contribute to overcoming the challenges based on the interactions among the urbanization, migration, and environmental problems. This study may also offer information to educators, policymakers, and other stakeholders in-depth about diverse views on the interactions. In the long run, it would enable higher education to cultivate necessary methods or strategies to teach next generations about interactions of the urbanization, migration, and environmental problems.

2. Materials and Method

Basic qualitative research design was employed within the context of the study. Merriam [11] described a basic qualitative research as seeking to investigate "(1) how people interpret their experiences, (2) how they construct their worlds, and

understand (3) what meaning they attribute to their experiences. The overall purpose is to how people make sense of their lives and their experiences" (p. 23). This research design was chosen since the researchers intended to examine how university students perceive the multiple interactions among urbanization, migration, and environment and what meaning they attribute to their daily life experiences in cities. A total of 42 students from different majors of three universities were participated to the study through using convenience sampling method. Table 1 indicated the distributions of the students by means of faculties.

Table 1. Frequency Distributions of the Participants

Faculty	Frequency (n)
Faculty of Education	28
Faculty of Engineering	2
Faculty of Arts and Science	7
Faculty of Economic and Administrative Sciences	2
Graduate School	3

An instrument constructed by the researchers was used as a data collection tool. The instrument composed of nine Likert-type items and one open-ended essay question. The instrument was prepared by the researchers. Validity and reliability evidences were collected. To provide content-related validity evidence, expert opinion was taken. Items were reviewed by five experts studying on sustainability education and sociology. In the light of their recommendation, revisions were made. On the other hand, to provide construct-related validity evidence, Exploratory and Confirmatory Factor Analyses were conducted [12]. To ensure trustworthiness of the qualitative item, credibility and transferability were employed. To enhance the credibility of the study, adequate engagement in data collection was used. In terms of transferability of the data, rich and thick description was provided to depict participants' profiles.

Data collection were conducted as paper-pencil test. The average duration of completion of the instrument was 20 minutes. Their responses to Likert-type items were analyzed through descriptive statistics. IBM SPSS 20 Statistical Software Program was chosen to examine the data. The responses of the items which ranked from strongly disagree to strongly agree were coded as from 1 to 5, respectively. On the other hand, their essays were evaluated through content analysis. Codebook was constructed for open-ended questions by using inductive coding techniques. Inductive coding technique was employed for determining themes, categories, and codes.

3. Results

Compatible with the aim of the study, views of university students were acquired through an instrument. Both the responses of Likert-type items and essay question were analyzed to understand the nature of their views. Figure 1 summarized the percentages of the responses of the

Likert-type items

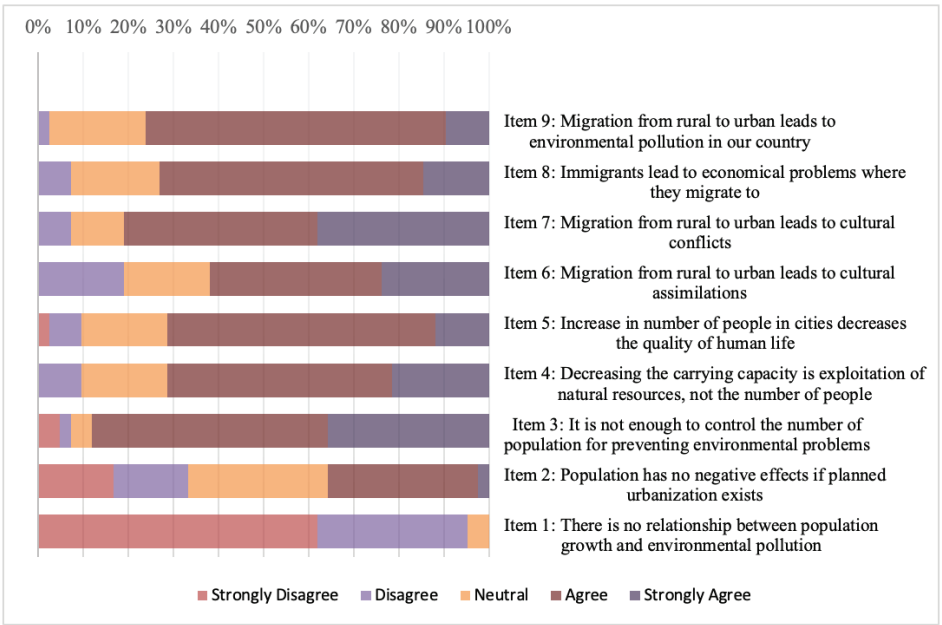


Figure 1. Percentages of the responses of Likert-type items

Figure 1 revealed that 62% of the participants strongly disagree that 'There is no relationship between population growth and environmental pollution'. On the other hand, more than half of the participants reported that 'It is not enough to control the number of population for preventing environmental problems' Pertinent to the effects of crowded cities, 60% of the participants stated that increase in number of people in cities decreases the quality of human life. From the migration perspective, 67% of the participants expressed that migration from rural to urban leads to environmental pollution in our country. However, one third of the participants remained undecided about 'Population has no negative effects if planned urbanization exists'.

The qualitative findings showed that young people centered around three arguments. The arguments and their frequencies were given in Table 2.

Table 2. Frequency Distributions of the Qualitative Arguments

Argument	Frequency (*n*)
Migration leads to environmental problems in cities and needs to be controlled	22
Environmental problems are due to inadequate infrastructure but not migration	12
Both migration and inadequate infrastructure leads to environmental problems	8

Table 2. Frequency Distributions of the Qualitative Arguments

Major Argument 1 centered around the view that migration leads environmental problems in cities and needs to be controlled. One of the participants (ID: P258; Female – Faculty of Education) reflected her idea as following:

> *I live in Istanbul where you can easily see the negative effects of HPG/ migration on the environment, natural resources, and cultural and historical heritages. People suffer from HPG since natural resources remain insufficient. What is more, the rate of migration increases, and unemployment also increase. Moreover, the traffic in the city pollutes the air.*

On the other hand, Major Argument 2 reflected the idea that environmental problems are due to inadequate infrastructure but not migration. Sample excerpt (ID: P249; Female – Faculty of Education) was provided below.

> *Unconscious use of natural resources leads to environmental problem, not the number of people. If governments increase opportunities in rural areas, the rate of migration decreases; unplanned urbanization decreases, and natural life would be preserved.*

Major Argument 3 provided a balance between Major Arguments 1 and 2 defending the idea that both migration and inadequate infrastructure leads to environmental problems. Two sample excerpts were reported below.

> *ID: P266; Male, Graduate School: If we evaluate our national status, population density in urban areas, traffic, environmental problems, and demands of energy lead to depletion of natural resources. On the other hand, increase in number of people have direct and indirect effects on the environments. People's unconsciousness makes it worse. Necessary provisions may decelerate this depletion, but it is not possible to stop it completely.*

ID: P191; Female: Of course, migration leads to environmental problems. However, if we educate people and raise awareness, then these negative effects could be decreased. It is our hands to change it.

To sum up, university students had diverse views on the interactions among the urbanization, migration, and environmental problems. Majority of the participants attributed environmental pollutions to the unplanned urbanization and migration. Moreover, they also stated that controlling migration is not the only answer to prevent environmental pollution in cities.

4. Discussion, Conclusion, and Implications

As stated by the Government Office for Science [2], population growth accompanied with environmental change will provide stress in urban areas and some of the big cities have been already experiencing these challenges. At this point, action strategies become very important to minimize the effects. Raising informed decision-makers in higher education could be one of the action strategies since university students are future teachers, engineers, and leaders [10] who engage these challenges stemmed from the interactions among the urbanization, migration, and environmental problems. When the views of the participants examined it can be seen that they reported positive correlation between migration and environmental pollution, but one third of the participants remained undecided about the role of planned urbanization. These responses could imply that university students of this study were aware of the interactions among migration- urbanization and environment in Turkey reported in our national development plans [5]. However, university students need to elaborate their understanding to grasp complex nature of these interactions. At this point, higher education programs could provide a background knowledge so that they could grasp and relate these contexts. As a recommendation, we propose that environmental education context in universities could provide assistance through adding stimulus activities and real stories that emphasize the interactions of urbanization-migration-environment to help future decision-makers, educators and engineers redefine urbanization for a sustainable world.

Acknowledgements

We are grateful the participants who provided help during the research process.

References

[1] United Nations. 68% of the world population projected to live in urban areas by 2050, says UN, https://www.un.org/development/desa/en/news/population/2018-revision-of-world-urbanization-prospects.html/; 2018 [accessed 21 April 2019]

[2] The Government Office for Science. The government office for science: annual review 2010-11, https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file276008/11-p95-government-office-for-science-annual-review-2010-11.pdf/; 2011 [accessed 25 April 2019]

[3] Işık F. Türkiye'de kentleşme ve kentleşme modelleri. Ege Coğrafya Dergisi 2006;14:57-71.

[4] Turkish Statistical Institute. Statistical indicators, www.tuik.gov.tr/; 2020 [accessed 4 December 2020]

[5] Ministry of Development. Tenth development plan, http://www.kalkinma.gov.tr/Pages/KalkinmaPlanlari.aspx/; 2013 [accessed 25 April 2019]

[6] UNESCO. Education for all 2000-2015: achievements and challenges. UK Launch EFA Global Monitoring Report, 2015, https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000232205/; 2015 [accessed 27 April 2019]

[7] United Nations Economic Commission for Europe [UNECE]. Good practices in education for sustainable development in the UNECE region. Sixth ministerial conference, environment for Europe, Serbia; 2007.

[8] Wals A. Sustainability citizens: collaborative and disruptive social learning, https://www.researchgate.net/publication/305330742_Sustainability_citizens_collaborative_and_disruptive_social_learning/citation/download/; 2016 [accessed 4 November 2020]

[9] Rittel, HW, Webber MM. Dilemmas in a general theory of planning. Policy sciences 1973;4, 155-69.

[10] Moore J. Seven recommendations for creating sustainability education at the university level: A guide for change agents. Int J Sustain in Higher Educ 2005b;6: 326–39.

[11] Merriam SB. Qualitative research: A guide to design and implementation. San Francisco, CA: Jossey-Bass; 2009.

[12] Demirci S. Development and validation of human population growth scale in the context of sustainability [Master's Thesis]. Middle East Technical University, 2014.

Pre-service Teachers' Perceptions on the Interactions between COVID-19 Pandemic and the Environment

[1]Sinem Demirci, [1]Gaye Teksöz

[1]Faculty of Education, Department of Mathematics and Science Education, Middle East Technical University, Turkey

Abstract

Coronavirus lockdowns led to opportunities to experience life with hardly any people around and many instances of nature's recovery in big cities were posted on media. Accordingly, the study aimed to examine pre-service science teachers' perceptions on the interrelationships between COVID-19 pandemic and environmental problems to explore the possibilities of including these instances in science education. Basic qualitative research design was employed, and six pre-service teachers were participated in the study. Semi-structured interviews were conducted, and inductive coding technique was used. The findings showed that pre-service teachers are aware of the positive impacts of COVID-19 to the environment but failing to mention pandemics as one of the results of the human impact. These responses addressed that the interactions among environmental problems, nature's recovery, and pandemics should be included in science teacher education since they have potential to make new generations aware of the human impact on the planet.

Key words: *COVID-19, Environmental Problems, Teacher Education, Basic Qualitative Research*

1. Introduction

Lockdowns during COVID-19 pandemic led to exceptional opportunities for us to observe life with hardly any people around [1]. Many instances of nature's recovery in big cities were shared through the media. Similar with the global instances, there were similar cases from Turkey. For example, in Istanbul, where one of the global sea trade's routes is located, dolphins were swimming and jumping very much closer to the city than its usual. On the other hand, TMMOB [2] also reported that average daily values of PM2.5 and PM10 decreased during lockdowns in Istanbul. Moreover, it was estimated that air pollution decreased by 32% in 29 metropolitan areas of Turkey [3].

*Corresponding author: Demirci, Sinem Address: Faculty of Education, Department of Mathematics and Science Education, Middle East Technical University, 06800, Ankara TURKEY. E-mail address: cosinemdemirci@gmail.com, Phone: +903122106413

1.1. Aim of the Study

Zowalaty et al. [4] reported that decline in production rates as well as lockdowns had positive environmental effects even though they are temporary. Nevertheless, IPSOS's global research on "Views on whether Covid-19 will lead to increased environmental activism or not" reported that half of the people globally believed that we will see more people fighting for changes to protect the environment [5]. Compatible with the IPSOS's research findings, the researchers of this study also believe that these temporary instances such as wild animals coming further up than its usual to the cities as well as nature's recovery could have a potential to (1) remind us our impact on the environment; (2) recognize the multiple interactions between pandemic and environmental issues of 21st century such as climate change or deforestation; and (3) discuss reasons and results of pandemics from science education and education for sustainable development (ESD) perspective. Accordingly, the study aimed to examine how pre-service science teachers perceive the interrelationships between COVID-19 pandemic and the environmental problems of the 21st century. Determining the perceptions of pre-service science teachers could serve three purposes. First, exploring pre-service teachers' perceptions could be a starting point before revising the teacher education programs as well as school curricula by means of pandemics and its effects. For example, Groves and Pugh [6] reported that pre-service teachers' perceptions could interfere with students' conceptions; thus, if pre-service teachers have misconceptions, it is possible to transmit their misconceptions to the learners. At this point, determining their misconceptions might be useful to revising teacher education curricula. Second, pre-service teachers are one of the agents to make new generations aware of the human impact on the planet [7]. At this point, we need to prepare future teachers so that they could be able to teach students about the multiple interactions between COVID-19 and environment. Third, as Eret-Orhan and her colleagues denoted, examining pre-service teachers' perceptions could provide a basis for teacher education agenda in terms of empirical data [8]. Based on the reasons given above, determining perceptions of pre-service teachers could be regarded as one of the critical points in revising and refining teacher education.

2. Materials and Method

2.1. Research Design

Basic qualitative research design was employed within the context of the study. Merriam [9] defined a basic qualitative research as aiming to explore "(1) how people interpret their experiences, (2) how they construct their worlds, and (3) what meaning they attribute to their experiences. The overall purpose is to understand how people make sense of their lives and their experiences" (p. 23). This research design was chosen since the researchers intended to exam

ine how pre-service science teachers perceive the multiple interactions between COVID-19 pandemic and the environmental problems of this century.

2.2. Participants and Sampling

A total of six pre-service teachers (5 females, 1 male) were participated in the study. They were senior students enrolled an elective course titled as 'Education and Awareness for Sustainability'. Convenience sampling technique was employed. An e-mail was sent to enrolled students to invite the research. The aim of the study and its scope were introduced in detail. Accordingly, six voluntary pre-service teachers were determined as sample of the present study. As the nature of the qualitative study does not intend to generalize its findings in a statistical sense [10], sample size could be determined by the researchers based on the 'saturation' [11]. Within the context of the study, six participants provided data saturation to achieve the purpose of the study.

2.3. Instrumentation, Data Collection, and Data Analysis

Compatible with the aim of the study, semi-structure interview protocol was prepared by the researchers. To provide content-related validity evidence, the questions were prepared compatible with the purpose of the study. Additionally, two researchers assessed the questions independently in terms of their content, clarity, and appropriateness. After revising the questions and possible sub-questions, interview sessions were arranged as online by using a cloud meeting program. The average duration of interview sessions was 45 minutes.

Three main questions were determined to provide a framework for the interviews. These questions were following:

- What do you think about the interaction(s), if any, between pandemic and environmental problems? Please provide your rationale.
- What could be the specific environmental problems that interacted with pandemic?
- Is it possible to have interrelation(s) between climate change and pandemic?

Some other sub-questions were asked during the interviews according to the responses of the participants to these three main questions.

Codebook was constructed by using both deductive and inductive coding techniques (Merriam, 2009). Themes were specified deductively based on the outline of the interview questions and aim of the study. Then, inductive coding technique was employed for determining categories and codes to determine pre-service teachers' perceptions on the interactions between COVID-19 pandemic and the

environmental problems.

2.4. Trustworthiness of the Study

To provide evidence for the trustworthiness of the study, credibility, dependability, and transferability (Merriam, 2009) [9] was considered. To enhance the credibility of the study, adequate engagement in data collection and peer examination were employed. Two researchers examined 20% of the data independently. Inter-rater reliability was calculated .75 which corresponds to 'substantial agreement'. On the other hand, to enhance the dependability, audit trail (recording memos) and peer review were employed. Besides, rich and thick description was made to portray participants' profile to provide evidence for transferability (Merriam & Tisdell, 2016) [10].

3. Results

The aim of the study was to explore the perceptions of pre-service science teachers related to the environmental problems and COVID-19 pandemic. The analysis of the responses produced several categories and codes as given in Table 1.

Table 1. Themes, Categories, and Codes

Theme	Category	Code
COVID-19 Pandemic and Environmental problems	Direction of the Relationship	- Environmental problems led to emergence of COVID-19 - Environmental problems led to an increase the rate of spread of COVID-19 - COVID-19 led to a decrease in environmental problems - No interaction
	Specific Environmental Problems	- Land Use Change - Glacier Melting - Climate Change - Air Pollution - Water Pollution - Human Population Growth
Pandemics and Climate Change	Direction of the Relationship	- Climate change triggers emergence of pandemics - No relationship

As given in Table 1, pre-service science teachers were aware of the positive impacts of COVID-19 to the environment such as improving air quality and recovering water pollution in the cities due to lockdowns and halt of production in industries. On the other hand, 5 out of 6 pre-service science teachers reported at least one relationship between environmental problems and pandemic. Among these relationships, 2 out of 6 participants argued that environmental problems (e.g. Land use change) led to emergence of COVID-19. One of the sample excerpts was following:

ID6 (Male): to increase the rate of production in agriculture and industry, we deteriorate natural areas more. As the distances become shorter

due to our technology, we travel more and help spread of viruses. Or we go the places to produce something, increase the probability of contact with exotic species and this would lead to emergence of pandemics.

Two of the other pre-service science teachers stated that environmental problems (e.g. Human Population Growth) intensified the rate of spread of COVID-19. One of the sample excerpts was given below.

ID4 (Female): We would experience pandemics because they are natural like natural disasters such as earthquakes. However, the rate of human population growth is so high that accelerate the spread of COVID-19.

Among the six participants, two of the pre-service teachers believed that there is no relationship between COVID-19 and environmental problems. They claimed that pandemics would exist in nature independent of environmental problems. The sample statement was as following:

ID1 (Female): Even if we take care of the environment and live harmony with nature, there would be still pandemics because viruses exist naturally independent of environmental problems.

To acquire in-depth information, specific environmental issues which could have potential interactions with pandemics were asked. Three out of six pre-service science teachers reported that glacier melting due to climate change could result in pandemics. Overall, 5 out of 6 participants stated that climate change could trigger pandemics but two of them could not be able to specify those relationships. For example, one of the female participants (ID3) stated that "I saw on the documentary that glaciers had some ancient microorganisms and if the glaciers melt, then more pandemics could emerge.". Contrary to this statement, one of the other pre-service science teachers (ID4, Female) stated that "Pandemics continue exist regardless of the results of climate change. Many pandemics in history had been experienced and no climate change was reported in those years." To recap, the responses of three main questions showed that all pre-service teachers were aware of the positive impacts of the lockdowns on the environment, even if this was temporary. While they were able realize the interactions among the pandemics, environmental problems, and climate change, some of the pre-service teachers failed to specify those interactions.

4. Discussion and Conclusion

The analysis of the responses addressed that participants reported unidimensional relationship(s) between environmental problems and pandemics, but they

failed to reveal its nested and multidimensional interactions. At this point, it could be important to consider that the interactions among environmental problems, nature's recovery, and emergence and spread of pandemics should be included in teacher education agenda so that pre-service teachers could be able to perceive multiple interactions among pandemics and the environment. Moreover, tailoring these concepts into teacher education could also be regarded as an essential since pre-service teachers are the ones to make new generations aware of the human impact on the planet, as Hopkins and McKeown, highlighted (2005) [7].

Some of the participants were aware of the relationship between climate change and pandemics but could not be able to specify in terms of the interactions between climate change and COVID-19. One of the participants could not be able to link these two contexts. At this point, teacher education programs could provide a rich background knowledge to pre-service teachers so that future teachers could grasp and relate these contexts. Hence, determining pre-service teachers' perceptions could be an initial step to be taken before preparing the educational programs. Specifically, both science education and education for sustainability have potential to integrate the context of pandemics into their curricula as they inherently included these concepts within their curricula. For example, science education covers the context of viruses as well as socio-scientific issues [12]. These contexts could be tailored to COVID-19 pandemic so that students could be able to grasp the fundamentals of pandemic and its effects on the society's life standards. In a similar manner, ESD included Sustainable Development Goals and these goals are correlated with COVID-19 pandemic [13]. It is expected that education, health, and living standards could decline for the first time since 1990 due to COVID-19 pandemics. Thus, integrating pandemics into the context of sustainable development could provide a basis for an understanding of Sustainable Development Goals and Pandemics.

References

[1] BBC News. Coronavirus: wild animals enjoy freedom of a quieter world, https://www.bbc.com/news/world-52459487/; 29 April 2020 [accessed 17 July 2020]

[2] TMMOB. Hava kirliliği ve iklim krizinde COVID-19 etkisinin değerlendirilmesi, https://bianet.org/system/uploads/1/files/attachments/000/003/038/original/COVID-19_IklimKriziRaporu-d%C3%B6n%C3%BC%C5%9Ft%C3%BCr%C3%BCld%C3%BC.pdf?1589803816/; 2020 [accessed 27 August 2020]

[3] NTV. Türkiye'nin 29 büyükşehrinde hava kirliliği yüzde 32 azaldı, https://www.ntv.com.tr/turkiye/turkiyenin-29-buyuksehrinde-hava-kirliligi-yuzde-32-azaldi,Cl2wIavCykisXPTFEHQ0sw/; 2020 [accessed 27 August 2020]

[4] Zowalaty ME, Young SG, Josef DJ. Environmental impact of the COVID-19 pandemic – a lesson for the future. Infect Ecol Epidemiol 2020;10. doi: 10.1080/20008686.2020.1768023

[5] IPSOS. Earth day 2020: How does the world view climate change and Covid-19, https://www.ipsos.com/sites/default/files/ct/news/documents/2020-04/earth-day-2020-ipsos.pdf/; 2020 [accessed 27 August 2020]

[6] Groves FH, & Pugh, AF. Elementary pre-service teacher perceptions of the greenhouse effect. J Sci Ed Technol 1999;8: 75-81.

[7] Hopkins C, McKeown R. Guidelines and recommendations for reorienting teacher education to address sustainability. Education for Sustainable Development in Action Technical Paper 2005;2. Retrieved from https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000143370 [accessed 27 August 2020]

[8] Eret-Orhan, E, Ok A, Capa-Aydin Y. We train, but what do they think? Preservice teachers' perceptions of the adequacy of their teacher education in Turkey. Asia-Pacific Journal of Teacher Education 2018;46: 183-98.

[9] Merriam SB. Qualitative research: A guide to design and implementation. San Francisco, CA: Jossey-Bass; 2009.

[10] Merriam SB, Tisdell EJ. Qualitative research: a guide to design and implementation (4th ed.). San Francisco, CA: Jossey Bass; 2016.

[11] Malterud K, Siersma VD, Guassora AD. Sample Size in Qualitative Interview Studies: Guided by Information Power. Qual Health Res. 2016 Nov;26(13):1753-60. doi: 10.1177/1049732315617444. Epub 2016 Jul 10. PMID: 26613970.

[12] Ministry of National Education. Fen bilimleri dersi öğretim programı, http://mufredat.meb.gov.tr/Dosyalar/201812312311937-FEN%20B%C4%B0L%C4%B0MLER%C4%B0%20%C3%96%C4%9ERET%C4%B0M%20PROGRAMI2018.pdf/; 2020 [accessed 29 August 2020]

[13] UNDP. COVID-19 and the SDGs: How the 'roadmap for humanity' could be changed by a pandemic, https://feature.undp.org/covid-19-and-the-sdgs/; 2020 [accessed 29 August 2020]

Ortaokul Öğrencilerinin İklim Okuryazarlığına Yönelik Kendilerini Algılama Düzeyleri

[*1]Kevser Arslan , [*2] Aslı Görgülü Arı

[1]Fen Bilimleri Enstitüsü, Fen Bilgisi Eğitimi,Yıldız Teknik Üniversitesi, Türkiye

[2]Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Yıldız Teknik Üniversitesi, Türkiye

Özet

İklim ve iklim değişikliği, öğrencilerin eğitim-öğretim yaşamları süresince neredeyse her kademede karşı karşıya gelebilecekleri önemli bir konulardan biridir. İklim, sosyal bilimlerin yanı sıra fen bilimlerini de ilgilendiren ve disiplinler arası özelliğe sahip olup geniş bir yelpazeye yayılım göstermektedir. İklimi ve iklim değişikliğini anlamaya dayanan iklim okuryazarlığı becerisini kazanmak demek bireyin çevreyle ilişkisini, bilimsel bilgi anlayışını ya da alacağı kararları etkileyen kritik beceri ve bilgi alanına sahip olmak demektir. İklim okuryazarlığının, gün geçtikçe önem kazanan bir konu haline gelmesi beraberinde, bireylere iklim okuryazarlığı becerisi kazandırılması gerekliliğini de ortaya çıkarmaktadır. Dolayısıyla da öğrencilere iklim okuryazarlığı becerisini kazandırmak ve öğrencilere bilimsel temellerini kavratmak gerekmektedir. Bu bağlamda öncelikle öğrencilerin iklime ve iklim okuryazarlığına ilişkin kendilerini algılama düzeylerinin ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Bu amaçtan yola çıkarak, araştırmanın örneklemini 2019-2020 eğitim-öğretim yılında İstanbul ilinde öğrenim görmekte olan yedinci ve sekizinci sınıf düzeyindeki öğrenciler oluşturmaktadır. Araştırmada veri toplama aracı olarak belirlenen formda, iklime ve iklim okuryazarlığına yönelik kendini algılama sorularına yer verilmiştir. Alanında uzman öğretim üyeleri tarafından incelenerek uzman görüşü alınıp, dil anlatımı açısından kontrolü sağlanan form belirlenen ortaokul öğrencilerine uygulanmıştır. Uygulama sonrası elde edilen veriler istatistik programıyla analiz edilmiştir. Verilerin frekans ve yüzde değerleri hesaplanmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin iklim konusunda biraz bilgili olarak gördükleri, iklim konusunda en fazla internet ve okul ortamlarından bilgi aldıkları ve iklime dönük olarak gerçekleştirilen herhangi bir etkinliğe katılım sağlamadıkları ortaya konulmuştur. Araştırmadan elde edilen sonuçları doğrultusunda önerilerde bulunulmuştur.

Ahahtar Kelimeler: *Çevre Eğitimi, İklim, İklim Okuryazarlığı, Algılama Düzeyleri, Ortaokul Öğrencileri.*

Secondary School Students' Perception of Themselves on Climate Literacy

Abstract

Climate and climate change is one of the important issues that students can face at almost every level during their education. Climate has an interdisciplinary feature that concerns science as well as social sciences and spreads over a wide

* Kevser ARSLAN: Adres: Fen Bilimler Enstitüsü, Fen Bilgisi Eğitimi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul Türkiye. E-mail adresi: arslankevser96@gmail.com

spectrum. Gaining climate literacy skills based on understanding climate and climate change means having critical skills and knowledge fields that affect the individual's relationship with the environment, scientific knowledge or decisions. Climate literacy has become an increasingly important issue, and it also reveals the need for individuals to gain climate literacy skills. Therefore, it is necessary to teach the students the skills of climate literacy and to make students comprehend their scientific foundations. In this context, firstly, it is aimed to reveal the self-perception levels of the students regarding climate and climate literacy. Based on this purpose, the sample of the study consists of seventh and eighth grade students studying in Istanbul in the 2019-2020 academic year. In the form determined as the data collection tool in the research, self-perception questions about climate and climate literacy were included. The form, which was examined by expert lecturers in the field, received expert opinion, and controlled in terms of language expression, was applied to secondary school students. The data obtained after the application was analyzed with a statistical program. The frequency and percentage values of the data were calculated. As a result of the research, it was revealed that the students regarded as a little knowledgeable about the climate, they received the most information about the climate from the internet and school environments and did not participate in any climate-oriented activities. Suggestions were made in line with the results obtained from the research.

Key words: *Environmental Education, Climate, Climate Literacy, Perception Levels, Secondary School Students.*

1. Giriş

İklim, başta sosyal bilimler alanında olmak üzere fen bilimlerinde de son derece büyük öneme sahip bir konu haline gelen ve disiplinler arası özelliği olan bir kavramdır. İklim, herhangi bir yerdeki yıllık ve mevsimsel hava koşullarının uzun gözlemlere dayanması sonucunda belirlenen ortalama durumu olarak tanımlamaktadır [1]. Doğal ortamların ve çevrenin korunması, ekolojik dengenin bozulmaması ve canlıların yaşamlarının devamlılığının sağlanması açısından iklim son derece önemli bir konumda yer alır. Canlı ve cansız yaşamında kilit bir nokta olan iklim dengesinin korunması oldukça önemlidir. Ancak günümüzde hızla artan kent nüfusu ve kontrolsüz sanayileşme sonucunda insan kaynaklı olarak ortaya çıkan etkilerle iklim dengesi bozulmalara uğramaktadır. Çarpık şehirleşme, yeryüzü ve yer altı su kaynaklarının bilinçsizce kullanılması, enerji kaynaklarının tüketilmesi, çevrenin hızla tahrip edilmesi, fosil yakıt tüketiminin artması ekolojik denge bozulmasına yol açarak iklim problemlerini de beraberinde getirmektedir [2]. Buna bağlı olarak ortaya çıkan iklim problemleri küresel ısınma, sera etkisi, ozon tabakasının incelmesi ve iklim değişiklikleri gibi sonuçlar

ile kendini göstermektedir. Ortaya çıkan iklimsel sorunların sonuçları, yeryüzü üzerindeki insanların ve diğer canlıların yaşamını tehdit eder hale gelmiştir.

Hem insan faaliyetleri sonucu ortaya çıkan hem de insanları etkileyen bu iklim problemlerinin durdurulması veya azaltılması yine bireyler tarafından sağlanabilir. Bireylerin iklim dengesini koruması ve ortaya çıkan iklim değişikliğinin önüne geçilmesinde etkisi yadsınamaz derecede büyüktür. Dolayısıyla burada, iklim Okuryazarlığı kavramı ön plana çıkmaktadır. İklim okuryazarlığı, bireylerin ve toplumun iklim üzerindeki etkisini anlamakla birlikte; iklimin de fertler ve toplum üzerindeki etkisini anlamaya dayandırılmaktadır[3]. Diğer bir deyişle insanların doğal çevreye yönelik daha duyarlı olabilmelerini ve iklim bilgilerini daha etkili bir düzeyde kullanabilmelerini sağlamaktır[4]. Buradan anlaşılacağı üzere, iklim okuryazarlığı yeteneğine sahip bireylerin iklimi ve iklim değişikliklerini anlama becerisi kazanması ve çevreyle ilişkisini, bilimsel bilgi anlayışını ya da alacağı kararları etkileyen kritik beceri ve bilgi alanına sahip olmak demektir. Bu durum iklim düzenini ve iklim dengesini olumlu yönde etkilemesi açısından, gelecek nesillerdeki bireylere kazandırılması gereken okuryazarlık eğitimlerine, iklim okuryazarlığının da dâhil edilmesini kaçınılmaz hale getirmektedir. İklim okuryazarlığının önem kazanan bir konu haline gelmesi, bireylere iklim okuryazarlığı becerisi kazandırılması gerekliliğine işaret ettiği söylenebilir [5]. Toplumu doğrudan etkileyen, iklimsel problemlerin ortaya çıkmasını engelleyen ve ortaya çıkan iklim sorunlarının çözüme ulaştırılmasını sağlayan iklim okuryazarlığı becerisi bireylere ancak etkin bir eğitimle kazandırılabilir. Bu doğrultuda, gelecek nesillere çevresel konuların öneminden dolayı formal okul tabanlı çevre eğitiminin etkili bir yol olduğu söylenebilir [6]. Bireylere iklim odaklı etkili bir çevre eğitiminin verilmesi açısından öncelikle öğrencilerin iklim ve iklim okuryazarlığına ilişkin olarak eksiklerinin ortaya çıkarılması gerekmektedir. Bu nedenle öğrencilere bu becerilerin kazandırılması amacıyla, öğrencilerin iklim ve iklim okuryazarlığına ilişkin kendilerini algılama düzeylerinin belirlenmesi atılması gereken önemli bir adım olabilecektir. Bu sebeple "Ortaokul öğrencilerinin iklime yönelik kendini algılamaları düzeyleri ne şekildedir?" araştırma sorusunu oluşturmaktadır. Dolayısıyla da araştırma sorusu doğrultusunda, öğrencilerin iklime ve iklim okuryazarlığına ilişkin kendilerini algılama düzeylerinin düzeyleri ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.

2. Yöntem

Çalışmanın yöntem bölümünde, araştırma modeli, çalışmanın örneklemi, veri toplama aracı, veri toplama süreci, verilerin analizi ilişkin bilgilere yer verilmiştir.

2.1. Araştırma Modeli

Araştırmada, öğrencilerin iklime ve iklim okuryazarlığına ilişkin kendilerini

algılama düzeylerinin düzeyleri ortaya çıkarılması sürecinde nicel araştırma deseninden faydalanılmıştır.

2.2. Araştırma Örneklemi

Araştırmanın örneklemini, 2019-2020 eğitim öğretim yılı içerisinde İstanbul İli'nde 7. ve 8. sınıf düzeyinde öğrenim görmekte olan toplam 300 ortaokul öğrencisi oluşturmaktadır. Çalışma, İstanbul İli'ne bağlı Güngören ilçesinde gerçekleştirilmiştir. Bu ilçe içerisinde öğrenim gören öğrenciler, her kesimi yansıtabilecek niteliktedir. Dolayısıyla da üzerinde çalışılan katılımcıların karma özellikte olduğunu söylemek mümkündür. Bu bağlamda çalışmanın genellenebilirliğinin söz konusu olduğu belirtilebilir. Araştırmaya katılım sağlayan öğrencilerin öğrenim gördükleri sınıf düzeylerine ilişkin elde edilen verilerin frekans dağılımları Tablo 1'de yer verilmiştir.

Tablo 1. Öğrencilerin Sınıf Düzeyine Ait Frekans ve Yüzdelik Değerleri

Sınıf Düzeyi	Frekans(N)	Yüzde (%)
8.Sınıf	203	67,7
7.Sınıf	97	32,3

Çalışmaya katılım sağlayan öğrencilerin %67,7'sinin sekizinci sınıf, %32,3'ünün ise yedinci sınıf; düzeyinde öğrenim görmüş olduğu anlaşılmaktadır.

Araştırmaya katılım sağlayan öğrencilerin cinsiyet dağılımlarına ilişkin elde edilen verilerin frekans dağılımına Tablo 2'de yer verilmiştir.

Tablo 2. Öğrencilerin Cinsiyetlerine Ait Frekans ve Yüzdelik Değerleri

Cinsiyet	Frekans(N)	Yüzde (%)
Kız	161	53,7
Erkek	139	46,3

Çalışmaya katılım sağlayan öğrencilerin %53,7'sinin kız öğrenci ve %46,3'ünün ise erkek öğrenci olduğu anlaşılmaktadır.

2.3. Veri Toplama Aracı

Çalışmada veri toplama aracı olarak ortaokul öğrencilerine yönelik olarak iklim okuryazarlığına ilişkin kendini algılama sorularının yer aldığı bir form kullanılmıştır. Form içerisinde, "İklim konusunda bilgi düzeyi, iklim konusunda katkı sağlayan kaynaklar, iklime ilişkin araştırma yapma sıklığı, iklim ve iklim değişliğiyle ilgili gelişmeleri takip etme sıklığı, iklim problemleri hakkında

konuşma sıklığı, iklime dönük etkinliklerde bulunma" gibi sorular bulunmaktadır. İklim okuryazarlığına ilişkin bireyin iklime yönelik kendini algılama boyutu adı altında yer verilen sorular; enerji okuryazarlığı ölçeği uyarlama çalışmasında yer alan sorulara dayanak sağlanarak oluşturulmuştur [7].

Ayrıca araştırmaya katılım sağlayan öğrencilerin demografik özeliklerine ulaşılması amacıyla araştırmacı tarafından hazırlanmış olan demografik bilgi formu da yer almaktadır

2.5. Veri Toplama Süreci

Çalışmaya katılım sağlayan ortaokul öğrencilerine soruların yer aldığı form sınıf ortamında uygulanmıştır. Gerekli açıklamalar yapıldıktan sonra öğrencilere cevaplamaları için yeterli zaman verilmiştir. Cevaplandırma süresince öğrencilere hiçbir müdahalede bulunulmamıştır.

2.6. Veri Analizi

Araştırma süreci boyunca ortaokul öğrencilerinden toplanan veriler nicel yöntemlerden yararlanılarak analiz edilmiştir. Ortaokul öğrencilerinin ölçek formuna vermiş oldukları yanıtları SPSS 22.0 istatistik programına aktarılmıştır. Öğrenci cevapları betimsel analiz edilerek frekans ve yüzde değerleri hesaplanarak yorumlanmıştır.

3. Bulgular

Araştırmaya katılım sağlayan öğrencilerin iklim konusunda kendilerini ne düzeyde bilgi sahibi olarak gördüklerine ilişkin elde edilen verilerin frekans dağılımına Tablo 3'te yer verilmiştir.

Tablo 3. Öğrencilerin İklim Konusunda Sahip Oldukları Bilgi Düzeylerine İlişkin Veriler

Bilgi Düzeyi	Frekans(N)	Yüzde (%)
Biraz Bilgili	189	63,0
Oldukça Fazla Bilgili	59	19,7
Fazla Değil	30	10,0
Bilgili	15	5,0
Hiç Bilgisi Yok	7	2,3

Tablo 3 incelendiğinde, öğrencilerin yarısından fazlasının (%63) iklim konusunda sahip olduğu bilgi düzeyinin biraz bilgili düzeyde olduğu görülmektedir. İklim konusunda bilgili olan öğrenci sayısının çok az (%5) olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca bu konuda hiç bilgisi sahibi olmayan öğrencilerin (%2,3) de olduğu göze çarpmaktadır.

Araştırmaya katılım sağlayan öğrencilerin, iklim hakkında sahip oldukları bilgileri nerden öğrendiklerine ilişkin elde edilen verilerin frekans dağılımına Tablo 4'te yer verilmiştir.

Tablo 4. Öğrencilerin İklim Hakkında Bilgi Edinmede Yararlanılan Kaynaklar

Araçlar	**Frekans(N)**	**Yüzde (%)**
İnternet	105	35
Okul	99	33
Televizyon Programları	43	14,3
Kitap-Gazete-Dergi	34	11,3
Arkadaşlar- Aile	19	6,3

Tablo 4 incelendiğinde, öğrencilerin iklim konusunda en fazla internetten (%35), bunu takiben okuldan(%33) faydalanarak bilgi edinmiş olduğu görülmektedir. Öğrencilerin en az ise 6,3 yüzdesiyle arkadaşlar ve aile ortamından bilgi edinmiş olduğu anlaşılmaktadır.

Araştırmaya katılım sağlayan öğrencilerin, iklim konusunda ne kadar sıklıkla araştırma yapmış olduklarına ilişkin cevaplarından elde edilen verilerin frekans dağılımına Tablo 4'te yer verilmiştir.

Tablo 5. Öğrencilerin İklim Konusunda Hangi Sıklıklarda Araştırma Yaptıklarına İlişkin Veriler

Araştırma yapma sıklığı	**Frekans(N)**	**Yüzde (%)**
Fazla	113	37,7
Az	85	28,3
Ara Sıra	56	18,7
Hiç	38	12,7
Çok Fazla	8	2,7

Tablo 5 incelendiğinde, iklim konusunda öğrencilerin çoğunun (%37,7) araştırma yapma sıklığının fazla olduğu görülürken; bunu takiben diğer bir çoğunluğunun(%28,3) ise az zaman sıklıklarında araştırma yapmış olduğu görülmektedir. Öğrencilerin çok az bir kısmının ise (%2,7) iklim konularında çok fazla sıklıklarda araştırma yapmış olduğu da anlaşılmaktadır.

Araştırmaya katılım sağlayan öğrencilerin, iklim konusundaki gelişmeleri ne kadar sıklıkla takip etmiş olduklarına ilişkin cevaplarından elde edilen verilerin frekans dağılımlarına Tablo 6'da yer verilmiştir.

Tablo 6. Öğrencilerin Günlük Hayatta İklim Konusundaki Gelişmeleri Hangi Sıklıklarda Takip Ettiklerine İlişkin Veriler

Gelişmeleri Takip Etme Sıklığı	Frekans(N)	Yüzde (%)
Fazla	101	33,7
Az	93	31,0
Ara Sıra	58	19,3
Çok Fazla	26	8,7
Hiç	22	7,3

Tablo 6 incelendiğinde, iklim konusunda öğrencilerin çoğunun(%33,7) gelişmeleri fazla zaman ayırarak takip etmiş olduğu görülürken; bunu takiben diğer bir çoğunluğunun (%31) gelişmeleri az sıklıklarla takip etmiş olduğu görülmektedir. Öğrencilerin %7,3'nün ise iklime yönelik gelişmeleri hiçbir zaman takip etmedikleri de tablodan anlaşılmaktadır.

Araştırmaya katılım sağlayan öğrencilerin, iklim konusundaki problemleri arkadaşlar ve öğretmenleriyle hangi sıklıklarda konuştuklarına ilişkin cevaplarından elde edilen verilerin frekans dağılımına Tablo 7'de yer verilmiştir.

Tablo 7. Öğrencilerin İklim Konusundaki Problemleri Çevresindeki Kişiler İle Birlikte Hangi Sıklıklarda Konuştuklarına İlişkin Veriler

Konuşma Sıklığı	Frekans(N)	Yüzde (%)
Az	99	33,0
Ara Sıra	68	22,7
Fazla	63	21,0
Hiç	59	19,7
Çok Fazla	11	3,7

Tablo 7 incelendiğinde, öğrencilerin bir kısmının (%33) iklim konusundaki problemleri çevresindeki kişilerle birlikte az miktarda konuştuğu görülürken; bir kısmının(%22,7) ise bu sorunları ara sıra konuşmuş olduğu görülür. Ayrıca öğrencilerin birçoğunun (%19,7) iklimsel problemleri çevresindeki bireyler ile hiçbir zaman konuşmadıkları da tablodan anlaşılmaktadır.

Araştırmaya katılım sağlayan öğrencilerin, iklim konusunda gerçekleştirilmiş herhangi bir etkinliğe katılım sağlamalarına ilişkin elde edilen verilerin frekans dağılımına Tablo 8'de yer verilmiştir.

Tablo 8. Öğrencilerin İklim Konusundaki Gerçekleştirilmiş Herhangi Bir Etkinliğe Katılım Sağlamalarına İlişkin Veriler

Etkinliğe Katılım Sağlama	Frekans(N)	Yüzde (%)
Hayır	257	85,7
Evet	43	14,3

Tablo 8 incelendiğinde, öğrencilerin iklim konusunda neredeyse tümünün (% 85,7) herhangi bir etkinliğe katılım sağlamamış oldukları görülmektedir. Öğrencilerin az bir kısmının ise (%14,3) iklime dönük olarak yapılmış etkinliklere katılım sağladıkları anlaşılmaktadır.

4. Tartışma ve Sonuç

Çalışmada, öğrencilerin iklime ve iklim okuryazarlığına ilişkin kendilerini algılama düzeylerinin düzeyleri ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Bu bağlamda ortaokul öğrencilerine yönelik olarak iklim okuryazarlığına ilişkin kendini algılama sorularının yer aldığı bir form öğrencilere uygulanarak, öğrenci cevapları analiz edilmiştir. Form içerisinde, "iklim konusunda bilgi düzeyi, iklim konusunda katkı sağlayan kaynaklar, iklime ilişkin araştırma yapma sıklığı, iklim ve iklim değişliğiyle ilgili gelişmeleri takip etme sıklığı, iklim problemleri hakkında konuşma sıklığı, iklime dönük etkinliklerde bulunma" soruları bulunmaktadır.

Öğrencilerin iklim hakkındaki bilgi düzeyleri incelendiğinde %63'ünün iklim konusunda kendilerini iklim konusunda az bilgili olarak gördükleri ortaya konulmuştur. Bu durumun öğrencilerde iklim hakkında istenilen merak ve öğrenme isteği duygusunun oluşmadığı kaynak gösterilebilir. Öğrenciler iklime ilişkin farklı bilgiler öğrenme motivasyonun düşük olduğu söylenebilir. Öğrencilerin sahip olduğu bilgilerin ise okuldaki sosyal bilgiler ve fen bilimleri derslerinde yer alan iklim konuları içeriğinin verilmesi aracılığıyla kazanıldığı düşünülmektedir.

Öğrencilerin iklim hakkındaki bilgilere ulaşmasında faydalandıkları kaynaklar incelendiğinde, %35'i internetten ve bunu takiben %33'ünün ise okuldan faydalanarak bilgi edinmiş olduğu görülmektedir. Öğrencilerin yararlanmış oldukları internet ve TV gibi yazılı ve görsel medyada iklim değişikliğinin sonuçları hakkında yayınlanan belgesel, haberler gibi içeriklerde sorunun önemi vurgulanırken bunun yanında bireylerin iklim değişikliği ile nasıl mücadele edilebileceğine dair bilgilendirmelerin de yapılması önem arz eder. Bireylere iklim problemlerinin olumsuz sonuçlarının azaltılabilmesi için çözüm yollarının var olduğunu ve gerekli önlemlerin alınması gerektiğine yer verilmesi hem öğrencilerin kaygı seviyelerini düşürebilir hem de öğrencileri bilgi sahibi olmasını sağlamaktadır [8]. Diğer bir yararlanılan kaynak olan okul ortamlarının da öğrencilerin iklim hakkında bilgiye sahip olmasını sağladığı görülmektedir. Bu sebepten okullarda verilen çevre eğitimi derslerinin önemi artmaktadır. Öğretim programlarında ve çevre ile ilgili derslerde özellikle insan kaynaklı etkilerle sera gazlarının artacağı vurgulanmalı ve yenilenebilir ve çevre dostu enerji kaynaklarının küresel

ısınmanın azaltılmasında oldukça etkili olduğu belirtilmelidir [8]. Öğrencilerin en az ise %6,3 yüzdesiyle arkadaşlar ve aile ortamından bilgi edinmiş olduğu anlaşılmaktadır. Bu durumu ortadan kaldırılmasında öğretmenlere büyük görevler düşmektedir. Öğretmenlerin bu konuda öğrencilere tartışma ortamı oluşturarak, münazaralar yaptırarak ve iklime yönelik örnek olayları sınıfa getirerek fikir üretmelerini sağlayarak aktif hale getirmeleri beklenmektedir.

Öğrencilerin iklime dönük olarak yaptıkları araştırma sıklıkları ve gelişmeleri takip etme sıklıkları incelendiğinde, öğrencilerin fazla olduğu anlaşılmaktadır. Öğrencilerin iklime ilişkin problemleri çevresindeki kişilerle birlikte az sıklıklarla konuştukları görülmektedir. Öğretmenlerin iklime ilişkin güncel gelişmelerin ilgi çekici yönlerini öğrencilere bahsederek araştırma ödevleri vermesi, öğrencilerin bu yönde ilerleme kaydetmelerini sağlayabileceği düşülmektedir.

Öğrencilerin iklime yönelik gerçekleştirilen herhangi bir proje ve etkinliğe. %14,3'ünün katılım sağladığı görülmektedir. Öğrencilerin bu tür farkındalık kazandıracak faaliyetlere büyük ölçüde katılım sağlamadıkları anlaşılmaktadır. Oysa ki iklimin canlı yaşamı ve ekolojik denge açısındaki öneminden bahsedilmesine karşın öğrencilerin iklime ait etkinliklere katılımlarının sağlanmaması göze çarpmaktadır. Bu anlamda öğrencileri iklime dönük faaliyetlere dâhil edilmemesinin son derece büyük bir eksiklik oluşturduğunu söylemek yanlış olmayacaktır. Dolayısıyla da iklim dengesinin korunmasına ve iklim değişikliği gibi çevre sorunlarının çözümünde, çevreye karşı duyarlı, bilinçli ve sorunların çözümüne aktif katılan bireylerin yetiştirilmesi ile mümkün olabilecek bilinçli toplum oluşturulması çok önemlidir. Toplumsal farkındalığın arttırılması için eğitim kurumlarına, sivil toplum kuruluşlarına ve medyaya önemli görevler düşmektedir [8].

5. Öneriler

Çalışma çerçevesinde bazı öneriler ortaya konulmuştur:

• Öğrencilere iklime konusunda önemli ve ilginç bilgileri vererek öğrencilerin daha fazla araştırma yapmaları sağlanabilir.

• Öğrencilerin iklim konusunda teşvik edilerek, farkındalık kazanmaları sağlanabilir.

• Öğrencilere iklim odaklı projelere katılımlarını sağlayabilecek imkânlar oluşturulabilir.

• Öğrencileri iklim konusunda bilinçlendirmek adına, okul ortamlarında gerekli eğitimler verilebilir.

• Sosyal medya ve TV yayınları aracılığıyla iklime yönelik yapılabilecek bilgilendirilmeler ile başta küçük yaş grupları olmak üzere yetişkinlerin bilinçlendirilmesi sağlanabilir.

Kaynakça

[1] Atalay, İ. (1998). Genel Fiziki Coğrafya. İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi.

[2]Aksan, Z. ve Çelikler, D. (2013). İlköğretim Öğretmen Adaylarının Küresel Isınma Konusundaki Görüşleri. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 14(1), 49-67.

[3] U.S. Global Change Research Program (USGCRP)/Climate Change Science Program. (2009). Climate Literacy: The Essential Principles of Climate Sciences.

[4] Shafer, M. A. (2008). Climate Literacy and A National Climate Service. Physical Geography, 29(6), 561-574.

[5] Yakar, H. (2019). Ortaokul Düzeyinde İklim Okuryazarlığı Yeterliklerinin Delphi Tekniğiyle Belirlenmesi. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

[6] Pekel, F. O., Kaya, E. ve Demir, Y. (2007). Farklı Lise Öğrencilerinin Ozon Tabakasına Ilişkin Düşüncelerinin Karşılaştırılması. Kastamonu Eğitim Dergisi, 15(1), 169-174.

[7] Güven, G., Yakar, A. ve Sülün, Y. (2019). Enerji Okuryazarlığı Ölçeğinin Türkçeye Uyarlanması: Geçerlilik ve Güvenilirlik Çalışması. Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi ,48(1), 821-857.

[9] Atik, A. D. ve Doğan, Y. (2019). Lise Öğrencilerinin Küresel Iklim Değişikliği Hakkındaki Görüşleri. Academy Journal of Educational Sciences, 3(1), 84-100.

2

Climate Change and Air Pollution
İklim Değişikliği ve Hava Kirliliği

İklim Değişikliğinin Tetiklediği İç Savaş ve Göç: Suriye

Mehmet YILDIRIM

İklim Değişikliği ve Turizm Sektörü Üzerindeki Etkileri

Aslı SELVİ / Mehmet Kenan TERZİOĞLU

Water Resources as a Weapon in Conflicts and Wars

Tuğba Evrim MADEN

Impacts of the Climate Change to the Climate Refugees, Urbanization and Sustainable Development

Egemen SERTYEŞİLIŞIK / Neslişah İNAN / Begüm SERTYEŞİLIŞIK

Relationship of Land Use and Land Cover Change with Land Surface T emperature, Sazlidere Basin Case Study

Fulya Başak SARIYILMAZ

Simulation of a Dust Transportation Event in Istanbul through a Regional Climate Model

Serdar UĞURDOĞAN / S. Levent KUZU / Elif YAVUZ / Arslan SARAL

Kentsel Isı Adası Etkisinin Yapısal ve Bitkisel Alanlarda İncelenmesi: Kadıköy İlçesi Örneği

Özge PARSOVA / Kamil ERKAN / Mete TAYANÇ

Kayseri İlinde Karayolu Ulaşımından Kaynaklı Karbon Ayak İzinin Değişimi

Fuat ÖZYONAR / Ömür GÖKKUŞ

Variability in TSP Bound EC/OC and BC with Respect to Ambient Meteorological Conditions in Srinagar J&K India

Behjat HUMA / Arun K. ATTRİ

İklim Değişikliğinin Tetiklediği İç Savaş ve Göç: Suriye

* **Mehmet Yıldırım**
Uluslararası İlişkiler Uzmanı, Serbest Araştırmacı

Özet

Bu çalışmada; Suriye'de meydana gelen iklim değişikliklerin yol açtığı çevre sorunları, iç ve dış göç ile Suriye İç Savaşı'na yer verildi. Suriye'de yaşanan iç savaş başlı başına bir çevre felaketidir. Yerleşim yerlerinde yaşanan ağır bombardıman, kimyasal saldırılar ve çatışmalar halkın yaşam hakkını ortadan kaldırmaktadır. Ülkede açlık nedeniyle kitlesel ölümler yaşanmaktadır. Kullanılan kimyasal silahlar çevre bakımından geri dönüşü mümkün olmayan tahribata yol açmıştır. Suriyeli Göçmenler ülkelerinde yaşanan kriz neticesinde itici faktörlerin oluşmasıyla zorunlu olarak göç etmişlerdir. Suriye'de afete dönüşen göç ve savaş o kadar şiddetli idi ki; iklim değişikliğinin yol açtığı çevresel tahribatın üzerinde çok durulmadı.

Çevresel mülteciler, yaşadıkları yerlerdeki kuraklık, toprak erozyonu, çölleşme veya diğer çevresel problemler nedeniyle hayatlarını sürdürebilmek için yeni alanlara göç etmektedirler. Üstelik tekrar yaşadıkları coğrafyanın tahrip olması nedeni ile geri dönme arzusunda olmadıkları bilinen bir gerçektir.
Uluslararası ilişkilerde; çevre ve gıda güvenliği, iklim değişikliği ve göç dalgası yeni bir alan olarak oyun kurucuların ilgilenmesi gereken konular arasında yerini aldı. Çevre Kirliliği, İklim Değişikliği ve Sürdürülebilir Kalkınma salt devletlerin çözebileceği eşik seviyesini aşmış; sivil örgütlerin ve akademik çevrelerin de işin içine girdiği süreci başlatmıştır. Toplum; Çevre konusunda üzerine düşen görevi bilmek ve yapmak zorundadır.

Anahtar kelimeler: *Göç, İklim Göçmeni, Suriye İç Savaşı ve Çevre*

Abstract

In study included environmental problems caused by climate changes in Syria, internal and external migration and the Syrian Civil War. The civil war in Syria is an environmental disaster in itself. Heavy shelling, chemical attacks and clashes in residential areas are destroying the people's right to life. There are mass deaths due to starvation in the country. The chemical weapons used have caused irreversible damage to the environment. As a result of the crisis in their country, Syrian migrants have emigrated compulsively due to the formation of driving factors. The migration and war that turned into a disaster in Syria was so severe that there was not much focus on the environmental devastation caused by climate change.

Environmental refugees migrate to new areas to live their lives due to drought, soil erosion, desertification or other environmental problems. Moreover, it is a known fact that they do not wish to return because of the destruction of the geography they live in again.

In international relations, the environment and food security, climate change and the wave of migration are among the issues that quarterbacks should be interested in as a new area. Environmental pollution, climate change and Sustainable Development have exceeded the threshold level that only states can solve, and civil organizations and academic circles have started the process. Society has to know and do its part in the environment.

Key Words: *Immigration, Climate Immigration, Syrian Civil War and Environment*

1.Giriş

İklim değişikliğinin savaşa dönüşmesi Suriye'de tetikleyici bir unsur oldu. Kuraklık, tarımsal üretimdeki gerileme, gıda fiyatlarında artış ve yaşanan doğal çevrenin tahrip olması Suriye'de iç göçü başlattı. Şehirlerde ki yığılma ve baskıcı Esed rejiminin çözümden uzaklaşması insanlarda hoşnutsuzluğa yol açtı. Yaklaşan Arap Baharı ile birlikte sivil halkın insani yaşam koşullarının iyileştirilmesi talebi şiddetle bastırıldı. Yapılan gösterilerde halkın katledilmesi, iç savaşa dönüştü. Rejim ve onu destekleyen dış unsurların kullandığı ağır silah ve kimyasal ajanlar doğal çevreyi daha da tahrip etti. Halkın taleplerini karşılamayan rejim karşısında sivil insanlar başta Türkiye olmak üzere kitlesel halde zorunlu olarak ülkelerini terk edip sınır ötesi topraklara sığınmaya başladılar. Suriye'de afete dönüşen göç ve savaş o kadar şiddetli idi ki; iklim değişikliğinin yol açtığı çevresel tahribatın üzerinde çok durulmadı.

Suriye'deki iklim faktörlerinin değişimi ve bu değişimin savaşı etkileyen faktöre dönüşmesi ile ilgili akademik çalışmalar olmakla birlikte gündemde henüz yeterince yer almadı. Öncelik savaşın sonuçlandırılması, siyasi yapının tesis edilmesi ve mültecilerin de güvenlikli bir şekilde vatanlarına geri dönüşü hedeflendi. Fakat tahrip olmuş Suriye coğrafyasının iyileştirilmesi ve savaş kirleticilerinin uzaklaştırılması ile ilgili ileriye dönük bir çalışma henüz mevcut değil. Suriye savaşı ve mültecilerin durumu siyasi boyuttan ele alındığı için; iklim değişikliği ve çevrenin iyileştirilmesi ile ilgili çalışmalara da ulusal bazda ağırlık verilmelidir. Suriye'de mevcut yönetim sorun karşısında çözüm üreteceği yerde dış güçlerin desteği ile halkı katlederek göçe yönlendirdi.

Günümüz dünyasında iklim değişikliği ve çevre kirliliği toplumların yüzleşmek

zorunda kaldığı bir olgu olarak gündemde yerini aldı. Çevre kirliği ve iklim değişikliğinin getirdiği sorunlar ile mücadelede çatı örgüt olan eski BM Genel Sekreteri Antonio Guterres'in sözleri bu konudaki sıkıntıları açıkça dile getirmekte. Guterres'in açıklamaları BM'nin tüm anlaşmalara rağmen yaptırım gücünün olmayışı ve özellikle bazı gelişmiş ülkelerin anlaşmalara taraf olmayışı, BM'in yetersizliğini açığa çıkarmaktadır. Guterres, "Dünyanın iklim değişikliğiyle mücadelesini artırmasından önce daha kaç adet alarmın çalması gerekiyor, merak ediyorum" demekte ve ekliyor: "On yıllardır algılanan problemleri ele almanın zor olabileceğini biliyoruz. Ancak iklim etkilerini zaten yaşıyoruz" [2].

Bu çalışma ile ilgili öncelikle literatür taraması yapıldı. Küresel iklim değişikliğinin çevresel faktörler üzerinden analizinin yapıldığı tespit edildi. Suriye iç savaşı sonuçları itibari ile yıkıcı, insanların yaşam haklarını elinden alan ve zorunlu göçe yol açtığı için Suriye'de ki iklim değişiklikleri üzerinden çok detaya yer vermeden konu işlenildi. Hükümet, sivil toplum kuruluşları, medya ve akademik çevreler iklim değişikliklerinin savaşları tetikleyebileceğini her zaman göz önünde bulundurmalı ve multidisipliner çalışma çerçevesinde önemli adımlar atmalıdırlar.

2.Göç ve Temel Yaklaşım

Göç kavramı insanlık tarihi ile başlamıştır. Tarih boyunca insan toplulukları; coğrafi ve iklim koşullarının değişmesi, savaş ve siyasi baskıların artması ile bireysel ya da kitlesel olarak yer değiştirmişlerdir. Göç kısaca insanların yaşadıkları yaşam alanlarından ayrılmaları, yer değiştirmeleri olarak da tanımlanabilir[1]. Siyasi, ekonomik ve kültürel gelişmelerle yakın ve yoğun etkileşim sonucu medeniyetler göçle şekillenmiştir. Göç; sosyolojik, kültürel, ekonomik, antropolojik, jeolojik, politik, tıp, hukuk, mühendislik ve uluslararası ilişkiler kapsamında ayrı ya da bir bütün olarak disiplinler arası bir yaklaşımla incelenmektedir. Günümüzde göç ve göçmen olgusu devletlerin, akademisyenlerin, sivil toplum kuruluşlarının ve bireysel olarak kişilerin günlük yaşam döngüsü içerisinde yerini almıştır.

Uluslararası ilişkilerin gündeminde yer alan göç; siyasi, ekonomik ve toplumsal alanlarda yeni arayış ve düzenlemelere gidilmesine yol açmıştır. Birleşmiş Milletler; sözleşmeler, protokoller düzenlemiş, kapsayıcı ve yol gösterici kararlar almıştır. Devletler kendi bünyelerinde kanun düzenlemelerine giderek; ikili veya çoklu anlaşmalar imzalamışlardır.

Göçü engellenmesi gereken değil, doğru yönetilmesi gereken bir süreç olarak görmeliyiz. Göç doğru yönetildiğinde medeniyetlerin gelişmesine katkı yaparken

yanlış yönetildiğinde kaosa sebebiyet vermektedir. Uluslararası sistemde gündeminin en üst sıralarına yerleşen göç; farklı etkiler bırakarak ve önümüzdeki on yıllar içerisinde gündemi meşgul edecektir. Göç ve iltica modern çağın önde gelen problemlerindendir. Göç hem göçmeni hem de hedef devleti ve vatandaşını etkileyen bir süreçtir[3].

3.İklim Mültecileri Kavramı:

Mülteciler hukukunun temelini oluşturan 1951 tarihli Cenevre Sözleşme'si ile 1967 tarihli Ek Protokol'de çevre mültecileri için bir tanım yapılmamıştır. Mülteci, göçmen, sığınmacı tanımları siyasi ölçütler etrafında belirlenmiştir. Cenevre Sözleşmesi'nde mültecilerin ülkeden ayrılma nedenleri arasında çevresel sorunlar yer almamaktadır[4]. 1970'lerde çevresel mülteci kavramı, Worldwatch Instıtute'den Lester Brown tarafından ilk kez tanıtılmıştır. 1984 Kasımı'nda Uluslararası Çevre ve Kalkınma Enstitüsü'nün (International Instıtute for Environment and Development) yazılı bir dokümanında duyurulmuştur. Çevre mültecileri kavramı ilk olarak 1985 yılında Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) tarafından yayımlanan " Environmental Refugees" adlı raporda Essam El-Hinnawi tarafından gündeme getirildi. Hinnawi'ye göre: "meydana gelen çevresel kirlenme, iklim şartlarının değişmesi, yaşamı etkileyen doğal afet sonucu yaşam alanlarını terk etmek zorunda kalan kimselere çevresel mülteciler denilmektedir". Hinnawi'nin tanımlamasıyla iklim göçmenleri literatüre girmiş oldu[5]. Belirgin bir çevresel bozulma ya da yaşam kalitesinde yaşanan ciddi düşüşler sonucunda, geçici veya kalıcı olarak, varlıkları tehlikeye girdiği için yaşadığı alanı terk etmek zoruna kalan insanlara çevresel mülteciler denilmektedir. Çevresel sorunlar ile siyasi ve sosyal sorunlar bir bütünün parçalarıdır. Çevresel mülteciler ile siyasi mültecileri ayırmak her zaman mümkün olmamaktadır. Suriyeli mülteciler bunun iyi bir örneğidir.

4.Suriye'nin Genel İklim Yapısı

Suriye'de kurak, yarı kurak ve çöl iklimi görülmektedir. Topraklarının %35'i tarım alanı, %50'si çöl ve %2'si de ormanlarla kaplıdır. Tarım yapılan alanların %20si verimli, kalan kısmında ise iklime duyarlı tarım yapılmaktadır. Suriye, nehirlerin bir kısmı sınır aşan nehirler olup komşuları ile problem yaşamaktadır. Son zamanlarda nehirlerde su debisi azalmış ve su seviyesi düşmüştür. Ayrıca asıl su kaynaklarının olduğu Golan Tepeleri'ni, İsrail işgal etmiştir. Suriye'de içme suyu kaynakları kıt ve değerlidir.

4.1.Suriye'de İklim Değişikliği ve İç Göç

Ortadoğu'da iklim faktörlerinin değişmesi nedeni ile hava sıcaklığı 1-1.2 derece artmış, yağışlarda da %10 civarında düşüş görülmüştür. Bölgede her

10 yılda tekrarlanan ciddi kuraklık yaşanmaktadır. 2006-2010 yılları arasında Türkiye'nin güneydoğusu, Suriye ve Irak'ı kapsayan " Bereketli Hilal" adı verilen bölgede yaşanan kuraklık en çok Suriye'de etkili oldu. Ülkede yaşanan erozyon nedeniyle, tarımsal gelirinin her yıl % 12'si yok olmaktadır. Bu oran Suriye milli gelirinin % 2,5'ine denk gelmektedir. Suriye'de ülke genelindeki tahıl üretimi bir önceki yıla göre yarı yarıya azaldı. Kuraklık ve çölleşme, yaşadığımız çağda öne çıkan çevre sorunları arasında ilk sıralarda yer almıştır. Tarımda vahşi sulama, toprak tuzluluğunun artışı, bitkisel üretimde su isteyen endüstri bitkilerinin üretimindeki artış kuraklığı ve çölleşmeyi tetikledi[6].

Yanlış tarım politikaları nedeni ile suya bağımlılığı ve ihraç değeri yüksek olan pamuk, şeker pancarı alanlarının artışı temel gıda ürünlerinin üretiminin azalmasına neden oldu. Temel gıda ürünlerindeki fiyat artışı, hayvan üretimindeki azalış ve suya duyulan ihtiyacın artması ile birlikte toplumda huzursuzluk baş gösterdi. 2006-2010 yılları arasında devam eden kuraklık nedeni ile sulu tarım yapılan arazilerde su sıkıntısı baş gösterdi. Bu dönemde yüzden fazla köy kum fırtınaları nedeni ile boşaltıldı. Birleşmiş Milletler raporuna göre, 2006-2010 yılları arasında yaşanan kuraklık sonucunda 3 milyona yakın insan fakirleşti. 1,5 milyona yakın insan da şehirlere göç etti.

Kırsal yaşam alanlarını terk eden halk şehirlere iç göçü başlattı. Otoriter Esed Rejimi toplumda ki huzursuzluğu çözmek ve yaşam şartlarını iyileştirmek yerine halk üzerindeki baskıcı uygulamaları sertleştirdi. Yaklaşan Arap Baharı ile birlikte halkın demokratik ve yaşam şartlarının iyileştirme taleplerinin karşılanmayışı yeni arayışlara yol açtı. Devlet geleneğinin olmayışı ve eski sömürge kültürü ülkeyi kolayca büyük güçlerin çatışma alanına çevirmiştir

New York Kolombiya Üniversitesi'nden Profösör Richard Seager başkanlığında ki bir ekip Suriye Krizi'nin temel sebebinin kuraklık ve kıtlık olduğunu savunan bir rapor yayınladı. Rapora göre Suriye İç Savaşı İklim Değişikliğine bağlı çevre şartlarının bozulması ile meydana gelen ilk savaş oldu. Profösör Seager raporla ilgili yaptığı açıklamada "Suriye İç Savaşı, korkunç bir durum ve sadece başlangıç. Bu süreç yüzyıl boyunca devam edecek". İklim değişikliği yaşanacak çatışma ya da iç savaşların doğrudan ve tek nedeni olmamakla birlikte, neden olacağı sorunlarla çatışmaları tetikleme riskini her zaman içinde barındırmaktadır. Ülkenin tarıma bu derece bağımlı olması çeşitli siyasi ve güvenlik risklerini beraberinde getirmektedir[7].

4.2.Suriye İç Savaşının Başlaması

Çevresel sorunlara bağlı olarak yaşanan ekonomik ve siyasi sorunlar hükümet

otoritesinin zayıflamasına, toplumsal hak ve özgürlük taleplerinin artmasına sebep oldu. Yaşanan kuraklık ve Arap Baharı'nın getirdiği Esed rejiminin yıkılacağı fikri ile birleşince ayaklanmalar baş göstermiş bugün yaşanan iç savaşın fitili ateşlenmiştir. Mart 2011'de Suriye'de sivil halk; hak ve özgürlük taleplerini barışçıl olarak dile getirmeye başladı. Çatışmaların ilk başladığı kentlerin yoksullukla boğuşan Arap-Sünnilerin yaşadığı Derra, Humus ve Halep kentleri olması şaşırtıcı değildir.. Kitlesel sivil ölümlerinin meydana gelmesi, etnik, dini çatışmaların artması ile Esed Rejimi'nin insan haklarını ihlal etmesi ve neticede ortaya çıkan vekalet savaşı milyonlarca insanı etkiledi. Suriye halkı kitlesel olarak Türkiye ve diğer komşu ülkelere sığındılar. İstikrarsızlık ve sivil halka karşı kullanılan kitlesel silahlar nedeni ile insanlar yaşamlarını sürdürebilmeleri için zorunlu bir göçe maruz kaldılar.

Birleşmiş Milletler; Suriye'de yaşanan savaş ve insanların göç etmesini 21.Yüzyılın en büyük insani krizi olarak değerlendirdi. Suriye'de yaşanan krizden Türkiye ciddi olarak etkilendi ve en çok göçmen kabul eden ülke oldu.

4.3.Suriye İç Savaşının Çevreye Etkisi

Savaş esnasında çevre ciddi olarak tahrip edildi. Suriye'de özellikle rejim unsurlarının sivillere karşı kullandığı kimyasal silahlar kalıcı veya etkisi daha sonra ortaya çıkacak çevre bozulmasına sebep olacağı beklenmektedir. Suriye'de savaşan unsurlarının barajları yıkma tehdidi siviller üzerinde yıldırıcı etki oluşturdu. Rusya ve rejimin sürekli bombalaması da coğrafi oluşumları değiştirmekte, bitki ve hayvan yaşamlarını da sona erdirmektedir. Yakıt ve bombaların patlaması ile toprağın yüzeyinin fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapısı bozulmaktadır. Uçucu küller toprak yüzeyini ve bitki örtüsünü izole etmektedir. Başta zeytin ağaçları olmak üzere ormanlık alan tahrip edildi.

Savaş nedeniyle Suriye'deki ekili alanların % 34'ü, orman alanlarının % 30'u zarar görmüştür. PKK terör örgütünün uzantısı YPG; Suriye kırsalında kendisine tabi olmayan sivil unsurlara ait tarım arazilerini yakmıştır. Tarım alanlarının bir bölümü mayınlanmıştır. Bu alanların mayından temizlenmesi yıllar alacaktır. Ülkede çatışmalara ait binlerce siper, yeraltı sığınağı, askeri barikat, bomba çukuru, hendek bulunmaktadır. Cephe hattında ki zehirli maddeler, ev yıkıntıları ve genel atıklar toprağa karışıp, kaynak sularını ve havayı kirletmektedir. Savaş nedeni ile ortaya çıkan kirleticilerin etkileri uzun yıllar sürecek olup, çevrenin kendisini yenilemesi de uzun yılları alacaktır[8].

5.İklim Değişikliği ve Suriye İçin Ne Yapılmalı

1-İklim değişikliklerinin savaş ve göç üzerindeki etkileri bilimsel verilerle

incelenmeli, toplantı, analiz ve rapor hazırlanıp siyasi karar alıcılarla birlikte politika oluşturulmalıdır.

2- Göç hareketin tanımlanması ve sınıflandırılmasına ilişkin tartışmalar sürse de asıl önemli olan, çevresel değişimler nedeniyle mağdur olanlarla ilgili uluslararası farkındalığın artırılması ve tanınırlığın sağlanması yönelik çabalar olmalıdır.

3- Uluslararası örgütler nezdinde anlaşmalar hazırlanmalı, yapılan anlaşmalar yerel düzeyde uygulanmalı, yerel bazda yasal kanunlar hazırlanmalı.

4- Devlet ve sivil toplum kuruluşlarının işbirliği ile halk bilinçlendirilmeli yaşanan olumsuz bir vakada insani tepki verme seviyesi artırılmalı.

5- Konu ile ilgili mevcut kurumların çalışma prensipleri tekrardan gözden geçirilip iklim değişikliklerinin yol açacağı olumsuz şartlara göre kurumlar refüze edilmeli.

6- Suriye'de ki güvenlikli bölgelerin coğrafi ve iklim şartlarını bilimsel olarak gözden geçirip, Tarım potansiyelini ve çevre şartlarını iyileştirme yönünde adım atmalıdır.

6.Sonuç

Çevre ve iklim koşullarının değişmesi nedeniyle; insanları ekolojik göçe maruz bırakan küresel ısınma aynı zamanda hem etik bir sorun hem de insan hakları sorunu olarak karşımıza çıkmaktadır. Gelişmiş devletlerde yaşam kalitesi düşerken, fakir devletlerde ise insan hayatı sonlanmaktadır. İklim değişikliği ve çevresel afetler nedeni ile yaşanan savaş ve göçler insan güvenliğini tehlikeye atmaktadır. Uluslararası hukuk alanında önemli problemler yaratan ve daha büyük sorunlara yol açması da muhtemel olan iklim mültecileri ve onların hakları konusunda bir çerçeve eksikliği bulunmaktadır. Çevresel mülteciler, yaşadıkları yerlerdeki kuraklık, toprak erozyonu, çölleşme veya diğer çevresel problemler nedeniyle hayatlarını sürdürebilmek için yeni alanlara göç etmektedirler. Üstelik tekrar yaşadıkları coğrafyanın tahrip olması nedeni ile geri dönme arzusunda olmadıkları bilinen bir gerçektir.

Çevre mültecileri, çevresel güvenlik bakımından son risk grubunu oluşturmaktadır. Çevresel sorunların hem niteliğinin hem de niceliğinin artarak küresel boyutlara ulaşması günümüzde çevresel mültecileri ve onların neden olabileceği sorunları gündeme getirmektedir. Küresel iklim değişikliği eylem planı hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkeleri yakından ilgilendirmektedir. Sürdürülebilir kalkınma hedefleri içinde ekonomik üretimin artışı istenmekle birlikte; barınma, güvenilir gıdaya ulaşma ve sağlık alt yapısının iyileştirilmesi istenilmektedir. Özellikle gelişmiş ülkelerin mücadele sürecine finansal nokta ve teknoloji transferinde taahhütlerini yerine getirmesi zorunlu hale gelmiştir.

Ulusal sınırları aşan çevre sorunlarını ile mücadele uluslararası bir yönetişim tarzı gerektirir. Bu durum da uluslararası çevresel rejimlerin varlığını zorunlu kılmaktadır. Devletler çevre yönetimi konusunda hala baş aktör olsalar da, sivil toplum örgütleri, çokuluslu şirketler ve uluslararası örgütleri, medyayı da ilgilendiren bir paydaşlar grubu sisteme dahil olmuştur. İkili, bölgesel ve küresel anlaşmalar çözümün ortak hareketle mümkün olabileceğini göstermiştir. Diplomaside Çevre Diplomasisi yeni bir kavram olarak konunun ciddiyetini ortaya koydu. Artık çevre kirlenmiş, iklimler değişmiş, çarpık kentleşme ve küresel göç dalgaları başlamıştır. Bu durum tüm anlaşmalara rağmen insan eliyle yıkıcılığın devam ettiğini göstermiştir. Uluslararası ilişkilerde; çevre ve gıda güvenliği, iklim değişikliği ve göç dalgası yeni bir alan olarak oyun kurucuların ilgilenmesi gereken konular arasında yerini aldı. Çevre Kirliliği, İklim Değişikliği ve Sürdürülebilir Kalkınma salt devletlerin çözebileceği eşik seviyesini aşmış; sivil örgütlerin ve akademik çevrelerin de işin içine girdiği süreci başlatmıştır. Toplum; Çevre konusunda üzerine düşen görevi bilmek ve yapmak zorundadır.

Suriye'de yaşanan insani kriz ve önceden hesaplanamayan göç; afet ve acil durum kapsamında değerlendirilmelidir. Suriye'de yaşanan iç savaşın çevresel boyutlarının ele alındığı çalışmada farklı sonuçlara ulaşılmıştır. Suriye'de yaşanan iç savaş başlı başına bir çevre felaketidir. Yerleşim yerlerinde yaşanan ağır bombardıman, kimyasal saldırılar ve çatışmalar halkın yaşam hakkını ortadan kaldırmaktadır. Ülkede açlık nedeniyle kitlesel ölümler yaşanmaktadır. Kullanılan kimyasal silahlar çevre bakımından geri dönüşü mümkün olmayan tahribata yol açmıştır. Suriye'deki iç savaş azalan çevresel kaynaklar nedeniyle yaşanan kaynak çatışmasının izlerini taşımaktadır. Suriyeli Göçmenler ülkelerinde yaşanan kriz neticesinde itici faktörlerin oluşmasıyla zorunlu olarak göç etmişlerdir.

Referans

[1] Göç Terimleri Sözlüğü, (2009), Uluslararası Göç Örgütü Yayınları. http://www.goc.gov.tr/files/files/goc_terimleri_sozlugu.pdf, (15.12.2019)

[2] BM Genel Sekreteri Gterres İklim Değişikliği İnsanlık İçin En Büyük Tehdit, İklim Haber,https://www.iklimhaber.org/bm-genel-sekreteri-guterres-iklim-degisikligi-insanlik-icin-en-buyuk-tehdit/ erişim:30.04.2018

[3] Castles, S. ve Miller, M. J.(2008), Göçler Çağı: Modern Dünyada Uluslararası Göç Hareketleri, İstanbul Bilgi Üniversitesi Yayınları, İstanbul

[4] 1951Cenevre Sözleşmesi http://www.multeci.org.tr/wp-content/uploads/2016/12/1951 Cenevre-Sozlesmesi-1.pdf1951 (15.01.2020)

[5] Özgür, M.Ertuğrul, Prof.Dr., "Göç ve Çevre: Çevresel Bozulmanın Göç Üzerindeki Etkilerine Küresel Bir Bakış"(04.08.2009) https://www.academia.edu/7313281/G%C3%B6%C3%A7_ve_%C3%87evre_%C3%87evresel_Bozulman%C4%B1n_G%C3%B6%C3%A7_%C3%9Czerindeki_Etkilerine_K%C3%BCresel_Bir_Bak%C4%B1%C5%9F (10.01.2020)

[6] Yıldırım,M.,Türkiye'nin Taraf Olduğu Uluslararası Çevre Anlaşmaları ,The Proceedings of International Symposium on Environment and Morals 2018 (Uluslararası Çevre ve Ahlak Sempozyumu 2018 – ISEM2018), International University of Sarejevo, Bosnia and Herzegovina, June 27-29, 2018

[7]https://www.dunyabulteni.net/ortadogu/suriyede-ic-savasin-nedeni-kuresel-isinma-imis-h 323757.html (15.01.2020)

[8] Suriye'deki İç Savaşın Çevresel Kökenleri,Karasu,M.Arman,Doç. Dr.,Çağdaş Yerel Yönetimler Dergisi, Cilt 26 Sayı 3, Temmuz 2017, s. 69-89.

[9] Castles,S.,Miller,M.J,Göçler Çağı Modern Dünyada Uluslararası Göç Hareketleri,Bilgi Üniversitesi Yayınları,İstanbul,2013

[10] Mutlu, Ahmet, İbrahim İrdem ve Berna Üre (2015), "Ekolojik Mültecilik", Memleket Siyaset Yönetim Dergisi, C.10, S.23, ss.79-118

[11] Mutluer, Mustafa ve İlkay Südaş (2013), "Görünmez Bir Küresel Sorun: Çevre Mültecileri", Prof. Dr. İlhan Kayan'a Armağan Kitabı, Ege Üniversitesi Yayınları, İzmir, ss.631-636

[12] AFAD, (2014-2023). Ikl_m Deg_s_kl_g_ ve Buna BaglıAfetlere Yönel_k Yol Har_tası Belges_, https://www.afad.gov.tr/upload/Node/3920/xf_les/_kl_mson.pdf, (15.01.2020)

[13] http://www.afad.gov.tr (15.01.2020)

[14]http://www.goc.gov.tr/icerik3/kitlesel-akinlar_409_558_559(15.01.2020)

[15]Türkiye'de Geçici Koruma. http://www.goc.gov.tr/icerik3/turkiye%E2%80%99degecici-koruma_409_558_1097 (15.01.2020)

[16] Küresel Göç ve Kalkınma Yıllık Zirvesi. http://www.basbakanlik.gov.tr/Forms/_Article/pg_Article.aspx?Id=6c75a41d-58ac-4f70-8a97-6fa6ed7eea26 (15.01.2020)

[17]http://www.ihh.org.tr/tr/main/publications/rapor/4/afrika-boynuzunda-surdurulebilir-yasam-arayis/97 (15.01.2020)

İklim Değişikliği ve Turizm Sektörü Üzerine Etkileri

[1] **Aslı Selvi ve** [2]**Mehmet Kenan Terzioğlu**
[1]Trakya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Edirne/Türkiye
[2]Trakya Üniversitesi, İ.İ.B.F, Ekonometri Bölümü, Edirne/Türkiye

Özet

İklim etkisinden kaynaklanan değişim ve dönüşümler uzun vadede gerçekleştiğinden, sistemin kısa vadede normal dengede süre-geliyormuş gibi algılanmasına rağmen, küresel iklim değişikliğiyle oluşan denge-sapmaları iklim anormalliklerini ortaya çıkartmakta ve yaşamsal döngünün yanı sıra ekonomik faaliyetleri de etkilemektedir. Antropojenik faktörlerden kaynaklanan sera gazı (GHG) emisyonları normal seviyelerden daha hızlı gerçekleşen mevcut iklim değişikliklerinin, doğal yollardan daha çok, insan kaynaklı olduğunu göstermektedir. Çevre unsurlarını da şekillendiren iklim değişikliği turizm sektörü (kış/yaz turizmi) üzerinde etkili olmaktadır. Çalışma kapsamında, iklim değişikliğinin nedenleri üzerinde durularak seçilmiş 26 OECD ülkesinde 2000-2016 dönemleri baz alınarak iklim değişikliğinin, turizm gelirleri üzerindeki uzun dönem etkileri panel eş-bütünleşme yöntemi kullanılarak incelenmektedir.

Anahtar kelimeler: *İklim Değişikliği, Turizm sektörü, Panel Veri.*

Climate Change and Effects on Tourism Sector

Abstract

Athough the system perceived as continuing within normal balance in the short term, the balance-deviations caused by the global climate change reveal climate anomalies and affect the economic activities as well as the life cycle due to the fact that the changes and transformations arising from the climate effect occur in the long term, Greenhouse gas (GHG) emissions from anthropogenic factors indicate that climate changes occurring faster than normal levels are more human-induced than naturally. Climate change, which also shapes environmental factors, has an impact on the tourism sector (winter/summer tourism). Within the scope of this study, focusing on the causes of climate change, the long-term effects of climate change on tourism revenues are analyzed using the panel cointegration method in 26 selected-OECD countries for the 2000-2016 periods.

Key Words: *Climate Change, Tourism Sector, Panel Data.*

1.Giriş

İklim parametrelerinin istatistiki ortalamalarında meydana gelen değişimi ifade eden iklim değişikliği; fosil yakıt kullanımdaki artış, tarım arazilerindeki değişim ve ormansızlaşma, teknolojinin gelişimi ve sanayileşmeye paralel olarak ortaya çıkmaktadır. Nüfus yapısındaki değişimle birlikte tüketim miktarlarının

*Sorumlu Yazar: Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Muhasebe ve Finansman Anabilim Dalı, Edirne/ Türkiye. E-posta: asliselvi3@trakya.edu.tr

artması ve sonucunda ortaya çıkan antropojenik etki iklim değişimlerine bağlı olarak deniz/okyanus seviyelerinde değişimi, akıntı değişimlerini, biyolojik çeşitlilikteki değişimi ve ısı dalgalanmalarıyla birlikte sıcaklık ve yağış dağılımı sıklığındaki değişimi ortaya çıkarmaktadır. Etkileşim içinde bulunan ekonomik ve ekolojik sistemde yer alan, tükenmez-sürekli yenilebilen mekanizmaların (serbest mallar) aşırı kullanımına bağlı olarak ortaya çıkan, kıt kaynakların kullanımı, üretim yapısı/boyutu ve alışkanlıklarda meydana gelen değişim sonucunda oluşan tüketim düzeyi çevresel bozulmaya neden olmaktadır (Aruoba, 1977). Ekonomik yapı ile doğrudan/dolaylı ilişki içinde olan çevresel bozulma beşerî ve doğal sermaye kalıplarındaki maliyetler olarak değerlendirilebilmektedir. Nüfus yoğunlaşmasına bağlı olarak üretim ve tüketimle beraber ortaya çıkan enerji tüketimi, sera gazı salınımı ve atık miktarındaki artış toplum refahında azaltıcı etki yaratmaktadır (Ertürk, 1988). Işık (2010), İnançlı ve diğ. (2012) ve Erol ve Hassan (2013), turizm gelirleri ile turizm harcamaları arasındaki ilişkiyi incelemektedir. Lee ve Brashmasrene (2013), Avrupa Birliği ülkelerinde turizm, karbon emisyonları ve doğrudan yabancı yatırımlar arasındaki uzun dönem ilişkisini araştırmaktadır. Alom (2014), seçilmiş Güney Asya ülkelerinde gayri safi yurt içi hasıla, karbondioksit emisyonu ve enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi ortaya koymaktadır. Sajjad ve diğ. (2014), iklim değişikliği, hava kirliliği ve turizm kalkınma göstergeleri arasındaki uzun dönemli ilişkiyi araştırmaktadır. Özcan (2015), uluslararası turizm geliri belirleyicilerini incelemektedir. Paramati ve diğ. (2017), turizmin ekonomik büyüme ve gelişmiş ve gelişmekte olan ülke ekonomileri arasındaki karbondioksit emisyonları üzerindeki etkilerini karşılaştırmaktadır. Sherafation-Jahromi ve diğ. (2017), turizm ve karbondioksit emisyonları arasında doğrusal veya doğrusal olmayan ilişkinin varlığını araştırmaktadır. Genç ve Tandoğan (2016), turist sayılarıyla karbondioksit emisyonu arasındaki ilişkiyi ortaya koymaktadır. Lu ve diğ. (2019), yenilenebilir enerji tüketiminin, turizm yatırımlarının, gayri safi yurt içi hasılanın, reel döviz kurunun ve ticaret açığının hem turizm gelirleri hem de uluslararası gelen turistler üzerindeki etkilerini vurgulamaktadır. Jebli ve diğ. (2019), yenilenebilir enerji tüketimini, turist sayısı ve ticaret açıklığı oranıyla incelemektedir. Satrovic ve Muslija (2019), turizm ve karbondioksit emisyonları arasındaki kısa ve uzun dönemli ilişkiyi araştırmaktadır. Koçak ve diğ. (2020), karbondioksit emisyonları, kentsel nüfus, gayri safi yurt içi hasıla, ülkeye giriş yapan turist sayışı, uluslararası turizm gelirleri ve birincil enerji yoğunluk seviyelerini kullanarak küresel ısınmanın ve iklim değişikliğinin ana kaynağı olan karbondioksit emisyonlarının turizme olan etkisini ortaya koymaktadır. Leitao ve Balogh (2020), enerji kullanımı, tarım ve endüstri içi ticaretin iklim değişikliği üzerindeki etkisini incelemektedir. Gözgör ve diğ. (2020), yenilenebilir enerji tüketiminin belirleyicilerini ortaya koymaktadır. Pala (2020), gayri safi yurt içi hasıla, brüt sermaye oluşumu, işgücüne

katılım ve karbon emisyonlarını ele alarak iklim değişikliğinin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini incelemektedir. Zhang ve Zhang (2020), turizm, ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve karbondioksit emisyonları arasındaki kısa ve uzun vadeli ilişkiyi ortaya koymaktadır.

Gelişmiş ülkelerde çevre faktörü ekonomik büyümenin tamamlayıcısı olurken gelişmekte olan ülkelerde çevre kalitesinin iyileştirilmesi ve sürdürülebilir büyüme ön plana çıkmaktadır. Bu kapsamda çevresel sorunların çözümünde küresel adımların atılması önemli olmakla birlikte; gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler arasındaki farklılıkların (bölgesel/küresel düzeyde önlemler, coğrafi konum, mali sorumluluk, davranış etkileri, zaman boyutu, idrak bulanıklığı, vb. gibi) göz ardı edilmemesi gerekmektedir. Bu kapsamda, 1972 yılında Birleşmiş Milletler çevre programı çerçevesinde sürdürülebilir kalkınma kavramının temelleri atılarak çevresel bozulmalara karşı ilk uluslararası eylem planları ortaya konmaktadır. 1973 yılında Avrupa Birliği tarafından kabul edilen eylem planıyla topluluk üyesi ve aday statüsündeki ülkelerin yaşam kalitesinin attırılması için çevre tahribatının engellenmesi amaçlanmaktadır. Brundtland (1987) raporunda ekonomik büyüme yerine sürdürülebilir kalkınmanın gerekliliğine vurgu yapılarak az gelişmiş/gelişmekte olan ülkelere, gelişmiş ülkelerin fayda sağlayabileceği bir eylem planı önerilmektedir. Rio konferansı (1992), 2005 yılına kadar uygulanması planlanan küresel eylem planının devreye sokulmasını hedeflemekte ve ülkelerin sera gazı salınımlarına göre sorumluluk almaları gerekliliği ilkesini benimsemektedir. Kyoto (1997) protokolünde ise ülkelerin karbondioksit emisyonu ve sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik yükümlülükleri ve uygulanabilecek mekanizmalar belirtilmektedir. Johannesburg (2002) konferansında yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının arttırılması önerilmekte ve 2012 yılında gerçekleşen Birleşmiş Milletler sürdürülebilir kalkınma konferansında ise yeşil ekonomi kavramı üzerinde durulmaktadır. Paris İklim Anlaşması (2015), küresel ölçekte temiz enerjiye geçişte dünya ekonomilerine yol gösteren ve iklim değişikliği konusunda ilk çok-uluslu anlaşma özelliğindedir. Çevre unsularını (sezon süresi, aktivite, vb. gibi) şekillendirerek turizm faaliyetleri üzerinde de etkili olan iklim değişikliği turist sayısı ve turizm harcamaları/gelirleri üzerinde değişim yaratabilmektedir. Turizm türleri üzerinde farklı etkilere sahip olan iklim değişikliği etkisini belirgin olarak kıyı turizmi ve dağ turizmi başta olmak üzere doğa temelli turizm sektörlerinde göstermektedir (Moreno, 2010). Talep modellerinin şekillendirilmesinde etkili olan iklim değişikliği ülkelere/bölgelere göre değişkenlik (olumlu/olumsuz) gösterdiğinden risklerin en aza indirilmesi ve ekonomik/sosyal/çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması için iklim değişikliğine uyum sağlanması gerekmektedir. Birleşmiş Milletler Turizm Örgütü, iklim değişkenliğinin doğrudan ve dolaylı olarak etkilerine

maruz kalan turizm sektörünün küresel ısınmaya adapte olma potansiyelinin geliştirilmesini vurgulayarak; iklim değişikliği risklerine ve fırsatlarına uyum sağlayanların olumlu etkilere maruz kalabileceğini ifade etmektedir. Bu kapsamda yeşil yöntem ilkelerinin verimli bir şekilde uygulanmasıyla turizm sektörünün iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinden daha az etkilenebileceği beklenmektedir (Zahedi, 2012). Çalışma kapsamında, 2000-2016 dönemlerinde seçilmiş 26 OECD ülkesi temel alınarak turizm gelirlerini uzun vadede etkileyen faktörlerin ortaya çıkartılması amaçlanmaktadır.

2.Ekonometrik Metodoloji

Zaman ve birim boyutuna sahip olan değişkenlerin incelenmesinde panel veri analizinden faydalanılmaktadır. Panel veriler hem zaman hem de yatay kesit boyutu içerdiği için asimptotik dağılım sergileyebilmektedir (Tıraşoğlu ve diğ., 2017). Durağan olmayan panel veri modelleri ile analiz yapıldığında bazı sorunlar (sahte regresyon, vb gibi) ortaya çıkabilmektedir (Tatoğlu, 2018). Birimler arası korelasyonun tespit edilmesi için Tablo 1'de gösterilen Pesaran (2004) CD testi kullanılmaktadır. İkinci kuşak panel birim kök testleri kendi içerisinde üç farklı gruba ayrılmaktadır (Tatoğlu,2018). Çalışma kapsamında ikinci kuşak üçüncü gruptaki yatay kesit genişletilmiş Im, Pesaran ve Shin panel birim kök testi (CIPS-2) kullanılmaktadır. Im, Pesaran ve Shin (CIPS-2) panel birim kök testinde Artırılmış Dickey Fuller (ADF) regresyonunun gecikmeli yatay kesit ortalamaları ile genişletilmiş hali kullanılmaktadır.

Tablo 1: Dengeli ve Dengesiz Panellerde CD Testi

Dengeli Panel	Dengesiz Panel
$CD = \sqrt{\frac{2T}{N(N-1)}}\left(\sum_{i=1}^{N-1}\sum_{j=i+1}^{N}\hat{p}_{ij}\right)$	$CD = \sqrt{\frac{2}{N(N-1)}}\left(\sum_{i=1}^{N-1}\sum_{j=i+1}^{N}\sqrt{T_{ij}}\hat{\rho}_{ij}\right)$

Panel eşbütünleşme testleri hata terimlerinin temel alındığı testler ve maksimum olasılığı dayanan testler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Birinci gruptaki testler eşbütünleşen bir regresyon denkleminin hata terimlerindeki birim kökün varlığını incelerken; ikinci gruptaki testler çok değişkenli eşbütünleşme testlerinin panel verilerine uzantıları olan maksimum olabilirliğe dayanan testler olmaktadır. İki test grubu arasındaki temel fark, değişkenler arasındaki eşbütünleşme ilişkisinin belirlenmesinden kaynaklanmaktadır (Tatoğlu, 2018). Vektördeki heterojenliği dikkate alan Pedroni panel eşbütünleşme testi, zaman serilerinde koentegrasyon için ortalama test istatistikleri içermesi ve ortalamaların parçalar hallinde yapılmasıyla sınırlı dağılımların parçalı pay ve payda terimlerinin sınırlarına dayanması şeklinde kategorikleşmektedir (Pedroni, 2004). X_{it} (N*T) x1 ve (N*T) boyutundaki gözlemlenebilen değişkenleri, §$_{it}$ trend değişkenine ilişkin katsayıyı, a$_{it}$ ile §$_{it}$ parametreleri yatay kesitlere ait bireysel ve yönelim etkileri ifade etmek üzere,

$$y_{it} = \alpha_{it} + \delta_i t + \beta_1 X_{2it} + \beta_{2i} X_{2it} + \cdots + \beta_{Mi} X_{Mit} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

model yapısına Pedroni eşbütünleşme testi (H_0:ß$_i$=1) uygulanmaktadır. Pedroni testi, beş parametrik ve iki parametrik olmayan testlerden oluşmaktadır. Bu testlerden üç tanesi heterojen iken dört tanesi homojen paneller için kullanılmaktadır.

Havuzlanmış ortalama grup tahmincisi (PMG), uzun dönem tahmincileri yatay kesitler arasında değişmeden sınırlandırmaktadır. Bununla birlikte kısa dönem tahmincileri hata teriminin varyanslarının farklı olmasına izin vermektedir. (Atay,2015). Ortalama grup tahmincisi $W_i=(\Delta y_{i,t-1}),.,(\Delta y_{i,t-1}),.,\Delta X_t$,.,$\Delta X_{i,t-q+1}$ ve ξ_i $(\vartheta)=y_{i,t-1}-X_i\vartheta_i$,$H_i=I_T-W_i(W_i'W_i)$ W_i olmak üzere, en çok olabilirlik yöntemi kullanılarak, i=1…,N,

$$l_T(\vartheta',\phi',\sigma') = -\frac{T}{2}\sum_{i=1}^{N}\ln(2\pi\sigma_i^2) - \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{N}\frac{1}{\sigma_i^2}\{\Delta y_i - \phi_i\xi_i(\vartheta)\}H_i\{\Delta y_i - \phi_i\xi_i(\vartheta)\} \quad (2)$$

şeklinde gösterilmektedir (Çetin,2017). Havuzlanmış grup tahmincisi (MG), bireysel eğim katsayılarını elde etmek için her kesit tahmininde en küçük kareler yöntemini kullanmaktadır. Modele özgü katsayıların ortalaması alınarak panel modeli için uzun dönemli bir parametre oluşturulmaktadır. MG tahmincisi, büyük zaman periyodu ve kesitleri için tutarlı sonuçlar vermektedir (Atay, 2015). X_{it} açıklayıcı değişkenin kx1 vektörünü, §$_{it}$ ise kx1 katsayısı vektörünü, μ_{it} sayısal büyüklükleri, μ_i ise gruba özgü sabit etkiler, grup sayısı i=1,2,….,N ve zaman gözlemi olan t=1,2,…,T olmak üzere

$$y_{it} = \sum_{j=1}^{p}\lambda_{ij}y_{i,t-1} + \sum_{j=0}^{q}\delta_{ij}'X_{i,t-j} + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

şeklinde verilmektedir. Dinamik sabit etkiler tahmincisi (DFE) ve PMG tahmincisi, eğim katsayısını ve hata varyanslarını uzun vadede yatay kesitler arasında eşit olacak şekilde sınırlamaları bakımından benzer özelliklere sahiptir. (Atay,2015). Hata düzeltme parametresi

$$\phi_i = \left(1 - \sum_{j=1}^{p}\lambda_{ij}\right), \beta_i = \sum_{j=0}^{q}\delta_{ij}\,, \lambda_{ij}^{*} = -\sum_{m=j+1}^{p}\lambda_{im}\,, \delta_{ij}^{*} = -\sum_{m=j+1}^{q}\delta_{im}$$

olmak üzere dinamik sabit etkiler tahmincisi,

$$\Delta Y_{it} = \phi_i Y_{it-1} + \beta_i' X_{it} + \sum_{j=1}^{p-1}\lambda_{ij}\,\Delta Y_{it-j} + \sum_{j=0}^{p-1}\delta_{ij}\,\Delta X_{it-j} + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

şeklinde gösterilebilmektedir. (Tatoğlu,2012).

3.İklim Değişikliğinin Turizm Gelirleri Üzerindeki Etkisi

2000-2016 yılları kapsamında seçilmiş 26 OECD ülkesi (Türkiye, Belçika, Bulgaristan, Çekya, Danimarka, Estonya, Almanya, İrlanda, Yunanistan, İspanya, Fransa, İtalya, Letonya, Litvanya, Macaristan, Hollanda, Avusturya, Polonya, Portekiz, Slovenya, Slovakya, Finlandiya, İsveç, Büyük Britanya, İzlanda ve Norveç) için turizm gelirlerinin turizm harcamaları, enerji verimliliği, yenilenebilir

enerji arzı, çevre ozonuna maruz kalma nedeniyle ölüm oranları, sera gazı emisyonları ve orman alanları arasındaki ilişkinin uzun dönem etkisinin ortaya çıkartılması amaçlanmaktadır. Kullanılan değişkenlere ilişkin veri setleri Dünya Bankası, Eurostat ve OECDstat veri kaynaklarından elde edilip, değişkenlere ilişkin logaritmik değerler kullanılmaktadır. Değişkenlerin birimler arası korelasyona sahip olup olmadıkları inceledikten sonra durağanlık kontrolleri yapılarak uzun dönen ilişkinin varlığı eş-bütünleşme testleri kullanılarak ortaya çıkartılmaktadır.

Tablo 2: Birimler Arası Korelasyon, CIPS-2 Birim Kök ve Panel Eş-bütünleşme Model Tahmini

Birimler Arası Korelasyon Testi (CD Testi)		
Değişenler	**CD-Test**	
Turizm Gelirleri (TG)	68.41*	
Turizm Harcamaları (TH)	58.57*	
Enerji Verimliliği (EV)	64.29*	
Sera Gazı Emisyonları (SGE)	32.98*	
Yenilenebilir Enerji Arzı (YEA)	53.17*	
Çevre Ozonuna Maruz Kalma Nedeniyle Ölüm Oranı (ÇOMKNÖO)	16.87*	
Orman Alanları (OA)	3.18*	
CIPS-2 Test Sonuçları		
Değişkenler	**CIPS-2 istatistik değeri**	**%95 güven düzeyi değeri**
TG	-1.806	-2.15
TH	-1.518	-2.15
EV	-2.152	-2.15
SGE	-1.673	-2.15
YEA	-2.109	-2.15
ÇOMKNÖO	-1.296	-2.15
OA	-1.133	-2.15
Pedroni Panel Eşbütünleşme Testi Sonuçları		
	Katsayı	
Modified Philips Perron (PP) t	6.8523*	
Philips Perron (PP) t	-3.3053*	
Artırılmış Dickey Fuller (ADF) t	3.58*	

*,** sırasıyla %5 ve %10 önem düzeylerini ifade etmektedir.

Tablo 2'de birimler arası korelasyonun varlığı belirlendiğinden değişkenlerin durağan olup olmadıkları ikinci kuşak panel birim kök testlerinden Im, Pesaran ve Shin panel birim kök testi (CIPS-2) kullanılarak test edilmektedir. Değişkenlerin %5 önem düzeyinde birim köke sahip olduğu diğer bir ifadeyle serilerin durağan olmadığı gözlemlenmektedir. Panel eş-bütünleşme testleri sonucuna göre değişkenler arasında eş-bütünleşme ilişkisinin olduğu tespit edilmektedir. Tablo 3'te değişkenler arasındaki uzun ve kısa dönem ilişkiyi tespit etmek için gerçekleştirilmiş olan havuzlanmış ortalama grup tahmincisine göre, uzun dönemde ele alınan tüm değişkenlerin turizm gelirlerini istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönde etkilediği; kısa dönemde ise turizm harcamalarının turizm gelirlerini istatistiksel olarak anlamlı pozitif yönde etkilerken diğer değişkenlerin turizm gelirleri üzerinde istatistiksel olarak anlamsız olduğu belirlenmektedir.

Tablo 3: Havuzlanmış Ortalama Grup Tahmincisi Model Tahminleri

Havuzlanmış Ortalama Grup Tahmincisi Sonuçları					
	Uzun Dönemli İlişki			Kısa Dönemli İlişki	
Değişkenler	Katsayı			Katsayı	
TH	0.68*			0.404*	
EV	1.007*			0.306**	
YEA	0.092*			0.061	
ÇOMKNÖO	0.737*			-0.418	
SGE	1.212*			0.189	
OA	1.462*			3.644	
Havuzlanmış Ortalama Grup Tahmincisi Sonuçları (Ülke Bazında)					
Ülkeler	Katsayı	Ülkeler	Katsayı	Ülkeler	Katsayı
Türkiye	0.105	İspanya	-0.162	Portekiz	-0.032
Belçika	-0.724	Fransa	-0.353**	Slovenya	-0.217
Bulgaristan	-0.051	İtalya	-0.882*	Slovakya	-0.007
Çekya	0.123*	Letonya	-0.815*	Finlandiya	-0.404*
Danimarka	-0.469	Litvanya	-0.0131	İsveç	-1.077*
Almanya	0.004	Macaristan	-0.526*	Büyük Britanya	-0.882*
Estonya	-0.002	Hollanda	-0.71*	İzlanda	0.294
İrlanda	-0.041	Avusturya	-0.116	Norveç	-0.646*
Yunanistan	-0.298	Polonya	-0.587*		
Havuzlanmış Ortalama Grup Tahmincisi Sonuçları-Ayrıntılı					
	Belçika	Çekya	Danimarka	Fransa	
TH	0.754*	0.518*	0.475*	0.476*	
EV	0.243	0.443	0.644	-0.183	
YEA	0.186*	0.235	-0.060	-0.159	
ÇOMKNÖO	0.020	0.069	-0.237	0.747	
SGE	0.349	0.550	0.333	0.087	
OA	3.3716**	6.4778	-5.335*	1.48526	
	İtalya	Letonya	Macaristan	Hollanda	
TH	-0.067	0.138	0.122	0.583**	
EV	0.865**	-1.070*	1.994*	-1.517**	
YEA	0.268	-0.852	0.685*	-0.072	
ÇOMKNÖO	-0.812**	0.557	-2.138*	-4.883**	
SGE	-0.148	-1.274	2.092*	1.419	
OA	4.9673*	-7.1243*	-7.401	-1.11216*	
	Polonya	Finlandiya	İsveç	Büyük Britanya	
TH	0.368*	0.943*	0.061	-0.258*	
EV	1.763*	-0.588	-0.353	1.143	
YEA	-1.336*	0.193	-0.205	-0.036	
ÇOMKNÖO	-0.293	-1.209	-3.702*	0.341	
SGE	-1.653	-0.423	-0.835**	0.657*	
OA	3.10500*	2.359	-1.6271*	2.8719*	

Norveç			
TH	0.113	ÇOMKNÖO	1.091*
EV	-0.378*	SGE	0.068
YEA	-0.057	OA	-2.95418*

*,** sırasıyla %5 ve %10 önem düzeylerini ifade etmektedir.

Tablo 3'te Çekya, Fransa, İtalya, Letonya, Macaristan, Hollanda, Polonya, Finlandiya, İsveç, Büyük Britanya ve Norveç'in uzun dönem parametrelerinin istatistiksel olarak anlamlı sonuç verdiği gözlemlenmektedir. Turizm harcamalarının turizm gelirleri üzerindeki uzun dönem etkisi İtalya ve Büyük Britanya hariç tüm ülkelerde istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönde olurken, İtalya ve Büyük Britanya'da ise istatistiksel olarak anlamlı ve negatif yönde olmaktadır. Enerji verimliliğinin turizm gelirleri üzerindeki uzun dönem etkisi İtalya,

Macaristan ve Polonya'da istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönde, Letonya, Hollanda ve Norveç'te ise istatistiksel olarak anlamlı ve negatif yönde belirlenmektedir. Yenilenebilir enerji arzının turizm gelirleri üzerindeki uzun dönem etkisi Belçika ve Macaristan'da istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönde gerçekleşirken, Polonya'da ise istatistiksel olarak anlamlı ve negatif yönde etki gerçekleşmektedir. Çevre ozonuna maruz kalma nedeniyle ölüm oranlarının turizm gelirleri üzerindeki uzun dönem etkisi Norveç'te istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönde olurken, İtalya, Macaristan, Hollanda ve İsveç'te ise istatistiksel olarak anlamlı ve negatif yönde olmaktadır. Sera gazı emisyonlarının turizm gelirleri üzerindeki uzun dönem etkisi Macaristan ve Büyük Britanya'da istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönde olurken, İsveç'te ise istatistiksel olarak anlamlı ve negatif yönde olmaktadır. Orman alanlarının turizm gelirleri üzerindeki uzun dönem etkisi Belçika, İtalya, Polonya ve Büyük Britanya'da istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönde belirlenirken, Danimarka, Letonya, Hollanda, İsveç ve Norveç'te ise istatistiksel olarak anlamlı ve negatif yönde belirlenmektedir.

4.Sonuç

Çalışma kapsamında, seçilmiş 26 OECD ülkesinde turizm gelirlerini uzun vadede etkileyen faktörler incelenmektedir. Turizm harcamalarının turizm gelirlerini uzun vadede pozitif yönde etkilediği görülmektedir. Ülkelerin turizm sektörüne yapmış oldukları yatırımlar/harcamalar ile turizm gelirlerinin doğru orantılı bir şekilde artması beklenmektedir. Enerji verimliliği turizm gelirlerini uzun vadede pozitif yönde etkilemektedir. Enerjinin daha verimli kullanılması ile küresel ısınma ve iklim değişliğine yol açan karbon emisyonları ile diğer çevresel etkilerin azaltılması amaçlanmaktadır. Yenilenebilir enerji arzı turizm gelirlerini uzun vadede pozitif yönde etkilemektedir. Gelecek nesil için enerji ihtiyacının karşılamak ve çevreye verilen zararı minimuma indirmek için üretilen bu enerji uzun vadede turizm gelirlerini arttırmaktadır. Çevre ozonuna maruz kalma nedeniyle ölüm oranları ve sera gazı emisyonları turizm gelirlerini uzun vadede pozitif yönde etkilemektedir. Gelişen otelcilik sektörüyle birlikte havaya salınan zararlı gazlar atmosferi olumsuz bir biçimde etkilemekteyken; buna bağlı olarak turizm gelirleri artmaktadır. Orman alanları turizm gelirlerini uzun vadede pozitif yönde etkilemektedir. Doğa turizminde açısından orman alanlarının genişlemesi turizm gelirlerine pozitif yansımaktadır. İklim değişikliğinin olumsuz etkileri uzun vadede ortaya çıktığından, doğal yollardan ortaya çıkan iklim değişimlerine, antropojenik olarak verilen zararın azaltılmasına önem gösterilmelidir. Bu çerçevede, atmosfere salınan zararlı gazların minimum seviyeye indirilmesi, yenilenebilir enerjinin ve özellikle, güneş enerjisinin kullanımının teşvik edilmesi ve yaygınlaştırılması, sürdürülebilir ekonomiyle birlikte yeşil alanların arttırılması vb. gibi politikaların geliştirilmesi ve uygulanması gerekmektedir.

Kaynakça

Alom K. Economic Growth, CO2 Emissions and Energy Consumption: Evidence From Panel Data for South Asian Region. Journal of Knowledge Globalization. 2014; 7(1), 43-63.

Aruoba, Çelik. Çevre Ekonomisi, Gelişme Ekonomisi. Keleş Ruşen, İnsan Çevre Toplum, İmge Kitabevi, Ankara; 1977, s.172-192.

Atay MU. The Impact of Climate Change on Agricultural Production in Mediterranean Countries, Middle East Technical University The Gradute School of Natural and Applied Sciences (Doktora Tezi), Ankara, 2015.

Çetin MA. Makro İhtiyati Politikalar: Teori ve Uygulamalar. Aksaray Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü (Doktora Tezi) Aksaray, 2017.

Erol N, Hassan A. Türkiye'ye Gelen Turist Sayısı ile Elde Edilen Turizm Gelirlerinin Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) Verilerine Göre Karşılaştırmalı Analizi. Journal of Tourism and Gastronomy Studies. 2013; 1(2), 3-14.

Erürk H.Çevre Bilimlerine Giriş. Bursa: Vipaş A.Ş; 1988.

Genç MC, Tandoğan D. Ekonomik Büyüme ve Turizm Arasındaki İlişki Panel Eşbütünleşme ve Nedensellik Analizi. ''International Multidisciplinary Conference'' Bildiriler Kitabı Antalya. 2016:184-193.

Gözgör G, Mahalik MK, Demir, E, Padhan H. The Impact of Economic Globalization on Renewable Energy in the OECD Countries. Energy Policy. 2020; 39, 111365.

Işık C. Türkiye'de Yabancı Ziyaretçi Harcaması ve Turizm Gelirleri İlişkisi: Bir Eş-bütünleşme Analizi (1970-2008). Sosyoekonomi. 2010; 13(2).

İnançlı S, Ekici MS, Babacan A. Gelen Yabancı Turist ve Yurtdışına Çıkan Yerli Turistler ile Kişi Başına Gelir Arasındaki Uzun Dönem İlişkisinin Belirlenmesi 1980-2011 Dönemi: Türkiye Örneği. Sakarya İktisat Dergisi. 2012; 1(3), 1-19.

Jebli MB, Youssef SB, Apergis N. The Dynamic Linkage Between Renewable Energy, Tourism, CO2 Emissions, Economic Growth, Foreign Direct Investment and Trade. Latin American Economic Review. 2019; 28(1), 2.

Koçak E, Ulucak R Ulucak, Z. Ş. The Impact of Tourism Developments on CO2 Emissions: An Advanced Panel Data Estimation. Tourism Management Perspectives. 2020; 33, 100611.

Lee JW, Brahmasrene T. Investigating the Influence of Tourism on Economic Growth and Carbon Emissions: Evidence from Panel Analysis of the European Union. Tourism management, 2013;38, 69-76.

Leitao NC, Balogh J. (2020). The Impact of Intra-Industry Trade on Carbon Dioxide Emissions: The Dase of the European Union. Agricultural Economics. 2020; 66(5), 203-214.

Lu Z, Gozgor G, Lau CKM, Paramati SR. The Dynamic Impacts of Renewable Energy and Tourism Investments on International Tourism: Evidence From The G20 Countries. Journal of Business Economics and Management. 2019; 20(6), 1102-1120.

Moreno A. Climate change and tourism: Impacts and vulnerability of coastal Europe. 2010.

Özcan CC. Türkiye'de Turizm Gelirinin Makroekonomik Belirleyicileri: Panel Veri Analizi. Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi. 2015; 24(1), 203-220.

Pala A. The Relation Between Climate Change and Economic Growth: The Investigation The Regional Differences with RCM Model in EU-28 Countries. International Journal of Economic Sciences. 2020; 9(1), 135-155.

Paramati SR, Alam MS, Chen CF. The Effects of Tourism on Economic Growth and CO2 Emissions: A Comparison Between Developed and Developing Economies. Journal of Travel Research. 2017; 56(6), 712-724.

Sajjad F, Noreen U, Zaman K. Climate Change and Air Pollution Jointly Creating Nightmare for Tourism Industry. Environmental Science and Pollution Research. 2014; 21(21), 12403-12418.

Satrovic E, Muslija A. The Empricial Evidence on Tourism-Urbanization-CO2 Emissions Nexus. Advantages in Hospitality and Tourism Research. 2019; 7(1), 85-105.

Sherafatian-Jahromi R, Othman MS, Law SH, Ismail NW. Tourism and CO2 Emissions Nexus in Southeast Asia: New evidence from panel estimation. Environment, Development and Sustainability. 2017; 19(4), 1407-1423.

Tıraşoğlu M, Gündüz Hİ, Esenyel NM. Turizm Sektöründe Rassal Yürüyüş Hipotezi Kırılgan Ekonomiler İçin Geçerli Mi?. Sosyal Bilimler Araştırma Dergisi. 2017; 6(3), 22-29.

Yerdelen Tatoğlu F. Panel Zaman Serileri Analizi. İstanbul: Beta Basım Yayın Dağıtım A.Ş; 2018.

Yerdelen Tatoğlu F. İleri Panel Veri Analizi. İstanbul: Beta Basım Yayın Dağıtım A.Ş; 2012.

Zhang J, Zhang Y. Tourism, Economic Growth, Energy Consumption, and CO2 Emissions in China. Tourism Economics 2020; 1-21.

Zahedi, S. Tourism and Global Warming, How Green Management Can Help, Allameh Tabataba'i University, Tahran. 2012.

Savaş ve Çatışmalarda Bir Silah Olarak Su Kaynakları
Water Resources as a Weapon in War and Conflict Era

[1] **Tuğba Evrim Maden**
[1] Türkiye Su Enstitüsü (SUEN), Libadiye Cad. No:54,
Küçükçamlıca- Üsküdar / İstanbul

Abstract

Access to water resources has started to be limited by the pressure of climate change and human activities. Especially in semi-arid and arid regions, scenarios generated that the scarcity of water resources will cause conflicts in1990s. The political intentions of countries shape the state of water resources as conflict or cooperation. On the other hand, water resources are known as one of the primary targets to be captured or shot to weaken the opponent in conflicts and wars. In this study, the processes of using water as a weapon or threat, which have been seen frequently in recent years, were evaluated with examples from different regions..

Key words: *Water resources, conflict, weaponization, Sarsang, Middle East*

1. Giriş

Yerkürenin yaklaşık yüzde 70'i su ile kaplıdır. Buna karşın mavi gezegen olarak adlandırılan Dünya'da mevcut suyun sadece yüzde 2,5'u tatlı sudur. Mevcut tatlı suyun yüzde 68,7'si buzullarda ihtiva edilirken, diğer kısmı sırasıyla yeraltı suyu, nehirler, sulak alanlar, göller, hayvan ve bitkilerde, toprakta nem ve atmosferde muhafaza edilmektedir . Dünyada su kaynakları hem kalite hem de miktar olarak eşit dağılmamıştır. Bazı bölgelerde varlığı ile refahı artırırken, bazı bölgelerde kıtlığı ile fakirlik, yokluk ve buna bağlı olarak kaynak için rekabeti arttırmaktadır.

İnsan yaşamının devamlılığı için temel kaynak olan su, içme, tarım, enerji üretimi, taşımacılık, sanayi ve birçok alanda kullanılmaktadır. Su, insan müdahalesi ve iklim değişimi ile hidrolojik çevrim içerisinde yerini değiştirmekte ve hem kalite hem de miktar olarak varlığı tehlike altına girmektedir.

1960'ların sonu itibariyle gelişen sanayinin etkisiyle de çevre konuları gündemde yer almaya başlamıştır. Özellikle Ortak Geleceğimiz (Brundlant) raporu[2] ve 1972 yılında Stockholm'de gerçekleştirilen Birleşmiş Milletler (BM) İnsani

Çevre Konferansı ile insan faaliyetlerinin çevre ve doğal kaynaklar üzerine yaptığı olumsuz etkileri gündeme getirilmiş ve bu konular siyasi gündem içerisinde de ele alınmaya başlanmıştır[3] .

1990'lar itibari ile özellikle yarı kurak –kurak iklim kuşağı ülkelerde yaşanan su sıkıntısı/kıtlığı ve bunun siyasi, ekonomik ve sosyolojik etkilerinin gözlenmeye başlanması ile uluslararası ilişkilerde ikincil politikalar kapsamında değerlendirilen su meselesi askeri, güvenlik konuları gibi birincil politikalar kapsamında değerlendirilmeye başlanmıştır. Su konusu artık çatışma, savaş gibi kavramlarla birlikte anılmaya başlanmıştır.

1900'lü yıllardan itibaren su kaynaklarından faydalanma ve yönetimine ilişkin sözleşme, protokol, anlaşma vb. gibi birçok yasal düzenlemeler hazırlanmıştır. Bu yasal düzenlemelerin bazıları ise yürürlüğe girmiştir. Fakat uluslararası su hukuku kapsamında halen su kaynaklarını yönetimini ve geliştirilmesini geniş bir perspektifle ele alan, iklim değişimi, su tahsisi, suyun silah veya tehdit aracı olarak kullanılması gibi tümüyle kapsayan küresel bir hukuki metin henüz hazırlanmıştır.

Su sıkıntısı dünya genelinde yıllar içinde artmaktadır. Bu durum su sorunu olan bölgelerde bulunan insanlar, topluluklar ve ülkeler arasında rekabet, çatışma ve istikrarsızlık olasılığını arttırmaktadır. Politik istikrasızlık, savaş ve çatışma yaşanan bölgelerde, taraflarca birbiri karşısında üstünlük sağlamak amacıyla, su kaynakları ve yapılarına, zarar vermek için saldırabilmektedir[4]. Su sıkıntısının yaşandığı bölgelerde, su kaynakları, devletlerarası ilişkileri etkileyen önemli bir faktör olmaya başlamıştır. Devletlerin siyasi niyetleri ile doğru orantılı olarak anlaşmazlıkların veya barış süreçlerinin en önemli aktörü olmuştur, hatta bazı bölgelerde stratejik bir kaynak olarak politik istikrarın sağlanmasında en önemli unsurlardan biri haline gelmiştir[5].

2. Bir Hedef ve Tehdit Unsuru Olarak Su Kaynakları

Su kaynakları, tarihte ve günümüzde savaş ve çatışmalarda düşman olarak tanımlanan taraf karşısında üstünlük kazanmak için saldırılan bir hedef ya da kullanılan bir araç olmuştur.

Çatışmalarda su kaynakları ve yapıları farklı kullanım şekilleri ile hedef olabilmektedir[6]. Barajlar, su iletim sistemleri, deniz suyu arıtma tesisleri, atık su sistemleri ve atık su arıtma tesisleri gibi su ve sanitasyona erişim için gerekli altyapıların tahrip edilmesi, hidroelektrik barajları, elektrik iletim hatları gibi yapılara zarar verilmesi, su kaynaklarının kimyasal, bakteriyel ve zararlı maddelerle

kirletilerek, doğal su kaynağının veya su yapısının yönünü saptırmak veya suyun akışını engellemek tercih edilen saldırı yöntemleridir[7].

Çatışma sürecinde su veya su yapılarına herhangi bir saldırı veya müdahale yapıldığında meydana gelebilecek olası zararlar ise aşağıda sıralanmaktadır[8].

- Kentler ve kırsal bölgelerde yaşayan sivil halka taşkınlar/seller yaratarak,
- Mevcut su kaynağını kısıtlayarak halkın sudan faydalanmasını engellemek,
- Su kaynağını kurutmak ve hidroelektrik üretim yapılmasını engellemek, suyun iletilmesi, arıtılması gibi süreçlerde gerekli olan enerjiyi kısıtlayarak etkilemek,
- Su altyapısına zarar vererek, halkın suya erişimini engellemek,
- İçme ve suluma suyu iletim kanallarını ve yer altı su kuyularını tahrip ederek,
- Suyu kirleterek, su yapılarına zarar vererek kendilerine karşı direnen yerel halkı yönetmek veya göçe zorlamak,
- Su sıkıntısı yaratarak bölgede rekabete ve çatışmalara neden olmak,
- Su kaynaklarını kirleterek/yok ederek su kökenli hastalıklara yol açmak,

Yapılacak bu müdahale ile bölgede ekonomiye, sosyo –ekonomik yapıya, sanayi üretimine, ekosisteme ve insan sağlığına zarar verilmektedir.

Su ve yapılarının bir hedef, bir araç olarak kullanıldığı bölgelerde suya erişim sorunu, gıda güvenliği, enerji güvenliği, ekonomik kayıplar, meydana gelmektedir. Bunun sonucunda bölge veya ülkedeki nüfus yapısı, gelir kaynakları, yaşam biçimlerinin farklılaşmasının siyasi, ekonomik ve sosyal etkileri ortaya çıkabilmektedir. Su kıtlığı olması ve su kalitesinin bozulması, nüfus hareketlerinin oluşma sebeplerinden biridir. Söz konusu nüfus hareketleri iç göç olabileceği gibi diğer bölgelere dış göç olarak da gerçekleşebilmektedir. Göç alan bölgelerde, kaynağa erişimde yaşanan rekabet, huzursuzluk ve çatışmalara neden olabilmektedir. Su kaynağının, politik, ekonomik ve sosyal çatışmalar da harekete geçirici gücü son yıllarda yaşanan örneklerle inkâr edilemez bir gerçek haline gelmiştir[9].

3. Örneklerle Su Kaynaklarının Savaş/Çatışma Döneminde Bir Silah Olarak Kullanılması

Çatışma ve savaş süreçlerinde, su yapılarının ve barajların, hedef olmasına ilişkin en önemli örnek II. Dünya Savaşı'nda İngiltere'nin Almanya'yı zayıf düşürmek için barajlara saldırmasıdır. 6 Mayıs 1943 tarihinde İngiltere, Alman savaş sanayisinin enerji ihtiyacını önemli ölçüde karşılayan altı baraja zarar vermek istemiştir. Ruhr Havzası'nda yer alan Möhne, Eder, Schwelme (Ennepe), Lister, Dieper ve Sorpe barajlarını saldırıda hedef olarak belirlemişitir.

Söz konusu saldırı ile hem Alman savaş sanayisine, hem de ülkenin yüzde 25'inin suya erişimini engelleyebileceklerdi Savaş için üretim yapan fabrika ve tesisleri tek tek vurmak yerine, bu tesislere enerji sağlayan barajlara saldırmak savaş sürecinde Almanya'nın üstünlük kazanma şansını yok edecekti. Mayıs 1943'te Chastise Operasyonu olarak anılan saldırıda bombardıman uçakları özel Upkeep bombalarını kullandılar. Suya batabilen bu bombalar, barajda depolanan suyun içinde patlayarak şok dalgaları oluşturuyor ve baraj gövdesine zarar veriyordu.

Saldırı stratejisine göre öncelikle Möhne, Eder ve Sorpe barajları yıkılacaktı, daha sonra da diğer barajlar yıkılacaktı. Saldırı sonucunda barajlardan ikisi yıkılmıştı, yaklaşık 330 milyon ton su serbest kalmıştır, su üretimini dörtte üç oranında azaltmış ve taşkın nedeniyle 1600 insan yaşamını yitirmiştir. Kömür üretimi ve diğer üretimler yavaşlamış ya da tamamen durmuştur. Operasyondan 40 gün sonra Almanya barajları tadil etmiş ve işletmeye başlamıştır. Bu operasyon ile gıda üretimine büyük zarar görmüş ve havzada tarım yapılamamıştır. Bu operasyonun sonucunda Birleşmiş Milletler (BM) Cenevre Sözleşmesinde savaş ve çatışma zamanlarında barajlara saldırılması yasaklanmıştır[10].

12 Ağustos 1949 tarihli Cenevre Sözleşmelerine Ek Uluslararası Silahlı Çatışmaların Kurbanlarının Korunmasına İlişkin (1) Numaralı Protokol'ü Alt Bölüm 3, Sivil Hedefler Başlığı altında 56.madde kapsamında;

> "Barajlar, su kanalları ve nükleer elektrik üretim tesisleri gibi tehlike arz eden unsurlar içeren yapılar ya da tesisler, söz konusu saldırının, buralardaki tehlikeli unsurların salıverilmesine ve sonuç olarak, saldırının sivil halk arasında ciddi kayıplara neden olacağı durumlarda, söz konusu hedefler askeri hedefler olsa dahi, saldırıya hedef olmayacaktır. Bu yapı ya da tesislerin yakınında yer alan diğer askeri hedefler, söz konusu saldırının yapı ve tesislerdeki tehlikeli unsurların salıverilmesine ve sonuç olarak sivil halk arasında ciddi kayıpların yaşanmasına neden olduğu durumlarda, saldırı hedefi yapılmayacaklardır."[11]

Arap Baharı olarak adlandırılan Kuzey Afrika ve Ortadoğu'da 2000 yılından itibaren etkisini gösteren olaylar sürecinde su yapılarının hedef veya araç olması örnekleri görülmektedir.

Eylül 2011'de, Mağrip Bölgesi ve Libya'nın en önemli su projesi olan "Büyük İnsan Yapımı Nehir Projesi"nin önemli fazlarından Faz I boru hattına Kaddafi'yi destekleyen gruplar tarafından bir saldırı gerçekleştirildiği basında yer almıştır. BM uzmanları tarafından hazırlanan raporda, Kaddafi ve Libya için bir başarı örneği olan bu proje, Trablus halkını susuz bırakmak amacıyla sabote edilmiştir

Pompalara ve boru hattının tahrip edildiği haberler arasında yer almaktadır. BM uzmanları ve yetkilileri, boru hattının tamiratı ve en kısa zamanda halka suyu ulaştırma çabası içerisinde oldukları belirtilmektedir.[12] Eylül 2011 sonrasında da dönem dönem İnsan Yapımı Nehir Projesi savaşın tüm taraflarınca saldırıya uğramıştır.

3.1. DEAŞ'in Su Kaynaklarını Bir Silah Olarak Kullanması

2010 yılında sözde Arap Baharı ile başlayan ve halen özellikle Ortadoğu'da bazı bölgelerde etkilerinin çatışmalar döneminde DEAŞ'in özellikle Suriye ve Irak'ta, Fırat ve Dicle nehri sularına ve barajlarına, su iletim hatlarına vb. su yapılarını işgal etmeleri ve kendi inisiyatifleri doğrultusunda kullanmaları "su kaynaklarının" stratejik önemini tekrar gündeme getirmiştir. DEAŞ, kontrolü altına aldığı köylerde suyu keserek, suyu halka karşı bir silah olarak kullanmıştır. Irak, yarı kurak- kurak iklim kuşağında yer almaktadır. Yaşanan kurak dönemler nedeniyle Irak'ta yağış oranları düşmüştür. Su kaynaklarının yanlış yönetimi, artan su talebi, suyun akılcı ve verimli kullanılmaması, eskimiş ve zarar görmüş su iletim ağlarında meydana gelen su kaçakları sebebiyle kullanılan suyun yaklaşık %50'si ziyan edilmektedir[13]. Irak'ta su yönetimden kaynaklı su sıkıntısı sorunu yaşanmaktadır. Irak'ta su kaynaklarının yaklaşık 85'i tarım sektöründe kullanılmaktadır. DEAŞ'in barajlara müdahale edip, suyu kesmesi tarımsal üretimi ve hayvancılığı zarar vermiştir. Barajlar, elektrik üretimi, tarım ve içme suyu amacıyla işletilmektedir. DEAŞ'ın bu barajlara müdahalesi içme suyu ve sulama suyu tedariğini ve elektrik üretimini yetersiz kılmıştır. Fırat ve Dicle nehirleri üzerinde yer alan barajları kontrolü altına almaya başlayan DEAŞ, su kesintileri yaparak insanların susuz kalmasına, güvenli su kaynaklarından yoksun olmasına, sudan geçen salgın hastalıkların artmasına ve insanların göç etmesine sebep olmuştur.

Suriye Savaşının Su Güvenliğine Etkisi

Suriye'de meydana gelen çatışmalar Mart 2011'den beri devam etmektedir ve ülkenin ekonomik, siyasal ve sosyal yapısı olumsuz yönde etkilemiştir. Bu durum hem ülke içinde hem de bölgede yoğun bir göç hareketine neden olmuştur. Çatışma sürecinde, toprak ve su kaynaklarının, hem miktarı hem de kalitesi olumsuz yönde etkilenmiştir. Suriye'de savaşın başladığı 2011 yılından itibaren, çatışmalar ve iklim şartları nedeniyle bir su güvenliği sorunu yaşanmaktadır.

Savaş ve çatışmalarla birlikte, sivil halkın güvenli su kaynaklarına ve sanitasyona erişimi için gerekli olan su iletim ağları çatışmalarda hedef olmuş ve zarar

görmüştür. 2012 yılı Eylül ayında, Halep şehrinin içme suyunu tedarik eden ana boru hattı çatışmalarda tahrip edilmiş ve sivil halk güvenli suya erişim ve sanitasyon konusunda uzun bir süre sorun yaşamıştır. 2014 yılı Mayıs ayında ise Halep'in içme suyu ana boru hattı Rejim uçaklarınca bombalı saldırıya uğramıştır. Boruların tahrip olması nedeniyle sular, sel meydana getirmiş ve şehir uzun bir süre susuz kalmıştır. Aynı dönemde, Fırat nehri üzerinde Suriye tarafından inşa edilmiş barajlar kısa aralıklarla DEAŞ'in kontrolü altında kalmıştır. Enerji üretimi, içme suyu ve sulama amacıyla inşa edilmiş olan Tabka ve Tişrin barajlarında, Tişrin Barajı, Halep şehrinin su ihtiyacını da karşılamaktadır ve binlerce hektarlık tarım alanı bu barajdan gelen sular ile sulanmaktadır. Bu barajların DEAŞ tarafından bir dönem işletilmesi, Halep'in içme suyu ve tarımsal su ve elektrik ihtiyacının tedarik edilmesini doğrudan etkilemiştir[14].

Ayrıca, DEAŞ , Ağustos 2015'de Türkiye'yi kasıtlı olarak suyu kestiğini ve Fırat nehri üzerinde bulunan Esad Gölü'nde meydana gelen su azalmasından Türkiye'nin sorumlu olduğu iddiası ile tehdit etmiş ve Türkiye, su vermezse Türkiye'de bununla ilgili eylemler gerçekleştireceğini ifade etmiştir[15]. Türkiye, Suriye ile ilişkilerinin bozulduğu dönemde Suriye'ye karşı bazı yaptırımlar uygulayacağını belirtmiştir. Türkiye, uyguladığı yaptırımlarda asla su kaynakları ve 1987 yılında Suriye ile imzaladığı, Fırat nehrinden yıllık ortalama 500 m3/saniye su bırakma taahhütünde bir kısıtlama yapmayacağını ifade etmiştir. DEAŞ'in tehdidinden önce Türkiye Cumhuriyeti Dışişleri Bakanlığı uzun zaman sonra ilk kez Fırat nehrinden bıraktığı su ile ilgili açıklama yapmıştır. Açıklamada Türkiye, son dönemde Ortadoğu bölgesinde ciddi bir kuraklık yaşandığı ve bu durumda iklim değişikliği büyük rol oynadığı ifade edilmiştir. 1961 yılından günümüze 2014 yılı kayda geçirilen en kurak dönemlerden biri olmuştur. Yaşanan ciddi kuraklığa ve 2014 yılı içinde, son 12 ayda barajlara dolan doğal su akımı ortalama 297 m3/s olmasına rağmen, Türkiye, Fırat Nehri'nden aynı dönemde Suriye ve Irak'a ortalama 599 m3/s su bıraktığı ifadesi yer almıştır[16].

Tablo -1 DEAŞ'ın Fırat- Dicle Havzası Su Kaynaklarına Müdahalesi[17]

Zaman	Ülke/Bölge	Örnek Vaka
Şubat 2013 – Mayıs 2017	Rakka, Suriye	DEAŞ, Tabka Barajını kontrolü altına aldı.
Kasım 2013 –Aralık 2015	Suriye	DEAŞ, Tişrin barajını kontrolü altına aldı.
Ocak 2014	Anbar, Irak	DEAŞ, Felluce'yi kontrolü altına aldı.
2014'ün ilk yarısı	Irak	DEAŞ, 22 köyü sular altında bıraktı
Nisan 2014	Anbar, Irak	DEAŞ, Felluce barajının kapaklarını kapadı
Mayıs 2014	Rakka, Syria	DEAŞ müdahalesi nedeniyle Tabka Barajı su seviyesi düştü
Haziran 2014	Ninova, Irak	DEAŞ, Musul'u kontrolü altına aldı ve sularını kesti.
Temmuz 2014	Bağdat, Irak	DEAŞ, Samarra Barajını işgal etti.
11 Ağustos 2014	Türkiye	DEAŞ, Türkiye'yi Fırat nehri sularını bırakmadığı iddiasında bulundu
Ağustos 2014	Karakuş, Irak	DEAŞ kasabanın suyunu kesti
Ağustos 2014	Ninova, Irak	DEAŞ, Musul Barajını ele geçirmiş daha sonra kontrolünü kaybetmiştir
Eylül 2014	Suriye, Irak	Kimyasal silahların yapımında kullanmak üzere su arıtma tesislerinden bulunan klor stoklarını ele geçirdi.
Ekim 2014	Bağdat, Irak	Samarra barajında suları bırakarak, sel yaratma planı, Irak Ordusu tarafından engellendi.
Kasım 2014	Suriye	DEAŞ, Humus'a saldırdı. (Kattina Gölü, Asi)
Aralık 2014	Musul, Irak	Musul çevresinde su kaynaklı zehirlenme vakaları ortaya çıktı
Aralık 2014	Diyala, Irak	DEAŞ, Al-Roz nehrini derive (yönünü değiştirmiştir) etmiştir.
Şubat 2015	Ninova, Irak	DEAŞ, su arıtma tesislerinde saldırdı ve klor stoklarını ele geçirdi

3.2. Sarsang Rezervuarı (Barajı) Örneği

Ortadoğu gibi yarı- kurak bölgelerde, su anlaşmazlıkların bir nedeni olduğu, çatışmalarda ise bir hedef veya bir silah olarak kullanıldığı ifade edilmektedir. Suyun bir hedef veya silah olarak kullanılmasına örnek olan farklı bir bölge ise Kafkasya'nın önemli su havzalarından biri olan Kura ve Aras havzalarıdır.

Ermenistan'ın 1992 yılından günümüze Karabağ topraklarında işgal altında tuttuğu bölgede yer alan ve kontrolü altında tuttuğu Sarsang rezervuarını, Azerbaycan'a karşı bir tehdit aracı/silah olarak kullanmaktadır. Su teknik boyutu ağırlıklı bir konu olması gerekirken, ülkeler arasındaki münasebetlerde tehdit, önkoşul, çatışma gibi konularla ilişkilendirilerek teknik özelliğini yitirmekte, politik bir konu haline gelmektedir.

Dağlık Karabağ sorunu yaklaşık 30 yıldır, Azerbaycan ve Ermenistan arasında uzun yıllardır devam eden bölgesel bir meseledir. Karabağ bölgesi, Azerbaycan'da Kura - Aras ırmakları ve Göyçe gölü arasındaki dağlık bölge ve bu bölgeye bağlı ovalardan oluşan topraklardır ve yüzölçümü 4392 km2'dir[18]. Eski Karabağ vilayetinin yaklaşık yüzde 25'ini oluşturan Dağlık Karabağ, Sovyetler Birliği döneminde de, Azerbaycan'ın sınırları içerisinde kabul edilen bir bölgedir. Sovyetler Birliği'nin dağılmasından önceki dönmelerde birlik üyesi olan Azerbaycan ve Ermenistan arasında bir sorun olan Karabağ, her iki devlette bağımsızlığını kazandıktan sonra da Kafkasya bölgesini etkileyen bir konu olmuştur. Azerbaycan'ın %20'lik toprağı ile birlikte hiçbiri hukuki temel olmaksızın, Ermenistan tarafından işgal edilen Dağlık Karabağ, BM'nin ve bölgesel örgütlerin gündeminde çözülmesi gereken konulardan biri olarak yer almaktadır[19].

Sarsang Rezervuarı (Barajı), Kura Nehri'nin yan kollarından biri olan Tartar nehri üzerinde sulama suyu ihtiyacını karşılamak ve hidroelektrik enerji üretimi amacıyla inşa edilmiştir. 184 km uzunluğunda olan Tartar nehri ve 2650 km2 büyüklüğünde bir havzaya sahiptir[20]. Sarsang Rezervuarı kapasitesi 560 milyon metreküptür ve rezervuarda depolanan sular ile 100.000 hektar alanı sulanması planlamıştır. Rezervuar hacminde, 500 milyon metreküp faydalı hacim için, 60 milyon metreküp ise ölü hacim olarak tasarlanmıştır. Sarsang Rezervuarı, 1992 yılından bugüne Ermenistan'ın kontrolü altındadır ve mevcut sulamalar gerçekleşememektedir. Planlanan tarımsal üretimin yapılmaması bölge ekonomisini ayrıca Azerbaycan ekonomisini de zarar vermektedir. 125 metre yüksekliğinde olan bu baraj, Azerbaycan'ın en yüksek barajlarından biridir. Baraja işgal altında kaldığı süreçte bakım yapılmamaktadır, bu durum barajın mansabında yaşayan 400 binlik nüfus için bir tehdit oluşturmaktadır[21].

Sarsang rezervuarının bulunduğu bölgede yer alan Tartar ve Barda rayonları kurak alanlardır. Rezervuar bu bölgelerinin sulama ihtiyaçlarını karşılamak amacı ile inşa edilmiştir. Ermenistan işgali altında tuttuğu Sarsang Rezervuarı sularını sulak dönemlerde, kış aylarında bırakarak bölgede taşkınlara neden olmaktadır. Taşkınlar arım alanlarına, yollara ve yerleşim yerlerine zarar vermekte, büyük ekonomik zararlara neden olmaktadır. Kurak dönemler ve yaz aylarında ise ihtiyaç olan suyu mansaba bırakmamaktadır, bu durumda bölgede tüm sektörler için su sıkıntısına neden olmaktadır[22]. Ayrıca, Ermenistan sık sık barajı patlatacağını ileri sürerek mansapta kalan bölgeyi sular altında bırakacağı tehdidinde de bulunmaktadır.

Rezervuardan su temin edemeyen, su sıkıntısı ile karşı karşıya kalan yerel halk su ihtiyacını karşılamak için kuyu açmaya başlamıştır. Sarsang rezervuarının

çevresinde açılan toplam 586 artezyen kuyu ile yeraltı suyu kullanılmaktadır. Ancak, bu kuyuların kapasitesi son 20-25 yıl içinde önemli ölçüde azalmıştır. Önceden kuyuların kapasitesi saniyede 20-30 litre iken şimdi bu rakam 6-8 litreye indiği uzmanlarca ifade edilmektedir[23].

Avrupa Konseyi Parlamenter Asamblesi 26 Ocak 2016 tarihinde gerçekleşen 3. Oturumunda Ermenistan'ın işgal ettiği topraklarda bulunan su yapıları ilgili olarak Ermenistan'ın yarattığı insani ve çevre sorundan dolayı üzüntü duyduklarını, Ermenistan silahlı kuvvetlerinin baraj bölgesinden derhal çekilmesini ve su kaynaklarını politik tesir aracı veya taraflardan sadece birine avantaj sağlayan bir baskı aracı olarak kullanmayı bırakmasını içeren kararlar almışlardır[24]. Bu karara rağmen Ermenistan hala barajı kontrol altında tutmakta ve taşkın veya su sıkıntısı yaratarak bölgede yaşayan halka karşı bir silah olarak kullanmaktadır.

12 Temmuz 2020 tarihinde Azerbaycan ve Ermenistan arasında Azerbaycan, Ermenistan ve Gürcistan sınırlarının birleştiği Tovuz bölgesinde çatışma yaşanmıştır[25]. Bu durumun, Ermenistan'ın yasadışı güç kullanımının yarattığı işgal durumunu güçlendirme niyetinin açık bir göstergesi olduğu değerlendirilmektedir. Bu dönemde Ermenistan askeri ve siyasi çevrelerinin, Azerbaycan Cumhuriyeti Mingaçevir Hidroelektrik Santrali gibi büyük yerleşimlerin ve stratejik öneme sahip sivil tesislerin" askeri hedef "olarak değerlendirildiği açıklamaları ile birlikte Ermenistan'ın sadece işgal ettiği Sarsang rezervuarını değil Azerbaycan'ı diğer su yapıları ile tehdit etmektedir[26].

Sonuç

Yaşam döngüsünün ana kaynağı olan su, gün geçtikçe gerek nüfus artışı, kentleşmenin artması, sanayinin gelişmesi, iklim değişimi gibi gün geçtikçe hem miktar hem de kalite olarak sınırlı bir kaynak haline gelmektedir. Küresel bir sorun olan iklim değişiminin en büyük olumsuz etkisi su kaynakları üzerinde olacaktır. İklim değişimi, hidrolojik çevrimin tüm ögelerini etkilemektedir. Bu şartlar altında dünyanın artan su talebini karşılamakta zorluklar yaşanacaktır, su sıkıntısı yaşanan bölgeler artacaktır. Bu olumsuz gelişmelere ek olarak suyun bir silah veya hedef olarak kullanılması mevcut durumu daha çok kötüleştirmektedir. Özellikle suyun kıt olduğu bölgelerde bu eylemler sadece su kaynağını yapısal olarak bozmamakta, bölgenin ekonomik, sosyolojik ve politik dengeleri olumsuz etkilemekte, uzun vadeli çözümü zor sorunlara neden olmaktadır.

Su kaynağının ve yapılarının bir silah olarak kullanılması bölgede yaşayan sivillerin suya erişimini engellemektedir. Tarım alanları taşkın veya su kıtlığından zarar görmektedir. Buna bağlı olarak söz konusu bölgede hem içme suyu

hem de gıda üretimi konusunda kıtlık yaşanabilmektedir. Bu durum sonucunda insanlar yaşam alanlarından zorunlu olarak ayrılarak, diğer bölgelere veya ülkelere göç etmektedirler.

Çok uzun zamandır suyun silah olarak kullanımına ilişkin örneklerle karşılaşılmamıştır fakat son 10 yıl içerisinde Ortadoğu başta olmak üzere, dünyanın farklı bölgelerinde çeşitli örnekler ortaya çıkmıştır. Savaş veya çatışma bölgesinde yaşayan sivil halkı mağdur eden bu durum, maalesef devletlerin silahlı müdahalesi ile ortadan kaldırılabilmektedir. Uluslararası örgütlerin/ kurumların kararları ise Sarsang rezervuarı örneğinde de görüldüğü gibi her zaman sorunun çözülmesinde yeterli olmamaktadır.

Kaynaklar

[1] UNESCO, Water, A Shared Responsibility: The United Nations World Development Report II, Paris, Berghahn Books, 2006; s.121

[2] Keleş Ruşen, Can Hamamcı ve Aykut Çoban, Çevre Politikası, Ankara, İmge Kitabevi, 2000; s.41

[3] The United Nations, The Documents of the United Nations Conference on Human Environment-1972: Declaration on the Human Environment, Declaration of Principles, Recommendations for Action, Stockholm, 1972

[4] Postel Sandra ve Aaron T. Wolf, "Dehydrating Conflict,", Foreign Policy, September/October 2001 , s.60.

[5] Gleick Peter, "Water and Conflict: Fresh Water Resources and International Security", International Security, Vol.18, No.1, Summer, 1993, s.80.

[6] Strategic Foresight Group, Water and Violence; Crisis of Survival in the Middle East, Mumbai, SFG, 2014; s.2.

[7] Maden T.E., "Azerbaycan'da Su Kıtlığı ve Ermenistan ile Sarsang Rezervuarı Sorunu", Ermeni Araştırmaları Dergisi, 2015, sayı.52, s.191.

[8] Strategic Foresight Group, Water and Violence; Crisis of Survival in the Middle East, Mumbai, SFG, 2014; s.2.; Gleick P., "Water and Conflict; Fresh Water Resources and International Security", International Security, vol.18, no.1, 1993; s.85.; McDonald M., The Environment and Security: The Euphrates River , Department of Goverment University of Queensland, s.86.

[9] Gleick P., "Water and Conflict: Fresh Water Resources and International Security", International Security, Vol.18, No.1, Summer, 1993, s.80

[10] World War II: Operation Chastise - The Dambuster Raids http://militaryhistory.about.com/od/aerialcampaigns/p/dambusters.htm, 30 Temmuz 2020

[11] Protocol Additional to the Geneva Conventions of 12 August 1949, and relating to the Protection of Victims of International Armed Conflicts (Protocol I), 8 June 1977. Commentary of 1987 Protection Of Works And Installations Containing Dangerous Forces, https://ihl-databases.icrc.org/applic/ihl/ihl.nsf/Comment.xsp?action=openDocument&documentId=B071F91A3BD55FD7C12563CD00434E3E , 20 Haziran 2020

[12] Gleick P, "Water as a weapon: Qaddafi's last desperate gamble", , 03/09/2011, online at: http://www.forbes.com/sites/petergleick/2011/09/03/water-as-a-weapon-qaddafis-last-desperate-gamble/, 15 Mart 2020

[13] Basra is Thirsty : Iraq's Failure to Manage the Water Crisis, 22 Temmuz 2019, https://www.hrw.org/report/2019/07/22/basra-thirsty/iraqs-failure-manage-water-crisis#_ftn388, 25 Mart 2020

[14] ISIS Has Lost Many of the Key Places It Once Controlled, New York Times, https://www.nytimes.com/interactive/2016/06/18/world/middleeast/isis-control-places-cities.html, 9 Eylül 2020

[15] ISIS Threatens Turkey with Violence If 'Euphrates Water Supply' Not Restored, 12 Ağustos 2014, http://investmentwatchblog.com/isis-threatens-turkey-with-violence-if-euphrates-water-supply-not-restored/, 10 Eylül 2020

[16] No: 228, 4 July 2014, Press Release Regarding the Amount of Water That Turkey Releases from the Euphrates River, http://www.mfa.gov.tr/no_-228_-4-july-2014_-press-release-regarding-the-amount-of-water-that-turkey-releases-from-the-euphrates-river.en.mfa, 22 Mart 2020

[17] Bu tablo, 18-19 Mart 2015 tarihlerinde SFG ve WENA ortaklığında Ürdün'de gerçekleştirilen Ortadoğu'da Su- Barış bağlantısı toplantısında Media notlarından derlenmiştir. Ayrıca; "Islamic State militants threaten Turkey with violence if Euphrates water supply not restored", 11 Ağustos 2015, online at: http://rt.com/news/179352-euphrates-is-militants-turkey/, 10 Ağustos 2020

[18] Yılmaz R., Azerbaycan Dış Siyasetinde Bagımsızlık Sonrası Yıllar ve Karabag Problemi, Sosyal Bilimler Arastırmaları Dergisi. 2, 2010; s.70.

[19] ÖZYILMAZ E.V., Geçmişten Günümüze Dağlık Karabağ, Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi 15 /2 ,2013; s.193.

[20] Avazova M. , Water Resources of Azerbaijan, Their Management and Bilateral Agreements, Almaty, September 10-13, 2012

[21] Imanov F.A. , Water Infrastructure of Kura River Basin Within Azerbaijan, International Congress on River basin management, s.100.

[22] Mustafayev A, Garayev R., Legal Aspects of Reparation for Damage Caused to Azerbaijan as a Result of Armenian Aggression, www.irs-az.com, s.55.

[23] Overcoming water challenges in Azerbaijan, 21 Şubat 2018, https://www.waterworld.com/international/utilities/article/16203423/overcoming-water-challenges-in-azerbaijan, 30 Ağustos 2020

[24] Parliamentary Assembly, Assembly debate on 26 January 2016 (3rd Sitting) (see Doc. 13931, report of the Committee on Social Affairs, Health and Sustainable Development, rapporteur: Ms Milica Markovi). Text adopted by the Assembly on 26 January 2016 (3rd Sitting). "Inhabitants of frontier regions of Azerbaijan are deliberately deprived of water", https://assembly.coe.int/nw/xml/XRef/Xref-XML2HTML-EN.asp?fileid=22429&lang=en

[25] Tuncel, Turgut Kerem, Azerbaycan-Ermenistan Sınır Hattında 12 Temmuz 2020'de Patlak Veren Çatışma Ve Karabağ İhtilafı Hakkında Değerlendirmeler Analiz NO : 2020 / 27 https://avim.org.tr/tr/Analiz/AZERBAYCAN-ERMENISTAN-SINIR-HATTINDA-12-TEMMUZ-2020-DE-PATLAK-VEREN-CATISMA-VE-KARABAG-IHTILAFI-HAKKINDA-DEGERLENDIRMELER

[26] MFA: Armenia tries to threaten with military strike on Azerbaijan's Ganja, https://www.news.az/news/mfa-azerbaijan-informed-osce-mg-co-chairs-of-armenias-provocative-attempts-azerbaijan-has-informed-the-osce-minsk-group-co-chairs-of-armenias-provocative-attempts-aimed-at-aggravating-the-situation-in-the-region-and-completely-destroy-the-possibility, 17 Ağustos 2020

İklim değişikliğinin 'iklim mültecileri'ne, şehirleşmeye ve sürdürülebilir kalkınmaya etkileri

***[1]Egemen Sertyeşilışık, *[2]Neslişah İnan ve [3]Begüm Sertyeşilışık**

*[1]Serbest Danışman, Gözüyılmaz Müh. İnş. Gemi San. ve Tic. Ltd., İzmir, Türkiye
*[2]Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, İstanbul Teknik Üniversitesi, Türkiye
[3]Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, İzmir Demokrasi Üniversitesi, Türkiye

Abstract

Climate change fosters and is caused by the environmental degradation which causes climate refugee problem. Climate refugees search for suitable habitats to survive and to overcome adverse impacts of the climate change. Failure in the sustainable development increases climate refugee population as well as affect urbanization. Cities need to find solutions and strategies supported by effective policies to accommodate these climate refugees in an environmental friendly way. Acceleration in the climate change and increase in the severity of the environmental degradation problem increases population affected by the climate change. This paper aims to investigate impacts of the climate change to the climate refugee, urbanization and sustainable development. Within the scope of this paper, climate refugee population change and climate refugee camps/settlements as well as impacts of the climate change and climate refugees to the economics, and sustainable development will be examined.

Key words: *'climate refugee', sustainable development, environmental ethics, environmental policies, political economy.*

Özet

Doğal çevrenin kötüleşmesi iklim değişikliği tarafından ortaya çıkmakta ve tetiklenmekte olup bu durum iklim mültecileri problemine neden olmaktadır. İklim değişikliği nedeni ile yer değiştirmek zorunda kalan insanlar hayatta kalabilmek için uygun yaşam alanları aramakta ve iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin üstesinden gelmeyeçalışmaktadırlar. Sürdürülebilir kalkınmadaki başarısızlık iklim değişikliği nedeni ile yer değiştirmek zorunda kalan nüfusu arttırmakta ve şehirleşmeyi etkilemektedir. Şehirlerin iklim nedeni ile yer değiştirmek zorunda kalmış olan insanların çevre dostu olarak yerleştirilmesine yönelik çözümler ve stratejiler bulmaya ihtiyaçları vardır. İklim değişikliğindeki hızlanma ve çevresel koşullardaki kötüleşme problemi iklim değişikliğinden etkilenen nüfusu arttırmaktadır. Bu çalışma; iklim değişikliğinin 'iklim mültecilerine', şehirleşmeye ve sürdürülebilir kalkınmaya etkilerini incelemeyi amaçlamaktadır. Bu çalışma kapsamında, 'iklim mültecileri'nin nüfus değişimi, mülteci kampları/yerleşim alanları ile, iklim değişikliği ve iklim mültecilerinin ekonomiye ve sürdürülebilir kalkınmayaincelenecektir.

Anahtar kelimeler: *'iklim mültecileri', sürdürülebilir kalkınma, çevresel etik, çevre politikaları, politik ekonomi.*

*Sorumlu yazar: Addres: Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, TÜRKİYE. E-mail addresi: inanneslisah@gmail.com

1. Giriş

Küresel ısınma fosil yakıtların kullanımı ve sanayi devrimi ile hızlanmıştır [11]. Sera gazları insan ve sanayi faaliyetleri ve tarım alanlarının azalması nedeni ile sera gazlarının konsantrasyonunu değiştirmektedir [12]. İklim değişikliği; su kıtlığı [21], seller, deniz seviyesinin yükselmesi [12], canlıların ve ekinlerin yüksek sıcaklıklar ile başa çıkmalarının zorlaşması [21], tarıma elverişli toprağın kalitesinin azalması ve çölleşme [12], [5] gibi insanların yaşam koşulları üzerinde birçok olumsuz etkiye sahiptir. İnsanlar, iklim değişikliği ve felaketlerin etkisiyle evlerinden zorla ayrılmak zorunda kalmakta ya da hayatta kalmak için yer değiştirmektedir [21]. Diğer bir ifade ile; iklim değişikliği, göç hareketlerini hızlandırmaktadır [13].

1951 Mülteci Sözleşmesi *(Refugee Convention)* kapsamında mülteci tanımı yapıldığı sırada, bu tanıma dair kriterler iklim nedeni ile yer değiştirmek zorunda kalan insanları kapsamamıştır. Çevresel mülteci kavramına ilk kez 1976 yılında Worldwatch Enstitüsü'nün kurucusu Lester Brown tarafından değinilmiş, ilk defa 1984 yılında Sir Edmund Hillary'nin yazdığı kitapta yer almıştır [15].

İklim değişikliği nedeni ile yer değiştirmek zorunda kalan insanlar yaşayabilmek için ülkeleri içindeki veya dışındaki görece yaşam ve iklim koşullarının daha uygun olduğu yaşam alanlarına göç etmektedirler. Bu çalışma kapsamında, iklim değişikliği nedeni ile göç, iklim değişikliği nedeni ile göç etmek zorunda olan nüfustaki artış, şehirleşme ve sürdürülebilir kalkınma etkileşimi incelenecektir.

2. İklim Değişimi ile Göç Etkileşimi

İnsanlığın artan çevresel ayakizi ile dünyada baş gösteren küresel ısınma ve iklim değişikliği sonucunda doğal habitatımız hızla bozulmaktadır. Bu durum; doğal kaynaklarımızı etkilemekte olup kaybedilen doğal kaynakların geriye getirilmesini zorlaştırmakta hatta bazen imkansız hale getirmektedir. Örnek vermek gerekirse; son 150 yılda dünyanın en verimli topraklarının neredeyse yarısı yok olmuştur [2]. Bu durum tarım aktivitelerini olumsuz yönde etkilemektedir. Dünyanın milyarca yıllık yaşıyla son yüzyıl kıyaslandığında, dünya kaynaklarının ne derece tükenmekte olduğunu görmekteyiz. Dünyada küresel ısınmaya karşı gerekli tedbirler alınmadığı takdirde gelecek yüzyıllarda doğal çevrede büyük hasarlar görülecektir. İklim değişikliğinin insanların yaşam koşulları üzerinde birçok olumsuz etkisinin olduğunu ve bu etkilerin sonucunda göç olaylarında artış gözlendiğini söyleyebiliriz. İklim değişikliğinin neden olduğu insanların yaşam koşullarını etkileyen olumsuz sonuçlar şöyle sıralanabilir:

- iklim değişikliğine bağlı olarak artan doğal afetler [16] ve hava olayları [18].
- çölleşme, deniz seviyesinin yükselmesi, okyanus asitlenmesi, hava kirliliği,

*Sorumlu yazar: Addres: Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, TÜRKİYE. E-mail addresi: inanneslisah@gmail.com

yağmur paterni değişimi, biyoçeşitlilik kaybı [23] [13].

- küresel gıda güvenliğinin azalması [18].
- ürün verimliliğinin azalması ve güvenli suya erişim sıkıntısı [14].
- tarım ürünlerinin artan nüfusu besleme ihtiyacını karşılamakta zorlanması [18].

Dünyanın birçok yerinde iklim değişikliği nedeni ile yer değiştirmek zorunda kalmış insanlar bulunmaktadır. Son yıllarda, iklim değişimi nedeni ile göç etmek zorunda kalan nüfus yoğunluğu artma eğilimindedir. İklimsel değişiklikler ve buna bağlı doğal afetler sonucunda, dünyada büyük oranda yer değiştirmeler başlamıştır ve iklim değişimi için tedbirler alınmadığı takdirde bu göçlerin devamının gelmesi de kaçınılmazdır. İç göç izleme merkezi [6]'ya göre, 2014 yılında 100 ülkede yaşanan doğal afetler nedeniyle yaklaşık 19,3 milyondan fazla insan göç etmek zorunda kalmıştır. 2015 yılında ise -Gıda ve Tarım Örgütü'nün verilerine göre- 244 milyon insan ülkeler arası göç ederken, yaklaşık 19 milyon insan kendi ülkeleri içinde yer değiştirmiştir [18]. [22]'nin Küresel Göç Göstergeleri Raporu'na göre, 2017 yılında 135 ülkede 18,8 milyon insan felaketler sebebiyle yaşadıkları yerleri terk etmiş, 2008-2016 yılları arasında ise yaklaşık 227,6 milyon insan felaketlerden dolayı yer değiştirmek zorunda kalmıştır [22].

Dünyadaki yoksul kesimin çevresel ayakizinin görece daha az olmasına rağmen, bu kesimin iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinden daha çok etkilendiği bilinmektedir. 2008-2017 arasındaki her yıl, ortalama 21,7 milyon kişi ekstrem hava koşulları nedeni ile göç etmek durumunda kalmıştır [4]. Dünyada 2008-2018 yılları arasında 260 milyondan fazla insanın felaketler nedeni ile yer değiştirmek zorunda kaldığı bilinmektedir [24]. Başka bir örnekte ise, BM Mülteciler Yüksek Komiserliği, 14 Mart 2019'da Idai Tropikal kasırgasının Mozambik'in güneydoğu kıyısını vurması sonucunda; 100.000 evin ve 1 milyon dönüm tarım alanının zarar gördüğünü ve 1,85 milyon kişinin yardıma ihtiyacı olduğunu bildirmiştir [17] [13]. Bu kasırga sonrasında, 146.000 kişi ülke içinde yer değiştirmek zorunda kalmıştır ve Mozambik 155 geçici alanda göçmenleri barındırmaya çalışmıştır [17] [13]. [14]'de belirtildiği üzere, 2050 yılına gelindiğinde Sahra Altı Afrika, Güney Asya ve Latin Amerika'da 140 milyondan fazla insanın kendi ülkesinin sınırları içine hareket etmesi beklenmektedir. Benzer şekilde, Dakka'dan Miami'ye göçün önümüzdeki yıllar içinde artacağı öngörülmektedir [1]. Küresel ısınmanın diğer önemli bir etkisi olan deniz seviyesindeki artışın da göçü tetikleyeceği düşünülmektedir. Deniz seviyesinin yükselmesi nedeniyle 162 milyon kişinin risk altında olduğu, yaklaşık 50 milyon kişinin ise artan kuraklık nedeniyle risk altında olduğu düşünülmektedir [8][25] [9].

İklim değişikliği ve hava olayları sonrasında gerçekleşen göçler neticesinde, göç edilen bölgelerde nüfus yoğunlukları artmaktadır. Bunun sonucunda, göç edilen bölgedeki güvenli gıda, güvenli içme suyu ve kullanım suyu için artan

ihtiyaç, doğal kaynaklara olan baskıyı arttırmaktadır. Belirli bir bölgeye yapılan göç aşırı arttığında, o bölgenin kaynakları yetersiz kalacak, böylelikle bu bölge sürdürülebilir yaşamın oluşması yönünde olumsuz etkilenecektir. Küresel ısınmayı da göz önüne aldığımızda, belirli bir zaman sonra göç etmek için cazip görülen bölge -kaynaklarının azalması ile- cazibesini yitirecektir ve yetersiz kaynaklar bölge insanlarını başka yere göç etmeye zorlayacaktır. Küresel ısınmaya karşı tedbir alınmadığı takdirde bu tip kısır döngülerin hem ülke içi hem de küresel bazda gözlemleneceği tahmin edilmektedir.

3. İklim Değişimi Nedeni ile Göçün, Şehirleşme ve Sürdürülebilir Kalkınma ile Etkileşimi

Çeşitli nedenler ile göç etmiş insanlar kamp alanlarında veya yerleşebildikleri köy veya şehirlerde hayatlarını sürdürmeye çalışmaktadır. Ancak göç eden insanlar, iklim değişikliği, doğal afetler veya kaynak kıtlığı nedeni ile tekrar zarar görme riski ile karşı karşıya kalmaktadır. [16]. Örnek olarak, yaklaşık 850.000 kişinin yaşadığı Kutupalong mülteci kampında heyelan ve sel riski bulunmaktadır [1]. Bu ve benzer nedenlerle ülkelerinin içinde veya ülkelerinin dışına göçmüş kişiler yeniden yer değiştirmek zorunda kalabilirler [21].

Çeşitli nedenler ile göç almış olan birçok mülteci kampı bulunmaktadır ve bu kamplar bulundukları ülkelerin kanunlarına bağlı olarak faaliyet göstermektedir. Örnek olarak, Lübnan'daki yasalar, kararnameler ve emirler ile uyumlu olarak, Lübnan'daki mülteci kampları coğrafi olarak Filistinlilerin entegrasyonunu engellemektedir [10].

Çeşitli nedenler ile göç etmiş olan mültecilerin kaldıkları mülteci kamplarında kişi sayısı giderek artmaktadır. Dünya'nın en büyük mülteci kampı olan Dadaab mülteci kampı, Dagahaley, Hagadera ve Ifo olmak üzere üç kamptan oluşmakta olup çoğu Somali kökenli yaklaşık 382.000 mülteciye ev sahipliği yapmaktadır [20] [7]. Somali'deki durumun kötüleşmesi ve Doğu Afrika'da devam eden kuraklığın etkisi ile her gün yaklaşık 1.400 kişi bu kampa katılmaktadır [20] [7]. Somali'deki bu durum aslında küresel ısınmanın göç hareketlerini doğrudan tetiklediğini gösteren önemli bir göstergedir. Normal şartlar altında savaşlar sonucu oluşan göçler savaş bittiğinde çözüme kavuşabilmektedir. Fakat küresel ısınma, kuraklık gibi nedenlerle oluşan göçler Somali'deki kampta olduğu gibi düzenli olarak artmaktadır. Bu göçlerin durdurulabilmesi küresel ısınmaya karşı tedbir alınması ile mümkün olabilir ki bu da vakit alacak ve kaynak gerektirecektir.

Ülkelerin altyapılarındaki değişiklik, çeşitli nedenler ile yer değiştirmek zorunda kalmış nüfuslarının eski yerlerine dönebilmelerini etkileyebilmektedir. Örneğin, Japonya'da 1995 Kobe depreminden sonra hızlı inşaat ile nüfusun %83'ü eski yaşam alanına dönebilmişken, Filipinler'de 1991'deki Pinatubu Dağı patlamasından

etkilenen kişilerin çoğu uzun süre geçici kamplarda veya gecekondularda yaşamak durumunda kalmıştır [3] [7]. Ülkelerin kendilerini doğal felaketlere karşı hazırlayıp önceden organize etmesi ve tedbirleri kurumsal altyapıyı kuvvetlendirerek alması, oluşacak doğal afetlerdeki kayıpları minimize edebileceği gibi, oluşan afet sonucunda yaraların hızlıca sarılıp hayatın normalleşmesine de katkıda bulunabilecektir.

İnsanların göç etmek durumunda kalması, genellikle göç ettikleri yerlerdeki kıt kaynaklar üzerinde rekabeti şiddetlendirmektedir [19]. Azalan doğal kaynaklar üzerindeki rekabet, göç eden ve yerel topluluklar arasında çatışmalara neden olmaktadır [21]. Diğer bir ifade ile; iklim değişikliğinin olumsuz etkileri nedeniyle yer değiştiren nüfus ve bu nüfusun gittikleri yerlerdeki komşuları arasında; doğal kaynaklar, arazi hakları, yiyecek ve su için rekabet artabilir, gruplar arasındaki ilişkiler kötüleşebilir ve gerilim yaşanabilir [16]. Göçler nedeniyle yer değiştiren insanlar gittikleri yerlerde kıt olan kaynaklardan faydalanmak isteyince insanlar arasında gerginliklere sebep olabilir. Nitekim, Çad'da yaşayan 300.000 Sudanlı mülteci mevcut olan sınırlı gıda ve suyun çoğunu tükettikleri nedeniyle yerel halk tarafından kızgınlıkla karşılanmıştır [1]. Küresel iklim değişikliği daha ciddi boyutlara çıktığında doğal kaynaklar daha hızlı azalabileceğinden, bu durumun sonucunda göç miktarının artma riski daha fazla olacaktır. Göç boyutları daha fazla arttığında ise göç alan bölgelerde çatışmalar görülebilir.

İklim değişikliği nedeni ile köylerden şehirlere göç de artabilmektedir. Örnek vermek gerekirse, su kaynaklarının verimsiz kullanımı, su kıtlığı ve küresel ısınma sonucu suyun azalması; kırsaldan şehire göç dalgası getirmeye başlamış, şehirler aşırı derecede nüfus baskısı altında kaldığından sürdürülebilir kentleşmenin önünde problem yaratmıştır.[14] Benzer şekilde [26]'da Francesca de Chatel, su kıtlığı nedeniyle köyden şehre göçün arttığına vurgu yapmaktadır. Bu nedenle, iklim değişikliği nedeni ile göç edenlerin yerleşimi, şehirleri ve şehirleşmeyi etkileyebilmektedir. Şehirler mevcut altyapıları ile kaldırabilecekleri nüfustan daha fazla nüfusu barındırmak durumunda olduklarında sürdürülebilirlik performansları düşebilmektedir. Göç alan şehirlerde kaynakların yetersizliği gündeme gelebilmektedir. Bu durum, sosyal ve ekonomik problemlere neden olabilmektedir. Göç alan yerlerde kaynaklar üzerineki artan rekabet, yerel halk ile göç etmiş olanların ilişkisini yıpratabilmektedir [16]. İklim değişimi nedeniyle evlerinden ve iş yerlerinden ayrılmak durumunda kalan insanların, göç ile gittikleri yerlerde ekonomik kalkınmaya destek olamamaları da göç alan yerlerdeki şehirleşmeyi ve sürdürülebilir kalkınmayı olumsuz etkilemektedir.

İklim değişikliğinin neden olduğu iklim göçleri, kapasitesinin üzerinde insana ev sahipliği yapan şehirlerin sürdürülebilirlik performanslarının azalmasına, hayat kalitesi ve refahın düşmesine neden olabileceği gibi, doğal afetler sonucu şehirlerin alt ve üst yapılarının zarar görmesine hatta can kayıplarına neden

olabilmektedir. Bu durum, iklim değişikliğinin getirdiği önemli kentleşme sorunlarındandır. Ek olarak, bu durum şehirlerin iklim değişikliğine karşı dayanıklılığı arttırıcı politikaların ve yatırımların önemini vurgulamaktadır. Ayrıca, iklim değişikliği nedeniyle alt ve üst yapısı yıkılmış şehirler, olası göçlere ev sahipliği yapma kapasitesini kaybetmiş olur. Böylelikle, iklim değişikliğinin giderek artan olumsuz etkileri sonucunda hayatta kalmak üzere yer değiştirmek isteyen insanların gidebilecekleri görece sürdürülebilirliği daha yüksek olan yerleşim alanlarının bulunması zorlaşır. Sonuç olarak, göreceli olarak sürdürülebilirliği daha yüksek olan yerleşim alanlarının da yok olması sonucu iklim değişikliği nedeniyle göç hareketlerinin bir aşamadan sonra duracağı veya biteceği öngörülmektedir.

İklim değişikliği nedeni ile göç etmek zorunda kalan nüfusun getirdiği şehirleşme sorunları sürdürülebilir kalkınmadaki başarısızlıktan kaynaklanmaktadır (Şekil 1). Sürdürülebilir kalkınmadaki aksaklık, insanların çevresel ayak izinin artmasına neden olabilir. Bu durum da, insanların iklim değişikliği nedeni ile yer değiştirmek zorunda kalmasına neden olabilir ve insanların çevresel ayak izinin tekrar artmasına sebep olabilir. Bu şekilde, çevresel ayak izinin ve göçün giderek arttığı bir döngü oluşabilir. Bu nedenle, sürdürülebilir kalkınma planları ve politikaları, sürdürülebilir kalkınmanın başarılı olarak yerine getirebilmesini destekleyici olarak hazırlanmalı ve uygulamaları kontrol edilmelidir.



Şekil 1. Sürdürülebilir kalkınma, iklim değişimi ve göç ilişkisi

4. Öneriler

İklim değişikliği nedeni ile ülke içi ve ülke dışı göçün azaltılabilmesi için ülkelerin çevresel ayak izini azaltmayı hedefleyen ve çevreci olan etkin sürdürülebilir kalkınma planlarına ihtiyaçları vardır. Ülkelerin sürdürülebilir kalkınma politikaları ve planları çevresel etik kuralları ile uyumlu olmalıdır. Ayrıca, dünyanın doğal yapısının korunmasını desteklemeli, insanların sağlıklı ve refah içinde yaşamalarını sağlamalıdır. Bu noktada ülkelerin sürdürülebilir kalkınma politikalarının ve planlarının, Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri ile de uyumlu olması iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin azalmasına katkı sağlayabilir. Bu yönde oluşturulan sürdürülebilir kalkınma politikaları ve planları, iklim değişikliği nedeni ile ülke içinde ve ülkeler arası göç etme zorunluluğunu ortaya çıkaran nedenlerin azalmasını veya yok olmasını sağlayabilir.

Ülkelerin sürdürülebilir kalkınma planları, sürdürülebilir ve akıllı şehirleşmeyi desteklemelidir. Bu şekilde, şehirlerin sorunlarının çevre dostu bir şekilde çözülmesi sağlanabilir. Ayrıca bu yönde oluşturulan sürdürülebilir kalkınma planları, iklim nedeni ile yer değiştirmek zorunda kalan insanların çevre dostu bir şekilde şehirlere yerleştirilmesine yönelik çözümler bulunmasına destek olabilir. Benzer şekilde, sürdürülebilir kalkınma planları köylerin sürdürülebilir ve akıllı köyler haline gelmeleri için dönüşümlerini de destekleyebilir.

Sürdürülebilir kalkınma planlarının sürdürülebilir ve akıllı tarımı desteklemesi iklim değişimi ile başa çıkmak noktasında önemli bir role sahiptir. Sürdürülebilir ve akıllı tarım politikaları ve yatırımları köyden kente olası göçleri azaltabilir. Böylelikle, kentler kapasitesinin üzerinde insana ev sahipiği yapmak zorunda kalmayacak ve kısıtlı kaynaklar üzerinde baskı oluşmayacaktır.

Sürdülebilir kalkınma planları ile alınan tedbirlere ve atılan adımlara ragmen, iklim değişimi nedeni ile ülke içine göç etmek zorunda kalan insanların olması durumunda; göç eden nüfusun yaşamlarını sürdürebilmeleri, ülke içinde ekonomik ve politik alanda atılacak etkin adımlar ve bu konuyu çok boyutlu ele almak ile mümkündür. Örneğin, iklim değişimi nedeni ile göç etmek zorunda kalan insanlar, göç ettikleri bölgenin kalkınmasına destek olabilecekleri ve altyapısı kuvvetli köy ve şehirlere yerleştirilebilir. Göç alan köy veya şehirlerde yeni istihdam alanları oluşturulmalı, insanlar ekonomik politikalar ile desteklenmeli, gerekli durumlarda maddi destek sağlanmalıdır.

İklim nedeni ile ülke dışına göç etmek zorunda kalan insanların yaşamlarını sürdürebilmeleri konusu uluslararası alanda ülkelerin işbirliğini gerektirmekte olduğundan uluslararası ortak projeler ve fonlar oluşturulması önerilebilir. İklim değişimi nedeni ile ülkelerinin dışına göç etmek zorunda kalan insanların göç ettikleri yerlerde ekonomiye katkıda bulunmalarını teşvik eden politikalar detaylandırılabilir. Bu politikaların eğitim politikaları ile de desteklenmesi sağlanabilir.
Ülke içinde veya ülke dışına iklim değişimi nedeni ile göç etmek durumunda kalan insanların kamplarda kalmaları veya köy ya da şehirlerde yaşamaya başlamaları kararı göçün çevresel ayak izini etkileyebilir ve kentleşme sorunlarını arttırabilir. Bu konuda göçün boyutu ve yönü de göçün çevresel ayak izinde belirleyici olabilir.

İklim değişikliğinin 'iklim mültecileri'ne, şehirleşmeye ve sürdürülebilir kalkınmaya olumsuz etkilerini azaltmak veya yok edebilmek için sürdürülebilir kalkınma planlarının etkin hazırlanmasına ek olarak; bu alandaki politikaların teknik, ekonomik ve hukuki boyutlarını kapsayan bütüncül bir yaklaşım ile konuyu ele almak gerekmektedir. Bu kapsamda, politikaların kapsamaları gereken teknik, ekonomik ve hukuki alanlardaki başlıca konulara ait önerilere aşağıda örnekler verilmiştir:

• Teknik alandaki öneriler: Politikaların akıllı tarımın yaygınlaşmasını [18], kuraklığa dayanaklı ürünlerin yetiştirilmesini [18], sera gazlarının azaltılmasını [14] destekleyen teknik konuları kapsaması ve teşvik etmesi gerekmektedir.
• Ekonomik alandaki öneriler: İnsanlar için geçim kaynakları yaratılmasının önemine dayanarak [18], politikaların geçim kaynağı yaratmayı destekleyen nitelikte olması gerekmektedir.
• Hukuki alandaki öneriler: Hukuki altyapının oluşmasına yönelik destekleyici politikalar oluşturulabilir. Uluslararası hukuk, iklim değişikliği ve zorla yerinden edilmeyi içeren çok çeşitli konularda büyük role sahip olan BMMYK UNHCR, politika oluşturma ve bu alandaki yasal çerçevelerin şekillendirilmesi-uyarlanması konularına katkı sağlayabilir [16]. İklim değişikliği ve afetler nedeni ile sınır ötesine göç etmiş insanlar uluslararası korumaya ihtiyaç duyabileceğinden [21], bu konu ilgili politikalarla ele alınabilir.

İnsanların göç etmek zorunda kalmalarına neden olan iklim değişiminin yarattığı olumsuz etkilerin azaltılmasını sağlayacak sürdürülebilirlik politikalarının desteklenmesi oldukça önemlidir. Politikaların acil küresel ve ulusal iklim eylem planı hazırlıklarını desteklemeleri gerekmektedir. Bu konunun önemine yeni Dünya Bankası raporunda da değinilmiştir [14]. Yeni Dünya Bankası tarafından hazırlanan "Groundswell - İç İklim Göçüne Hazırlık" raporunda, acil küresel ve ulusal iklim eylem planının önemi vurgulanmıştır [14]. Benzer şekilde, BM Göçmen Direktörü William Lacy Swing, Dünya Gıda Günü 2017'deki mesajında, acil iklim eylem planının önemini vurgulayarak, iklim değişikliğinin tarımsal üretkenlik ve gıda güvenliği üzerindeki etkileri nedeniyle kırsal alanlardan kasabalara ve şehirlere göç etmek zorunda kalan insan sayısını arttırdığını belirtmiştir [18]. Bununla birlikte Swing, Paris İklim Değişikliği Anlaşması'nın göçmenler de dahil olmak üzere savunmasız nüfusun korunma ihtiyacını kabul ettiğini ve bu anlaşmanın iklim değişikliğiyle ilgili yer değiştirmeyi önleyen veya en aza indiren stratejileri geliştirmek için özel bir görev gücü olduğunu vurgulamıştır [18]. Ek olarak, göç konusunun kalkınma planlamalarına dahil edilmesi gerekmektedir [14].

Sonuç

Sanayi devriminden bu yana ivmeli bir artış gösteren insan faaliyetleri; yaşadığımız çevre ve iklim üzerinde olumsuz etkilere sahiptir. Bu iklim değişikliğindeki hızlanma; su kıtlığı, hava kirliliği, çölleşme, ormansızlaşma, su baskınları, tarım arazilerinin ve gıda güvenliğinin azalması gibi olağandışı durumlara sebep olarak, doğrudan insanlar üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır. Aslına bakılırsa insan aktivilerinden kaynaklanan hızlı iklim değişikliği ve buna bağlı gelişen doğal afetler, döngüsel olarak yine en çok insanların yaşam biçimlerini etkilemektedir. İnsanlar değişen çevresel koşullara uyum sağlamak için büyük ölçüde çabalamakta, ancak uyum sağlayamadığı durumlarda hayatta

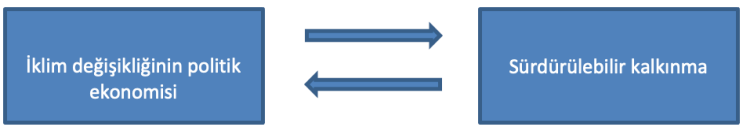
kalma şansını arttırmak için yer değiştirmek zorunda kalmaktadır. 2008-2018 yılları arasında, dünyada toplamda 260 milyondan fazla insanın felaketler sebebiyle yer değiştirmek zorunda kalmış [24] olması bu durumu desteklemektedir. Bu çalışma kapsamında, iklim değişikliği sebebiyle göç etmek zorunda olan nüfustaki artış, iklim değişikliği nedeni ile göç ile şehirleşme ve sürdürülebilir kalkınma etkileşimi vurgulanmıştır.

Çevresel koşullardaki kötüleşmeden ve onun sebep olduğu doğal afetlerden dolayı yer değiştirmek zorunda kalan insanlar "iklim mültecisi" veya "çevresel göçmen" olarak adlandırılır. Çevresel göçmenlerin, iklim ve yaşam koşullarının daha uygun olduğunu düşündükleri bölgelere doğru hareketinin önümüzdeki yıllarda daha da artacağı düşünülmektedir. Nitekim, bu öngörüyü [14] ve [1] [8] [25] [9] de desteklemiştir.

Çevresel göçmenlerin daha uygun koşullar barındırdığına inanarak göç ettikleri yeni bölgelerin belirli bir zaman sonra aşırı göçten olumsuz etkilenebileceği göz ardı edilmemelidir. Daha uygun yaşam koşullarına sahip bölgelere yapılan aşırı göç; o bölgede kaynak kıtlığının ortaya çıkması, hava kirliliğinin artması, gıda güvenliğinin ve tarım alanlarının azalması gibi -göç etme nedenlerine benzer- birçok olumsuz duruma neden olabilir. Sonuç olarak, çevresel göçmen nüfusundaki aşırı artış o bölgenin sürdürülebilir yaşam koşullarına ve şehirleşmesine olumsuz yönde etki yapabilir.

İklim değişikliğinin faktörlerinin azaltılması yönünde tedbirler alınmazsa, tarım arazileri daha da azalacaktır ve su kıtlığı nedeniyle kırsal alanlardan kentlere kontrolsüz göçler devam edecektir. Bu durumda ise şehirlerde kaynak yetersizliği baş gösterecektir. Bu göç artışı ülkelerin sürdürülebilir şehirleşme amaçlarının önünde büyük bir engel oluşturacaktır. Ülkeler iklim değişikliği ve bunun neden olduğu doğal afetlere karşı önlemler almadığı, altyapılarını güçlendirmediği ve afet durumları için aksiyon planlarını oluşturmadığı takdirde; çevresel göçmenlerin hareketleri devam edecek, birçoğu defalarca yer değiştirme ihtiyacı duyacak ve bu durum bir kısır döngü halinde devam edecektir. Bunlara ek olarak, ekonomik ve sosyal problemler ortaya çıkacaktır. İklim nedeni ile iç veya dış göç edenlerin gittikleri yerlerde ekonomik kalkınmaya destek olamamaları durumu da göç alan yerlerdeki sürdürülebilir kalkınmayı etkileyebilir. Benzer şekilde, iklim nedeni ile göç edenlerin terk ettileri bölgelerde de üretimdeki azalma gibi nedenlerden dolayı sürdürülebilir kalkınma olumsuz etkilenecektir. Bu durum iklim değişikliğinin, politik ekonomi boyutuna da bir örnek olarak ortaya çıkmaktadır. İklim değişikliğinin politik ekonomisi sürdürülebilir kalkınmayı etkilemektedir. Ek olarak, iklim değişikliğinin neden olduğu doğal afetler sonucunda şehirlerdeki alt ve üst yapının yıpranması veya yıkılması sonucu da şehirlerin sürdürülebilirlik performansı daha da düşecektir. Bu durum, iklim değişikliği nedeni ile göç etmek isteyen insanların göç edebilecekleri göreceli olarak sürdürülebilirlik

performansı daha yüksek şehirlerin sayısının azalması veya yok olması sonucunu getirebilir. Bunun yanı sıra, iklim değişikliği nedeni ile oluşan doğal afetler sonucu yıpranan veya yıkılan altyapının onarılma maliyetleri da ekonomiyi olumsuz yönde etkileyebilir. Bu konular, iklim değişikliğinin diğer bir politik ekonomi yönününü ortaya çıkarmaktadır. Bu nedenle, şehirleşme politikalarının ve yatırımların şehirlerin hem sürdürülebilirlik hem de iklim değişikliği gibi nedenler ile oluşabilecek afetlere dayanıklılığını arttırabilecek şekilde hazırlanması, güncellenmesi ve uygulanması gerekmektedir. Bu kapsamda, sürdürülebilir, akıllı ve dayanıklı şehirler ve yerleşim yerleri sürdürülebilir kalkınma planlarının ve politikalarının önemli bir konusu haline gelmiştir. Tüm bu sebeplerden dolayı, bu çalışmada ülkelerin sürdürülebilir kalkınma planlarını dikkatli hazırlaması gerektiğinin altı çizilmektedir.



Şekil 2. İklim değişikliğinin politik ekonomisi ve sürdürülebilir kalkınma etkileşimi

Bu çalışmada; geliştirilen ana önerileri iki kategoride toplamak mümkündür. İlki: sürdülebilir kalkınma planlarındaki çevreci yaklaşım ile insanların iklim değişikliğinin etkilerine bağlı olarak yaşadıkları yerleri terk etmeleri ve yer değiştirmeleri önlenmelidir. Bu doğrultuda; ülkelerin sürdürülebilir kalkınma politikalarının ve planlarının, Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri ile uyum içinde oluşturulmasının, insanları göç etmeye iten olumsuz çevresel koşulları azaltacağı vurgulanmaktadır. Ek olarak, bu çalışmada sürdürülebilir kalkınma planlarının beraberinde, akıllı şehirleşme ve akıllı tarım politikalarının desteklenmesinin, insanların yer değiştirmelerini azaltmak hususunda ne derece önemli olduğu belirtilmiştir. İkincisi ise: yer değiştirmelerin engellenememesi durumunda, uluslararası fonlar, etkin ekonomik poiltikalar ve eğitim destekleri ile çevresel göçmenlerin veya iklim mültecilerinin yaşam koşullarını iyileştirebilecek adımların atılmasının önemi vurgulanmıştır.

Kaynakça

[1] Arcanjo, M. (April 30, 2018) "Climate Migration: A Growing Global Crisis", Climate Institute, https://climate.org/climate-migration-a-growing-global-crisis/

[2] Cosier, S. (25 Jul 2019). "The world needs topsoil to grow 95% of its food – but it's rapidly disappearing", Guardian News & Media Limited,https://www.theguardian.com/us-news/2019/may/30/topsoil-farming-agriculture-food-toxic-america

[3] Castles, S. (2002). Environmental change and forced migration: making sense of the debate. Geneva: UNHCR

[4] Help Refugees Limited, (17th November 2017). "Climate change 'will create world's biggest refugee crisis', experts warn" https://helprefugees.org/news/climate-change-refugee-crisis/?gclid=EAIaIQobChMIu8unpufz5wIVFuDtCh0dxQD6EAAYAiAAEgKCCvD_BwE

[5] IOM UN Migration, (1 November 2007). "Discussion Note: Migration and The Environment", https://www.iom.int/jahia/webdav/shared/shared/mainsite/about_iom/en/council/94/MC_INF_288.pdf

[6] Internal Displacement Monitoring Centre (JULY 2015) "Global Estimates 2015: People Displaced By Disasters", https://www.internal-displacement.org/publications/global-estimates-2015-people-displaced-by-disasters

[7] Kraler, A., Cernei, T., Noack, M. (2011). "Climate Refugees" Legal and policy responses to environmentally induced migration", Directorate General For Internal Policies Policy Department C: Citizens' Rights And Constitutional Affairs Civil Liberties, Justice And Home Affairs, https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2011/462422/IPOL-LIBE_ET(2011)462422_EN.pdf

[8] Myers, N. 1996 Ultimate security: the environmental basis of political stability. Washington, DC: Island Press.

[9] Myers, Norman (2001). "Environmental refugees: A growing phenomenon of the 21st century". Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences. 357 (1420): pp 609–613.

[10] Martin, D. (2015). "From spaces of exception to 'campscapes': Palestinian refugee camps and informal settlements in Beirut", Political Geography, 44, 9-18.

[11] NASA, (2020a) "Overview: Weather, Global Warming and Climate Change", https://climate.nasa.gov/resources/global-warming-vs-climate-change/

[12] NASA, (2020b) "The Causes of Climate Change". Global Climate Change, Vital Signs of the Planet. https://climate.nasa.gov/causes/

[13] Podesta, J. (July 25, 2019), "The climate crisis, migration, and refugees", https://www.brookings.edu/research/the-climate-crisis-migration-and-refugees/#footnote-6

[14] Rigaud, K. K., de Sherbinin, A., Jones, B., Bergmann, J., Clement, V., Ober, K., Schewe, J., Adamo, S., McCusker, B., Heuser, S., Midgley, A. (2018). Groundswell: Preparing for Internal Climate Migration. World Bank, Washington, DC., World Bank. https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/29461 License: CC BY 3.0 IGO.

[15] Terminski, B. (2012). Towards recognition and protection of forced environmental migrants in the public international law: Refugee or IDPs umbrella?. https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-329056

[16] Thompson, Barney (October 2019). "Climate change and displacement, How conflict and climate change form a toxic combination that drives people from their homes." UNHCR. https://www.unhcr.org/news/stories/2019/10/5da5e18c4/climate-change-and-displacement.html

[17] United Nations. "UNHCR Factsheet: Cyclone Idai." May 2019.

Relationship of Land Use and Land Cover Change with Land Surface Temperature, Sazlidere Basin Case Study

[*1]Fulya Başak Sarıyılmaz
[*1]Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Geomatics Engineering Gumushane University, Turkey

Abstract

Sazlidere Basin is one of the seven important basins provide drinking water to Istanbul. The basin shows a dynamic land use and land cover (LULC) change. It is aimed to examine the urban development and LULC change of Sazlidere Basin area by using various remote sensing methods and data. Depending on the characteristic of urban development inside the basin, the change in the LULC has been investigated by optical remote sensing methods. For this purpose, 1999, 2013 and 2019 dated LANDSAT images were processed. LULC classes were determined by pixel based classification. In addition, NDBI and NDVI methods were studied. In the second stage, the development of artificial surfaces was investigated by thermal remote sensing methods. For this purpose, the surface temperature map of the basin has been produced. As a result, the urban development and change in Sazlidere Basin were examined by using different remote sensing data and methods.

Key Words: *Land Use and Land Cover, Land Surface Temperature, NDBI, NDVI, Sazlidere Basin*

1. Introduction

Water is very important for human life. Valuable basins, from which water needs are provided, must be protected from urbanization. For this purpose, it is very smart to make use of satellite images and remote sensing methods to make the necessary planning, to determine the changes and the current situation [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10]. Because it is possible to gain time and cost with these methods.

In this study, it is aimed to investigate the relationship between the land cover and land use changes and temperature values, in the basin area. There are many studies in the literature investigating the relationship between urbanization effect and changing temperature values [11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20]. Considering these studies, it was seen that the highest temperature values were determined in residential areas and empty land areas.

*Corresponding author: Address: Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Geomatics Engineering Gumushane University, 29100, Gumushane TURKEY. E-mail address: sariyilmazbasak@gmail.com, Phone: +905332036068

2. Study Area

The Sazlidere Basin located within the boundaries of Arnavutkoy and Basaksehir district on the European Side of Istanbul was selected as the study area. Sazlidere Dam was built in 1996. Within the basin area, there are agricultural lands and pastures, residential and industrial areas, open lands, forest areas and dam area. The basin covers an area of approximately 170 km2. The basin meets the water need of Istanbul for about 1 month with approximately 55 million m3 of water annually [21].

The Sazlidere Basin is under the influence of the Canal Istanbul Project, Istanbul Airport and The Northern Marmara Motorway, the connection road of the Yavuz Sultan Selim Bridge. It has a significant development potential due to these projects around Arnavutkoy district. This potential leads to dynamic changes in land cover and land use classes. The Figure 1 shows the location of the Sazlidere Basin selected as the study area and the projects affecting the district.

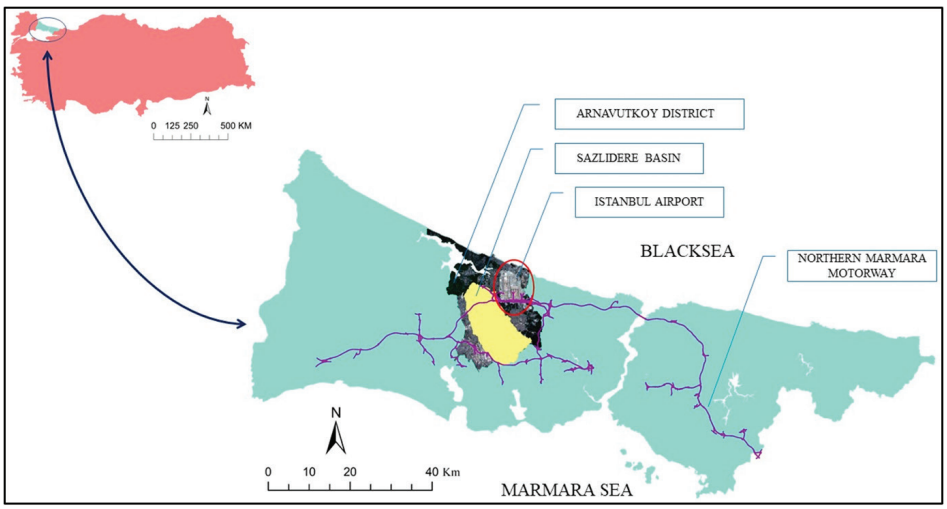


Figure 1. Study Area: Sazlidere Basin

3. Materials and Method

3.1. Materials

LANDSAT 5 ETM and LANDSAT 8 OLI images were used in this study. The band properties of the satellite images used in the study are given in Table 1.

Table 1. Band Properties [22, 23]

Bands	LANDSAT 5	LANDSAT 8
Band 1	30 m Blue	30 m Coastal/Aerosol
Band 2	30 m Green	30 m Blue
Band 3	30 m Red	30 m Green
Band 4	30 m NIR	30 m Red
Band 5	30 m SWIR-1	30 m NIR*
Band 6	60 m TIR	30 m SWIR-1**
Band 7	30 m SWIR-2	30 m SWIR-2**
Band 8	-	15 m PAN***
Band 9	-	30 m Cirrus
Band 10	-	100 m TIR-1****
Band 11	-	100 m TIR-2****

*NIR: Near Infrared
**SWIR: Short Wave Infrared
***PAN: Panchromatic
****TIR: Thermal Infrared

The satellite images used in the study were obtained free of charge from the LANDSAT USGS website. The images used are dated 1999, 2013 and 2019. Image dates and detecting sensor type are given in Table 2.

Table 2. Date and Sensor Types of Images

DATE	SENSOR
26.09.1999	LANDSAT 5 TM
16.09.2013	LANDSAT 8 OLI

3.2. Methods

In accordance with the purpose of the study, firstly the land cover and land use classes were determined by pixel-based classification process, and then the areas covered with green plants and artificial surfaces were determined by band ratio methods. In the last stage of the study, land surface temperature maps were created by using thermal bands. In conclusion, process results were compared with each other.

The overall objective of image classification procedures is to automatically categorize all of the pixels in an image into land cover classes or themes [24]. To determine the land use and land cover classes, the hybrid model, in which unsupervised and supervised classification algorithms are used together, has been studied. At first, images were classified as unsupervised by the ISODATA method and the spectral classes obtained were used as preliminary data in supervised classification. Then, the supervised classification process was made with the

Maximum Likelihood method and the information classes were reached. Accuracy assessment of the classification results were made by using the error matrix method. The number of sample pixels to be used in preparing the error matrix was determined by binomial sampling method. The equation used in the binomial sampling method was as follows [25, 26]:

$$N = (Z^2pq)/E^2 \quad (1)$$

In this equation; N is the number of samples, p is the expected accuracy, q= 100 – p, E is the error tolerance and Z is the standard normal deviation (For %95 confidence interval, it is equal to 1.96).

The NDVI band ratio method was used to determine the vegetation areas in the Sazlidere Basin. NDVI band ratio method is applied by using NIR and red bands [27]. The method formula is expressed by [27];

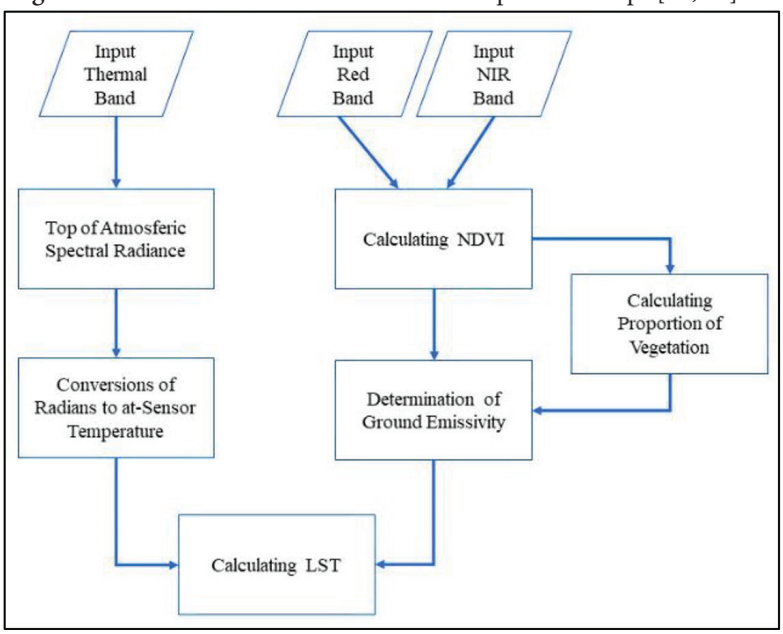
$$NDVI = (NIR - Red) / (NIR + Red). \quad (2)$$

NDBI band ratio method was used to determine the artificial surfaces in the study area. NDBI band ratio method is applied by using SWIR (1) and NIR bands [28]. Tthe method formula is expressed by [28];

$$NDBI = (SWIR\ (1) - NIR) / (SWIR\ (1) + NIR). \quad (3)$$

NDBI band ratio method was used to determine the artificial surfaces in the study area. NDBI band ratio method is applied by using SWIR (1) and NIR bands [28]. Tthe method formula is expressed by [28];

Figure 2. Determination of Land Surface Temperature Maps [29, 30]



In this study, the TIR bands was used to determine land surface temperature maps. The metadata of the satellite images used in the algorithm is presented in Table 3 [29, 30]. The process steps for determining the land surface temperature (LST) and mapping the urban heat island effect are shown in the Figure 2.

Table 3. Metadata of LANDSAT Images

	LANDSAT 5 TM	LANDSAT 8 OLI
K_1	607,76	774,89
K_2	1260,56	1321,08
M_L	0,055375	0,000342
A_L	1,18243	0,10000
O_i	-	0,29

4. Results

4.1. Classification Results

As a result of pixel based hybrid classification process, four classes based on the first level of CORINE classification system were determined in Sazlidere Basin. These classes are forest and semi-natural areas (FSNA), water bodies (WB), artificial surfaces (AS) and agricultural areas (AA). Figure 3 shows the classification results.

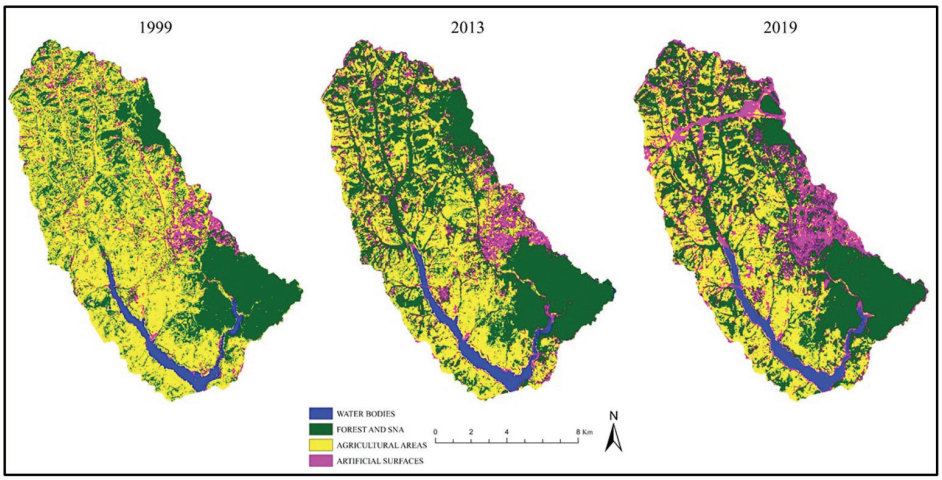


Figure 3. Classified Images

Accuracy assessment analysis was applied to the images after classification process. As a result of this analysis, overall accuracy and kappa statistical value of all classified images were calculated. Table 4 shows the results of the accuracy assessment analysis.

Table 4. Accuracy Assessment Results

Date	Overall Accuracy	KAPPA Statistical Value
1999	86%	0.7908
2013	86%	0.7907
2019 8	7%	0.8116

As a result of the classification process, it was determined which thematic class covers how much areas of the image. These values are shown in the Table 5. When Table 5 is examined, it is determined that agricultural areas are decreasing regularly, while the artificial surfaces regularly increase.

Table 5. Classification Results

	1999	2013	2019
WB	3.20%	3.43%	3.38%
FSNA	37.48%	48.49%	45.48%
AA	52.72%	37.07%	34.32%
AS	6.60%	11.01%	16.82%
TOTAL	100%	100%	100%

4.2. Land Surface Temperature Maps

In the next stage of the study, the LSTs were calculated for each year by following the process steps. When the land surface temperature maps are examined, it is seen that the temperatures range between 18 and 35 degrees in 1999, between 17 and 34 degrees in 2013 and between 19 and 34 degrees in 2019. The average temperature in the region in 1999 was 26.57 degrees, in 2013 was 26.83 degrees, and in 2019 was 27.28 degrees. Figure 4 shows the land surface temperature maps.

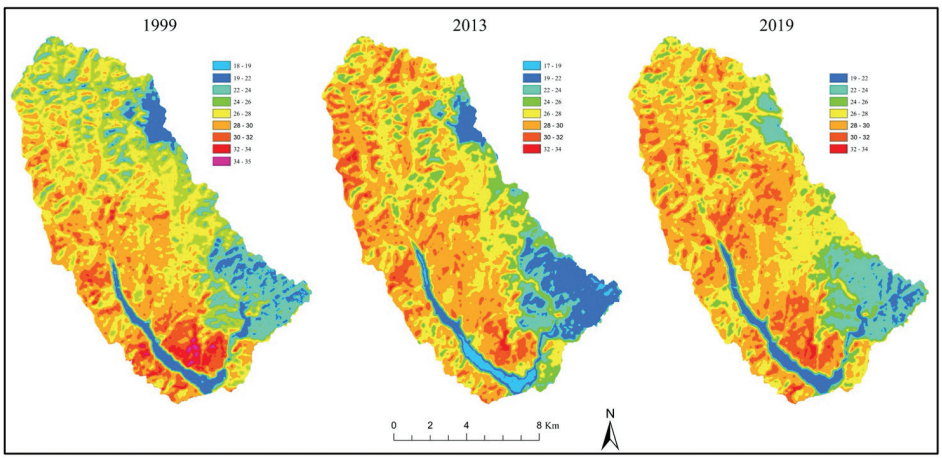


Figure 4. Land Surface Temperature Maps

4.3. Correlation Charts

At this stage of the study, the land surface temperatures and band ratio results were compared on point basis and the correlation between them was calculated. 300 points were used for correlation calculation and worked with the same point data for each image. Accordingly, a high negative correlation between land surface temperatures and vegetation index values and a high positive correlation between land surface temperatures and artificial surface index values were determined. Figure 5 shows the correlation charts and correlation values.

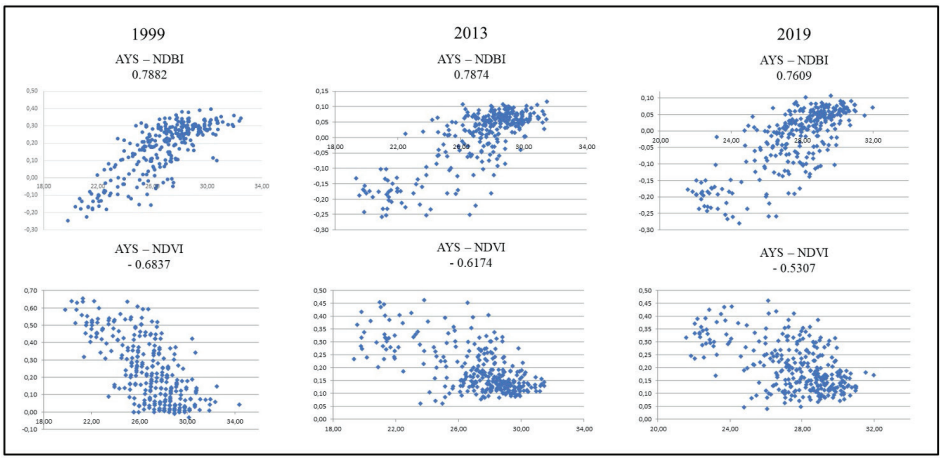


Figure 5. Correlation Charts

5. Conclusions

Study results can be analysed in three main categories. These are classification results, land surface temperature maps and correlation calculation results. According to the results of the classification, forest and semi-natural areas increased by approximately 29% between 1999 and 2013, decreased by approximately 6% in the period from 2013 to 2019, however, considering the period from 1999 to 2019, it increased by approximately 21%. Agricultural land has decreased by approximately 35% in the period from 1999 to 2019. In addition, artificial surface areas increased by approximately 155% in the period between 1999 and 2019. More detailed results can be reached by examining the direction of change.

If the correlation graphs are examined, it is determined that the temperatures take high values at the points where the artificial surface index values are high, and the temperature values at the points where the vegetation index values are high. If the land surface temperature maps are examined, it is seen that the coldest areas for all images are water and forest areas. Temperatures in water and forest areas range from about 18 to 24 degrees in 1999, between 17 and 24 degrees in 2013, and between 19 and 24 degrees in 2019. In all three images, it was

seen that the artificial surface areas had temperature values between 24 and 28 degrees. In addition, it was determined that agricultural areas and bare soil areas took values between 28 and 35 degrees in 1999, and 28 and 34 degrees in 2013 and 2019. It was understood that the average temperature in the study area increased by approximately 2.67% with an increase of 0.71 degrees from 1999 to 2019.

It may be possible to reach more descriptive results by relating the cultivated plant type and the growth time of these plants with temperature. When the land surface temperature maps were compared with the high spatial resolution images, it was understood that the hottest areas were bare soil areas. For this reason, when it is desired to compare land cover and land use results with land surface temperatures, it is understood that the classification made according to CORINE level 1 is insufficient and a more detailed classification system should be preferred for this purpose.

REFERENCES

[1] Goksel, C. (1998) Monitoring of a water basin area in istanbul using remote sensing data, Water Science and Technology, 38(11), 209-216.

[2] Ballester, M. V. R., Victoria, D. de C., Krusche, A. V., Coburn, R., Victoria, R. L., Richey, J. E., Logsdon, M. G., Mayorga, E. and Matricardi, E. (2003) A remote sensing/GIS-based physical template to understand the biogeochemistry of the Ji-Paraná river basin (Western Amazônia), Remote Sensing of Environment, 87(4), 429-445.

[3] Anbazhagan, S., Ramasamy, S.M. and Das Gupta, S. (2005) Remote sensing and GIS for artificial recharge study, runoff estimation and planning in Ayyar basin, Tamil Nadu, India. Environ Geol 48, 158–170.

[4] Cosgun, H. G., Alganci, U. and Usta, G. (2008) Analysis of Land Use Change and Urbanization in the Kucukcekmece Water Basin (Istanbul, Turkey) with Temporal Satellite Data using Remote Sensing and GIS, Sensors, 8(11), 7213-7223.

[5] Halimi, M., Sedighifar, Z. & Mohammadi, C. (2018) Analyzing spatiotemporal land use/cover dynamic using remote sensing imagery and GIS techniques case: Kan basin of Iran. GeoJournal 83, 1067–1077.

[6] Mubako, S.; Belhaj, O.; Heyman, J.; Hargrove, W.; Reyes, C. (2018) Monitoring of Land Use/Land-Cover Changes in the Arid Transboundary Middle Rio Grande Basin Using Remote Sensing. Remote Sensing, 10, 2005.

[7] Langat, P. K., Kumar, L., Koech, R. and Ghosh, M. K. (2019) Monitoring of land use/land-cover dynamics using remote sensing: a case of Tana River Basin, Kenya, Geocarto International, 1-20.

[8] Moreira, A. A., Ruhoff, A. L., Roberti, D. R., Souza, V. A., Rocha, H. R. and Paiva, R. C. D. (2019) Assessment of terrestrial water balance using remote sensing data in South America, Journal of Hydrology, 575, 131-147.

[9] Shawul, A.A. and Chakma, S. (2019) Spatiotemporal detection of land use/land cover change in the large basin using integrated approaches of remote sensing and GIS in the Upper Awash basin, Ethiopia, Environmental Earth Sciences, 78, 141.

[10] Li, X., He, X., Yang, G., Liu, H., Long, A., Chen, F., Liu, B and Gu, X. (2020) Land use/cover and landscape pattern changes in Manas River Basin based on remote sensing, 13(5), 141-152.

[11] Guha, S., Govil, H., Dey, A. and Gill, N. (2018) Analytical study of land surface temperature with NDVI and NDBI using Landsat 8 OLI and TIRS data in Florence and Naples city, Italy, European Journal of Remote Sensing, 51:1, 667-678.

[12] Zhang, Y. and Sun, L. (2019) Spatial-temporal impacts of urban land use land cover on land surface temperature: Case studies of two Canadian urban areas, International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 75, 171-181.

[13] Arulbalaji, P., Padmalal, D. and Maya, K. (2020) Impact of urbanization and land surface temperature changes in a coastal town in Kerala, India, Environmental Earth Sciences, 79, 400.

[14] Li, Z., Xie, C., Chen, D., Lu, H., Che, S. (2020). Effects of Land Cover Patterns on Land Surface Temperatures Associated with Land Use Types along Urbanization Gradients in Shanghai, China, Polish Journal of Environmental Studies, 29(1), 713-725.

[15] Sekertekin, A., Kutoglu, S. H. and Kaya, S. (2016) Evaluation of spatio-temporal variability in Land Surface Temperature: A case study of Zonguldak, Turkey, Environmental Monitoring and Assessment, 188(30).

[16] Barbieri, T., Despini, F. and Teggi, S. (2018) A Multi-Temporal Analyses of Land Surface Temperature Using Landsat-8 Data and Open Source Software: The Case Study of Modena, Italy, Sustainability, 10, 1678.

[17] Fu, P. and Weng Q. (2016) A time series analysis of urbanization induced land use and land cover change and its impact on land surface temperature with Landsat imagery, Remote Sensing of Environment, 175, 205-214.

[18] Wang, S., Ma, Q., Ding, H. And Liang, H. (2018) Detection of urban expansion and land surface temperature change using multi-temporal landsat images, Resources, Conservation, Recycling, 128, 526-534.

[19] Hafoud, S., Boutoial, K., Oussama, A. Mahjoubi, F. Z. and Kzaiber, F. (2020) Urbanization and Its Impact on Land Surface Temperature Changes Using Landsat Image in Dakhla City, Morocco, International Journal of Advanced Research in Engineering and Technology, 11(6), 143-155.

[20] Wang, R. Cai, M., Ren C., Bechtel, B., Xu, Y. and Ng, E. (2019) Detecting multi-temporal land cover change and land surface temperature in Pearl River Delta by adopting local climate zone, Urban Climate, 28, 1-18.

[21] URL 1. http://www.iski.gov.tr/web/assets/SayfalarDocs/e-kutuphane/kultur/docs/GecmistenGunumuze_Istanbulda_Suyun_yonetimi.pdf (in Turkish), Water Management from Past to Present, 16.03.2016.

[22] URL 2. https://www.usgs.gov/media/images/landsat-8-band-designations, 29.09.2019.

[23] URL 3. https://www.usgs.gov/faqs/what-are-best-landsat-spectral-bands-use-my-research?qt-news_science_products=0#qt-news_science_products, 29.09.2019.

[24] Lillesand, T. M., Kiefer, R. W. and Chipman, J. W. (2004) Remote Sensing and Image Interpretation. 5th Edition, Wiley, USA.

[25] Van Genderen, J.L. and Lock, B.F. (1977) Testing land use map accuracy. Photogrametric Engineering and Remote Sensing, 43, 1135-1137.

[26] Fitzpatrick – Lins, K. (1981) Comparison of sampling procedures and data analysis for a land use and land cover map, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 47, 343-351.

[27] Yue, W., Xu, J., Tan, W. ve Xu, L. (2007) The relationship between land surface temperature and NDVI with remote sensing: application to Shanghai Landsat 7 ETM+ data, International Journal of Remote Sensing, 28(15), 3205-3226.

[28] Herbei, M. V. (2012) Using satellite images LANDSAT TM for calculating normalized difference indexes for the landscape of Parang Mountains, RevCAD Journal of Geodesy and Cadastre, 13, 158-167.

[29] Avdan, U. ve Jovanovska, G. (2016) Algorithm for automated mapping of land surface temperature using LANDSAT 8 satellite data, Journal of Sensors, 1-8.

[30] Yamak, B., Yagci, Z., Bilgilioglu, B. B. ve Comert, R. (2019) Kentleşmenin Arazi Yüzey Sıcaklığına Etkisinin Araştırılması, Bursa İli Örneği, https://www.researchgate.net/publication/333758700, Konferans Bildirisi, TUFUAB 2019, 189-195.

Simulation of a dust transport event in Istanbul through a regional climate model

[*1]Serdar Uğurdoğan, [*1]S. Levent Kuzu, [1]Elif Yavuz, [1]Arslan Saral

[1]Yildiz Technical University, Civil Engineering Faculty, Environmental Engineering Department, Turkey

Abstract

Dust transport from arid zones can influence urban air quality and have an impact on climate variables. In this study, we simulated a dust incursion from Saharan Desert to Istanbul. The dust transport occurred on March 22, 2018. At first, the transport pattern was simulated using a regional climate model. The model is RegCM, which is developed by The Abdus Salam, International Centre for Theoretical Physics. The study domain was selected to include both dust source and receptor locations. Community land model version 4.5 was used to define surface-climate interactions. Although burden was highest at March 22 18:00, the highest ground-level concentration was at March 23 12:00. This was related to development of planetary boundary layer. Dust was settled after mixing height was elevated at a huge extent.

Key Words: *Dust transport, regional climate model, particulate matter burden, planetary boundary layer height*

1. Introduction

Atmospheric constituents have impact on warming or cooling of the global temperatures and this issue is depicted in IPCC's report [1]. Ambient particulate matter has strong influence on climatic parameters. It can alter the absorption, scattering, radiative forcing of the atmosphere [2]. Dust from some desert areas are transported through natural mechanisms from time to time. Being located to the North of African Continent, Istanbul is sometimes exposed to dust incursion [3, 4, 5]. It was stated in a model study that dust transport from Saharan Desert is expected to be increased in the next years [6]. Such a case indicates that increasing effects due to dust transport can be observed in the next decades. Those incidences not only influences radiative forcing but also have an impact on human health. Therefore, determining the future dust events can be helpful in understanding the climate variations. In the past years, dust module was included to regional climate models, which is used to downscale global circulation models [7]. A dust transport event was studied in detailed in Istanbul before by Agacayak et al. [6]. It included transport patterns, concentration, and radiative forcing effects of particles. However, there is not much study related to dust transport in our study area. This is a crucial deficiency for Istanbul because dust transport

*Corresponding author: Address: Yildiz Technical University, Civil Engineering Faculty, Environmental Engineering Department, Turkey. E-mail address: skuzu@yildiz.edu.tr, Phone: +902123835378

usually occurs in spring seasons. This study aims to simulate a dust transport event using a regional climate model and determine diurnal changes of dust concentrations.

2. Materials and Method

In this study, we employed RegCM simulations when a dust incursion was observed in Istanbul. The dust transport event was captured by a satellite of NASA and shown in Figure 1.

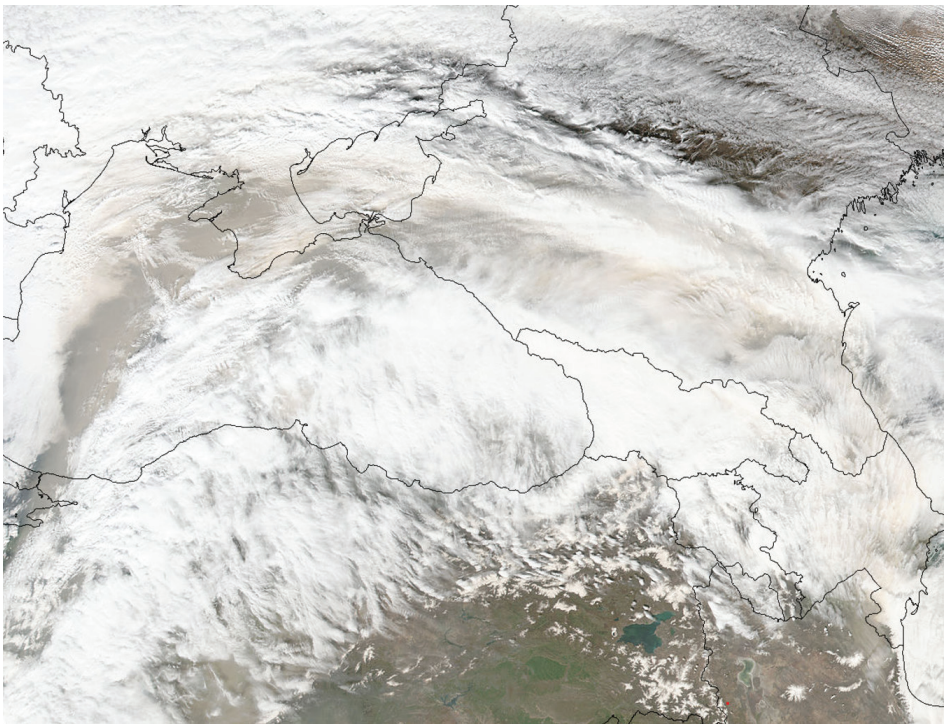


Figure 1. View of the dust transport on March 22nd, 2018

It is clear that Istanbul is the on the pathway of the transport. After determining the exact date, study domain was selected. It was selected according to saltation area and the receptor location in concern. Therefore our domain included Northern Africa, Middle and Eastern Europe, and Ukraine. The domain along with the terrain elevations are shown in Figure 2.

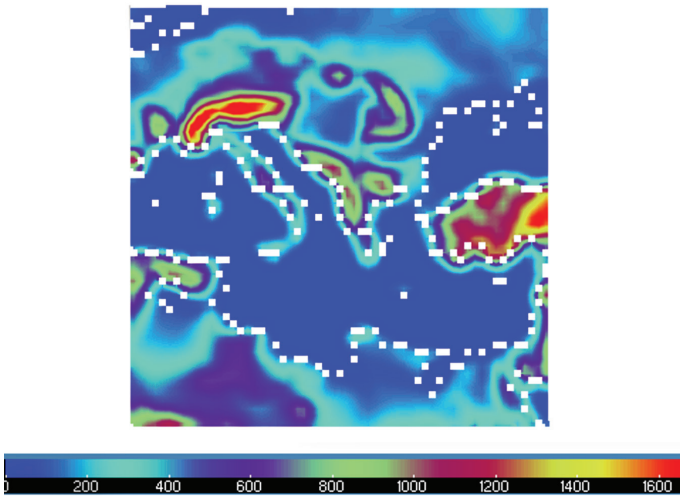
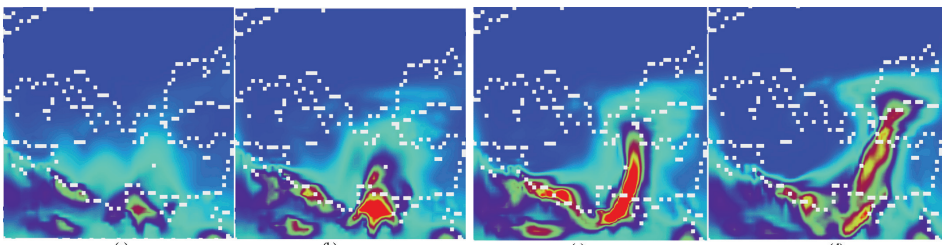


Figure 2. Study domain with terrain elevations in meters

CLM4.5, which was developed by National Center of Atmospheric Research (NCAR) as part of the Community Climate System Model (CCSM) [8], was enabled as land surface model. It includes five probable snow layers, ten heterogeneously distributed soil layers [9]. The RegCM has option to run at both hydrodynamic and hydrostatic schemes. In this study, hydrostatic option was selected. The extents of each grid was 50 km. The model was executed for 18 sigma levels. The top pressure was 5 hPa. Globdatparam namelist is used by sea surface temperature (SST) and initial condition boundary condition (ICBC) programs. The selected parameters were as follows: boundary condition interval 6 hours, SST was IO_WK, global analysis datasets was GFDL RCP4.5, run time was between 22 March 2018 and 23 March 2018, lateral boundary condition scheme was relaxation, boundary layer scheme was Holtslag PBL [10], moisture scheme was explicit moisture [11], ocean flux scheme was according to Zeng et al [12], the scenario was RCP4.5. The activated chemistry namelist parameter was DUST which included 4 size bins. Those bins are 0.01-1, 1-2.5, 2.5-5, 5-20 μm [13].

3. Results

The simulation of the dust transport was executed for 48 hours. Dust burden was shown in Figure 3.



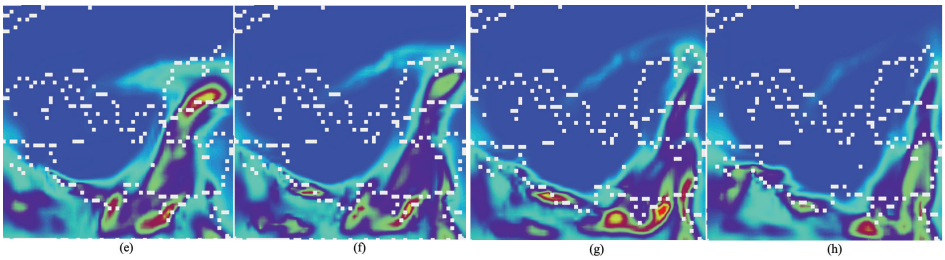


Figure 3. Dust burden in mg/m2 a) 22 March 00:00 b) 22 March 06:00 c) 22 March 12:00 d) 22 March 18:00 e) 23 March 00:00 f) 23 March 06:00 g) 23 March 12:00 h) 23 March 18:00

The red colour shows the highest burden whereas it decreases towards blue colour. The dust eroded from Libya and reached Istanbul at 22 March 18:00. The burden values calculated for Istanbul is given in Figure 4.

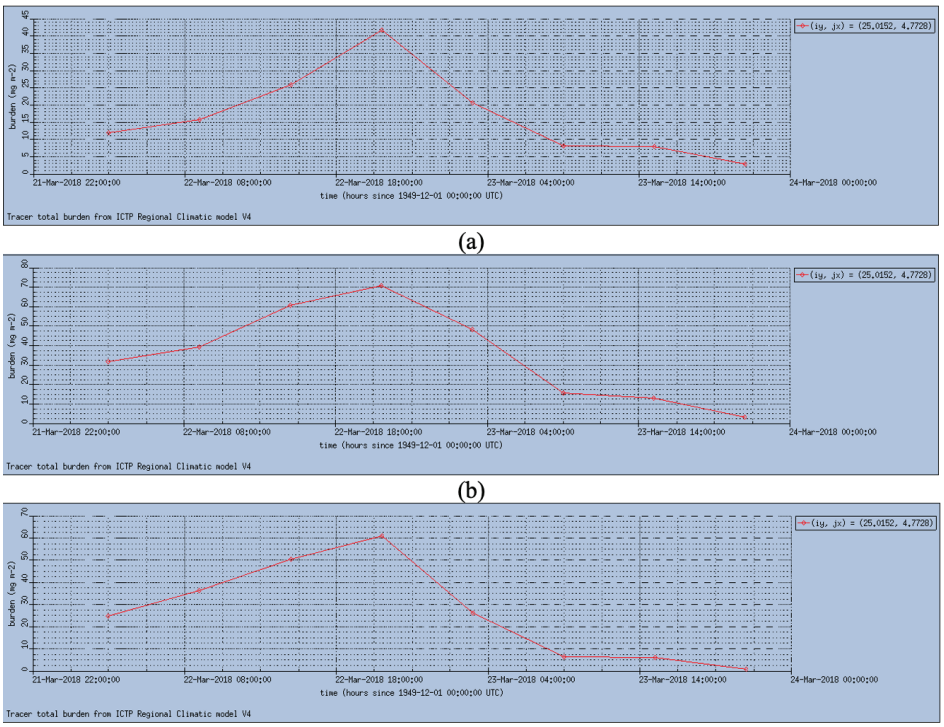
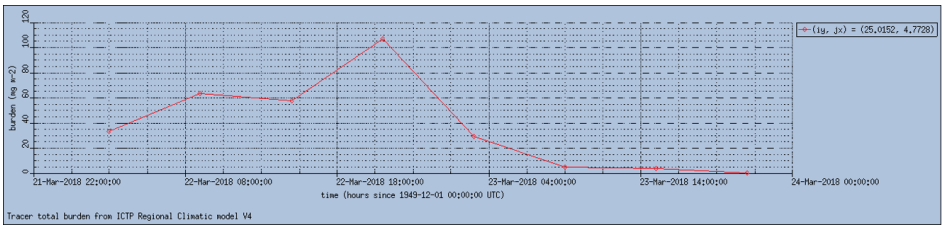


Figure 4. Dust burden variation in Istanbul (a) 0.01-1 µm (b) 1-2.5 µm (c) 2.5-5 µm (d) 5-20 µm

The highest burden values for each bin was 42, 70, 61, and 105 mg/m2. The highest burden was calculated for 5-20 µm dust size bin. Since it is not alone enough to calculate concentration, we extracted planetary boundary layer height from calculated outputs. The layer height variation is shown in Figure 5.



(d)

Figure 5. Atmospheric boundary layer variation

The boundary layer height was between 500 and 2400 m. It was 700 m at 22 March 18:00, when the highest concentration was calculated. In this case, it makes a concentration of 397µg/m3 if the dust is evenly distributed within the boundary layer. In order to compare our data, we took air quality measurement records from Istanbul Metropolitan Municipality. The average PM10 concentration within the Marmara region was 17±12µg/m3 for 22 March 18:00. But this was not the highest value for the concentrations. The highest value was 77±32µg/m3at 23 March 12:00. This difference can be attributed to i) differences in size particles between measurement and simulation, ii) variation in the planetary boundary layer, and iii) retardence until dry deposition.

4. Discussion

The transport pattern of dust incursion usually occurs at heights above 1,000 m [3]. Figure 5 clearly shows us that there was a critical increase in the boundary layer height after 23 March 00:00. It indicates that the transport before that time is above boundary layer height, which is so called free troposphere. These dusts probably carried with advection instead of being settled. After the rise of the mixing layer, dusts started to settle and higher ground-level concentrations were observed.

Conclusions

This study focuses on a dust transport event from North Africa to Istanbul. The effect of increased dust concentration is documented well in the literature. Therefore, understanding of the dust transport process is crucial in estimating the possible effects of particulate matter. This also will make it possible to distinguish anthropogenic and natural sources of ambient particulate matter. In this preliminary study, the simulation of the dust was well matched with the satellite retrieval.

Acknowledgements

The authors acknowledge The Abdus Salam, International Centre for Theoretical Physics for distributing RegCM model and sharing related climate data files through their website.

References

[1] IPCC, Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA; 2013

[2] Daniel DJ. Introduction to Atmospheric Chemistry. 1st ed. New Jersey, Princeton; 1999.

[3] Kuzu SL, Saral A, Demir S, Summak, G, Demir G. A detailed investigation of ambient aerosol composition and size distribution in an urban atmosphere. Environ Sci Pol Res 2013; 20: 2556–68.

[4] Kuzu SL. Compositional Variation of PCBs, PAHs, andOCPs at Gas Phase and Size Segregated ParticlePhase during Dust Incursion from the Saharan Desertin the Northwestern Anatolian Peninsula. AdvMeteorol 2016; 7153286, 1–12.

[5] Flores RM, Kaya N, Eşer Ö, Saltan Ş. The effect of mineral dust transport on PM10 concentrations and physicalproperties in Istanbul during 2007–2014. 2017; 197: 342–55.

[6] Agacayak T, Kindap T, Unal A, Pozzoli L, Mallet M, Solmon F. A case study for Saharan dust transport over Turkey viaRegCM4.1 model. Atmos Res 2015; 153: 392–403.

[7] Zakey AS, Solmon F, Giorgi F. Implementation and testing of a desert dust module in a regional
climate model. AtmosChem Phys 2006; 6: 4687–704.

[8] Oleson KW, Lawrence DM, Bonan GB, Flanner MG, Kluzek E, Lawrence PJvd. Technical description of version 4.5 of the Community Land Model (CLM). 2010, NCAR Tech. Notes (NCAR/TN-478+ STR).

[9] Elguindi N, Bi X, Giorgi F, Nagarajan B, Pal J, Solmon F, vd. Regional climate model RegCM: reference manual version 4.5. 2014, Abdus Salam ICTP, Trieste, 33.

[10] Holtslag AAM, De Bruijn EIF, Pan HL. A high resolution air mass transformation model for short-range weather forecasting. 1990, Monthly Weather Review; 118(8): 1561–75.

[11] Pal JS, Small EE, Eltahir EAB. Simulation of regional-scale water andenergy budgets: Representation of subgrid cloud and precipitationprocesses within RegCM. 2000, J. Geophys. Res. Atmos; 105 (D24) 29: 579–594.

[12] Zeng X, Zhao M, Dickinson RE.Intercomparison of bulk aerodynamic algorithms for the computation of sea surface fluxes using TOGA COARE and TAO data. 1998, J Clim; 11(10): 2628–2644.

[13] Zakey AS, Solmon F, Giorgi F. Implementationand testing of a desertdust module in a regionalclimate model. 2006, Atmos. Chem. Phys.; 6: 4687–4704.

Kentsel Isı Adası Etkisinin Yapısal ve Bitkisel Alanlarda İncelenmesi: Kadıköy İlçesi Örneği

[*1]Özge Parsova, [2]Kamil Erkan[*] ,[2]Mete Tayanç

[1]Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Bilimleri ABD. Marmara Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

[2]Çevre Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Marmara Üniversitesi, Istanbul, Türkiye

Özet

Kent ısı adası etkisi, kent alanlarındaki doğal vejetasyonun kaldırımlar, binalar ve diğer yapılar ile yer değiştirmesi sonucu oluşan sıcaklık artışıdır. Çalışma kapsamında, İstanbul ilinin, en fazla nüfusa sahip olan ilçelerinden biri olan "Kadıköy" ilçesi sahip olduğu bitkisel ve yapısal alan mevcudiyeti bakımından incelenmiştir. Çalışma kapsamında ASTER termal infrared (TIR) bandı global emisivite very setinden (GED) elde edilen emisivite endeksi ve normalize edilmiş bitkisel endeks farkı (NDVI) 2000-2008 yılları arasındaki ortalama verileri kullanılarak ilçenin bitkisel ve yapısal yoğunluklar arasındaki farklılıklar incelenmiştir. İlçede bitkisel alanların hakim olduğu bölgeler çalışma alanı olarak belirlenmiştir. Bu kapsamla ilçede bulunan: Göztepe Özgürlük Parkı, Marmara Üniversitesi Göztepe Kampüsü, Göztepe 60. Yıl Parkı ve Erenköy Eğitim ve Araştırma Hastanesi 4 farklı çalışma alanı olarak belirlenmiştir. Emisivite uzamsal çözünürlüğü 90m kullanılarak seçilen alanlara ait tarihsel uydu fotoğrafları Google Earth yazılımı kullanılarak karşılaştırılmıştır.

Kentsel ısı adası etkisi oluşumunda bitkisel ve yapısal alanların incelendiği araştırma sonucunda bitkisel alanların, özellikle geniş taçlı ve ibreli ağaçların bulunduğu alanların beton yüzeylere oranla daha yüksek emisivite değeri gösterdiği saptanmıştır. Bir alanda bulunan yapısal alanların emisivite değerini düşürdüğü, otsu alanların ise yapısal alanlara göre daha fazla emisivite değeri göstermesine karşın alan içerisinde beraber kullanımlarında emisivite değerinin farklılık gösterdiği saptanmıştır. Ağaçlık alanların ise otsu alanlara göre daha fazla emisivite değeri gösterdikleri tespit edilmiştir. Kadıköy ilçesi örnek seçilerek yapılan bu çalışma sonuçlarına göre şehirlerde yeşil alanlar, ve özellikle ağaçlık alanlar, daha fazla emisiviteye sahip olmaları nedeniyle şehir ısı adası etkisini azaltıcı etkiye sahiptir.

Anahtar Kelimeler: *kentsel ısı adaları, bitkisel alan, yapısal alan, emisivite, sıcaklık*

Abstract

Assessment of Urban Heat Island Effect in Structural and Plant Areas: Example of Kadıköy District

The urban heat island effect is the temperature increase that occurs as a result of the replacement of natural vegetation in urban areas with pavements, buildings and other structures. Within the scope of the study, the district of "Kadıköy", which is one of the most populated districts of Istanbul Province, was examined in terms of the presence of vegetative and structural areas. Within the scope of the study, the effect of vegetative and structural areas was examined by using the average emissivity index and normalized difference vegetatition index (NDVI) data between 2000 and 2008 from ASTER thermal infrared (TIR) global emissitivity dataset (GED). In this context, Göztepe Freedom Park, Marmara University Göztepe Campus, Göztepe 60. Yıl

*Corresponding author. Email address: kamil.erkan@marmara.edu.tr

Park and Erenköy Training and Research Hospital are determined as 4 different study areas in the district. Using an emissivity spatial resolution of 90m, historical satellite photographs of selected areas were compared by Google Earth software.

As a result of the study examining the vegetative and structural areas in the formation of the urban heat island effect, it was determined that the vegetative areas, especially the areas with broad-crowned and coniferous trees, showed higher emissivity values than concrete surfaces. It has been determined that the structural areas reduce the emissivity value. Although the herbaceous areas show more emissivity than the structural areas, the emissivity value differs when used together in the area. It has been determined that wooded areas show more emissivity values than grassy areas. According to the results of this study conducted by choosing a sample from Kadıköy district, the green areas in cities, especially wooded areas, have a reducing effect on the urban heat islands because of their higher emissivity.

Key words: *urban heat islands, vegetative areas, structural areas, emissivity, temperature*

1. Giriş

İnsanlığın göçebe yaşam biçiminden yerleşik yaşam biçimine geçmesiyle birlikte Dünya'nın kaynaklarını kullanmaya başlanması, tarım ve hayvancılığın yaşam biçimine dönüşmüş, bu durum yerleşim birimlerinin oluşmasındaki temel rol oynamıştır. Zamanla artan nüfus yerleşim birimlerinin de artmasına, barındırdığı nüfusa göre değişik isimler almasına yol açmıştır. Sözlük anlamı olarak "nüfusun büyük bölümünün ekonomik faaliyet alanı olarak ticaret, sanayi, yönetim ve hizmetle ilgili işlerle geçimini sağladığı, toplumsal ve kültürel bir örgütlenmenin olduğu yerleşim alanı' şeklinde ifade edilen "Kent" kavramı da bu yerleşim alanlarına verilen isimlerden biridir [1].

Avrupa'da 18. ve 19. YY.larda ortaya çıkan "Sanayi Devrimi" ya da "Endüstri Devrimi" ile birlikte hızla gelişen teknoloji insanların yeni barınma alanları olan binaları ve kentleri de etkilemiştir. Kırsal alanlarda yaşayan insan nüfusu her geçen gün azalırken, kentlerde; özellikle büyük kentlerde nüfus her geçen gün hızla artmaktadır. Günümüzde kentlerdeki bu nüfus artışı, ekonomik, sosyal ve çevresel sorunları da beraberinde getirmektedir. Bu bağlamda büyük kentlerde sıklıkla görülen olumsuz mikroklimatik koşullar önemli bir çevresel sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Kentte insan aktivitelerinin artması, kent dokusunun morfolojik yapısının değişmesi ve bitkisel yüzeylerin azalıp sert yüzeylerin artması, olumsuz mikroklimatik koşulların oluşumuna zemin hazırlamaktadır. Özellikle büyük kentlerde görülen en büyük sorunlardan bir tanesi de hava sıcaklığında oluşan normalin üzerindeki artıştır.

Kentler bulundukları doğal ortamı değişikliğe uğratarak yeni çevresel koşullar meydana getirirler. İnsanlar tarafından üretilmiş kendine özgü ekolojik ve atmosferik koşulları içlerinde barındırırlar.Yapılan araştırmalar doğrultusunda,

yapısal alanların yoğun olduğu yerlerdeki sıcaklık ile doğal bitki örtüsünün hakim olduğu yerlerde oluşan sıcaklık arasında farklılıklar olduğu gözlemlenmektedir [2]. Yerkürenin güneşten aldığı enerji ve ısı miktarı mekanın özelliklerine göre değişiklik gösterir. Koyu renk topraklar, beton ve asfalt alanlar çok daha fazla ısıyı tutar. Bitkisel örtü gelen ısıyı soğurabilir. Bitkiler bu amaçla üç göreve sahiptirler: Evapotranspirasyon, gölgeleme ve ısı depolama [3].

Evopotranspirasyon, bitkilerin buharlaşma yoluyla havadan nemi alıp soğutarak tekrar atomosfere geri vermesi anlamına gelmektedir [3]. Bu sayede bitkisel alanlar sıcaklıklar arasındaki dengeyi sağlama özelliğine sahiptirler.

Kentin geometrik yapısı, kentsel ısı adası etkisinin oluşumunu etkilemektedir. Bu oluşum çoğunlukla gece meydana gelmektedir. Kış aylarında olumlu olabilirken yaz dönemlerinde istenmeyen sıcaklık artışlarına neden olmaktadır. Yaz mevsiminde bitkisel bir alanda oluşan sıcaklık ,açık bir alana göre 4-5 C daha düşük, kışın ise 1 C daha fazladır [4].

Kentlerin kontrolsüz gelişimine bağlı olarak artan sera gazı salınımları, yapısal yoğunluğun aşırı artması ve çevreye olan tahribatın artması, sağlıksız hayat şartlarını oluşturmaktadır. Ormanlık ve yeşil alanların yok olması ve yerini hızlı betonlaşmanın alması hava sıcaklıkları arasındaki dengesizliklere neden olmaktadır. Kentler iklim değişimine, iklim değişimi de kentlere etki etmektedir. Bu kısır döngü içerisinde insan, sağlıksız yaşam koşulları ile sürekli baskı altında kalmaktadır. Hızlı tüketim ve kentleşmenin artışıyla birlikte değişime uğrayan kent iklimi, küresel iklim değişiminin de etkileriyle birlikte insanın konfor ihtiyaç duyduğu konfor zonundan ulaşmaktadır [5].

Kent merkezlerinde tahribata uğramış olan bitki örtüsü dokusu, geçirimsiz yüzeyler ve koyu renk yüzeylerin artışı, ısı emilimini arttırarak, bu ısınmayı daha arttırıcı etkiye neden olmaktadır [6].

Çalışma kapsamında, Türkiye'nin en yüksek nüfusa sahip ve gelişmiş ili olan İstanbul'un, en fazla nüfusa sahip olan ilçelerinden biri olan "Kadıköy" ilçesi sahip olduğu bitkisel ve yapısal alan mevcudiyeti bakımından incelenmiştir. İlçenin geçmiş ve şuanki vejetatif ve yapısal durumu, elde edilen periyodik sıcaklık verileriyle karşılaştırılmıştır. Çalışma kapsamında ilçe temel alınarak bitkisel ve yapısal alanların yüzey sıcaklığına olan etkisi saptanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışma kapsamında İstanbul İli Kadıköy ilçesi çalışma alanı olarak belirlenmiş

ilçenin 2000-2008 yılları arasındaki emisyon ve bitkisel endeks verileri ortalamaları kullanılarak bitkisel ve yapısal yoğunluklar arasındaki sıcaklık farklılıkları incelenmiştir.

2.1. Teori/hesaplama

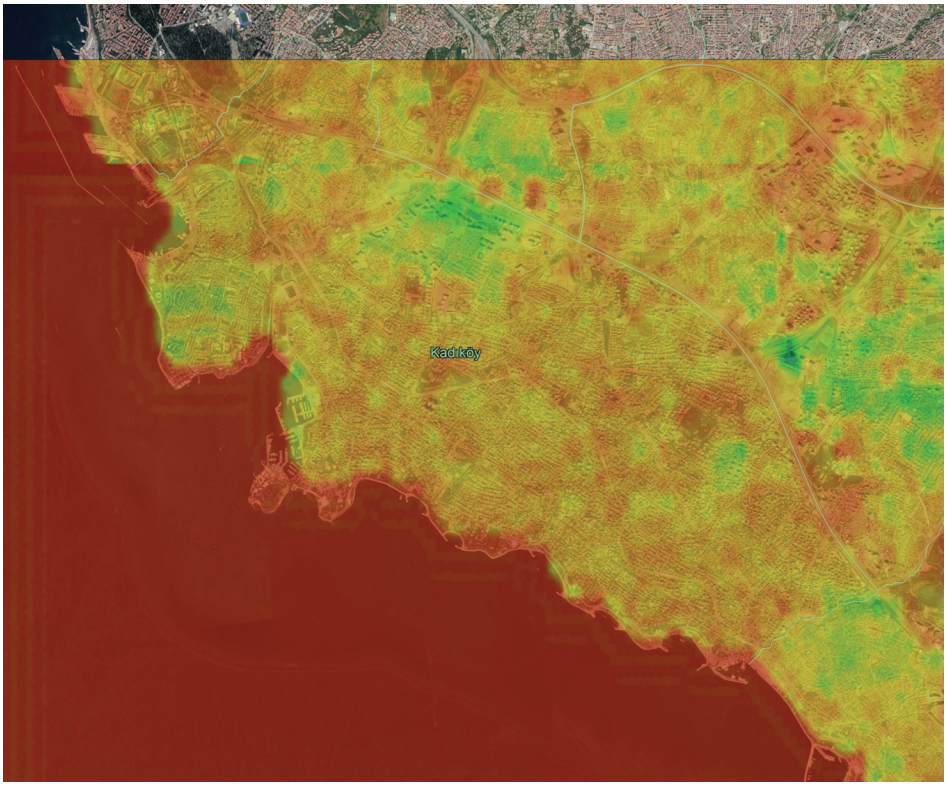
Dünya, 8 ile 12 μm arasındaki dalga boylarında termal kızılötesi radyasyon (TIR) yaymaktadır. Normalde göremediğimiz bu enerjiyi özellikle sıcak yüzeyde hissedebilmekteyiz. Yayılan radyant enerjinin gücü; yüzey sıcaklığına ve yüzeyin belirli bir dalga boyunda ne kadar etkili bir şekilde radyasyon yayabildiğine bağlıdır. Bu durum yüzeyin "emisivitesi" yani yüzeyin "salım gücü" olarak adlandırılır [7]. Bir cismin ışıma salım gücünün, aynı sıcaklıktaki kusursuz birkaç cismin salım gücüne oranına "emisivite" denilmektedir [8].

Emisivite, yüzeyin kendine özgü bir özelliğidir. Meteorolojik koşullar ve güneş ışınlarının yoğunluğunun yanı sıra yüzeyin bileşim özelliğine bağlıdır. Birimi yoktur. Emisivite, dalga boyuna bağlı olarak yaklaşık 0.6 ile 1.0 arasında bir değer almaktadır [7]. Bitkisel alanlar, sulak alanlar ve buzul alanlar 0.95 ve üzerinde yüksek TIR dalga boyu emisyonuna sahip alanlardır [7].

Bu çalışmada kullanılan ASTER GED veri seti 2000-2008 yılları arasındaki toplanan (yaklaşık her 16 gün) milyonlarca kızılötesi görüntüsü arasından bulutsuz günlere ait olanlar seçilerek farklı alanlara ait görüntülerden mozayik oluşturularak 2000 ve 2008 yılları arasına ait ortalama emisivite değerleir 90m uzamsal çözünürlükle hesaplanmıştır. Verilerin işlenmesine ait bilgiler Hulley v.d. [7,10] tarafından detaylı olarak açıklanmıştır. Bu çalışma kapsamında kullanılan global emisivite veri seti (GED) son kullanıcıya hazır olarak sunulmuştur (Level 1). Emisivite verileri baz alınarak üretilen global NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) endeksi hesaplamasında kullanılan formüller [7,9,10] tarafından tanımlanmış olup yine 2000-2008 ortalaması alınarak son kullancıya hazır hale getirilmiştir. Bu veriler EARTHDATA veri tabanında (earthdata.nasa.gov) 1°x1° granüller olarak ücretsiz erişime açıktır. Bu veri setindeki emisivite değerleri kolaylık olması için 1000 ile çarpılmış olarak kullanıcıya sunulmuştur. AsterGED'deki bilimsel veri ürünleri, bir arazi, sulak alan, enlem, boylam ve yeniden ölçeklendirilmiş olan tüm ASTER verileri de dahil diğer yardımcı ürünlere ek olarak 90 m'de emisivite, yüzey sıcaklığı ve bitki örtüsü endeksinin (NDVI) ortalama ve standart sapmasını içermektedir [12].

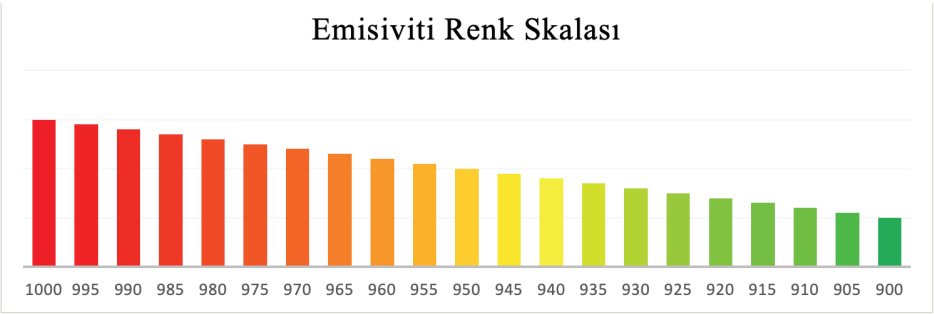
Çalışma kapsamında yukarıda bahsedilen veri tabanından Kadıköy ilçesine ait veri seti (.h5 uzantılı) indirildikten sonra MATLAB yazılımı "h5read" fonksiyonu kullanılarak bu veriler XYZ formatına dönüştürülmüştür. Daha sonra

SURFER yazılımı kullanılarak bu veriler Google Earth ortamına taşınmıştır. Böylece emisivite dağılımı ile yüzey kullanımını karşılaştımak mümkün olmuştur. Kadıköy ilçesi için üretilen emisivite ve NDVI haritaları Şekil 1 ve Şekil 3'te gösterilmiştir. Uzamsal çözünürlüğün 90m olması nedeniyle emisivite ve uydu görüntülerinin koordinatlarının uyuşması büyük önem taşımaktadır. Kullanılan her iki (yani ASTER GED verisi ve Google Earth uydu fotoğrafları) veri setinde WGS84 datumunu referans aldığından herhangi bir uyuşmazlık söz konusu olmamıştır. Bunu test etmek için NDVI çözümleri ile uydu fortoğraflarındaki bitkisel alanları karşılaştırmak yeterlidir. Örneğin, Karaca Ahmet Mezarlığı'nın Kadıköy'deki kısmı incelendiğinde (Şekil 2'de kutu içinde gösterilmiştir) NDVI çözümü ile gerçek ağaçlık alan sınırı bire bir örtüşmektedir.



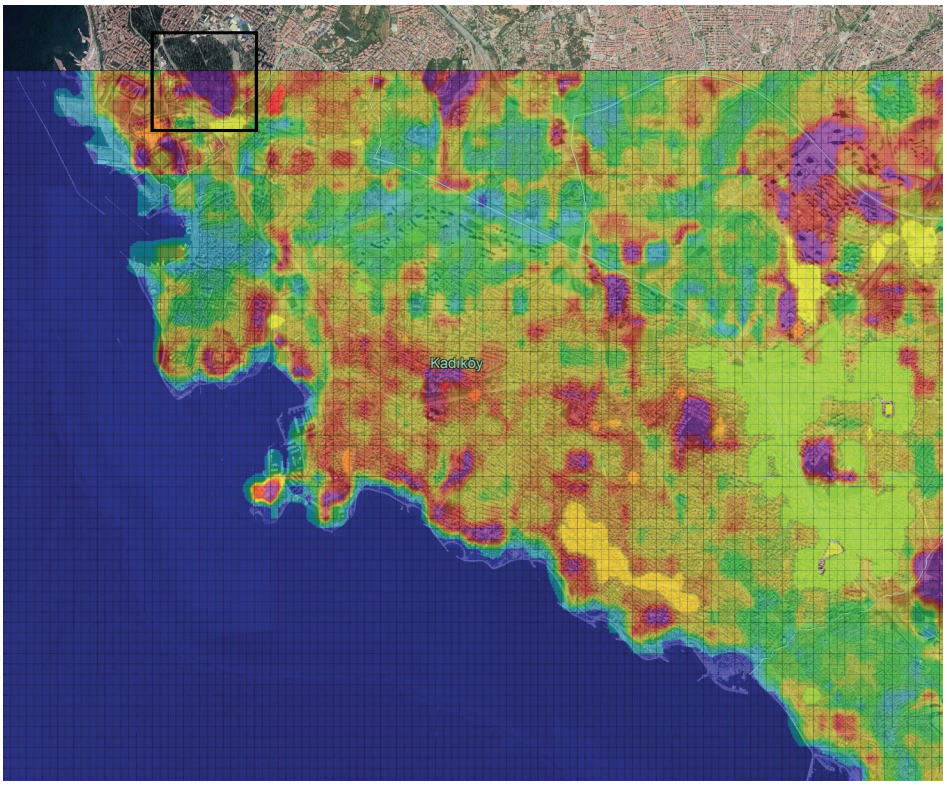
Şekil 1. Kadıköy Emisivite Haritası [11]

Şekil 1'de gösterilen ve araştırma kapsamında kullanılan emisivite haritası Kadıköy ilçesinin 2000-2008 yılları arasındaki emisivite değerlerinin ortalamasını göstermektedir. Google Earth yazılımı tarihsel uydu fotoğraflarına da erişim imkanı vermektedir. Bu amaçla çalışma alanlarında bu yıllar arasındaki durumu incelenecek ve mevcut durumuna göre bir değişiklik olup olmadığına bakılmıştır.



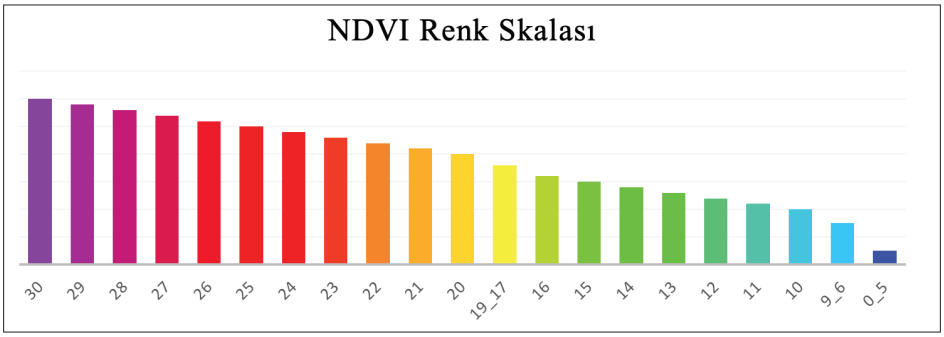
Şekil 2.Emisivite Renk Skalası [11]

Emisivite haritalarında kırmızı renkle gösterilen alanlar en yüksek emisivite değerini gösteren alanlar iken yeşil renkle gösterilen alanlar en düşük emisivite değerini vermektedir. Emisivite haritaları tam olarak hava sıcaklığı verilerini vermemektedirler. Tamamen yüzey sıcaklığını birimsiz olarak vermektedirler. Mevcut hava sıcaklığıyla yüzey sıcaklığı arasında doğru bir oran olduğu göz önünde bulundurulduğunda aynı zaman dilimi (aynı mevsim ve hava sıcaklığında) aynı coğrafi bölgede içerisinde bulunan alanlarda emisivite farklılık gösterebilmektedir. Bu amaçla seçilen çalışma alanlarında "kırmızı" ve "yeşil" noktaların aralarındaki farklılıklar incelenecektir. Emisivite haritaları incelendiğinde kent içerisinde oluşmuş ısı adaları böylelikle tespit edilebilebilmiştir.



Şekil 3.Kadıköy İlçesi NDVI Haritası[11]

NDVI, sadece bitkisel durumu belirten bir referans değildir. Aynı şekilde emisivite kavramı da sadece bitkilerle alakalı değil, başka parametrelere bağlı olarak değişiklik gösterebilen bir olgudur. Şekil 1. ve Şekil 3.'de gösterilen haritalar elimizde var olan, Google Earth verileri ve emisivite haritasıyla çakıştırıldığında elde edilen verilerdir. Haritada da görüldüğü üzere her yeşil alan ya da yapısal alan aynı renkte belirtilmemektedir. Şekil 3.'de gösterilen ve araştırma kapsamında kullanılan NDVI haritası, ilçenin 2000-2008 yılları arasındaki gösterdiği emisivite değerlerinin ortalamasına göre mevcutta bulunan bitkisel endeksi belirtmektedir.



Şekil 4.NDVI Renk Skalası[11]

NDVI haritalarında mor renkle gösterilen alanlar en yoğun bitkisel dokuyu içeren alanlar iken, mavi renkle gösterilen alanlar en düşük bitkisel yoğunluğu göstermektedir. Ancak NDVI haritaları her zaman doğru bilgi verememektedir. Özellikle yüzeyin jeolojik özelliklerinin değişimi sonuçları etkilemektedir [7]. Bu nedenle çalışma doğrultusunda yeşil alan dokusu bakımından eldeki veri belirlenmiş alanların seçiminde etkin rol oynamaktadır. Öte yandan, çalışma alanlarının küçük ölçekli (<1 km2) olması nedeniyle jeolojik farklılıkların etkisi oldukça azdır.

Araştırma doğrultusunda NDVI haritasında mor renkle görünen aynı zamanda uydu haritalarında bitkisel alanların hakim olduğu bölgeler çalışma alanı olarak belirlenmiştir. Bu kapsamla ilçede bulunan 4 çalışma alanı:

1- Göztepe Özgürlük Parkı
2- Marmara Üniversitesi Göztepe Kampüsü
3- Göztepe 60. Yıl Parkı
4- Erenköy Eğitim ve Araştırma Hastanesi

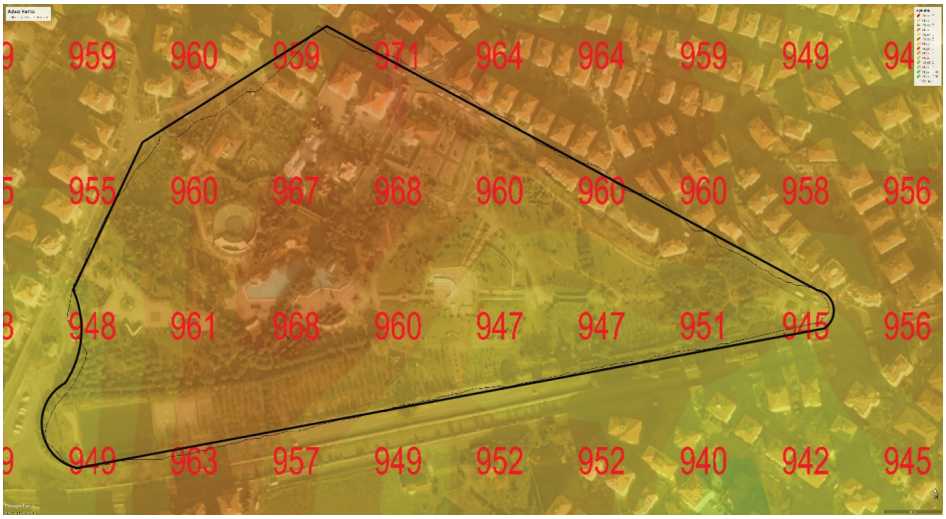
olarak belirlenmiştir.

3. Bulgular

4 numaralı alan en yüksek emisivite değerini vermektedir ve ağaçlık alan oranı en fazla olan alandır. 2. sırada gelen 1 numaralı çalışma alanı ise en fazla

ağaçlık alan yoğunluğunun olduğu 2. alandır. 2 numaralı ve 3 numaralı alanlarda ise otsu alan ve beton yüzeylerin ve binaların varlığı dikkat çekmektedir. Aradaki farklılık alanların strüktüründen dolayı oluşmaktadır. 2 numaralı çalışma alanında bina sayısı daha iken 3 numaralı çalışma alanında bitkisel alan daha fazladır. Ancak alan içerisindeki dağılım oranları doğrultusunda 2 numaralı alandaki bitkisel yoğunluk 3 numaralı bitkisel yoğunluğa oranla daha fazladır. Otsu alanların varlığı söz konusu olduğunda beton alanların bölge içerisinde kapladıkları alan önem teşkil etmektedir.

Çalışma alanlarının incelenmesinde 1 ve 2 numaralı alanların 12 yıllık periyotta alan içerisinde değişim gösterdikleri, 3 ve 4 numaralı alanların ise alan içerisinde herhangi bir değişiklik göstermedikleri saptanmış, bu doğrultuda 1 ve 2 numaralı alanlar için 2007 yılına ait görsel veriler kullanılırken, 3 ve 4 numaralı alanlar için 2019 yılına ait görsel veriler kullanılmıştır.



Şekil 5.Göztepe Özgürlük Parkı Emisivite Değerleri Haritası

3.1. Göztepe Özgürlük Parkı

Çalışma alanı içerisinde en yüksek emisivite değeri gösteren nokta "968" değerini vermekte olup, en düşük emisivite değerini gösteren alan ise "945" değerini göstermektedir. Alanda çok ciddi bir sayısal farklılık görünmemesine karşın sınırlı ve küçük bir alan içerinde "23" gibi bir farklılığın gözlemlenmesi dikkat çekmektedir. Bu amaçla alan tekrar kendi içerisinde 3 ayrı bölüme tekrar bölünmüştür. Google Earth verileri yardımıyla alan bitkisel ve yapısal durumuna göre değerlendirilmiştir. (Şekil 6)



Şekil 6.1 Numaralı Çalışma Alanının Sayısal Verilere Göre Tekrar Bölünmesi

1-1 Numaralı bölgede Google Earth verileriyle incelendiğinde "Binalar, Geniş Taçlı Ağaçlar ve su yüzeyi tespit edilmiştir. Bölge alan içerisinde en yüksek emisivite değerine sahip olan bölgedir.

1-2 numaralı bölgede "Büyük ağaçların ve otsu alanların yoğunluğu tespit edilmiştir. Bina ya da herhangi bir yapısal alan varlığı bulunmamasına karşın alanda açık spor alanı bulunmaktadır.

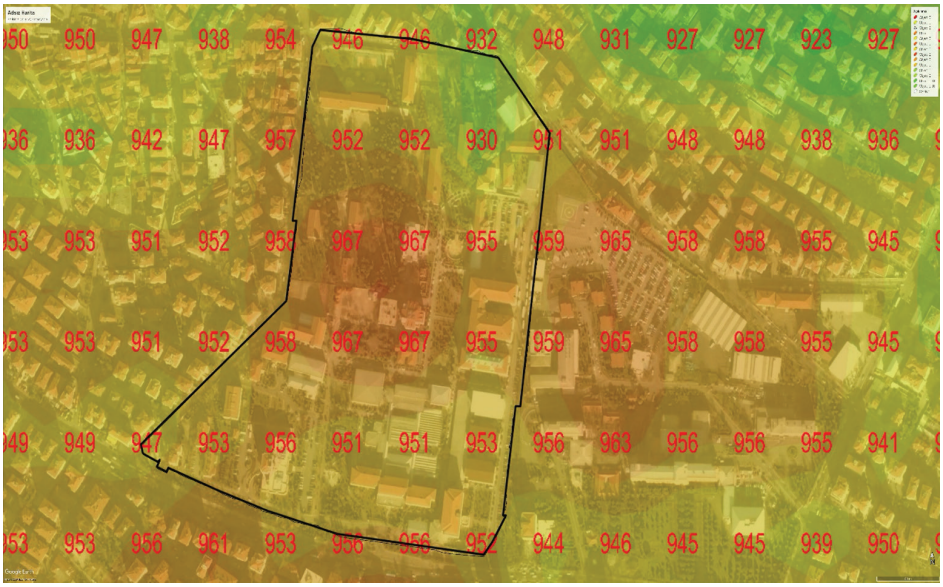
1-3 numaralı bölge ise küçük taçlı ağaçların varlığı ve otsu alan yoğunluğu dikkat çekmektedir. Alan otsu alanların ve beton yüzeylerin geniş yer kapladığı bir durumdadır. Bina varlığı (1-1) numaralı bölgeye oranla daha azdır.

Elde edilen bulgular doğrultusunda 1 numaralı çalışma alanı için ayrılan 3 alt bölgenin ortalama emisivite değerleri Tablo 1.'de gösterilmiştir.

Tablo 1.1 numaralı Çalışma Alanı İçerisindeki Bölgelerin Emisivite Ortalamaları

Bölgeler	Emisivite Ortalamaları
(1)Numaralı Bölge	964,40
(2)Numaralı Bölge	954
(3)Numaralı Bölge	950,75

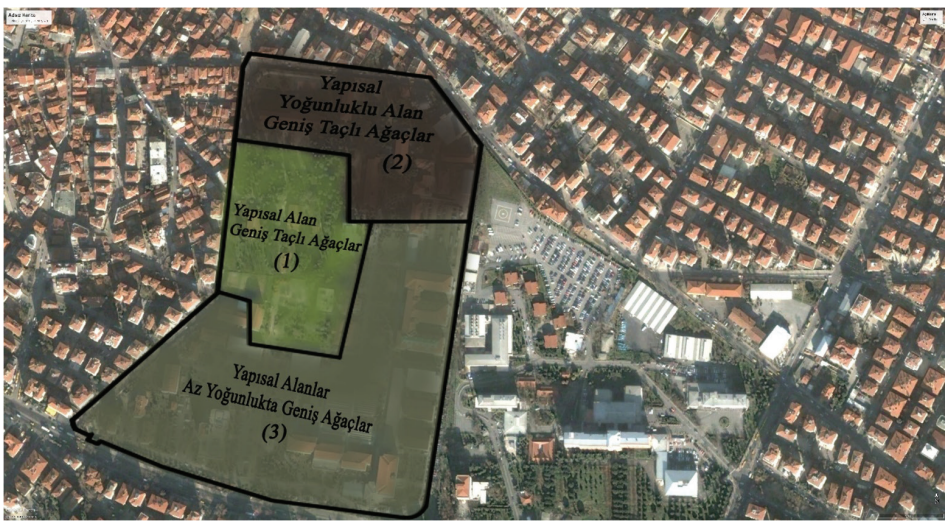
Elde edilen ortalama emisivite değerleri (1)>(2)>(3) olarak tespit edilirken alandaki en yüksek emisivite değerini "968" olarak veren bölgede geniş taçlı ağaçların varlığı belirlenmiştir.Ayrıca belirtilen noktalarda su yüzeyi varlığı tespit edilmiştir. En düşük emisivite değerini "945" olarak veren bölgenin ise az bitkisel yoğunlukta ve beton yüzey barındırdığı ayrıca yapısal alanlara çok yakınlıkta olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 7. Marmara Üniversitesi Emisivite Değerleri Haritası

3.2. Marmara Üniversitesi Göztepe Kampüsü

Çalışma alanı içerisinde en yüksek emisivite değeri gösteren nokta "967" değerini vermekte olup, en düşük emisivite değerini gösteren alan ise "930" değerini göstermektedir. Alandaki sayısal farklılık sınırlı ve küçük bir alan için fazladır. Elde edilen emisivite farkının "37" gibi ciddi bir rakam olması dikkat çektemektedir. Bu amaçla alan tekrar kendi içerisinde 3 ayrı bölüme tekrar bölünmüştür. Google Earth verileri yardımıyla alan bitkisel ve yapısal durumuna göre değerlendirilmiştir. (Şekil 8)



Şekil 8. 2 Numaralı Çalışma Alanının Sayısal Verilere Göre Tekrar Bölün

2-1 Numaralı bölgede Google Earth verileriyle incelendiğinde "Yapısal Alan (Binalar), Geniş Taçlı Ağaçlar tespit edilmiştir. Bölge alan içerisinde en yüksek emisivite değerine sahip olan bölgedir.

2-2 numaralı bölgede geniş taçlı ağaçların varlığı bulunmasına karşın "yapısal alan yoğunluğunun" çok fazla olduğu gözlemlenmiştir. Alan içerisinde en düşük emisivite değerleri bu bölgede bulunmaktadır.

2-3 numaralı bölge ise ,Geniş taçlı ağaçların varlığı ve yapısal alanlar (binalar) dikkat çekmektedir. Alanda otsu alanlar ve beton yüzeyler (asfalt yüzeyler) bulunduğu belirlenmiştir. Bina varlığı (2-1) numaralı bölgeye oranla daha fazladır.

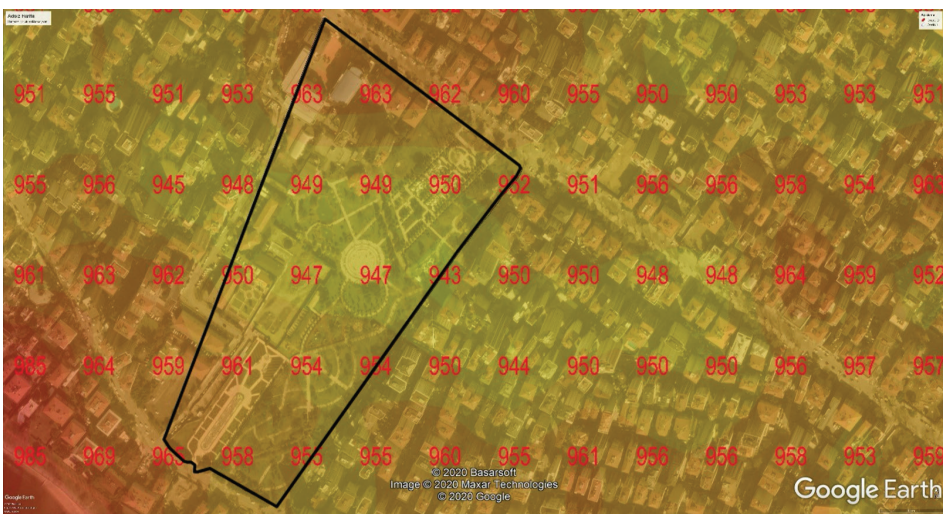
2-3 numaralı bölge 2-1 numaralı bölgeye göre daha geniş bir alan olmakla beraber bitkisel ve yapısal yoğunluğu alansal olarak fazladır. Ancak 2-1 numaralı bölgede bina varlığı ve bitkisel alan oranı birbirine daha yakındır.

Elde edilen bulgular doğrultusunda 2 numaralı çalışma alanı için ayrılan 3 alt bölgenin ortalama emisivite değerleri Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 4.2. 2 numaralı Çalışma Alanı İçerisindeki Bölgelerin Emisivite Ortalamaları

Bölgeler	Emisivite Ortalamaları
2-1 Numaralı Bölge	967
2-2 Numaralı Bölge	944,75
2-3 Numaralı Bölge	953,20

Elde edilen ortalama emisivite değerleri (1)>(3)>(2) olarak tespit edilirken alandaki en yüksek emisivite değerini "967" olarak veren bölgede geniş taçlı ağaçların varlığı belirlenmiştir.Ayrıca belirtilen noktalarda yapısal alan varlığı (binalar) tespit edilmiştir. En düşük emisivite değerini "930" olarak veren bölgenin ise bitkisel dokunun hiç bulunmadığı tamamen yapısal alanlardan (binalar) oluşan bir konumda olduğu belirlenmiştir.



Şekil 9. Göztepe 60. Yıl Haritası Emisivite Değerleri Haritası

3.3. Göztepe 60. Yıl Parkı

Çalışma alanı içerisinde en yüksek emisivite değeri gösteren nokta "963" değerini vermekte olup, en düşük emisivite değerini gösteren alan ise "943" değerini göstermektedir. Alandaki sayısal farklılık diğer alanlarla kıyaslanınca daha azdır. Elde edilen emisivite farkının "20" olması ve alanın dokusunun diğer 2 çalışma alanına göre daha sade olması dikkat çekmektedir. Bu amaçla alan diğer 2 çalışma alanında olduğu gibi tekrar kendi içerisinde 3 ayrı bölüme tekrar bölünmüştür. Google Earth verileri yardımıyla alan bitkisel ve yapısal durumuna göre değerlendirilmiştir. (Şekil 10)



Şekil 10. 3 Numaralı Çalışma Alanının Sayısal Verilere Göre Tekrar Bölünmesitası

3-1 Numaralı bölgede Google Earth verileriyle incelendiğinde "Yapısal Alan (Binalar) yoğunluğu, Geniş Taçlı Ağaçlar tespit edilmiştir. Bölge alan içerisinde en yüksek emisivite değerine sahip olan bölgedir.

3-2 numaralı bölgede "Yapısal alan yoğunluğunun" çok fazla olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca alanda otsu alan varlığı da dikkat çekmektedir. Alan içerisinde en düşük emisivite ortalama değeri bu bölgeye aittir.

3-3 numaralı bölge ise, alanın büyük bölümünü kaplamaktadır. Otsu alan yoğunluğu göze çarpmaktadır. Ağaçlar ve geniş beton yüzeyler de dikkat çekmektedir. Emisivite değerlerinin en fazla değişiklik gösterdiği bölgedir. Ortalama değer olarak 2 numaralı bölgeden daha yüksek bir emisivite ortalamasına sahip olmasına karşın en düşük emisivite değerini veren nokta bu bölgededir.

Elde edilen bulgular doğrultusunda 3 numaralı çalışma alanı için ayrılan 3 alt bölgenin ortalama emisivite değerleri Tablo 3'de gösterilmiştir.

Tablo 3.3 numaralı Çalışma Alanı İçerisindeki Bölgelerin Emisivite Ortalamaları

Bölgeler	Emisivite Ortalamaları
3-1 Numaralı Bölge	956
3-2 Numaralı Bölge	948,5
3-3 Numaralı Bölge	954,4

Elde edilen ortalama emisivite değerleri (1)>(3)>(2) olarak tespit edilirken alandaki en yüksek emisivite değerini "963" olarak veren bölgede geniş taçlı ağaçların varlığı belirlenmiştir.Ayrıca belirtilen noktalarda yapısal alan varlığı (binalar) tespit edilmiştir. En düşük emisivite değerini "943" olarak veren bölgenin ise bitkisel dokunun otsu alandan meydana geldiği tespit edilmiştir. Ayrıca noktanın bulunduğu alanda asfalt yüzey varlığı göze çarpmaktadır.

3.4. Erenköy Eğitim ve Araştırma Hastanesi

Çalışma alanı içerisinde en yüksek emisivite değeri gösteren nokta "970" değerini vermekte olup, en düşük emisivite değerini gösteren alan ise "954" değerini göstermektedir. Alandaki sayısal farklılık diğer alanlarla kıyaslanınca oldukça azdır. Elde edilen emisivite farkı "17" olmakla beraber diğer 3 çalışma alanına göre oldukça yoğun bitkisel alan barındırmaktadır. Bu amaçla alan diğer 3 çalışma alanında olduğu gibi tekrar kendi içerisinde 3 ayrı bölüme tekrar bölünmüştür. Google Earth verileri yardımıyla alan bitkisel ve yapısal durumuna göre değerlendirilmiştir. (Şekil 12)



Şekil 12. 4 Numaralı Çalışma Alanının Sayısal Verilere Göre Tekrar Bölünmesi

4-1 Numaralı bölgede Google Earth verileriyle incelendiğinde "Geniş Taçlı Ağaçlardan oluşan ormanlık alan varlığı belirlenmiştir. Bölge alan içerisinde en yüksek emisivite değerine sahip olan bölgedir.

4-2 numaralı bölgede "Geniş Taçlı Ağaç Yoğunluğunun çok fazla olduğu gözlemlenmiştir.Ayrıca alanda yapısal alanların (binaların) varlığı da dikkat çekmektedir. Alan içerisinde yüksek emisivite değerlerine sahip noktalara sahip olsa da en düşük emisivite değerinin bulunduğu nokta bu bölgeye aittir. Ortalama değer olarak en düşük emisivite değeri bu bölgede görülmektedir.

4-3 numaralı bölge ise alanın oldukça küçük bir bölümünü oluşturmaktadır. Otsu alandan oluşmaktadır. Yapay ve yapısal yüzeylerin varlığı görülmektedir. Emisivite değerlerinin noktasal olarak ortalama değerlerde olduğu bir bölgedir. Ortalama değer olarak 2.sırada emisivite ortalamasına sahip bölgedir.

Elde edilen bulgular doğrultusunda 4 numaralı çalışma alanı için ayrılan 3 alt bölgenin ortalama emisivite değerleri Tablo 4.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.4 numaralı Çalışma Alanı İçerisindeki Bölgelerin Emisivite Ortalamaları

Bölgeler	Emisivite Ortalamaları
4-1 Numaralı Bölge	966,5
4-2 Numaralı Bölge	959,6
4-3 Numaralı Bölge	960

Elde edilen ortalama emisivite değerleri (1)>(3)>(2) olarak tespit edilirken alandaki en yüksek emisivite değerini "970" olarak veren bölgede ormanlık alan varlığı belirlenmiştir. En düşük emisivite değerini "954" olarak veren bölgenin ise bitkisel dokunun otsu alandan meydana geldiği tespit edilmiştir.

4. Tartışma

Çalışma kapsamında seçilen alanlarda yapılan araştırmada 4 alan emisivite açısından incelenmiş ve araştırma sonucunda;

Emisivite4 >Emisivite1>Emisivite2 >Emisivite3 olarak tespit edilmiştir. (Tablo 5)

Tablo 5. Çalışma Alanlarının Ortalama Emisivite Değerleri

Çalışma Alanları	Emisivite Ortalama Değerleri
1. Çalışma Alanı	956,38
2. Çalışma Alanı	954,98
3. Çalışma Alanı	952,96
4. Çalışma Alanı	962,02

Kentsel ısı adası etkisi oluşumunda bitkisel ve yapısal alanların etkilerinin incelendiği araştırma sonucunda bitkisel alanların, özellikle geniş taçlı ve ibreli ağaçların bulunduğu alanların beton yüzeylere oranla daha yüksek emisivite değeri gösterdiği saptanmıştır. Su yüzeyleri ise en yüksek emisivite değeri veren alanlardır.

Bir alanda bulunan binalar, beton ve asfalt yüzeyler emisivite değerini düşürmektedir. Koyu renk yüzeyler ısıyı tutmakta ve yüzey sıcaklığını arttırmakta olup, açık renk yüzeyler ısıyı soğurmakta ve emisivite değerini yükseltmektedirler.

Otsu alanlar beton yüzeylere, asfalt yüzeylere ve binalara göre karşılaştırıldığında daha fazla emisivite değeri gösterselerde, otsu alanların yapısal alanlarla beraber kullanıldığı durumlarda kendi içerisinde değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir. Otsu alan yoğunluğu ve yapısal alan yoğunluğunun o noktadaki emisivite değeri üzerinde ciddi bir etkisi bulunmaktadır. Otsu alan yüzeyi ne kadar fazlaysa emisivite değeri de o kadar fazla olmaktadır.

Otsu alanlar ve ağaçlık alanların kıyaslanmasında ise ağaçlık alanların çok daha fazla emisivite değeri gösterdiği tespit edilmiştir. Ancak bütün bu durumlarda bina varlığı emisivite değerine etki etmektedir

İncelenen 4 farklı araştırma alanın konumları, bina yoğunlukları, bitkisel yoğunlukları, içerdikleri bitkisel durum (ağaçlık ya da otsu alan olması) ve civarlarındaki binalaşma ve yapılaşma oranları alanların genel emisivite değerlerine etki etmektedir.

Alanların özelliklerine göre emisivite değerleri ise değerler standart emisivite endeksine (0-1) dönüştürlerek Tablo 6'da verilmiştir. Özellikle ağaçla kaplı alanlar otsu alanlara göre daha fazla emisivite göstermektedrler. Öte yandan otsu alanlarda emisivite yapısal alanlardan fazla olmakla bilikte oldukça yakın değerler göstermektedir.

Tablo 6. Alan Özelliklerine Göre Emisivite Değerleri

Alanlar	*Emisivite Değerleri*
Ağaçlık Alanlar	0.963
Otsu Alanlar	0.954
Yapısal Alanlar	0.952

5. Sonuçlar

Elde edilen araştırma sonuçları aynı kent ve ilçe içerisindeki dört kamusal yeşil alanın (iki belediye parkı, bir okul/üniversite bahçesi ve bir hastane

bahçesi) kendi iç yapısında ayrılmasıyla elde edilmiş, ve alanların gösterdikleri emisivite değerlerinin gösterdikleri sonuçlar doğrultusunda çalışma sonucu alansal strüktür bakımından büyükten üçüğe doğru en yüksek değerler ağaçlık alanlarda, daha sonra otsu alanlarda, ve dah asonra yapısal alanlarda gözlenmiştir (Tablo 6).

Şehir ısı adasını etkieleyen birçok faktörlerler vardır. Kadıköy ilçesi örnek seçilerek yapılan bu çalışma sonuçlarına göre şehirlerde yeşil alanlar daha fazla emisiviteye sahip olmaları nedeniyle şehir ısı adası etkisini azaltıcı etkiye sahiptir. Elde edilen emisivite değerleri genel olarak yüzeye düşen ortalama ışıma enerjisinin ısıl enerjiye dönüşütürülerek yayılma verimini göstermektedir. Bu açıdan çalışmanın sonuçları şehir ısı adası modellemelerinde yüzey strüktürüne bağlı emisivitenin etkisini hesaplamada kullanılabilir.

Kaynakça

[1] Yahyagil, M.Y., Kentlerin Kültürün Gelişmesindeki Etkisi www.dergipark.gov.tr 1998p. 16.

[2] Canan, F., Kent Geometrisine Bağlı Olarak Kentsel Isı Adası Etkisinin Belirlenmesi: Konya Örneği Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 32(3), ss. 69-80,, Eylül 2017 p. 12.

[3] Liu, R. and R. Coffman, Lightweight Aggregate Made from Dredged Material in Green Roof Construction for Stormwater Management. Materials (Basel), 2016. 9(8).

[4] Getter,K., Carbon Sequestration Potential of Extensive Green Roofs. Environ. Sci. Technol. 2009, 43, 7564–7570, 2009: p. 7.

[5] Tohum, N., Sürdürülebilir Peyzaj Tasarım Aracı Olarak "Yeşil Çatılar". İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi 2011: p. 91.

[6] Şengezer, K.Ş.v., İstanbul Metropoliten Alanında Kentsel Isınmanın Azaltılmasında Yeşil Alanların Önemi. Megaron, 21 Ekim 2012 p. 13.

[7] Hulley, G. C., S. J. Hook, E. Abbott, N. Malakar, T. Islam, and M. Abrams (2015), The ASTER Global Emissivity Dataset (ASTER GED): Mapping Earth's emissivity at 100 meter spatial scale. Geophys. Res. Lett., 42, 7966–7976, California, USA

[8] TÜBA (Türkçe Bilim Terimleri Sözlüğü), 2013, Çankaya, Ankara

[9] Sobrino, J. A., V. Caselles, and F. Becker (1990), SigniŞcance of the remotely sensed thermal infrared measurements obtained over a citrus orchard, Isprs J. Photogramm. Remote Sens., 44(6), 343–354.

[10] Carlson, T. N., and D. A. Ripley (1997), On the relation between NDVI, fractional vegetation cover, and leaf area index, Remote Sens. Environ., 62(3), 241–252.

[11] Hulley, G., R. Duren, P. Guillevic, W. B. Johnson, and A. Aubrey (2014), HyTES science investigations: Detection and mapping of trace gases and surface compositional studies, in HyspIRI Science Workshop 2014, Pasadena, Calif. [Available at https://hyspiri.jpl.nasa.gov/ documents/2014-workshop.]

[12] Liu, L. and Zhang, Y., 2011. Urban Heat Island Analysis Using the Landsat TM Data and ASTER Data: A Case Study in Hong Kong, Institute of Space and Earth Information Science, Yuen Yuen Research Centre for Satellite Remote Sensing, The Chinese University of Hong Kong, Shatin, Hong Kong, China.

Kayseri İlinde Karayolu Ulaşımından Kaynaklı Karbon Ayak İzinin Değişimi

[1]Fuat Özyonar ve [*2]Ömür Gökkuş
[*1]Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Sivas.
[*]2Erciyes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Kayseri.

Özet

Küresel ısınmanın en önemli etkisi tartışılmaz olarak iklim sisteminde meydana getirdiği değişikliklerdir. Sera gazları olarak ifade edilen ve küresel ısınmaya sebep olan gazların başında CO2 gelmektedir. Her geçen gün bu emisyon türünün atmosferdeki birikim miktarı artmakta ve hissedilir derecede küresel çevre sorunlarının oluşmasına neden olmaktadır. Küresel ısınmaya sebep olan gazların sınırlandırılması ve belirli seviyelerde tutulması, tüm insanların sorumluluğunda ve yükümlülüğündedir. Bu amaçla, küresel olarak alınacak tedbirlerin belirlenmesi ve emisyonların azaltılması çeşitli sözleşmeler ve anlaşmalarla sağlanmaya çalışılmaktadır. Kyoto Protokolü ile taraf ülkelerce karbon salınımlarını hesaplamaları, azaltmaları ve salınım kotaları getirilmiştir. CO2 kotaların taraf olan ülkeler tarafından aşılmamaları için kendi karbon ayak izlerinin hesaplanması ve bununla ilgili envanterin oluşturulması zorunluluktur. Çeşitli hesaplama metotları kullanarak ülkeler CO2 miktarlarını hesaplayabilmektedirler. Ülkelerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) tarafından geliştirilmiş olan, Tier 1, 2 ve 3 metotları kullanılarak CO2 miktarları sektörel bazda hesaplanabilmektedir. Yapılan bu çalışmada, Tier 1 yaklaşımı kullanılarak Kayseri İlinde ulaşımda kullanılan yakıt tüketim verileri ile son üç yıla ait CO2, CH4 ve N2O gazları için karbon ayak izi hesaplanmıştır. Bu hesaplama da karbon ayak izinin 2016, 2017 ve 2018 yıllarında artarak sırayla 1726,4 Gg, 1710,58 Gg ve 1585,87 Gg CO2 kadar arttığı hesaplanmıştır.

Anahtar kelimeler: *Karbondioksit miktarı, Tier 1, Küresel Isınma, İklim Değişikliği.*

1. Giriş

Dünyamızda her geçen gün nüfus artışına ve endüstrileşmeye paralel olarak insan kaynaklı kaynaklı çevre kirliliği problemleri önemli ölçüde hissedilmektedir. Bu çevre sorunlarından en önemlisi doğrudan diğerlerini de etkileyen ve iklim sisteminin değişmesine sebep olan küresel ısınma problemidir. Bu problemin her geçen gün getirdiği sorunlar artarak küresel anlamda hissedilir boyutlara ulaşmaktadır. Dolayısıyla küresel ısınma problemi ile mücadele tüm insanların gayreti ve çabasını içeren ortak bir eylem olması gerekmektedir. Ulaşım, ekonomik kalkınmanın desteklenmesi ve yaşam kalitesinin artırılmasında kilit önemdedir. Bununla birlikte trafik ve ulaşım sistemlerinin, enerji tüketimi ve çevresel etkiler gibi bazı olumsuz yönleri de bulunmaktadır [1]. Taşımacılık sektörü fosil yakıt tüketimine önemli bir katkıda bulunduğundan,

*Sorumlu Yazar: Ömür Gökkuş, Adres: Erciyes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, 38039, Talas/Kayseri. E-posta: omurgokkus@erciyes.edu.tr, Tel: +903522076666

sera gazı emisyonlarının azaltılmasında aktif bir rol oynaması büyük ölçüde beklenmektedir [2]. Bu etki, küresel enerji tüketiminin üçte birini, hammadde tüketiminin % 40'ını ve karbon emisyonlarının % 30'unu içermektedir [3] Esas olarak karbondioksit, metan, azot oksit ve florlu gazlardan oluşan sera gazı (GHG) emisyonları 1970'den 2004'e %70 artarak bu değişikliklere katkıda bulunmuştur. Özellikle karbondioksit (CO2) emisyonları, 2004 yılında toplam antropojenik sera gazı emisyonlarının % 77'sini oluşturmaktaydı. Bu emisyonlar büyük ölçüde insan faaliyetinin bir sonucu olduğundan, politikalar ve davranışlardaki değişiklikler sera gazı emisyonlarının, iklim değişikliğinin ve olumsuz sağlık durumlarının azaltılmasına yardımcı olabilir [4]. Çevre kirliliğinin olumsuz etkileri ve küresel ısınma tüm canlı türlerini etkilemektedir. İnsanlar, karbon emisyonlarının azaltılmasında önemli sorumluluklara sahiptirler [5]..

Küresel iklim değişikliği ile mücadelede atılan en önemli adımlardan birisi, Birleşmiş Milletler tarafından sözleşmeye taraf ülkelerin katılımıyla Paris'te gerçekleştirilen ve 12/12/2015 tarihinde kabul edilen Paris anlaşmasıdır. Bu anlaşma küresel sera gazı emisyonlarının %55'ini oluşturan 55 ülke tarafından onaylanarak resmen yürürlüğe girmiştir. Bu anlaşmanın şüphesiz en belirgin özelliği, iklim değişikliği ile mücadele de ülkeleri gelişmiş/gelişmekte olan ülkeler olarak sınıflandırması ve tüm ülkeleri "ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluklar ve göreceli kabiliyetler" nezdinde sorumluluklarını üstlenmesi anlayışını ortaya koymasıdır. Anlaşmanın uzun dönem hedefi, endüstrileşme öncesine göre küresel sıcaklık artışının 2oC'nin altında tutulması hedefidir [6]. Bu anlaşma ve bundan önceki anlaşmalarda olduğu gibi ülkemiz de bu azaltım stratejilerini oluşturması ve yıllık olarak Sera gazı emisyon değerlerini Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Sekretaryasına bildirmesi gerekmektedir. Paris anlaşması ile ülkelerin karbon ayak izi hesaplama çalışmaları oldukça hızlı bir şekilde sektörel bazda ele alınarak yapılabilmektedir [7-13]. Özellikle ilerleyen günlerde karbon azaltımının sağlanması amacıyla karbon ticaretinin hâlihazırda hava yollarında başladığı ve ilerleyen yıllarda ulaşımın tüm alanlarında karbon emisyonu azaltılması amacıyla yapılacağı öngörülmektedir. Alınan bu önlemler şüphesiz her ülke açısından ticari faaliyetler ve gündelik yaşam açısından belirli sınırlamaları da beraberinde getirecektir.

Türkiye'de sera gazı emisyonları gün geçtikçe artmaktadır. 2017 Türkiye sera gazı emisyon verilerine bakıldığında ise enerji sektörünün sera gazı emisyon miktarı açısından en fazla sera gazı salınımına sahip olduğu görülmektedir. Ulaşımdan kaynaklı sera emisyonlarının da bu grupta tartışıldığı düşüldüğünde miktar açısından oldukça yüksek olduğu anlaşılmaktadır. 2017 yılında sera gazı emisyon miktarı ulaşımdan kaynaklı 84,7 Mt olarak hesaplanmıştır. Karayolu

taşımacılığından kaynaklanan kirletici emisyonların kentsel hava kalitesi ve küresel ısınma için ciddi tehditler olduğu literatürden iyi bilinmektedir. Ayrıca, karayolu taşımacılığının dayandığı sınırlı yakıt gereksinimi, üstesinden gelinmesi gereken başka bir zorluktur. Dolayısıyla, Türkiye'deki mevcut konvansiyonel karayolu ulaşım sistemi sürdürülebilir bir model göstermemektedir [14].

Dolayısıyla iklim değişikliği ile mücadelede ülkeler ve toplumlar ortak amaçlar doğrultusunda stratejiler geliştirerek karbon salınımını azaltmaları gerekmektedir. Bu çalışmada Kayseri ili için ulaşımdan kaynaklı oluşan sera gazları arasında bulunan CO_2, N_2O ve CH_4 gazlarının sera gazı emisyon bazlı karbon ayak izi hesabı yapılmıştır. IPCC tarafından önerilen karbon ayak izi hesaplama metodolojisinden biri olan Tier 1 yaklaşımı kullanılarak 2016-2018 yılları arasında karayolu kaynaklı karbon ayak izi hesaplanmıştır.

1.1. Karbon Ayak İzi Hesaplaması

Karbon ayak izi; doğrudan ve dolaylı olarak bir kişinin, kurumun ya da herhangi bir ürünün ortaya çıkmasında, doğaya saldığı sera gazlarının genel toplamını ifade etmektedir. Sera gazları doğal ve insan kaynaklı olarak ortaya çıkabilmektedir [15]. Doğal olarak oluşan sera gazlarından bazıları şunlardır; su buharı (H_2O), karbon dioksit (CO_2), ozon (O_3), metan (CH_4), nitrit oksit (N_2O). İnsan faaliyetlerinden kaynaklanan sera gazları ise, kloroflorokarbon (CFCs), hidrokloroflorokarbon (HCFCs), hidroflorokarbon (HFCs) ve tamamen florid bileşiği olan kükürt hekzaflorid (SF_6) gibi gaz kirleticileridir [16].

"Küresel Isınma Potansiyeli" sera gazlarının sera etkisini gösterme gücünün ifadesidir. Burada referans olarak seçilen gaz CO_2'e göre, birim gazın belli bir süre içinde doğrudan ve dolaylı olarak sera gazı tesiri gösterme özelliği belirlenmektedir. Karayolu taşımacılığı, taşımacılık sektöründe petrolün %76'sını tüketirken, demiryolu taşımacılığı yalnızca % 1'ini tüketmektedir. AB'deki sera gazı emisyonlarının % 23'ünden kentsel ulaşım sorumludur. Karayolu ulaşımı sera gazlarının % 72,8'ini salarken, demiryolu yalnızca % 0,6'sına katkıda bulunmaktadır. Sera gazları arasında CO_2 emisyonu açısından en büyük katkıyı ulaşım sektörü oluşturmaktadır [17]. Yani CO_2 haricinde diğer sera gazlarının aynı miktar CO_2'e kıyasla kaç kat daha fazla ısı tutabilme kapasitesine sahip olduğu ifade edilmektedir. Bu sayede tüm sera gazları için ortak bir ifade kullanılmış olacaktır. Tablo 1'e göre en yüksek küresel ısınma potansiyeli olan sera gazı sülfür hekzaflorid olmasına karşın en az olanı da CO_2 gazıdır. Ancak salınan miktar açısından değerlendirildiğinde ise, CO_2 diğer sera gazlarına kıyasla çok daha yüksek bir seviyede olması nedeniyle durum tam tersidir [15, 18, 19]. Ayrıca IPCC değerlendirme raporlarına göre küresel ısınma potansiyellerinin dünyanın içsel,

dışsal ve doğal iklim sistemindeki değişikliklerden dolayı zaman zaman değiştiği görülmektedir. Uluslararası Enerji Ajansı'nın (IEA) tahminleri, dünyanın birincil enerji talebinin 2007 ile 2030 arasında% 40 artmasının beklendiğini ortaya koymaktadır. Emisyon azaltımları, enerji taleplerinde beklenen artışla karşılaştırıldığında ise küresel ısınma ile mücadele anlamında alınması gereken çok fazla önlem olduğu açıktır [20].

Tablo 1. Sera Gazları Küresel Isınma Potansiyelleri (GWP) [21].

Sera Gazı	**Küresel Isınma Potansiyeli**		
	İkinci Değerlendirme Raporu (SAR)	**Dördüncü Değerlendirme Raporu (AR4)**	**Beşinci Değerlendirme Raporu (AR5)**
CO_2	1	1	1
CH_4	21	25	28
N_2O	310	298	265

Ülkelerin veya kuruluşların sera gazı emisyon verilerinin hesaplanmasında kullanacağı çeşitli kılavuzlar bulunmaktadır. Bunlar arasında IPCC, ISO 14064 ve UNFCCC gibi standartlar sayılabilir. IPCC kılavuzuna göre, sera gazı salınımlarının ayak izi hesaplanmasında üç farklı Tier yaklaşımı kullanılmaktadır [16, 22]. Bu çalışmada en basit yaklaşım olan Tier 1 metodu kullanılarak Kayseri ilinde karayolu kaynaklı karbon ayak izi tespiti yapılmıştır. Bu hesaplama metodunda ulaşım sektöründen kaynaklanan tüm emisyon miktarının yakıtın yanması sonucu oluşan CO_2 miktarının hesabı üzerine kurulmuştur. A miktarda yakıt (kömür, doğal gaz, ham petrol..vb) kullanılıyor ise buna paralel olarak B miktarda emisyon oluşacağı düşünülerek hesaplama işlemleri gerçekleştirilmektedir. CO_2 emisyonlarının hesabı aşağıdaki şekilde yapılmaktadır:

1. Kullanılan yakıt miktarının belirlenmesi,
2. Yakıt cinsine ve tüketime göre enerji içeriğinin bulunması.
3. Yakıt cinsine göre uygun karbondioksit emisyon faktörlerinin seçilmesi ve bu faktör değeri ile tüketilen yakıtın içerisindeki toplam karbondioksit miktarının hesaplanması.

Karayolu ulaşımında kullanılan araçlar için en çok kullanılan yakıt tipleri ve bu yakıt tiplerine ait dönüşüm faktörleri Tablo 2'de verilmektedir. Ayrıca Tablo 3'de söz konusu yakıt tiplerine ait karbondioksit emisyon faktörleri verilmektedir.

Tablo 2. Yakıtların net kalori değerlerine göre belirlenmiş dönüşüm faktörleri [16].

Yakıt Tipi	Dönüşüm Faktörü (TJ/kt)
Benzin	44,80
Motorin	43,33
Sıvılaştırılmış Petrol Gazları	47,31

Enerji Tüketimi [TJ] = Yakıt Tüketimi [t] x10^{-3} x Dönüşüm Faktörü [TJ/kt] (1)

Tablo 3. Karbondioksit emisyon faktörleri [16].

Yakıt Tipi	Emisyon Faktörü (TC/TJ)	Karbon Oksitlenme Oranı
Benzin	18,9	0,99
Motorin	20,2	0,99
Sıvılaştırılmış Petrol Gazları	17,2	0,995

Karbon İçeriği [Gg C] = Karbon Emisyon Faktörü [kg/TJ] × Enerji Tüketimi [TJ] (2)
Karbon Emisyonu [Gg C]= Karbon Oksitlenme Oranı x Karbon İçeriği [Gg C] (3)
CO2 Emisyon Miktarı [Gg CO2]= Karbon Emisyonu [Gg C] x 44/12 (4)

Emisyon miktarının hesaplanmasında yanma son ürünleri olarak stokiyometrik olarak CH_4 ve N_2O gazının etkisi hesaplanmalı ve toplam CO_2 miktarı belirlenmelidir.

Bu hesaplamada Tablo 4'te belirtilen Metan ve diazotoksit gazının emisyon faktörleri dikkate alınarak hesaplama yapılmaktadır.

Tablo 4. CH_4 ve N_2O emisyon faktörleri (kg/TJ) [16].

Yakıt Tipi	CH_4	N_2O
Benzin	33	3,2
Motorin	3,9	3,9
Sıvılaştırılmış Petrol Gazları	62	0,2

Son olarak küresel ısınmadaki potansiyel etkisi hesaplamak için her bir gazın Tablo 1'de verilen potansiyel etkisi ile çarpımı gerçekleştirilir.

2. Materyal ve Metot

Çalışmada kullanılan veriler, Enerji Piyasaları Kurulu Kayseri ili yakıt tüketim ölçüm sonuçlarından elde edilmiştir [23]. Tier 1 metodu yardımıyla yanma sonucu oluşacak CO_2, N_2O ve CH_4 gazlarının toplam CO_2 ayak izi miktarı belirlenmiştir.

Tablo 5. Kayseri İl Genelinde Ulaşım Kaynaklı Yakıt Tüketim Verileri (ton) [24].

Yıl	Yakıt Tipi	Yakıt Tüketimi (ton)
2018	Benzin	34397,763
	Dizel	385444,635
	LPG	96381,000
2017	Benzin	34091,870
	Dizel	381513,277
	LPG	95898,000
2016	Benzin	31719,650
	Dizel	347104,445
	LPG	95545,000

Tablo 6. Kayseri İlinde Trafiğe Kayıtlı Araç Sayısı ve Türü [24]

Yıllar	Toplam	Otomobil	Minibüs	Otobüs	Kamyonet	Kamyon	Motosiklet	Özel Amaçlı	Traktör
2018	374 889	235 194	6 302	4 884	63 737	16 707	17 441	854	29 770
2017	364 415	228 920	6 214	4 822	61 477	16 518	16 621	808	29 035
2016	345 020	215 843	6 070	4 618	57 666	16 400	15 880	731	27 812

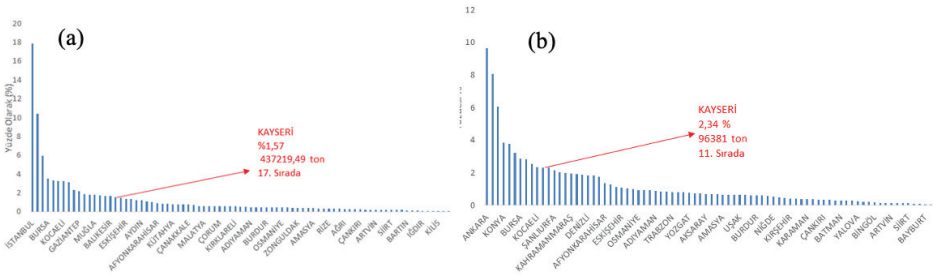
3. Bulgular ve Tartışma

Çalışma kapsamında Tablo 5 ve 6'da verilen veriler üzerinden hareketle Eşitlik (1-4) yardımıyla Kayseri ili için ulaşımdan kaynaklı CO_2 emisyonları hesaplanmış ve Tablo 7'de detayları ile verilmiştir. Tablo 7'ye bakıldığında CO2 emisyonlarının

	CO_2								
	Yakıt Tipi	**Yakıt Tüketimi (ton)**	**Dönüşüm Faktörü (TJ/kt)**	**Enerji Tüketimi (TJ)**	**Karbon Emisyon Faktörü (tC/TJ)**	**Karbon İçeriği (Gg C)**	**Karbon Oksitlenme oranı**	**Karbon Emisyonu (Gg C)**	**CO_2 Emisyonu (Gg CO_2)**
		A	**B**	**C = A x B x10^{-3}**	**D**	**E = C x D x 10^{-3}**	**F**	**G = E x F**	
2018	Benzin	34397,763	44,800	1541,020	18,900	29,125	0,990	28,834	105,725
	Dizel	385444,635	43,330	16701,316	20,200	337,367	0,990	333,993	1224,641
	LPG	96381,000	47,310	4559,785	17,200	78,428	0,995	78,036	286,133
								Toplam Ulaşım Kaynaklı Emisyon Değeri	**1616,498**
2017	Benzin	34091,870	44,800	1527,316	18,900	28,866	0,990	28,578	104,785
	Dizel	381513,277	43,330	16530,970	20,200	333,926	0,990	330,586	1212,150
	LPG	95898,000	47,310	4536,934	17,200	78,035	0,995	77,645	284,699
								Toplam Ulaşım Kaynaklı Emisyon Değeri	**1601,633**
2016	Benzin	31719,650	44,800	1421,040	18,900	26,858	0,990	26,589	97,493
	Dizel	347104,445	43,330	15040,036	20,200	303,809	0,990	300,771	1102,826
	LPG	95545,000	47,310	4520,234	17,200	77,748	0,995	77,359	283,651
								Toplam Ulaşım Kaynaklı Emisyon Değeri	**1483,970**
	CH_4								
	Yakıt Tipi	**Yakıt Tüketimi (ton)**	**Dönüşüm Faktörü (TJ/kt)**	**Enerji Tüketimi (TJ)**	**Karbon Emisyon Faktörü (kg/TJ)**	**Karbon İçeriği (Gg CH_4)**	**Küresel Isınma Potansiyeli**	**Karbon Emisyonu (Gg C)**	**CO_2 Emisyonu (Gg CO_2)**
		A	**B**	**C = A x B x 10^{-3}**	**D**	**E = C x D x 10^{-6}**	**F**	**G = E x F**	
2018	Benzin	34397,763	44,800	1541,020	33,000	0,051	28,000	1,424	5,221
	Dizel	385444,635	43,330	16701,316	3,900	0,065	28,000	1,824	6,687
	LPG	96381,000	47,310	4559,785	62,000	0,283	28,000	7,916	29,025
								Toplam Ulaşım Kaynaklı Emisyon Değeri	**40,933**
2017	Benzin	34091,870	44,800	1527,316	33,000	0,050	28,000	1,411	5,175
	Dizel	381513,277	43,330	16530,970	3,900	0,064	28,000	1,805	6,619
	LPG	95898,000	47,310	4536,934	62,000	0,281	28,000	7,876	28,879
						0,000		**Toplam Ulaşım Kaynaklı Emisyon Değeri**	**40,673**
2016	Benzin	31719,650	44,800	1421,040	33,000	0,047	28,000	1,313	4,814
	Dizel	347104,445	43,330	15040,036	3,900	0,059	28,000	1,642	6,022
	LPG	95545,000	47,310	4520,234	62,000	0,280	28,000	7,847	28,773
								Toplam Ulaşım Kaynaklı Emisyon Değeri	**39,609**

	N_2O								
	Yakıt Tipi	Yakıt Tüketimi (ton)	Dönüşüm Faktörü (TJ/kt)	Enerji Tüketimi (TJ)	Karbon Emisyon Faktörü (kg/TJ)	Karbon İçeriği (Gg N_2O)	Küresel Isınma Potansiyeli	Karbon Emisyonu (Gg C)	CO_2 Emisyonu (Gg CO_2)
		A	B	C = A x B x 10^{-3}	D	E = C x D x 10^{-3}	F	G = E x F	
2018	Benzin	34397,763	44,800	1541,020	3,200	0,005	265,000	1,307	4,792
	Dizel	385444,635	43,330	16701,316	3,900	0,065	265,000	17,261	63,290
	LPG	96381,000	47,310	4559,785	0,200	0,001	265,000	0,242	0,886
								Toplam Ulaşım Kaynaklı Emisyon Değeri	**68,967**
2017	Benzin	34091,870	44,800	1527,316	3,200	0,005	265,000	1,295	4,749
	Dizel	381513,277	43,330	16530,970	3,900	0,064	265,000	17,085	62,644
	LPG	95898,000	47,310	4536,934	0,200	0,001	265,000	0,240	0,882
								Toplam Ulaşım Kaynaklı Emisyon Değeri	**68,275**
2016	Benzin	31719,650	44,800	1421,040	3,200	0,005	265,000	1,205	4,418
	Dizel	347104,445	43,330	15040,036	3,900	0,059	265,000	15,544	56,994
	LPG	95545,000	47,310	4520,234	0,200	0,001	265,000	0,240	0,878
								Toplam Ulaşım Kaynaklı Emisyon Değeri	**62,291**

Tablo 7. Kayseri İli Yakıt Tüketimi Sonucu Oluşan Karbon Ayak İzi Miktarı



Şekil 1. Türkiye'de (a) Petrol ve (b) LPG açısından İl Bazında Tüketim Miktarları [23].

hesaplanmasında CO_2, CH_4 ve N_2O için ayrı ayrı emisyon değerlerinin hesaplandığı ve tüm bu değerlerin CO_2 emisyonu türünden karşılıklarının hesaplandığı görülebilir. Ayrıca Şekil 1'de verilen grafiklere bakıldığında çalışma kapsamında elde edilen bulgulara göre Kayseri ilinin petrol ürünleri ve LPG kullanımı açısından Türkiye ortalamasına göre durumu verilmektedir.

Türkiye, 22 Nisan 2016 yılında New York'ta 175 ülke ile birlikte BM çatısı altında bir araya gelerek uluslararası boyutta imzaladığı Paris anlaşması ile ulaşım, enerji, endüstriyel prosesler, tarım, arazi kullanımı değişikliği, ormancılık ve atık sektörlerinde 2021-2030 yılında sera gazı emisyonlarında % 21 oranında azaltım taahhüdünde bulunmuştur [25].

Tablo 7'de hesaplanan sonuçlar üzerinden hareketle CO_2 emisyonundan kaynaklı toplam karbon miktarı 2016-2018 yılları için Kayseri ilinde 4.702,101 Gg CO_2 olarak hesaplanmıştır. Bunun yanı sıra N_2O ve CH_4 kaynaklı toplam karbon miktarları ise sırasıyla 199,533 ve 121,215 Gg CO_2 olarak hesaplanmaktadır. Nakamoto ve diğ. (2019) global CO_2 miktarlarının araç yaşı ile ilişkisini araştırdıkları bir çalışma için yürüttükleri literatür çalışmasında ABD, Almanya ve Japonya gibi gelişmiş ülkelerde karayolu ulaşımından kaynaklı karbon ayak izi miktarlarını bu üç ülke için sırasıyla 13,3 Mt CO_2, 8,1 Mt CO_2 ve 7,2 Mt CO2 şeklinde belirtmektedirler.

Yine aynı çalışmada karbon ayak izi değerlerinin Avusturalya ve Finlandiya gibi araç yaş ortalamasının yüksek olduğu ülkeler için sırasıyla 0,31 Mt CO_2 ve 0,05 Mt CO_2 düzeyinde olduğu rapor edilmektedir [26]. Coşkun ve Oktay (2020) tarafından Türkiye'de araç kullanımından kaynaklı karbon ayak izinin araştırıldığı bir çalışmada 2016 yılında araç kullanımından ileri gelen karbon ayak izi miktarının toplamda 217,77 Mt CO_2 olduğu rapor edilmektedir. Ayrıca çalışmada Türkiye genelinde en yüksek karbon ayak izine sahip şehrin 43,309 Mt CO_2 ile İstanbul olduğu, 0,108 Mt CO_2 karbon salınımı ile Tunceli'nin en düşük karbon ayak izine sahip olduğu bildirilmektedir [27].

Tüm bu veriler göz önüne alındığında çalışmaya konu olan Kayseri ili Şekil 1'den de görüldüğü üzere petrol ve LPG kullanımı açısından sırasıyla 437219,49 ton (Türkiye'de 17 sırada) ve 96381 ton (Türkiye'de 11 sırada) karbon salınımları ile Türkiye'de ortalama karbon ayak izi değerlerine sahip olduğu anlaşılmaktadır.

3. Sonuçlar

Kayseri ilinde ulaşımdan kaynaklı CO_2 ayak izi değerleri yukarıda verilen formüller ve IPCC emisyon faktörlerine bağlı olarak Tier 1 yaklaşımı kullanılarak TÜİK ve Enerji Piyasaları kurulundan alınan veriler yardımıyla hesaplanmıştır. Kayseri ilinde son yıllarda hem toplam araç sayısında hem de tüketilen yakıt miktarında artış gözlemlenmiştir. Tier 1 yaklaşım metodu kullanılarak yapılan hesaplamalarda Kayseri ilinde Tablo 7'de Karbon ayak izi değerleri ve hesaplama verileri verilmiştir.

Sonuçlardan görüldüğü üzere toplam sera gazı emisyonlarının 2016-2018 yılından itibaren artığı anlaşılmaktadır. Emisyon değerleri 2016 yılı için CO_2 için 1483,970 Gg CO_2, CH_4 için 39,609 Gg CO_2 ve N2O için 27,90 Gg CO_2'dir. 2017 yılı CO_2 için 1601,633 Gg CO_2, CH_4 için 40,673 Gg CO_2 ve N_2O için 68,275 Gg CO_2'dir. Son olarak ise 2018 yılı CO_2 için 1616,498 Gg CO_2, CH_4 için 40,933 Gg CO_2 ve N_2O için 68,967 Gg CO_2.

Toplamda sera gazları açısından CO2 emisyonu ayak izi miktarı, 2016 yılı için 1585,87 Gg CO_2, 2017 yılı için 1710,581 Gg CO_2 ve 2018 yılı için 1726,398 Gg CO_2 olarak belirlenmiştir.

Literatür araştırmaları incelendiğinde Türkiye'de bazı illerde sera gazı emisyonlarının hesaplanması ile ilgi bazı araştırmalar yapıldığı görülmektedir. Örneğin Eskişehir ili ulaşımdan kaynaklı CO_2 ayak izi 2016 yılı için 1453,954 Gg olarak [28], Isparta ili 2016 yılı için CO_2 ayak izi 471,84 Gg olarak [29] ve Sivas'ta 2016 yılı için 683,17 Gg CO_2, 2017 yılı için 736,26 Gg CO_2 ve 2018

yılı için 783,26 $GgCO_2$ [15] olarak hesaplanmıştır. Gerçekte şehirlerde tüketilen yakıt miktarınca hesaplama Tier 1 metoduna bağlı olarak ürettikleri CO_2 ayak izi artmaktadır. 2018 yılı TUİK verisine göre Kayseri ili petrol ve LPG tüketim sıralamasında sırasıyla 17. ve 11. sırada yer almaktadır (Şekil 1 ve 2). Bu verilere bakıldığında Türkiye genelinde Kayseri CO_2 ayak izi miktarı açısından katkısı değerlendirildiğinde yakıt tüketim verilerinden petrol türevli yakıtlar için % 1,57 'lük katkı sağlarken, LPG tüketiminden dolayı % 2,32'lik bir katkı sağlamaktadır.

Sonuç olarak karbon salınımının azaltılması zorunluluğu her sektörde olduğu gibi ulaşım sektöründe de bazı önlemlerin alınmasını zorunlu hale getireceği düşünülmektedir. Bu amaçla aşağıdaki önlemler küresel ısınmanın ve CO_2 miktarının düşürülmesinde gerekli önlemler olarak düşünülebilir;

Küresel iklim değişikliğine karşı sürdürülebilir kentleşmenin ele alınarak;

Düşük karbon salınım teknolojileri geliştirilerek, petrol, doğal gaz ve kömür gibi fosil yakıt kullanımının azaltılması.

CO_2 emisyonu düşük yakıtların kullanımı ve hibrit teknolojilerin geliştirilmesi.

Ulaşımda biyoenerji kaynaklı yakıt kullanımının arttırılması.

Yutak alanların kapasitesinin arttırılması (ağaçlandırma, ormanlaştırma, sulak alanlar, bataklıklar gibi).

Yenilenebilir enerji kaynaklarının yakıt olarak kullanımının arttırılması.

Toplu ulaşıma özendirme.

Teşekkür

Sunulan çalışmada kullanılan verilerden dolayı Türkiye İstatistik Kurumu ve Enerji Piyasaları Düzenleme Kurumuna teşekkür ederiz.

Kaynaklar

[1] N. Sobrino, A. Monzon, S. Hernandez, Reduced carbon and energy footprint in highway operations: the Highway Energy Assessment (HERA) methodology, Networks and Spatial Economics, 16 (2016) 395-414.

[2] W. Rattanachot, Y. Wang, D. Chong, S. Suwansawas, Adaptation strategies of transport infrastructures to global climate change, Transport Policy, 41 (2015) 159-166.

[3] J.-h. Choi, Strategy for reducing carbon dioxide emissions from maintenance and rehabilitation of highway pavement, Journal of Cleaner Production, 209 (2019) 88-100.

[4] M. Younger, H.R. Morrow-Almeida, S.M. Vindigni, A.L. Dannenberg, The Built Environment, Climate Change, and Health: Opportunities for Co-Benefits, American Journal of Preventive Medicine, 35 (2008) 517-526.

[5] H. Bülbül, A. Büyükkeklik, A. Topal, B. Özoğlu, The relationship between environmental awareness, environmental behaviors, and carbon footprint in Turkish households, Environ Sci Pollut Res, (2020) 1-20.

[6] http://www.mfa.gov.tr/paris-anlasmasi.tr.mfa, in, Erişim Tarihi: 06/12/2020.

[7] M.A. Shaikh, M. Kucukvar, N.C. Onat, G. Kirkil, A framework for water and carbon footprint analysis of national electricity production scenarios, Energy, 139 (2017) 406-421.

[8] R. Puig, E. Kiliç, A. Navarro, J. Albertí, L. Chacón, P. Fullana-i-Palmer, Inventory analysis and carbon footprint of coastland-hotel services: A Spanish case study, Science of the total environment, 595 (2017) 244-254.

[9] S. Inakollu, R. Morin, R. Keefe, Carbon footprint estimation in fiber optics industry: a case study of OFS Fitel, LLC, Sustainability, 9 (2017) 865.

[10] J. Clavreul, I. Butnar, V. Rubio, H. King, Intra-and inter-year variability of agricultural carbon footprints–A case study on field-grown tomatoes, Journal of Cleaner Production, 158 (2017) 156-164.

[11] C. Adewale, S. Higgins, D. Granatstein, C.O. Stöckle, B.R. Carlson, U.E. Zaher, L. Carpenter-Boggs, Identifying hotspots in the carbon footprint of a small scale organic vegetable farm, Agricultural Systems, 149 (2016) 112-121.

[12] M. Maarten, M. Jan, O. Luis, R. Surendraprabu, S. Javier, C. Thierry, M.J. Van, M. Cathy, The hourly life cycle carbon footprint of electricity generation in Belgium, bringing a temporal resolution in life cycle assessment, Applied Energy, 134 (2014) 469-476.

[13] A. Flysjö, M. Thrane, J.E. Hermansen, Method to assess the carbon footprint at product level in the dairy industry, International Dairy Journal, 34 (2014) 86-92.

[14] S. Soylu, Estimation of Turkish road transport emissions, Energy Policy, 35 (2007) 4088-4094.

[15] F. Özyonar, Ö. Gökkuş, H. Muratçobanoğlu, Sivas İlinde Karayolu Ulaşımından Kaynaklı Karbon Ayak İzinin Belirlenmesi, in: 1. International Conference on Environment, Technology and Management, 27-29 Haziran, Niğde, 2019.

[16] S. Eggleston, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara, K. Tanabe, 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories, Institute for Global Environmental Strategies Hayama, Japan, 2006.

[17] L. Bilgili, S.L. Kuzu, A.Y. Çetinkaya, P. Kumar, Evaluation of railway versus highway emissions using LCA approach between the two cities of Middle Anatolia, Sustainable Cities and Society, 49 (2019) 101635.

[18] G. Binboğa, A. Ünal, Sürdürülebilirlik Ekseninde Manisa Celal Bayar Üniversitesinin Karbon Ayak İzinin Hesaplanmasına Yönelik Bir Çalışma, International Journal of Economic & Administrative Studies, (2018).

[19] L. Gunathilaka, K. Gunawardana, Carbon Footprint Calculation from Cradle to Grave: A Case Study of Rubber Manufacturing Process in Sri Lanka, International Journal of Business and Social Science, 6 (2015) 82-94.

[20] F. Ülengin, M. Işık, Ş.Ö. Ekici, Ö. Özaydın, Ö. Kabak, Y.İ. Topçu, Policy developments for the reduction of climate change impacts by the transportation sector, Transport Policy, 61 (2018) 36-50.

[21] https://www.ghgprotocol.org/sites/default/files/ghgp/Global-Warming-Potential-Values%20%28Feb%2016%202016%29_1.pdf, in, (Erişim Tarihi: 06/12/2020).

[22] http://ipcc-ddc.cru.uea.ac.uk/asres/qualatative_SRES.html, (Erişim Tarihi: 06/12/2020).

[23] http://www.epdk.org.tr/Detay/Icerik/3-0-107/yillik-sektor-raporu, in, Erişim Tarihi: 06/12/2020.

[24] http://tuikweb.tuik.gov.tr/PreTabloArama.do?metod=search&araType=vt, (Erişim Tarihi: 06/12/2020).

[25] http://www.csb.gov.tr/paris-anlasmasi-imzalandi-bakanlik-faaliyetleri-1510, in, Erişim Tarihi: 06/12/2020.

[26] Y. Nakamoto, D. Nishijima, S. Kagawa, The role of vehicle lifetime extensions of countries on global CO2 emissions, Journal of Cleaner Production, 207 (2019) 1040-1046.

[27] C. Coskun, Z. Oktay, Carbon footprint prediction of vehicle usage in Turkey, Greenhouse Gases: Science and Technology, (2020).

[28] M. Türkay, Karayolu Ulaşımından Kaynaklanan Sera Gazı Emisyonunun (Karbon Ayak İzinin) Hesaplanması: Eskişehir İli Örneği, in: Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas, 2019.

[29] Y. Bıyık, Isparta İlinde Karayolu Kaynaklı Karbon Ayak İzinin Hesaplanması, in: Fen Bilimleri Enstitüsü, Süleyman Demirel Üniversitesi Isparta, 2018.

Variability in TSP bound EC/OC and BC with respect to ambient Meteorological conditions in Srinagar J&K India

[1,2]Behjat Huma and [2]Arun K. Attri

1. Department of environmental Sciences AAAM , Degree college Cluster University Sgr-110018 J&K, India
2. School of Environmental Sciences, Jawaharlal Nehru University, New Delhi – 110067, India

Abstract

More than a yearlong investigation involving the estimation of Total Suspended Particulate matter and its associated carbonaceous fractions namely, Total carbon, Elemental carbon, Organic carbon from Srinagar, was carried out in 2009, in the North-Western folds of Himalayas. No such direct estimates were available till the time and nor have they been updated afterwards till date. The analysis of samples collected in a time series sequence reflected seasonal change dependence. The variability observed in carbonaceous contents of ambient aerosols was found to be similar as generally observed from other urban areas, however the relief along with prevalent meteorology was found to have a profound impact on the concentration of TSPM as well its constituent carbonaceous fractions. There was a predominant contribution arising from petrogenic sources (fossil fuel) throughout, however the contributions from the biomass burning were significant during autumn and winter; biogenic sources to lesser extent also contributed to the OC content mainly during summer and spring.

Key words: *Total carbon, Elemental carbon, Organic Carbon, Petrogenic sources; Biomass burning*

1.Introduction

The carbonaceous aerosols (CA) as a part of ambient aerosols' chemical composition, represents the carbon in different forms. Determination of the Total carbon (TC), Black carbon (BC), Elemental carbon (EC), and Organic carbon (OC) present in the CA fraction of aerosols is done by using different methods (spectral, light scattering, thermal and chemical analysis). The reliable estimates of different carbon forms in ambient aerosols provide valuable information needed to appraise CAs impact on the surrounding environment regime to reflect upon the climate change concerns [1, 2, 3]. The contributions to CA having different forms (BC, EC, OC) can arise from primary or secondary sources and these sources may be natural or anthropogenic in character and activity. Emission of BC and EC mostly arise from an incomplete combustion of fuels (diesel, gasoline, CNG, biomass), while other carbon

Corresponding Author: Address: Department of environmental Sciences AAAM , Degree college Cluster University Sgr-110018 J&K, India. Email address: behjathuma@gmail.com, Phone: +91 9797249164

forms (OC) may also originate from biological sources (bacteria, pollen, fungi, plant waxes). Volatile Organic Carbon compounds (VOCs) initially emitted into the atmosphere in gaseous form is subsequently transformed into aerosol particles through their photo-oxidation in atmosphere, also becoming part of CAs, and they are designated as secondary Organic aerosols (SOA) [4, 5, 6].

To have a meaningful understanding about the temporal and spatial variability associated with the chemical composition of aerosols, it is imperative to keep in perspective the climate regime under which these samples are collected and analyzed [7, 8, 9]; as the prevalent climate variables would significantly have an impact on CAs concentration and compositional profile. To characterize the CAs present in the ambient environment, it is essential to have their reliable estimation (TC, BC/EC and OC) from different climate zones, where the investigation takes into account the region's meteorology. Quantitative estimation of TC, BC, OC, and EC contents associated with the aerosol load at different locations, in view of their ability to impact the climate, is an important scientific endeavor whereby the calculations can be done to determine the proportion of warming caused by their presence [10].Present understanding about carbonaceous aerosols (CA), based on the work done in different regions helps establish their role in affecting several atmospheric processes, i.e. influencing the radiative forcing; atmospheric chemistry; cloud condensation and associated precipitation[11.12.13, 14, 15]. Number of studies investigating CA has focused mainly on the presence of OC fraction to create an inventory of aerosol bound organic compounds [16, 17, 3, 18, 19, 20]. Few have looked at the presence of BC contents in aerosols from different regions [21, 22]. The established impact of carbon forms in aerosols also initiated research to understand the role of different carbon emitting sources (EC, OC or BC) [23, 24,25, 26]. The influence of the seasonal changes on the overall profile of carbon compounds present as a part of CA fraction was also investigated [27, 28, 29, 30, 31, 32]. From Indian region few investigations have characterized aerosol associated carbon forms and their time dependent variability, but these investigations are limited mainly to Metropolises [29, 33]. Consequently, it necessitated to initiate a long term investigation from this particular climatic zone of Himalaya, where no reliable information about CA was available till date.

The geophysical attributes of the Himalayas hold importance for the regional climate regime prevalent in the Northern part of the Indian sub-continent [34], and also is a vital source of fresh water to the ten largest rivers of Asia. The anticipated climate change related concern, and the role of particulate abundance to adversely affect the climate change regime in Himalayas has necessitated the need to have a reliable direct estimates about their

(particulate) abundance, composition (BC, EC, TC, OC). So far little information about the characteristics of particulate matter from this Himalayan region exists [9]. The political uncertainty in this part has constrained the initiation of a systematic ground based long term investigation in this part.

2. Material and Method

2.1.Sampling

Ambient aerosol sample collected in the middle of each month in the year 2009 on a Quartz fiber filter paper were analyzed to estimate aerosol load, and associated carbonaceous fractions (EC, OC and BC). The sampling was done in Srinagar city (1524m ASL; 74o56´, 75o79´ E and 33o18´, 34o45´ N) located in Kashmir (15,520.3 km2) valley surrounded by the Himalayas. The region is endowed with temperate climate. The annual rainfall in this region is about 651 mm, temperature varies between 39o C to 5o C [35]. The samples were collected using a High Volume Sampler (HVS) kept on the roof top of a building located within a residential area. The sampling site was around 5km away from the main commercial centre (Lal Chowk) of the city. The HVS was mounted on a flat surface ~ 9 meters above the ground. Prior to the start of the sampling, the filters were appropriately conditioned as per the established standard practice [36, 37]. The filter sheets were coded, weighed and stored in air tight containers before being transported to the sampling site. Post sampling the filters were stored in A4 size butter paper envelopes and covered with aluminum foil. All samples were stored under refrigerated condition till their analysis. Appropriate field blanks were simultaneously collected.

2.2.Aerosol sample analysis

Collected TSPM load on the filter matrix was weighed on a calibrated Sartorius CP224S microbalance having a precision to measure 0.1 mg. The estimation of TC, OC, and EC fractions present in the samples was done using a carbon analyzer Model 2001AThermal/Optical Carbon Analyzer (TOR/TOT) from Dessert Research Institute (DRI), Reno, NV USA. For the analysis a 0.5 cm2sample punch was removed from the quartz filter sheets having TSPM sample and placed in a Quartz analyzer boat and loaded onto the instrument. The analysis followed Improve A protocol of EPA [38, 39, 40].

The measurement of BC content present in the samples was done by using a UV-Visible spectrometer equipped with an integrated sphere accessory capable of measuring surface reflectance and absorbance values [41, 42, 43]. A standard curve was generated from BC values reliably estimated from Optical Transmissometer OT-21 Magee Scientific Company Berkeley, California [44].

The procedure followed, in brief, involved loading of the stamped out 25mm discs from the filter sheet into the integrating sphere chamber of UV Spectrophotometer (UV-2450 Shimadzu) and recording the transmittance at 550 nm. The measured transmittance was converted to BC surface density µg/m2. All measurements done on the collected samples were corrected with respect to the corresponding field blanks. The relevant data of meteorological parameters for the sampling area was sourced from Air Resources Laboratory, National Oceanic and Atmospheric Administration <http://www.ready.noaa.gov/>. The determination of the long term trends in temperature of the region surrounding the sampling location was done by subjecting the long term time series of the ambient environment's temperature taken over 65 five years (1948-2012) to a time series analysis. The data was taken from NCEP/NCAR Reanalysis. The extraction of the trends present in the proxy temperature data was done by using Ensemble Empirical Mode Decomposition (EEMD) approach, a well-established mathematical tool developed initially by Huang et al [45].

3. Results

The onset of the increase in the warming started subsequent to the year 1965, since then the extent of warming in this region has been around 0.7oC(Figure1). Though at first look extent of warming does not seem alarming, however, taking into account the sensitivity of the region, climate change induced warming can be very detrimental. Therefore, identifying its potential contributors becomes a really important endeavor.

The analysis of the observed variability in the aerosol load and its measured Carbon forms (EC, BC, OC) was looked at with respect to the changes in the ambient meteorological factors and an attempt was made to identify their major contributing sources. The measured values for TSPM, OC and EC are given in Table 1, whereas the plotted OC values as a function of EC (Figure 2) help elucidate the source variability between the two. Figure 3 presents the comparison of the thermal based measurements of EC with the Optical based BC estimates from the quartz samples collected during 2009.

3.1.Tables

Table 1. Variations displayed by TSPM, TC, OC, EC and their ratios for the year 2009

	Jan Q1	*Feb Q2*	*Mar Q3*	*Apr Q4*	*May Q5*	*Jun*	*Jul Q6*	*Aug Q7*	*Sep Q8*	*Oct Q9*	*Nov Q10*	*Dec Q11*
TSPM (μgm^{-3})	116.2	286.2	296.5	603.2	317.2	-	311	422	213	296.5	237	211.5
BC (μgm^{-3})	3.64	3.15	2.34	4.88	2.62		2.70	2.57	2.64	2.89	2.73	2.54
TC (μgm^{-3})	31.1	44	35	50	33.4	-	37.6	33.1	39	55	50	43
OC[R] (μgm^{-3})	21.6	31.4	26	43	28.4	-	27.3	25	22.4	34.7	38	31
EC[R] (μgm^{-3})	9.5	12.6	9	7.3	5.0	-	10.3	8.3	16.4	20.4	11.8	12
OC/TC	0.7	0.7	0.7	0.9	0.9	-	0.7	0.8	0.6	0.6	0.8	0.7
EC/TC	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	-	0.3	0.3	0.4	0.4	0.2	0.3
OC/EC	2.3	2.5	2.9	5.8	5.7	-	2.7	3.0	1.4	1.7	3.2	2.6

3.2 Figures

Figure 1. Extracted ensemble average trend in temperature over 65years (thick black line), two red lines surrounding the trend line represent the sensitivity region at 65% confidence.

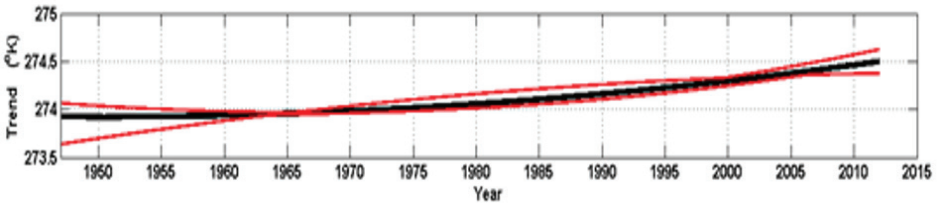


Figure 2. Variation in the OC/EC ratios observed for the samples (2009) collected on Quartz filter matrix values are reflectance (R) corrected.

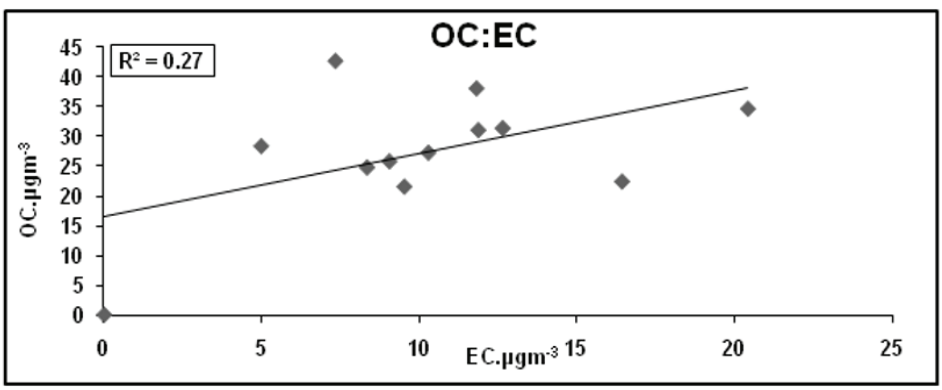
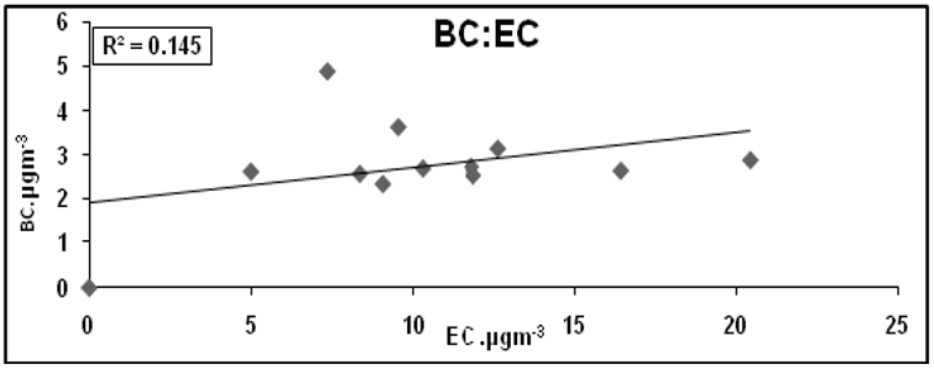


Figure 3. Comparison between Thermally estimated EC using DRI analyzer Employing improve A Protocol with the estimates of BC done by Using Optical transmissometer.



4. Discussion

4.1.Temporal profile of TC, OC, EC fractions associated with ambient aerosol samples

In case of heavily loaded samples, (Table1) as is the case in present study, the transmission corrected values are susceptible to a bias, resulting in an uncertainty in the measured OC: EC split, consequently only the reflectance corrected values were considered [46, 47]. The value for OC was maximum in April 2009 (45.2µg/m3); minimum value was registered in January, 2009 (23.4µg/m3). The maximum EC concentrations, were obtained in October, 2009 (20.6 µg/m3); and a minimum occurred in April 2009 (7.7 µg/m3). The OC/EC ratios for the year 2009 are plotted in Figure 1; the ratio was maximum in April 2009 (5.8µg/m3) and minimum in September 2009 (1.43µg/m3) respectively.

Though the OC concentrations present in the samples, in the year 2009 was found to be minimum in January sample, but its contribution to the TSPM load was maximum (18.5%), suggesting a selective washout of the coarser and hydrophilic components composing the ambient aerosol's matrix load [48]; this observation coincided with the high precipitation in the region. The washout would magnify the concentrations of the hydrophobic fraction of the aerosols; this aspect is also corroborated by the corresponding increase observed in the percentage proportion of elemental carbon present in the sample. The OC concentration in February were higher on account of the increased aerosol load, however its contribution to TSPM load was low, even though the overall OC source profile is expected to remain invariant. On the whole OC, EC and TC contents were higher in winter and autumn months. The highest OC concentrations corresponded with the high TSPM load, and this was recorded in the spring season (April) and can

be explained on the basis of a spurt in the vegetation blooming and pollination after prolonged winter dormancy [48] this observation was also supported by higher OC: EC ratios. However, its (OC) contribution (%) to the ambient aerosol loads was minimum this is expected for the coarser aerosol size fractions [48, 49]; since both OC as well as TC contributions to the total aerosol load were low, it can be stated that the overwhelming proportion of the ambient aerosol load was predominantly of non-carbonaceous nature [48]. During summer the OC content was, on an average, lower than that found in the winter samples, but higher than that in the samples collected in spring. This suggests an increase of inputs from the active vegetative sources: correspondingly, the elemental carbon content also registered an increase in summer when compared with the values obtained in spring. These results again indicate that while the organic concentrations during summer season (July) tend to rise, their contribution to the total aerosol load is somewhat offset due to the higher elemental carbon inputs arising from the increased fossil fuel usage as well as higher contribution from coarse crustal input [50]. The OC and EC concentrations, both, declined during August, i.e. before they increased in September onwards to reach a higher value in autumn and early winter. It was interesting to note that during this period there was a pronounced increase in the EC concentrations relative to the OC concentrations as suggested by the lowering of OC/EC ratios, which alludes to an increased activity of the combustion based source emissions (both petrogenic and biomass burning), and their contributions to OC as well as to EC [48, 51 52]. Above stated explanation is supported by the plotted OC values as a function of EC (Figure1); the extent of correlation (~0.5) between the two suggests that the contributions to EC and OC show a significant source deviation.

However, it is important to state that during autumn and early winter there was a higher correlation (0.8) between the two; which suggests that during this period they were mostly contributed by a common source. The average OC/EC ratio for the samples collected during 2009 was 3.1±1.4, a typical value for an urban area, suggesting an overall high fossil fuel combustion based inputs [50].

4.2.Variability in thermally derived elemental carbon and optically determined black carbon

Comparison of the thermal based measurements of EC with the Optical based BC estimates from the quartz samples collected during 2009 showed that the EC estimates were consistently higher than the estimated BC (Figure:2).

BC, as a function of EC, shows a poor correlation (0.38); it is apparent that they are not in agreement and it is further suggested that deriving a BC value by fixing the attenuation coefficient (OT-21) might be significantly underestimating

the BC. This becomes more crucial whenever there is a higher input to the aerosol matrix from the wood /biomass burning and the collected particulate matter is aged or highly mixed[48,53]. Interestingly, the extent of deviation in EC: BC was seen to be more pronounced in the samples collected during the period (Sep-Oct) in which most of the post-harvest, pre-winter biomass burning takes place, in addition this is also the period during which most of the social celebratory events (Weddings etc) take place in the valley; these events consume copious amount of wood for different activities (cooking, heating etc.). This part of the year is also characterized by large scale biomass burning for charcoal production in preparation of long winters ahead.

Conclusions

Temporal profiling of carbonaceous fraction present within the ambient TSPM collected from Kashmir valley, which has unique climate regime and geophysical setting, was done. The bulk characterization of the Total Carbonaceous content (OC, EC, and BC) components present in the collected ambient aerosol load revealed predominance of anthropogenic inputs, although significant but lesser proportion can be attributed to biogenic inputs. The average BC values present were indicative of the semi-urban to urban character of the study area. Both EC and OC contents of associated with the samples peaked during winter and autumn, which indicated that the in addition to high petrogenic input, biomass burning in this period was also a significant contributing source. The observed OC: EC ratios again reinforced the importance of the combustion based emissions, which contributes to the ambient aerosol load in this region. The observed decline in carbonaceous content (both OC and EC) in spring indicated higher inputs of coarser fraction (crustal sources) into the ambient aerosols, whereas finer carbonaceous fraction (combustion sources) contributed more to the load during winter months. Slight increase in the OC fraction present in the summer month's samples suggested a sustained input from biogenic-sources.

Acknowledgements

Authors extend their gratitude to the financial support provided in the form of a project by Council for Scientific and Industrial Research (CSIR), India.

References

[1] J.E. Penner, and T. Novakov, Carbonaceous particles in the atmosphere: A historical perspective to the Fifth International Conference on Carbonaceous Particles in the Atmosphere. Journal of Geophysical Research, vol. 101, no. d14, 1996, pp-19,373-19,378.

[2] Z. Krivacsy,et al. Role of organic and black carbon in the chemical composition of atmospheric aerosol at European background sites, Atmospheric Environment, 35, 2001, pp- 6231–6244.

[3] A. Gelencsér, Carbonaceous Aerosol, Springer, Netherlands, 2004.

[4] B.J. Turpin, and J.J Huntzicker, Identification Of Secondary Organic Aerosol Episodes And Quantification Of Primary And Secondary Organic Aerosol Concentrations During SCAQS, Atmospheric Environment, Vol. 29, No. 23, 1995, pp- 3527-3544.

[5] T.C. Bond, D.G. Streets, K.F. Yarber, S.M. Nelson, J.H. Woo, and Z. Klimont, A technology -based global inventory of black and organic carbon emissions from combustion, Journal of Geophysical Research, Vol. 109, D14203, 2004doi: 10.1029/2003JD003697.

[6] D. K Henze, and J. H. Seinfeld, Global secondary organic aerosol from isoprene oxidation, Geophys. Res. Lett., 33, L09812, 2006, doi: 10.1029/2006GL025976.

[7] Wan, X., Kang, S., Li, Q., Rupakheti, D., Zhang, Q., Guo, J., Chen, P., Tripathee, L.,Rupakheti, M., Panday, A.K., Wang, W., Kawamura, K., Gao, S., Wu, G., Cong, Z.,2017. Organic molecular tracers in the atmospheric aerosols from Lumbini, Nepal, in the northern Indo-Gangetic Plain: influence of biomass burning. Atmos. Chem. Phys.17, 8867–8885.

[8] A. Tandon, S. Yadav, and A.K. Attri, Coupling between meteorological factors and ambient aerosol load, Atmospheric Environment, 44 (9), 2010, pp- 1237-1243.

[9] Huma, B., Yadav, S., & Attri, A. K. (2016). Profile of particulate-bound organic compounds in ambient environment of Srinagar: a high-altitude urban location in the North-Western Himalayas. Environmental Science and Pollution Research, 23(8), 7660–7675.

[10] T. C. Bond, et al. Bounding the Role of Black Carbon in the Climate System: A Scientific Assessment, Journal of Geophysical Research: Atmospheres, Vol. 118, 2013, pp-5380–5552, doi:10.1002/jgrd.50171.

[11] D. J. Lary, D.E. Shallcross, and R. Toumi, Carbonaceous aerosols and their potential role in atmospheric chemistry, Journal of geophysical research, vol. 104, no. d13, 1999, pp-15,929-15,940.

[12] V. Ramanathan, P.J. Crutzen, J.T. Kiehl, and D.Rosenfeld,Aerosols, Climate, and the Hydrological Cycle, Science, 294, 2001a, pp-2119–2124.

[13] T.C Bond, and W. Bergstrom, Light Absorption by Carbonaceous Particles: An Investigative Review, Aerosol Science and Technology, 39, 2005, pp- 1–41.

[14] M.O. Andreae, and A.Gelencsér, Black carbon or brown carbon? The nature of light-absorbing carbonaceous aerosols, Atmos. Chem. Phys., 6, 2006, pp-3131–3148, doi: 10.5194/acp-6-3131.

[15] M.Yang, S.G. Howell, J. Zhuang, and B.J. Huebert, Attribution of aerosol light absorption to black carbon, brown carbon, and dust in China – interpretations of atmospheric measurements during EAST-AIRE, Atmos. Chem. Phys., 9, 2009, pp-2035–2050.

[16] M.C.Jacobson, H.C. Hansson, K.J. Noone, and R.J. Charlson, Organic Atmospheric Aerosols: Review and State of the Science, Rev. Geophys., 38, 2000, pp-267–294.

[17] P. Warneck, Chemistry of the Natural Atmosphere. Academic Press, USA, 2000.

[18] G-C.Fang, Y-S.Wu, T-Y. Chou,and C-Z. Lee, Organic carbon and elemental carbon in Asia: A review from 1996 to 2006, J. Hazard. Mater. 150 (2), 2008, pp- 231–237.

[19] Y. Cheng, et al. Characteristics source apportionment of PM1 emissions at a roadside station, J. Hazard. Mater. 195, 2011, pp-82–91.

[20] S-D. Choi, Y.S. Ghim, J.Y.Lee, J.Y. Kim, and Y.P. Kim, Factors affecting the level and pattern of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) at Gosan, Korea during a dust period, J. Hazard. Mater. 227–228, 2012, pp-79–87.

[21] H. Rosen, A.D.A. Hansen, and T. Novakov, Role of graphitic carbon particles in radiative transfer in the Arctic haze, Sci. Total Environ. 36, 1984, pp-103–110.

[22] P. J. Groblicki, G. T. Wolff, and R. J. Countess, Visibility reducing species in the Denver "brown cloud"—I. Relationships between extinction and chemical composition, Atmos. Environ., 15(12), 1981, pp-2473–2484.

[23] P. B. Russell, P. V. Hobbs, and L. L. Stowe,Aerosol properties and radiative effects in the United States East Coast haze plume: An overview of the Tropospheric Aerosol Radiative Forcing Observational Experiment (TARFOX), J. Geophys. Res, 104(D2), 1999, pp-2213–2222.

[24] V. Ramanathan,et al. Indian Ocean experiment: An integrated analysis of the climate forcing and effects of the great Indo-Asian haze, J. Geophys. Res., 106(D22), 2001b, pp-28371–28398, doi: 10.1029/2001JD900133.

[25] O. L. Mayol-Bracero, et al. Carbonaceous aerosols over the Indian Ocean during the Indian Ocean Experiment (IN.DOEX): Chemical characterization, optical properties, and probable sources,J. Geophys. Res., 107(D19), 8030, 2002, doi: 10.1029/2000JD000039.

[26] D. J. Jacob, et al. Transport and Chemical Evolution over the Pacific (TRACE-P)aircraft mission: Design, execution, and first results, J. Geophys. Res., 108(D20), 2003, 1–19, doi: 10.1029/2002JD003276.

[27] D.N.Sharma, A.A. Sawant, R. Uma, and D.R. Cocker III, Preliminary chemical characterization of particle-phase organic compounds in New Delhi, India, Atmos. Environ., 37, 2003, pp-4317–4323.

[28] Z. Chowdhury, et al. Speciation of ambient fine organic carbon particles and source apportionment of PM2.5 in Indian cities, J. Geophys. Res., 112(D15), 2007, doi: D15303, 10.1029/2007JD008386.

[29] P.Q. Fu, K. Kawamura, C.M. Pavuluri, T. Swaminathan, and J. Chen, Molecular characterization of urban organic aerosol in tropical India: contributions of primary emissions and secondary photo-oxidation, Atmos. Chem. Phys., 10, 2010, pp-2663–2689.

[30] M. Herlekar, A.E. Joseph, R. Kumar, and I. Gupta,Chemical speciation and source assignment of particulate (PM10) phase molecular markers in Mumbai, Aerosol Air Qual. Res., 12, 2012, pp-1247–1260.

[31] S. Yadav, A. Tandon, and A.K. Attri, Monthly and Seasonal Variations in Aerosol Associated n-alkane Profile in Relation to Meteorological Parameters in New Delhi, India . Aerosol and Air Quality Research, Volume 13, No. 1, 2013a, pp-287-300.

[32] S.Yadav, A. Tandon, and A.K. Attri, Characterization of aerosol associated non-polar organic compounds using TD-GC-MS: A four year study from Delhi, India, Journal of Hazardous Materials, 252–253, 2013b, pp- 29– 44.

[33] T. M. Johnson, et al. Tools for Improving Air Quality Management: A Review of Top-Down Source Apportionment Techniques and Their Application in Developing Countries, ESMAP Publication Series, The World Bank, Washington, DC, USA, 2011.

[34] J.Grotzinger, T.H. Jordan, F. Press, R. Siever, Understanding earth, Fifth edition, W.H. Freeman and company, New York, 2007.

[35] M. Hussain, Systematic Geography of Jammu and Kashmir. Rawat Publications, Jaipur, India, 2000.

[36] X. Bi, B.R.T. Simoneit, G. Sheng, S. Ma, and J. Fu, Composition and Major Sources of Organic Compounds in Urban Aerosols, Atmospheric Research, 88, 2008, pp-256–265.

[37] D.R. Oros, and B.R.T. Simoneit, Identification of Molecular Tracers in Organic Aerosols from Temperate Climate Vegetation Subjected to Biomass Burning, Aerosol Science and Technology, 31, 1999, pp-433-445.

[38] J.C. Chow, J.G.Watson, L.C. Prichett, W.R. Pierson, C.A. Frazier, and R.C.Purcell, DRI Thermal/Optical reflectance carbon analysis system: Description, evaluation, and Applications in US air quality studies, Atmospheric Environment, Vol.274, No. 8, 1993, pp- 1185-1201.

[39] J.C. Chow, J.G. Watson, D. Crow, D.H. Lowenthal, and T. Thomas Merifeild, Comparison of IMPROVE and NIOSH Carbon Measurements, Aerosol Science and Technology 34, 2001,pp-23–34.

[40] J.C. Chow, et al. Refining temperature measures in thermal/optical carbon analysis, Atmos.Chem. Phys., 5, 2005, pp-2961–2972.

[41] J. Heintzenberg, Size-segregated measurements of particulate elemental carbon and aerosol light absorption at remote arctic locations, Atmospheric Environment, vol. 16, No. 10, 1982, pp- 2461- 2469.

[42] R. Hitzenberger, U. Dusek, and A. Berner, Black carbon measurements using an integrating sphere, Journal of Geophysical Research, vol. 101, no. d14, 1996, pp-19,601-19,606.

[43] R. Hitzenberge, P. Ctyroky, A.Berner, J. Tursic, B. Podkrajs, and I. Grgic, Size distribution of black (BC) and total carbon (TC) in Vienna and Ljubljana, Chemosphere, 65, 2006, pp-2106–2113.

[44] T. Ahmed, V.A. Dutkiewicz, A. Shareef, G. Tuncel, S. Tuncel, and L. Husain,Measurement of black carbon (BC) by an optical method and a thermal–optical method: inter-comparison for four sites, Atmospheric Environment,43,2009,pp-6305–6311.

[45] Huang, N. E., Shen, Z., Long, S. R., Wu, M. C., Shih, H. H., Zheng, Q., Yen, N., Tung, C. C. and Liu, H. H., 1998a. The empirical mode decomposition and the Hilbert spectrum for non-linear and non-stationary time series analysis, Proc. R. Soc. Lond. A, 454, 903-995

[46] J.C.Chow, J.G.Watson, L.W.A.Chen, J. Rice, and N.H. Frank, Quantification of PM2.5 organic carbon sampling artifacts in US networks, Atmos. Chem. Phys., 10, 2010, pp-5223–5239.

[47] O.V. Rattigan, H.D. Felton, M-S. Bae, J.J. Schwab, and K.L. Demerjian, Comparison of long-term PM2.5carbonmeasurements at an urban and rural location in New York, Atmospheric Environment, 45, 2011, pp-3228- 3236.

[48] J.H. Seinfeld, and S.N. Pandis,Atmospheric Chemistry and Physics—from Air Pollution to Climatic Change, Wiley, 2006.

[49] J. Viidanoja, M. Sillanpaa, J. Laakia, V-M. Kerminen, R. Hillamo, P.Aarnio, and T. Koskentalo,Organic and black carbon in PM2.5 and PM10: 1 year of data from an urban site in Helsinki, Finland, Atmospheric Environment, 36, 2002, pp-3183–3193.

[50] Y. Chen, et al. N-Alkanes and polycyclic aromatic hydrocarbons in total suspended particulates from the southeastern Tibetan Plateau: Concentrations seasonal variations, and sources, Science of the Total Environment, 470–471, 2014,pp-9–18.

[51] B.R.T. Simoneit,Biomass burning–a review of organic tracers for smoke from incomplete combustion, Appl. Geochem.17, 2002, pp-129–162.

[52] K. Na, A.A. Sawant, C. Song, and D.R.Cocker III, Primary and secondary carbonaceous species in the atmosphere of Western Riverside County, California. Atmospheric Environment, 38, 2004, pp-1345–1355.

[53] C-H. Jeong, P.K. Hopke, E. Kim, and D-W. Lee, The comparison between thermal-optical transmittance elemental carbon and Aethalometer black carbon measured at multiple monitoring sites. Atmospheric Environment, 38, 2004, pp-5193–5204.

3

Energy and Renewable Energy
Enerji ve Yenilenebilir Enerji

Techno-Economic and Environmental Analysis of Karabuk University Microgrid
Ziyodulla YUSUPOV / Şevket ULUTÜRK
Photovoltaic System for Rural Electrication, Case Study of N'Sele in Kinshasa
Numan Sabit ÇETİN / Ilunga Mukadi MARTH
Türkiye'nin Bitkisel ve Hayvansal Kökenli Biyoenerji Kapasitesinin İncelenmesi
Hakkı GÜLŞEN / İbrahim YENİGÜN
Household Energy Poverty: The Concept, Issues and Implications for Turkey
Simge GÜNAY / Bekir KAYACAN
Mikroalglerden Biyodizel Eldesindeki Prosesler ve Yenilikçi Teknolojiler
Ayşe Elif ATEŞ
Edirne İlinde Üretilen Katı Atıkların Enerji Potansiyeli
Nesli AYDIN
Biodiesel Production from Biomass by Treating Textile Industry Wastewater
Ayşe Elif ATEŞ

Techno-economic and Environmental Analysis of Karabuk University Microgrid

[1]Ziyodulla Yusupov and [2] Şevket Ulutürk
[1,2] Faculty of Engineering, Department of Electric-Electronics Engineering Karabuk University, Turkey

Abstract:

Microgrid as a key of Smart Grid plays a vital role in power losses reduction, vol-tage profile improvement, mitigating the pollutant emission, enhance the reliability and quality of power system. In this paper the techno-economic and environmental analysis of Karabuk university Microgrid are considered. The Microgrid of university campus is simulated and analyzed by HOMER (Hybrid Optimization Models for Energy Resour- ces) power optimization software. The results of the techno-economic and environmental analysis suggest the integration of new distributed generation or new operation patterns of the existing ones.

Key words: *Microgrid, distributed energy resources, HOMER, Karabuk University*

1. Introduction

The energy demand is growing exponentially in the world. Hydrocarbon resources are depletable and limited in supply. Therefore, we need to use natural resources sparingly and study alternative energy resources. The development trends of power systems in the world require not only to increase electricity production in large power plants, but also increasing the share of distributed generation (DG) based on renewable energy sources. Distributed energy resources (DER) have advantages over centralized power generation. These advantages such as system stability improvement, reducing transmission and distribution overload, power losses reduction, voltage profile improvement, pollutant emission reduction and others enhance the reliability and quality of power system [1] – [3].

In recent years, impetuous penetration of DER to power system, the development of power electronic system and implementation of new information and communication technology in the power systems led to the concept of Smart Grid (SG). Microgrid (MG) as a key component of the Smart Grid can be functioned in smallscale version of electric power system in standalone mode or in gridconnected mode, i.e. with main grid [4].

*Corresponding author: Ziyodulla Yusupov Address: 2Faculty of Engineering, Department of Electric-Electronics Engineering Karabuk University, 78050, Karabuk TURKEY. E-mail address: ziyadullayusupov@karabuk.edu.tr, Phone: +903704187050

Techno-economic analysis of the MG can be carried out using advanced tools that should ensure the reliability of obtained results instead complex and time-consuming algorithms and costly physical experiments. The survey related to software application for optimization and economic analysis showed that HOMER software has been widely applied and more popular tool than another applied tools [5–7].

2. Materials and Method

In paper, the results for simulation, technical-economic analysis (optimization, sensitivity analysis, demand response) of KBU Microgrid is utilized by HOMER Grid software tool. This software developed by the National Renewable Energy Laboratory (NREL) and implements the following analysis: simulation, optimization, sensitivity and demand response. The following input data are required to process these analyses in HOMER: load profile, equipment characteristics, meteorological data, economic and technical data, search space.

Study steps of the work consist of pre-HOMER and post-HOMER analysis. In the post-HOMER analysis, we firstly have determined the largest building of KBU consuming electricity. The analysis of electricity consumption among KBU buildings is demonstrated that Engineering faculty building is the largest consumer at the campus. Therefore, KBU MG system is designed on the example of Engineering faculty. Generally, in pre-HOMER input data are collected to perform techno-economic analysis in post-HOMER phase. The detailed load profile of Engineering faculty, equipment characteristics, technical data and meteorological data are carried out in pre-HOMER phase. The reasonability of basic renewable energy sources, such as wind and solar energy utilizing in Karabuk province is explored according to the research works [8,9] and Turkish solar and wind maps [10]. Research investigations show that potential of wind energy in Karabuk region is low with 2.4 m/s annual average wind speed and 21.3 W/m2 annual average wind density [8–11]. Therefore, the wind system hasn't included to MG design in this work. Meteorological data (solar radiation and temperature), load profile, technical data and equipment characteristics of Engineering faculty building have collected as input data for techno-economic processing in HOMER. Temperature and solar radiation data for Karabuk province is obtained from database of Turkish State Meteorological Service (TSMS) [12].

Therefore, modelling of the MG with a wind turbine for Karabuk is not rational and we did not join wind conversion system to KBU MG.

Techno-economic analysis is conducted for both islanded and grid-connected modes of MG system operation. The optimization of studied system is executed using HOMER software, and total net present cost (NPC) as objective function is minimized taking into account the constraints. The constraints are conditions that should satisfy configurations of system, for example the fraction of the total electrical demand, share of energy generated by renewable sources, power balance constraints.

2.1. Studied System Characteristics

Demir Celik campus is the central campus of Karabuk university (KBU). The latitude and longitude location of KBU campus are 41º12'22"N and 32°39'35"E, respectively. Demir Celik campus is shown in Figure 1. The electric power of KBU campus is supplied by substation of Enerjisa Başkent A.Ş. company. Engineering faculty building of KBU is chosen as case study for microgrid. The proposed KBU MG is a 50 Hz with 0.4 kV LV network, which consists of diesel generator, PV panels, battery storage system, critical (controllable) and non-critical loads (non-controllable) is illustrated in Figure 2. Distributed generation units are located near area of electrical consumption to prevent electrical losses. Critical loads power supply provided by diesel generator and solar PV system. The components of KBU MG system is given in Table 1.



Figure 2. Demir Celik campus of Karabuk university

Table 1. KBU Microgrid components

Component	Name	Size	Unit
Diesel Generator	Kohler 410 Standby	430	kW
PV	ABB Trio-50.0 with Generic PV	279	kW
PV dedicated converter	ABB50 inverter	50.0	kW
Battery Storage	Hitachi LL1500-W	1	strings
Dispatch strategy	HOMER Peak Shaving		
Utility grid	Enerjisa Başkent A.Ş.		

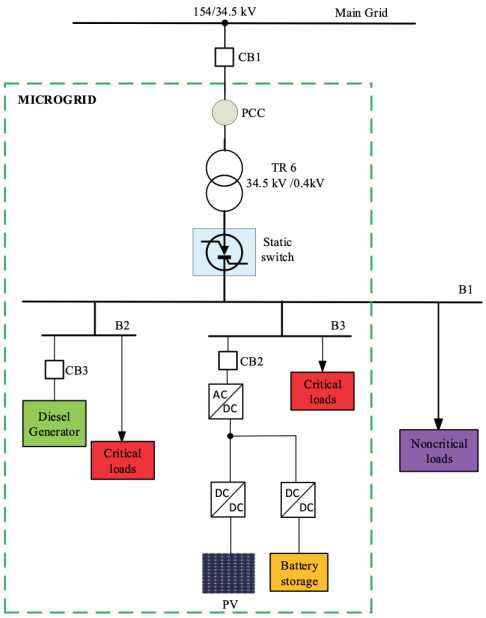


Figure 2. Karabuk university microgrid single line diagram

3. Design of Karabuk university Microgrid

KBU MG system architecture which is configurated in HOMER Grid simulation tool is shown in Figure 3.

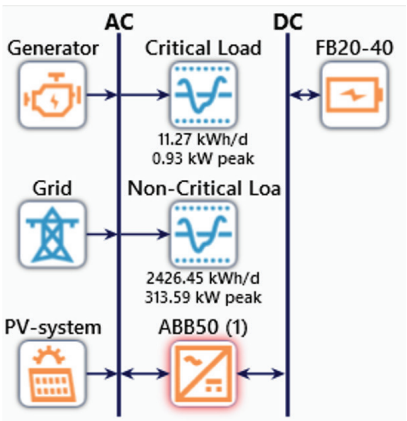


Figure 3. System architecture of KBU MG in HOMER

3.1. Load profile

The loads of studied faculty building are divided into critical and non-critical loads. MG can be operated in gridconnected mode (MG connected to distribution network) or in islanded mode (MG operates autonomously). By the reason of shortage of distributed energy resources within MG critical loads should be first served. Therefore, loads of Engineering faculty classified into critical and non-critical load. Daily and seasonal profile of critical loads are illustrated in Figure 4 and Figure 5, respectively. In the same way, daily and seasonal profile of non-critical loads calculated by HOMER are illustrated in Figure 6 and Figure 7, respectively. If there are some outages, failures in utility grid, MG disconnects from grid and the power for critical loads provides by diesel generator and PV-battery system.

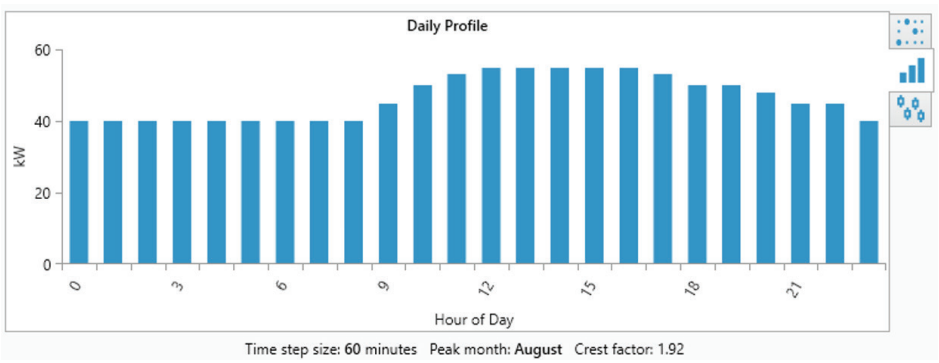


Figure 4. Daily profile of critical loads

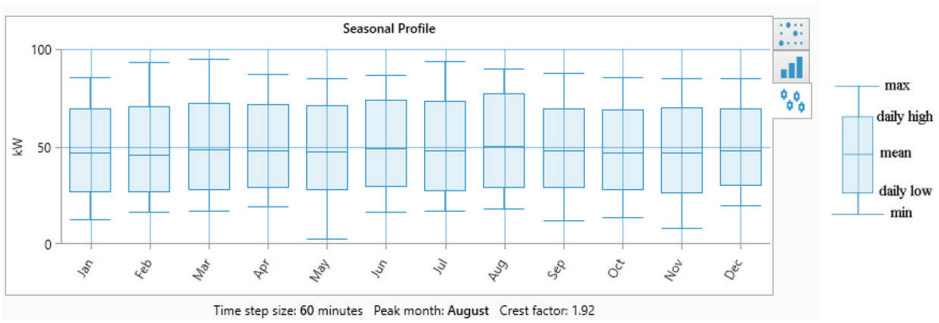


Figure 5. Seasonal profile of critical loads

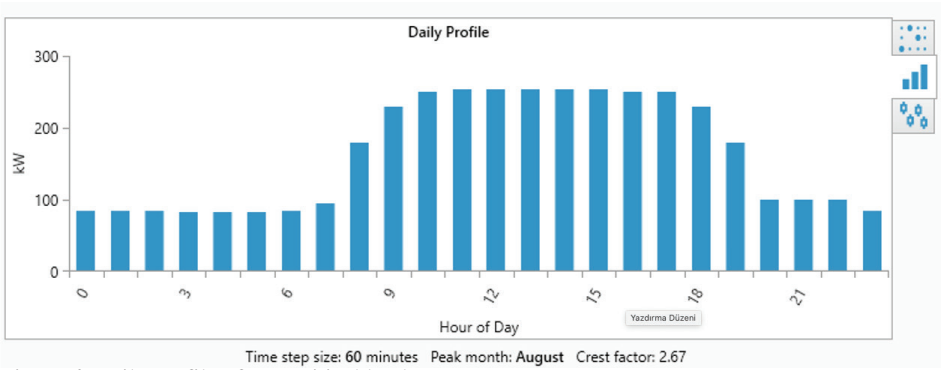


Figure 6. Daily profile of non-critical loads

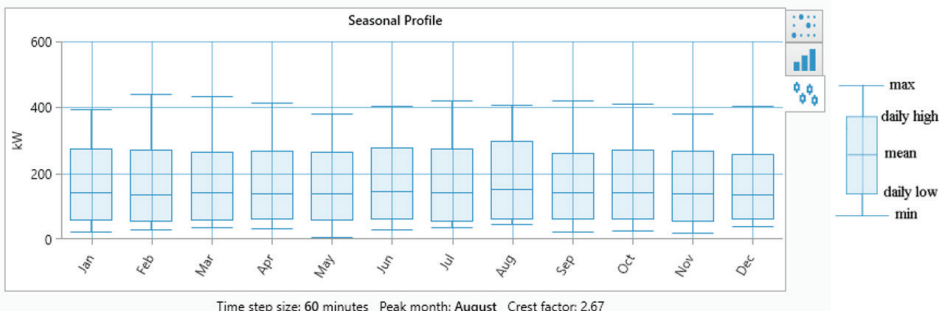


Figure 7. Seasonal profile of non-critical loads

3.2. Solar resource

Solar resource indicates the amount of global solar radiation that strikes earth's surface. Average temperature and solar radiation data for Karabuk study area was obtained from TSMS [12]. According to the TSMS an average of solar radiation for Karabuk is 4.1 kWh/m2/day and a clearness index is 0.520. The solar irradiation and global horizontal radiations for Karabuk are shown in Figure 8.



Figure 8. Solar Global Horizontal Irradiation

4. Results

The simulation results are performed with specified data through HOMER to obtain the optimal result for grid-connected KBU microgrid. After simulation HOMER proposes the best option of NPC, legalized cost of energy (LCOE), operation cost, reduced electricity bill, and other economic parameters for different cases. There are four cases: Case 1 – Utility and generator (base case); Case 2 – Utility, PV-system and generator; Case 3 – Utility, PV-system, battery storage and generator; Case 4 – Utility, battery storage and generator. The comparison results of yearly electricity production and consumption data for all cases of system configuration are presented in Table 2.

Component	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
Production (kWh/year)				
PV-system	–	186,453 (20.7%)	185,573 (20.6%)	
Generator	39,452 (4.43%)	39,452 (4.37%)	39,452 (4.37%)	39,452 (4.43%)
Grid Purchases	851,755 (95.6%)	676,492 (75.0%)	677,308 (75.1%)	851,751 (95.6%)
Total	**891,208**	**902,397**	**902,333**	**891,204**
Consumption (kWh/year)				
AC Primary Load	851,923 (100%)	851,923 (99.7%)	851,923 (99.7%)	851,923 (100%)
Grid sales	–	2,409 (0.282%)	2,382 (0.279%)	–
Total	**851,923**	**854,332**	**854,305**	**851,923**
Excess electricity (kWh/year)	**39,284**	**303,284**	**324,189**	**39,284**

Table 2. Yearly electricity production summary

The HOMER processes optimization and sensitivity analysis, and then represents results for various configuration of hybrid system in table form. In Figure 9 is illustrated optimization results for various cases of system configuration. The HOMER also presents net present cost NPC comparison between low cost (winning) system configuration and base case for various sensitivity variables (random seed).

Architecture										Cost				System			Compare Economics	
					ABB50 (kW)	ABB50-Inv. (kW)	Generator (kW)	FB20-40	KBU (kW)	ABB50 (1) (kW)	NPC ($)	COE ($)	Operating cost ($/yr)	Initial capital ($)	Ren Frac (%)	Total Fuel (m³/yr)	IRR (%)	Simple Payback (yr)
					279	50.0	430		999,999		$1.73M	$0.280	$142,194	$700,871	14.8	12,098	68	1.5
					292	50.0	430	1	999,999	50.0	$1.79M	$0.289	$142,591	$758,318	15.0	12,098	31	3.0
							430		999,999		$1.95M	$0.316	$180,486	$645,000	0	12,098		
							430	1	999,999	50.0	$2.01M	$0.326	$181,193	$700,000	0	12,098		

Figure 9. Optimization results for various architecture cases of system

The winning system configuration consists of utility grid, diesel generator and PV-system. Base case configuration consists of utility grid and diesel generator. In Figure 10 is demonstrated the comparison of NPC between base case and lowest cost system configuration. Simple payback 1.5 years occurs when two lines intersect with each other. In the graphic of cumulative cash flow versus project lifetime we can see how the system saves money over the project by comparing winning system (blue line) and base case system (gray line).

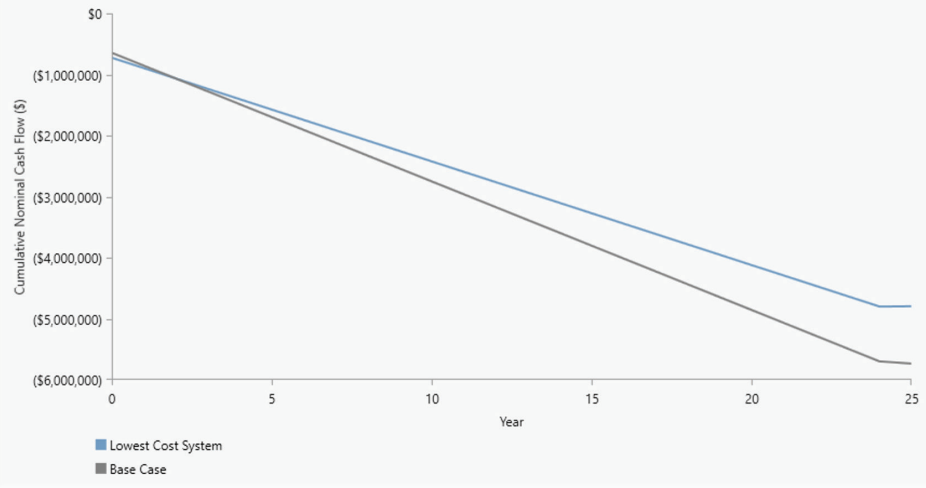


Figure 10. Comparison of NPC between base case and winning (lowest cost) system configuration

In Table 3 we can compare the optimization results of base case with winning (low cost) system results.

Table. 3. Annual Utility Bill Comparison

	Base Case	**Winning System**
Initial capital	$645,000	$700,871
Net Present Cost	$1.95M	$1.73M
LCOE (per kWh)	$0.316	$0.284
Operating cost ($/year)	$180,486	$142,194
Annualized Demand Charge Savings ($/year)	$0	$43.07
Annualized Energy Charge Savings ($/year)	$0	$38,166
CO2 Emitted (kg/yr)	561,769	458,511

In Table 4 are given the case-wise comparison of yearly emissions. There are differences of carbon dioxide, sulfur dioxide and nitrogen oxides emissions between the systems with solar PV (Case 2 and Case 3) and without solar PV (Case 1 and Case 4) configurations

Table 4. Case-wise comparison of yearly emissions

Quantity	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
Emissions (kg/year)				
Carbon Dioxide	561,667	458,074	450,900	561,664
Carbon Monoxide	77.7	77.7	77.7	77.7
Unburned Hydrocarbons	0	0	0	0
Particulate Matter	2.19	2.19	2.19	2.19
Sulfur Dioxide	2,334	1,885	1,854	2,334
Nitrogen Oxides	1,304	1,085	1,069	1,304

4. Discussion

The work results show that proposed system configuration contains of a 279 kW PV system and a 430 kW diesel generator to the load and the microgrid controller. The NPC of system is calculated as $1,731,230 and the operating cost was $142,194 with $0.28 LCOE. The CO_2 emissions equal 458,136 kg/year. Meanwhile, using base system, i.e. main grid – diesel generator system NPC was of $1,952,834, operating cost had $180,486 with $0.683 LCOE, and yearly CO2 emissions of 561,769 kg. So, the utilizing of renewable energy within the microgrid reduced the NPC of the system by 11.34%, reduced the LCOE by 11.39%, in addition, reduced the CO_2 yearly emissions by 18.44%. In case of using PV-inverter-battery-diesel generator system, the NPC was found to be $1,791,588, the operating cost is calculated as $142,522 with $0.2895 LCOE, and also The CO_2 emissions had 457,022 kg/year. That is mean that including renewable energy reduces NPC by 8.25%, LCOE by 8.38% and CO_2 emissions by 18.64% per year. It is preferable to employ the MG system based on renewable energy.

The best emissions reduction belongs to Case 3. This is due to the fact, that solar energy generated by Case 3 was greater than in the Case 2, and battery storage system was used in addition. It should be noted that by installing solar PV systems about 20% of CO_2can be prevented to compared with the systems without solar PV.

Conclusions

Techno-economic and environmental analyzing of KBU microgrid have accomplished. The optimization result includes the overall performance and the economic feasibility of the KBU MG system over its lifetime. According to the

simulation results on HOMER the optimized case solution has been determined with sensitivity parameters from four cases. The comparison results show that-the best case for KBU MG comprises utility, PV-system and diesel generator. It has been observed that MG applying is significantly decreases net present cost and cost of energy, also CO2 emissions.

References

[1] Zangiabadi M, Feuillet R, Lesani H, Hadj-Said N, Kvaløy J T. Assessing the performance and benefits of customer distributed generation developers under uncertainties. Energy 2011;36(3): 1703–1712.

[2] Soroudi A, Ehsan M. A distribution network expansion planning model considering distributed generation options and techno-economical issues. Energy 2010;35(8):3364–3374.

[3] Bracco S, Dentici G, Siri S. Economic and environmental optimization model for the design and the operation of a combined heat and power distributed generation system in an urban area. Energy 2013;55(0):1014–1024.

[4] Izzatillaev J, Yusupov Z, Short-term Load Forecasting in Grid-connected Microgrid. In Proc. of 7th International Istanbul Smart Grids and Cities Congress and Fair (ICSG), Istanbul, Turkey,
2019;71–75, doi:10.1109/SGCF.2019.8782424.

[5] Bahramara S, Moghaddam MP, Haghifam MR. Optimal planning of hybrid renewable energy systems using HOMER: a review. Renew Sustain Energy Rev. 2016;62:609–20.

[6] Sen R, Bhattacharyya SC. Off-grid electricity generation with renewable energy technologies in India: An application of HOMER. Renewable Energy 2013;62(2014):388–398.

[7] Anderson W, Kobold K, Yakimenko O. Tools for Analysis and Optimization of Standalone Green Microgrids. International Journal of Energy and Power Engineering 2018;12(6):402–409.

[8] Erdogdu E. On the wind energy in Turkey. Renewable and Sustainable Energy Reviews 2009;13(6-7):1361–1371

[9] İlhan A, Bilgili M. An Overview of Turkey's Offshore Wind Energy Potential Evaluations. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi 2016;2:55–58.

[10] http://www.yegm.gov.tr

[11] Tabak A, Ozkaymak M, Guneser MT, Erkol HO. Optimization and evaluation of hybrid PV/WT/BM system in different initial costs and LPSP conditions. International Journal of Advanced Computer and Science 2017;8(11):123–131.

[12] Web site of Turkish State Meteorological Service. https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=KARABUK.

Photovoltaic System for Rural Electrification, case study of N'Sele in Kinshasa

[1]Numan Sabit Çetin, [1*]Ilunga Mukadi Marth
[1]Faculty of Sciences, Department of Solar Energy, Ege University, Turkey

Abstract:

N'Sele is a municipality in the Tshangu region of Kinshasa, the capital city of the Democratic Republic of the Congo (DRC). It is a city which inhabits the only international airport of the country. Since it's existence, this municipality has faced serious problems in terms of urbanization and electrification. To meet their electrical needs, the inhabitants resort to traditional and sometimes very dangerous practices, such as the use of oil lamps, balls, wood for cooking, etc. Which has serious consequences, such as deforestation and general environmental degradation. More than 80 % of people do not have access to electricity and 10% of the people are connected to the grid that is not reliable to their daily energy needs. In this article, we propose a photovoltaic solar system to power a house in Kinshasa to guarantee its autonomy and to solve the problem of untimely power cuts. A current comprehensive analysis of current energy resources is present, the electricity situation, energy challenges and proposes the use of solar energy in the N'Sele. This illustration is an essential model guide that would help the entire people who would like to develop their projects in photovoltaic systems and to extend the use of solar energy in DRC

Key words: *Photovoltaic systems, Capacity, Solar energy potential, DR Congo, Solar Radiation, renewable energy technology (RET)*

Iopt	Optimal inclination	Hopt (Wh/m²/day)	Irradiation on optimally inclined plane
PV	photovoltaic	TL	Turkish Lira
Apv	Area of the PV module	E	Energy
ηPV	PV module efficiency	GlobHor:	Horizontal global irradiation
Hh (Wh/m²/day)	Irradiation on horizontal plane	DRC	Democratic Republic of Congo
SolFrac	Solar Fraction	HV	High Voltage
MW	Mega Watts	MVA	Mega-volt-amperes.
MV	Medium voltage	SNEL	National Electricity Company
E	Energy injected into	E User	Energy supplied to the user
E load	Energy need of the user (Load)	T Amb	Ambient Temperature
DiffHor	Horizontal diffuses irradiation	GlobEff	Effective Global
Lu	Unused energy	Ls	System losses and battery charging
Lc	Collection Loss	Yf	Energy supplied to the user
PR	Performance Ratio	Pnom	Nominal power

Table 1 1: symbols and abbreviations

1. Introduction

N'Sele is located at a latitude: 4°22.3' South, 15°36.8' East. The average annual sunshine of the city of N'Sele (in Kinshasa) is 5.2 kWh/m/d for an average temperature of 24. The months of June and December are the months with the lowest sunshine rating at 4.7 kWh/m/d. It is a municipality in the Tshangu region of Kinshasa, the capital city of the Democratic Republic of the Congo (USAID/DRC, 2014). N'sele is a name of a river and a municipality in the east of the city of Kinshasa.

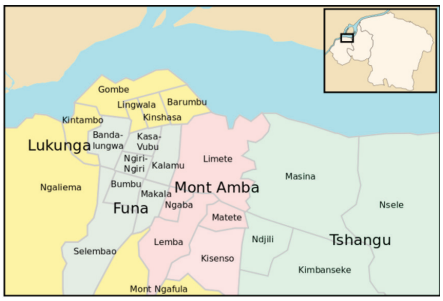


Figure 1 1: Kinshasa Map, wikipedia

The Urbanization is gaining the expansion,particularlyy in its western part near the international airport of Ndjili. In the municipality, the port of Kinkole, the Presidential Park and several villages can also be found. With a density of 300 inhabitants by km2 and 89,879 ha (898.79 km2) of area, N'sele, is the second biggest municipality after Maluku. Despite its historic position in the city of Kinshasa, it is still counted among the less developed municipalities. N'Sele is the mirror of DRC, but the lack of water and electricity makes it less credible and still underdeveloped. According to the mayor of N'sele, the municipality is prevent of electricity at 90% of its surface . All of these reasons led to the case study of a household in N'sele.

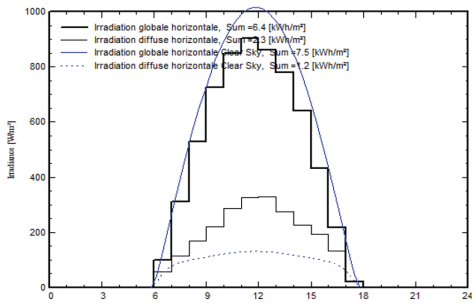


Figure 1 2: Solar energy incident in N'Sele

It is clear from the figure that solar energy incident in this region is very high in rain season according to the meteorological data. In spite of this potential, it is regrettable to note that there is no solar power production park in the zone either the awareness of population concerning the usage of photovoltaics. By using solar panels for supplying the electrical energy, this would help to reduce the load shedding from supply to customers. To achieve this, the sizing of the photovoltaic system will be done in order to respond to the load that will be connected. The software used for the design and economic analysis in this study is PV SYSTEM and Homer.

[1]https://fr.allafrica.com/stories/200907220793.html

1.1 The Use of Solar Photovoltaics in N'Sele

Due to the lack of reliable data on the subject, it is difficult to evaluate exactly the energy profiles of the city of N'Sele, to do so, we present Kinshasa in general (RDC, 2008).

Kinshasa's electric power serves only 50 percent of the population, mostly in urban areas such as Gombe, Lingwala etc. Unlike N'Sele which is among the areas that have lack of electrical power. There is no photovoltaic plant nor other sources of energy production.

2.Sources of Energy

With an estimated population of about 17,071,000 in 2017, Kinshasa has the National Electricity Company (SNEL) that distribute electricity around the city. Kinshasa take electricity from Inga I, Inga II (Jones, 2017), Zongo I, Zongo II and SANGA hydroelectric power plants, with a production capacity of 1965,17 MW. The total transmission capacity of the lines supplying Kinshasa is therefore currently about 1526 MW (1026 MW Available). The city's distribution consists of 9 HV stations with an installed capacity of HV/MV stations of 942.5 MVA or 801.12 MW. And 23 Substations with an installed capacity of 661.35MVA or 523.89MW. About the convention, the old system used 30/6.6 kV and a new system 20 kV grid. The requested power of Kinshasa is estimated at 1200MW for the year 2017 but the peak power available from the city's power supply in 2017 was 496MW i.e. the energy deficit was 705MW.

2.1 Energy Supply /Demand

a) Distribution

The distribution of electrical energy in the city of Kinshasa is facing serious problems such as: the drop in voltage at the delivery points, the overload which results in untimely cut, load shedding and transformer damage due to imbalances between production and consumption. Electricity production, transmission and distribution are providing by the SNEL. Its electrical installations suffered greatly from the disruptions that the country experienced in 1991-2000 and suffered very serious deterioration due to lack of investment. There are still many places where no electrical installation has been registered.

The SNEL has nearly 600,000 subscribers throughout the DRC, which Kinshasa contain 422,364. The latter is the most important consumption center of the entire electricity of the SNEL with 422,364 subscribers, including 24,380 industrial, semi-industrial and 397,984 domestic users. The Kinshasa population's access to electricity is estimated at 50% today. These statistics show that a

large part of the electrical energy needs stay unmet both at the national level and in the city of Kinshasa. If the administrative municipalities (Gombe, Ngaliema, Lingwala) are well covered by the SNEL's grid, this is not the case of the rural municipalities like Nsele and others. Their large area and low population density are important factors that explain this situation. The main source of energy in these areas remains, charcoal and firewood.

Year	Energy production (Hydoelectric) MW	Kinshasa consumption (MWh)
1987	1043	1440
1988	-	1556
1989	-	1644
1990	2446,57	1769
1991	-	1805
1992	-	1762
1993	-	1861
1994	-	1964
1995	2406	2114
1996	-	2156
1997	-	2087
1998	-	2072
1999	-	2273
2000	2436,90	2336

Figure 2 1: The production and consumption of energy in Kinshasa

b) Energy Demand

The demand for electrical energy in the city of Kinshasa is over 1200 MW, but the National Electricity Company "S.N.EL" (Male Cifarha André, 2010) supplies only 496 MW on an annual average. So the main question remains how to meet the demand and diversify the electrical energy of the city of Kinshasa? This is why our contribution is very important to suggest possible solutions to this problem. We thought of using other sources of energy, including solar. Because Kinshasa has considerable potential in this area. Thus the reason for our study on. The table 2-1 clearly shows that energy produced by the hydroelectric dams of Inga I, Inga II, Zongo, Sanga is not sufficient to cover a single city (Kinshasa).

We propose to do this study by choosing a house located in the municipality of N'Sele in Kinshasa. A rural area in full expansion where an annual electricity consumption of 4004 MWh, nominal PV power of 1785Wp, Pnom PV of 6.46 power ratio, which seriously suffers from the lack of electricity.

For the given system, we have made the same calculation for the whole year without taking into account the seasons and the different months. We have designed a house with its own autonomy and at the same time connected to the. The SNEL's grid will supply the house just for 5 hours in a day, therefore at night.

3. Estimated Daily Energy Needs

In determining the power consumption demands, a list of the appliances/ loads to be run from the system was made for a typical house of about 105 m^2 with two bedrooms, Living room, bath Room, Kitchen, and occupied permanently throughout the year. It is occupied by six people and contains domestic equipment operating under a standard voltage of 220V-50Hz.

	Number	Power	Use	Energy
Lamps (LED or fluo)	10	10 W/lamp	5 h/day	500 Wh/day
TV / PC / Mobile	2	100 W/app	5 h/day	1000 Wh/day
Domestic appliances	1	500 W/app	4 h/day	2000 Wh/day
Fridge / Deep-freeze	2		24 Wh/day	1598 Wh/day
Dish- & Cloth-washers	1		2 Wh/day	2000 Wh/day
Ventilation	1	100 W tot	24 h/day	2400 Wh/day
Air conditioning	1	1000 W tot	3 h/day	3000 Wh/day
Stand-by consumers			24 h/day	144 Wh/day
Total daily energy				12642 Wh/day

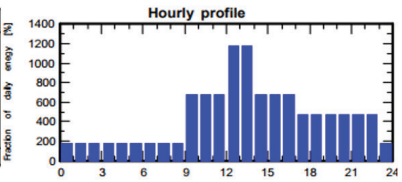


Figure 3 1: Daily household consumers and Hourly profile

The energy balance that we carried out, gives us a daily consumption of Ed = 12kWh/d. For optimal energy supply, we have chosen a PV installation connected to the with self-consumption. The installation of solar panels will be done on the roof.

3.1 Photovoltaic Array Sizing

Since several studies have been carried out with regard to the sizing of solar panels, we have preferred to refer here to authors and books to be produced in this area: (Ahmad, 2001), (S. John Aruldoss, 2013), (McNeill & Solman, 1981), (Klaus Jäger, 2014), (Boxwell, 2017).

For our case study, we have made the same calculation for the whole year. By given that there is an electrical in Kinshasa, we have designed a house with its own autonomy and at the same time connected to the. Which supply the house just for 5 hours.

a) Material

For the case of our study, we chose solar panel with the following characteristics:

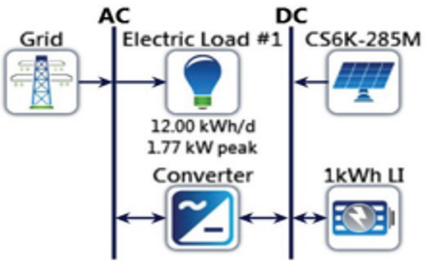


Figure 3 2: PV System Architecture

PV module	Si-poly	Model	**ET-P660_255WWCO Maxim**		
Original PVsyst database		Manufacturer	ET Solar		
Maxim integrated optimizers		Model	**VT8020**	Unit Nom. Power	3 x 93 W
Number of PV modules		In series	7 modules	In parallel	1 strings
Total number of PV modules		Nb. modules	7	Unit Nom. Power	255 Wp
Array global power		Nominal (STC)	**1785 Wp**	At operating cond.	1602 Wp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)		U mpp	191 V	I mpp	8.4 A
Total area		Module area	**11.4 m²**	Cell area	10.2 m²
Inverter		Model	**UNO-DM-1.2-TL-PLUS**		
Original PVsyst database		Manufacturer	ABB		
Characteristics		Operating Voltage	90-580 V	Unit Nom. Power	1.20 kWac
Inverter pack		Nb. of inverters	1 units	Total Power	1.2 kWac
				Pnom ratio	1.49

Figure 3 3: PV Array Characteristics

4. Results and Discussion

The following table gives us the result of the simulation performed by the PV Syst software. Considering the system connected to the SNEL grid.

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	E Load kWh	E User kWh	E_Grid kWh
January	149.2	84.98	26.21	153.2	147.8	339.2	164.8	48.72
February	138.1	76.09	27.10	140.2	135.5	306.4	150.9	41.97
March	157.4	88.27	27.49	157.5	152.0	314.4	161.8	55.79
April	150.4	73.17	26.70	148.0	143.0	304.3	153.5	51.22
May	147.3	73.67	26.69	143.0	137.7	314.4	155.5	45.83
June	132.5	72.47	24.87	128.2	123.3	379.3	147.4	35.52
July	123.0	77.78	24.61	119.7	115.0	391.9	145.8	26.18
August	139.4	82.20	24.81	136.8	131.7	391.9	157.3	36.71
September	138.1	72.64	25.24	137.4	132.6	304.3	144.3	46.06
October	145.0	88.01	25.81	146.4	141.0	314.4	157.4	48.70
November	136.0	79.01	25.63	138.8	133.8	304.3	146.7	47.64
December	142.0	81.97	26.07	146.2	141.1	339.2	159.2	46.32
Year	1698.5	950.24	25.93	1695.5	1634.6	4004.0	1844.7	530.67

Table 4 1: Grid connected, balances and mains results

Specific Prod 1330 kWh/kWp/year, Produced Energy 2375 kWh/year, The PR 78.47 %,
Lc: 0.72 kWh/kWp/day,
Yf: 3.64 kWh/kWp/day,
Ls: 0.28 kWh/kWp/day.

The system receives 2159kWh from, uses 1845 kWh and 530kWh to the.

The table gives us the result of the simulation considering the system as being autonomous using a storage system.

	GlobHor kWh/m²	GlobEff kWh/m²	E Avail kWh	EUnused kWh	E Miss kWh	E User kWh	E Load kWh	SolFrac
January	149.2	155.5	134.7	0.000	202.6	136.6	339.2	0.403
February	138.1	135.0	116.6	0.014	194.5	111.9	306.4	0.365
March	157.4	140.3	122.6	0.000	196.0	118.4	314.4	0.376
April	150.4	119.1	105.4	0.000	201.4	102.8	304.3	0.338
May	147.3	105.1	94.3	0.000	228.8	85.6	314.4	0.272
June	132.5	92.3	84.1	0.014	301.3	78.0	379.3	0.206
July	123.0	90.3	82.6	0.022	315.8	76.1	391.9	0.194
August	139.4	108.7	98.4	0.000	296.7	95.2	391.9	0.243
September	138.1	118.3	105.2	0.007	202.6	101.6	304.3	0.334
October	145.0	136.7	121.0	0.000	202.8	111.6	314.4	0.355
November	136.0	137.1	120.2	0.000	189.0	115.3	304.3	0.379
December	142.0	150.3	130.3	0.000	216.8	122.4	339.2	0.361
Year	1698.5	1488.5	1315.3	0.058	2748.5	1255.5	4004.0	0.314

Table 4 2: The main result of PV system with storage

The monthly sums of the recorded array output are shown in table 4-2. The energy produced by the PV array ranged from 14488.5 kWh throughout whole year. The lower values obtained during the period Jun – July.

Out of 4,004 MWh per year, the missing energy is 68.6% (2,748 kWh). The available energy is estimated at 1315 kWh, of which direct use is 35.1%, and 64.9% of stored energy. We chose the battery with a capacity of 48 V, 557 Ah. According to the calculations 11 batteries will be used.

The calculation of the cost annuity or the cost per unit produced does not include ecological and socio-economic factors.

Investment			
PV modules (Pnom = 255 Wp)	7 units	114 € / unit	800 €
Supports / Integration		71 € / module	500 €
Inverter (Pnom = 1.2 kW ac)	1 units	330 € / unit	330 €
Settings, wiring, ...			320 €
Substitution underworth			-180 €
Gross investment (without taxes)			**1770 €**
Financing			
Gross investment (without taxes)			1770 €
Taxes on investment (VAT)	Rate 15.0 %		266 €
Gross investment (including VAT)			2036 €
Subsidies			0 €
Net investment (all taxes included)			**2036 €**
Annuities	(Loan 5.0 % over 20 years)		163 €/year
Annual running costs: maintenance, insurances ...			0 €/year
Total yearly cost			**163 €/year**
Energy cost			
Used Energy			1845 kWh / year
Energy sold to the grid			531 kWh / year
Cost of produced energy			0.07 € / kWh

Table 4 3: Annualized Costs

For the present PV system, the life cycle cost will be estimated as follows. The lifecycle of the system components will be considered as 25 years, except for the batteries, which will be considered to have a lifetime of 8 years. Also, the annual inflation rate in batteries prices is considered to be 5% and the market discount rate as 6%.



The price per kW for the on system is 0.07ğ and 0.09ğ for the off- system.

5.Some examples

Taking as an example of China, Germany and the United States of America and other countries which have recorded an unprecedented evolution in photovoltaic systems in world history.

A study carried out in Kenya, Where the solar PV technology power generation rate rose from 1% in 2010 just between 3% and 4% in 2013 .This plan limits solar energy applications to solar home systems, solar water heating and other off- uses in rural areas. These are far from the opportunities that large PV systems could provide when connected to the, generating cheaper electricity.

The study by the Lawrence Berkeley National Laboratory concludes that solar panels increase home value by $16,995 on average. Homes equipped with solar power systems sell for 3.73% more than comparable non-solar properties. The study evaluated the sale price of 22,822 homes across 6 states to determine what effect solar power systems have on home resale value. The study compares the sale price of 3,951 PV Homes to 18,871 Non-PV Homes. The research finds that, on average, solar panels increase home value by $16,995 – or 3.73% more than their non-PV counterparts.

To reduce dependence on coal and pollution from coal-based thermal power plants, state-owned **Rajasthan Vidyut Utpatan Nigam** (RVUNL) set up solar power plants to produce 800 MW of power. The budget also lays emphasis on rooftop solar system and 'green energy cities'. The government plans to generate 300 MW from rooftop solar system in the next five years.

The "Efficiency House Plus" was officially opened by Chancellor Angela Merkel on 7 December 2011. The house is centrally located, in Fasanenstraße 87a, 10623 Berlin, near the Technical University of Berlin and close to Kurfürstendamm. An Efficiency House Plus generates its own energy and makes it available to the residents or feeds the excess energy back into the public. The single-family house has a living area of approximately 130 m^2 with two storeys and was designed for a family of four. Total house operation evaluated at 12400kWh. Photovoltaic energy generation, of which is 13306 kWh with an Electricity surplus of 906 kWh/a. With its "Future Construction" research initiative, the BMVBS promotes economy, science and society in the construction field during energy conversion.

The Mersin Flat Glass Factory to host Europe's second largest rooftop solar power plant. The special energy glass used in the solar panels in the power plant was produced in Şişecam's Mersin Flat Glass Factory. The solar energy plant established on the roof of the Mersin Flat Glass Factory has 6.2 megawatts (MW) of power, while total investment is 22 million TL ($5.7 million). The plant is spread over 79,300 m2. The Sisecam's goal is to achieve 12 MW installed power in renewable energy production by 2022. They plan to invest 37 million TL in five years.

Why did we give the examples above? Because we think that if the Congolese government also made the same arrangements for its different cities and rural areas, this would increase the rate of electrification throughout the country.

http://theconversation.com/lessons-from-kenya-about-whats-holding-back-solar-technology-in-africa-64185

6. Conclusion

The prevailing solar radiation in Kinshasa is sufficient to justify the use of PV generated power in remote areas. This document presents a photovoltaic system sizing; explore the opportunities and challenges inherent in investment in solar technology at the home by producing, installing, and maintaining the solar units and accessories in rural area; both connected and off- with battery. A prototype based electrical energy demand (load) of a household was estimated. From an economical point of view using PV systems in feeding rural zones is very important, especially when their life cycle costs are competitive with the other types of conventional energy sources.

To close on a very positive note: all indicators point towards a massive adoption of solar technology in the N'sele and all municipalities of Kinshasa.

References

[1]Ahmad, G. (2001). Photovoltaic-powered rural zone family housein Egypt. Elsevier, 12.

[2]Boxwell, M. (2017). Solar electricity Handbook. Birmingham, United Kingdom: Greenstream Publishing Limited.

[3]Jones, T. (2017). Endetté et à l'aveuglette, Analyse Economique du Projet Inga 3. internationalrivers, 16-22.

[4]Klaus Jäger, O. I. (2014). Solar Energy Fundamentals, Technology, and Systems. Netherlands: Delft University of Technology.

[5]Male Cifarha André, H. B. (2010). 1970 - 2010, 40 ans pour la SNEL. Kinshasa: SNEL.

[6]McNeill, B., & Solman, F. (1981). Performance of an experimental photovoltaic-powered house. Annual conference of the International Solar Energy Society, Philadelphia, PA, USA, 26 May, 50-62.

[7]RDC, M. d. (2008). Atlas des Energies Renouvelable en RDC. kinshasa: Ministère des Ressouces Hysraulique et Electricité de la RDC.

[8]S. John Aruldoss, M. S. (2013). Renewable Energy Hybrid Powered House For Rural Electrification. International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT), 8.

[9]USAID/DRC. (2014). COUNTRY DEVELOPMENTCOOPERATION STRATEGY DEMOCRATIC REPUBLIC OF THE CONGO 2014 – 2021. kinshasa: USAID/DRC.

https://www.wholesalesolar.com/blog/do-solar-panels-increase-home-value/
https://economictimes.indiatimes.com/small-biz/productline/power-generation/rajasthan-budget-focus-on-solar-power/articleshow/74238485.cms
https://www.buildup.eu/en/practices/cases/efficiency-house-plus-berlin

Türkiye'nin Bitkisel Ve Hayvansal Kökenli Biyoenerji Kapasitesinin İncelenmesi

[1]**Hakkı Gülşen,** [2*]**İbrahim Yenigün**
[1]Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa, Türkiye
[2]Harran Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Şanlıurfa, Türkiye

Özet:

Enerjiye olan ihtiyacın her geçen gün artması, dünya nüfusu ve teknolojinin gelişmesiyle doğru orantılıdır. Enerji, yaşamın sürdürülebilirliği için vazgeçilmezler arasındadır ve bu sebeple çözülmesi gereken birçok sorunu da yanında getirmiştir. Bunlar; enerjide verimlilik nasıl sağlanabilir, alternatif enerji seçenekleri nelerdir, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ve bunların yol açabileceği çevresel sorunlar nelerdir gibi sıralanabilir. Bağlı olarak bugünkü enerji tercihleri arasında artarak kendine önemli bir yer edinen biyoenerji; enerji verimliliği, sürdürülebilirlik ve çevreci yaklaşımı ile öne çıkmaktadır. Dünya genelinde 11 milyara yaklaşan toplam istihdamı ise ikincil avantajlarından sadece biridir. Bununla birlikte bitkisel ve hayvansal atık miktarına bakıldığında; bitkisel kaynaklı 96.451.594 ton/yıl (39.877.285 enerji eşdeğeri), hayvansal kaynaklı bakıldığında ise 163.297.307 ton/yıl (1.176.198 enerji eşdeğeri) gibi ciddi oranlar göze çarpmaktadır. Tüm bahsedilenlere bağlı olarak çalışmada, bitkisel ve hayvansal kökenli biyoenerji kaynaklarının Türkiye'deki durumu, potansiyeli araştırılmış ve geleceği üzerine öneriler ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: *Biyoenerji, yenilenebilir enerji, enerji verimliliği*

Investigation Of Origin Plant And Animal Bioenergy Capacity For Turkey

Abstract:

The increasing need for energy day by day is directly proportional to the world population and the development of technology. Energy is among the indispensable for the sustainability of life and for this reason it has brought many problems to be solved. These; How can energy efficiency be achieved, what are the alternative energy options, the use of renewable energy sources and what are the environmental problems that may be caused by these. Accordingly, bioenergy has gained an important place among today's energy preferences; stands out with its energy efficiency, sustainability and environmentalist approach. Its total employment of nearly 11 billion worldwide is just one of its secondary advantages. However, considering the amount of plant and animal waste; Serious rates such as 96.451.594 tons / year (39.877.285 energy equivalent) of plant origin and 163.297.307 tons / year (1.176.198 energy equivalent) from animal sources stand out. All the studies mentioned, depending on the situation in Turkey bioenergy source of plant and animal origin, researched potential and has put forward proposals on the future.

Key Words: *Bioenergy, renewable energy, energy efficiency*

Corresponding author: İbrahim YENİGÜN, Address: Faculty of Fine Arts, Department of Architecture, Harran University, Sanliurfa, TURKEY. E-mail address: ibrahimyenigun@hotmail.com, Phone: +905426881977

1.Giriş

Günümüz dünyasında tüketilmekte olan enerjinin, farklı pek çok kaynaktan temin edildiği görülmektedir. Bunların içinde kömür, doğal gaz, petrol gibi fosil kaynaklar, tüm enerji kaynaklarının %87'sini oluşturmaktadır [1]. Fosil kaynakların tükenme tehlikesiyle karşı karşıya olması ve aşırı kullanılmasına bağlı ortaya çıkan çevresel problemler, ülkelerdeki alternatif enerji kaynağı arayışına hız kazandırmış ve yenilenebilir enerjiye olan bakış açısını değişime uğratmıştır.

Yenilenebilir enerji, sürekli olarak faaliyette olan doğal süreçlerdeki mevcut enerji akışını kullanıp enerji elde etmeyi ifade etmektedir. Dolayısıyla, kaynağın tükenmesi söz konusu değildir. Yenilenebilir enerji çeşitleri arasında biyokütle, hidroelektrik, güneş, rüzgâr, jeotermal gibi başlıkları saymak mümkündür.

Biyokütle enerjisi yenilebilir enerji olması, doğada kolaylıkla bulunabilmesi, çevreye olan zararlı etkilerinin az olması, sürdürülebilir enerji olması ve atık olarak değerlendirebileceğimiz maddelerin kullanılarak çevresel zararların azaltılması gibi avantajlarından dolayı çağımızın en popüler enerjilerindendir.

Alternatif enerji kaynakları alanında var olan gelişmelere bakıldığında, dünyada biyoetanol ve biyodizel gibi yakıtlardaki ilerlemeler dikkat çekicidir. Diğer enerjilerin tersine biyoyakıt enerjisinin kesilecek bir kaynağının bulunmaması ve kolay depolanabilmesi son dönemde onu daha da popüler hale getirmiştir. Tarım ürünlerinin biyoyakıtların hammaddesini oluşturması, konuyu üreticiler ve tarım sektörü bakımından değerlendirdiğimiz zaman daha önemli kılmaktadır. Bunun yanında doğada kolay ve hızlı biçimde bozulması, toksik etki oluşturmaması ve sera etkisini artırmaması önemli diğer avantajlarını oluşturmaktadır [2]. Tüm bahsedilenlere bağlı olarak çalışmada, bitkisel ve hayvansal kökenli biyoenerji kaynaklarının Türkiye'deki durumu, potansiyeli araştırılmış ve geleceği üzerine öneriler ortaya konulmaya çalışılmıştır.

2.Biyokütle

Biyokütle, biyolojik kökenli olmakla beraber fosil olmayan organik maddelerin adıdır. Biyokütle enerjisi doğadaki hayvansal ve tarımsal kökenli ürünlerden farklı biyolojik, kimyasal, fiziksel tepkimeler ile üretilmekte olan, ticari niteliği bulunan ve belirli çerçevelerde standartlaşan; gaz, sıvı veya katı formatındaki bitkisel enerji kaynaklarıdır [3]. Sıvı formdaki biyokütle enerji kaynakları; biyoyakıtlar, biyoetanol ve biyodizeldir. Bu kaynaklar için kenevir, hindistan cevizi, soya, kolza (kanola), ayçiçeği, aspir gibi yağlı tohumlu bitkilerden elde edilmiş yağlar, hayvansal yağlar ve evsel kullanımdan doğan atık yağlar kullanılmakta ve bunların katalizör eşliğinde kısa zincirli bir alkolle reaksiyonu neticesinde

açığa çıkan ve yakıt olarak kullanılabilen ürünler elde edilmektedir. Biyodizel, bu ürünlerin fosil kaynaklı dizel yakıt yerine kullanımı ya da belirli oranda dizel yakıtla karıştırılıp kullanımıyla elde edilmektedir. Diğer taraftan biyoetanol ise bunların belli miktarda benzine karıştırılmasıyla oluşmaktadır.

Son asırda, dünyada enerji tüketim oranı yaklaşık on yedi kat artmış, bağlı olarak bu durumun karşılanması için hız verilen çalışmalardan biri de biyokütle alanında olmuştur. Sayılan birçok avantajına bağlı ise gün geçtikçe artan ilgi odağı olması, biyokütle enerjisini dünyadaki 4. en büyük enerji kaynağı konumuna taşımıştır. Geleceğin enerji kaynakları arasında gösterilen biyoenerji; İsveç'te %16 ve Avusturya'da %13 oranlarıyla, genel enerji oranları arasında önemli yüzdeye sahip olmuştur [4].

2.1. Biyokütle Enerji Kaynakları

Biyokütle enerjisi, biyokütlenin farklı biyolojik, kimyasal ve fiziki yöntemlerden geçirilmesiyle elde edilmekte olan bir enerji çeşididir. Bu enerjinin üretilmesinde kullanılmakta olan biyokütle kaynaklarının dört başlıkta ele alınması mümkündür. Bunlar şöyledir [5]:

• Endüstriyel amaçlar ve gıda amaçları için kullanılmakta olan şehirsel atıklar ve endüstriyel hammadde atıklar,

• Tarımda üretilmekte olan nişastalı bitkiler, şekerli bitkiler, yağlı tohum bitkileriyle hayvansal atıklar,

• Otsu ve odunsu bitkilerden meydana gelen odun endüstrisi artıklarıyla ormansal artıklar,

• Göl ve denizlerdeki yüksek bir nem ve büyüme hızına sahip saz bitkileri, deniz otları, yosunlar ve birtakım mikro organizmalardır.

Biyokütle kaynakları modern ve klasik olarak da gruplandırılmaktadır. Klasik biyokütle kaynakları, ormanlardan elde edilmekte olan odunlar, yakacak olarak kullanılmakta olan hayvan ve bitki artıklarından meydana gelmektedir. Modern biyokütle kaynaklarıysa kentsel atıklar, hayvansal atıklar, orman ve ağaç endüstrisi atıkları, enerji ormancılığından meydana gelmektedir [6], [7]. 2019 yılı Eylül ayı sonu itibarıyla kurulu gücümüzün kaynaklara göre dağılımı; yüzde 31,4'ü hidrolik enerji, yüzde 28,6'sı doğal gaz, yüzde 22,4'ü kömür, yüzde 8,1'i rüzgâr, yüzde 6,2'si güneş, yüzde 1,6'sı jeotermal ve yüzde 1,7'si ise diğer kaynaklar şeklindedir [8].

3. Türkiye'de Biyokütle

Dünyadaki ülkelerin birçoğu ve bilhassa gelişmiş olan ülkeler yenilenebilir enerji kaynaklarını artırma gayretindedirler. Bu yüzden destek ve teşvik programları kanunlarla saptanmıştır. Son dönemde yenilenebilir enerji kaynaklarının

kullanımı ciddi oranda artış göstermiştir. Özellikle biyodizel dünyada hızla gelişmektedir. Biyoyakıtlarla ilgili dünyadaki gelişmeler Türkiye'ye de etki etmiş ve bu konuda -özellikle biyodizelde- çalışmalar hızlanmıştır. Enerji arzında 1990'da yüzde 51,6, 2002'de yüzde 67,2 olan dışa bağımlılık, 2018'de yüzde 72,4'e yükselmiştir. Türkiye'nin hızla artan enerji ithalatının faturası 2018'de 43 milyar dolar, 2019'da 41,6 milyar dolar olmuştur [9]. Enerjide Türkiye'nin dışa bağımlı olması enerji güvenliğini tehdit etmektedir ve bu tehditin azaltılması ülkenin geleceği açısından hayati önem arz etmektedir. Bilhassa biyodizelin kanola, aspir gibi yağlı tohumlu hammaddeden üretilmesi ve ülkemizin bu konuda yüksek bir potansiyel barındırması büyük bir fırsattır [10].

Biyodizel Türkiye'de ilk kez 1970 petrol krizinden sonra konu olmuş konuyla alakalı bilimsel çalışmalar yapılsa da bir katkı elde edilememiştir. Fakat 2000 senesinde ivme kazanmış olan sektör, biyodizel konusunda girişimcileri cesaretlendirmiştir. Biyodizel Türkiye'de ilk kez 5015 sayılı "Petrol Piyasası Kanunu" kapsamında petrolle harmanlanan ürünler olarak ifade edilmiş, dizelle karıştırılıp kullanılması açısından kanuni düzenleme yapılmıştır. Fakat ani şekilde artış gösteren biyodizel işletmeler haksız bir rekabete neden olmuş ve biyodizele ÖTV (Özel Tüketim Vergisi) uygulanmıştır. Bu uygulamayla ilerleyen zamanlarda sektör durma noktasına gelmiştir. Sektörü yeniden canlandırmak için motorin ve biyodizel karışımına motorine oranla %2 biyodizel karıştırılması ÖTV dışında tutulmuştur. Sektörü canlı tutmak ve ülkedeki enerji gereksinimini iç kaynaklardan temin etmek için EPDK (Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu) 29 Eylül 2011'de yerli tarım ürünlerinden elde edilen biyodizelin 2014 senesinde %1, 2015'te %2 ve 2016'da %3 oranlarında harmanlanmasını mecburi kılmıştır. Ancak bu düzenleme uygulamaya geçmeden, 25 Haziran 2013 tarihinde kaldırılmıştır. Gelişmeler, biyodizel sektöründeki beklentileri karşılayamamış ve yeni kanuni düzenlemelere olan ihtiyacı bir defa daha ortaya koymuştur [10].

Yenilenebilir enerji kaynaklarının arasında biyokütle enerjisi teknik potansiyel büyüklüğü ve farklı üstün yanlarıyla öne çıkmaktadır. Biyokütle enerjisi temiz, sürekli yenilenebilen, iklim şartlarına fazla bağlı olmayan bir enerji türüdür. Biyokütle enerji kaynaklarında yaşam döngüsü analizine bakıldığı zaman CO2 salınımının nötr olduğu görülmektedir. Bu yüzden Kyoto sözleşmesinin tarafı olmanın verdiği sorumluluklarla biyokütle enerjisini değerlendirmek doğru bir adım olmaktadır. Bununla birlikte biyokütle enerji kaynaklarının değerlendirilmesi, yer aldıkları bölge içinde işgücü oluşturması açısından katkı sağlayabilecektir. Bu açıdan bakıldığında, dünyadaki yenilenebilir enerji sektörünün oluşturduğu 2018 yılı istihdam potansiyeli, konuyu çarpıcı bir şekilde (Tablo 1) ortaya koymaktadır [11]. Ayrıca kaynağında değerlendirilecek olan biyokütle enerjisi, dağıtım ve iletimle ilgili kaçak ve kayıpları da yaşatmayacaktır.

ALT SEKTÖR / BÖLGE	DÜNYA	ÇİN	BREZİLYA	ABD	HİNDİSTAN	AVRUPA BİRLİĞİ
GÜNEŞ PV	3.605.000	2.194.000	15.600	225.000	115.000	96.000
SIVI BİYO YAKIT	2.063.000	51.000	832.000	311.000	35.000	208.000
HİDROELEKTRİK	2.054.000	308.000	203.000	66.500	347.000	74.000
RÜZGÂR	1.160.000	510.000	34.000	114.000	58.000	314.000
GÜNEŞ (TERMAL)	801.000	670.000	41.000	12.000	20.700	24.000
KATI BİYOKÜTLE	787.000	186.000		79.000	58.000	387.000
BİYAGAZ	334.000	145.000		7.000	85.000	67.000
JEOTERMAL ENERJİ	94.000	2.500		35.000		23.000
ODAKLI GÜNEŞ T.	34.000	11.000		5.000		5.000
TOPLAM (kişi)	**10.983.000**	**4.078.000**	**1.125.000**	**855.000**	**719.000**	**1.235.000**

Tablo 1. Dünyada Yenilenebilir Enerji Sektörü İstihdamı

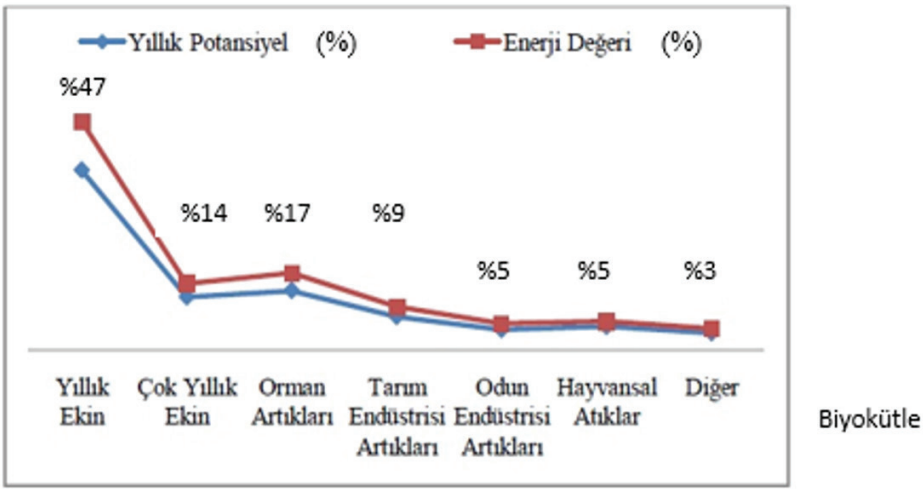
Türkiye'nin enerji gereksinimini fosil kaynaklardan sağlamak konusunda yetersiz olduğu ve dışa bağlı duruma geldiği görülebilmektedir. Önümüzdeki senelerde birincil enerji tüketiminde fosil yakıtların yine başı çekeceği bilinse de Türkiye bunu karşılamada yeterli kalamamaktadır. Bu nedenle Türkiye'nin, kaynaklarını coğrafi konumundan doğan üstünlüklerle yenilenebilir enerjiye kullanması, üretimde çeşitliliğini artırması ve teknik potansiyelini geliştirmesi gerekmektedir. Bu doğrultudan hareketle, Türkiye'nin biyokütle kaynakları ve yıllık potansiyellerine bakılacak olursa (Tablo 2) aşağıdaki durum ortaya çıkmaktadır [12].

BİYOKÜTLE KAYNAKLARI		ATIK MİKTARI (ton/yıl)	ENERJİ EŞDEĞERİ (TEP/yıl)
Bitkisel Biyokütle	Yağlı tohumlu bitkiler (kanola, ayçiçek, soya vb.)	96.451.594	39.877.285
	Şeker ve nişasta bitkileri (patates, buğday, mısır, şeker pancarı vb.)		
	Elyaf bitkileri (keten, kenevir, sorgum vb.)		
	Protein bitkileri (bezelye, fasulye vb)		
	Bitkisel ve tarımsal atıklar (dal, sap, saman, kök, kabuk, vb.)		
Ormansal Biyokütle	Odun ve orman atıkları (enerji ormanları ve enerji bitkileri, çeşitli ağaçlar)	4.800.000	859.899
Hayvansal Biyokütle	Sığır, at, koyun, tavuk gibi hayvanların dışkıları, mezbahane atıkları ve hayvansal ürünlerin işlenmesi sırasında ortaya çıkan atıklar	163.297.307	1.176.198
Kentsel Atıklar	Kanalizasyon ve dip çamurları, kâğıt, sanayi ve gıda sanayi atıkları, endüstriyel ve evsel atık sular, belediye ve büyük sanayi tesisleri atıkları	31.331.836	2.315.414
TOPLAM		**295.880.737**	**44.228.796**

Tablo 2. Türkiye'nin Biyokütle Kaynakları ve Yıllık Potansiyeli

3.1. Türkiye'nin Yıllık Biyokütle Potansiyeli ve Enerji Değerleri

Türkiye'nin yıllık biyokütle potansiyeli ve enerji değerlerindeki yüzdelik dağılım (Şekil 1) incelendiğinde potansiyel bakımdan senelik ekinlerin %46, enerji değerleri bakımındansa %47'yla en üst orana sahip olduğu görülebilmektedir. Senelik ekinlerin sonrasında ise %17 enerji değeri ve %15 senelik potansiyeliyle orman atıkları; %14 enerji değeri ve %13 senelik potansiyeliyle yıllık ekinler sıralanmaktadır. Tarım endüstrisi atıkları ise %9'luk bir enerji değeri ve potansiyele sahiptirler [13].



Şekil 1. Türkiye'nin Yıllık Biyokütle Potansiyel ve Enerji Değeri Oranları (%)

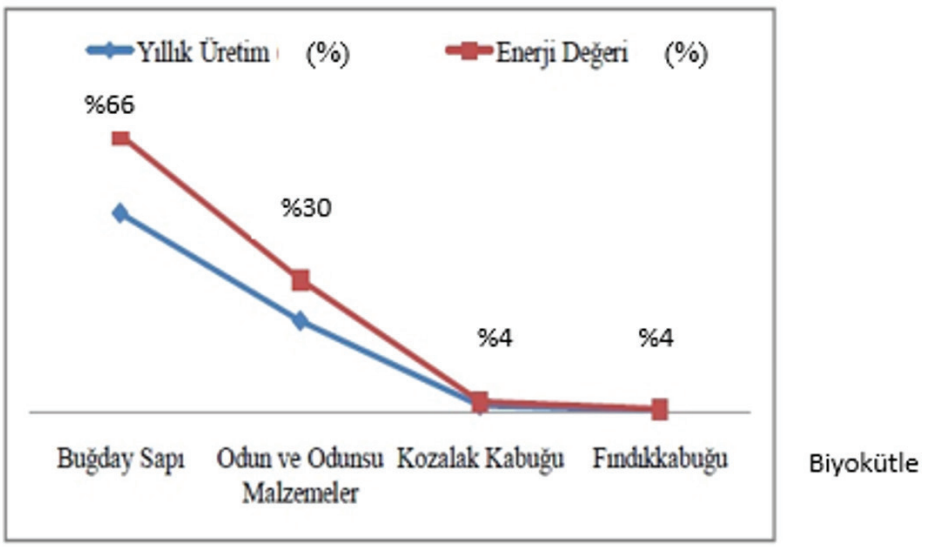
3.2. Türkiye'nin Biyokütle Ürünleri Potansiyelleri ve Enerji Değerleri

Yıllık ekin, orman atıkları ve çok yıllık ekin kapsamında ülkemizin biyokütle ürünlerinin enerji dağılımları ve potansiyelleri yüzdesel açıdan ele alındığında (Şekil 2); %66 senelik üretim potansiyeli bulunan buğday sapında enerji değerininse 10,1 BTEP (Bin Ton Eşdeğer Petrol) olduğu görülebilmektedir [14]. Buğday üretimi, Türkiye'de her bölgede yapılmaktadır. Tarla ürünleri içinde üretim miktarı ve ekili alan olarak ilk sıradadır. Bu nedenle buğday sapından enerji elde etmek mümkündür. Buğday sapının sonrasında odunsu malzemeler ve odun, senelik üretimin %30'uyla ikinci sıradadır. Buna karşılıksa 5,358 BTEP enerji değeri vardır.

Türkiye'de orman ekosisteminin günümüzdeki çağdaş kullanım işlevlerine uygun olan sürdürülebilir bir yönetim ile değerlendirilmesi gereklidir. Toplamdaki

orman alanlarının coğrafi bölgelere göre dağılımlarına bakıldığında şu şekilde bir tablo çıkmaktadır: Güney Doğu Anadolu Bölgesi %6, Doğu Anadolu Bölgesi %8, İç Anadolu Bölgesi %11, Marmara Bölgesi %14, Ege Bölgesi %18, Akdeniz Bölgesi %19, Karadeniz Bölgesi %24 [15]. Enerji tüketiminin yoğun şekilde gerçekleştiği Ege, Akdeniz, Karadeniz ve Marmara'da orman artıklarındaki yüksek ısıl değerleri çevresel olarak etkin ve verimli tesislerde, modern enerji üretiminde kullanmak mümkündür.

Fındık ve kozalak kabuğu üretmede senelik toplam potansiyelin payı %4'tür ve enerji değerleri toplamıysa 0,63 BTEP'tir. Kozalak kabuğundan enerji üretmek de orman potansiyeliyle değerlendirilebilmektedir. Türkiye'de bulunan fındık dikim alanlarının %60,2'lik kısmı Doğu Karadeniz'dedir. Fındık kabuğu; 19,2 MJ/ kg olan yüksek ısıl değeri, enerji kaynağı potansiyellerinin arasında senelik tahmini olarak 3,5x105 tonla yer bulduğu düşünüldüğü zaman, modern enerji üretimi açısından Karadeniz'de değerlendirilebilecek bir kaynaktır [14].

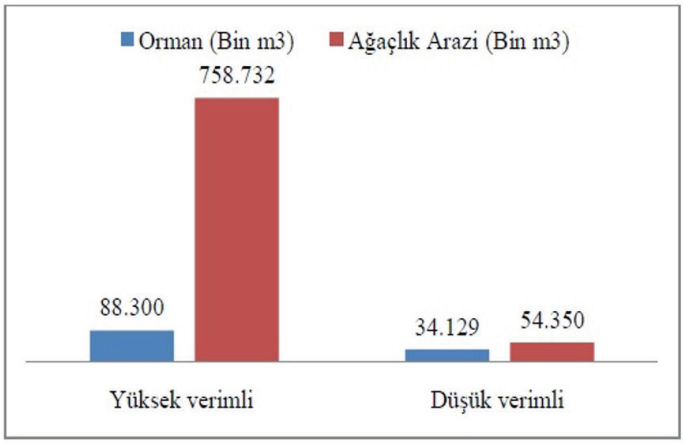


Şekil 2. Türkiye'nin Yıllık Biyokütle Ürünleri Potansiyelleri ve Enerji Değerleri (%)

3.3. Orman Potansiyelinin Kaynak Dağılımı

Temel biyokütle ürünleri potansiyeli ve senelik biyokütle potansiyelinin yüzdelik dağılımlarında (Şekil 3) buğday sapının ardından, Türkiye açısından en çok öne çıkan alternatif biyokütle kaynağı konumundaki odunsu malzemeler ve odun, orman potansiyelinin içinde yer bulmaktadır. Orman potansiyeli kaynak dağılımı ele alındığında düşük verimli ormanlara nazaran yüksek verimli ormanların 13 kat fazla olduğu görülebilmektedir [14]. Yüksek verimli ve düşük

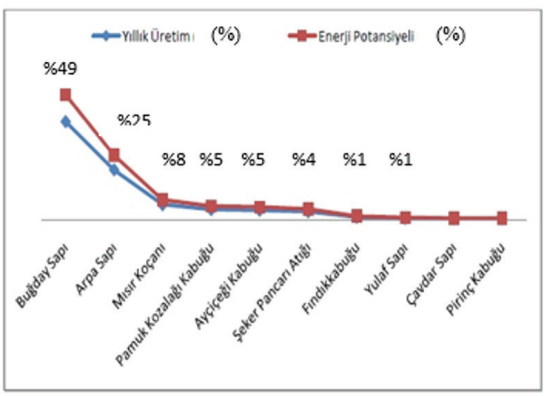
verimli ormanların içinde ağaçlık arazinin büyük bir payı vardır. Ağaçlık arazilerdeki odun dışı orman artıkları ve odundan enerji ormancılığında kullanılacak alternatif yakıtlara eşdeğer gaz, sıvı ve katı ürünler elde etmek mümkündür. Bunun yanında bu potansiyeli, bölgede uygulamak ve bölgedeki gereksinimleri kayıp kaçak olmadan karşılayacak biçimde trijenerasyon ve kojenerasyon sistemlerinde soğutma, ısıtma ve elektrik için de değerlendirilmesi gerekmektedir [13].



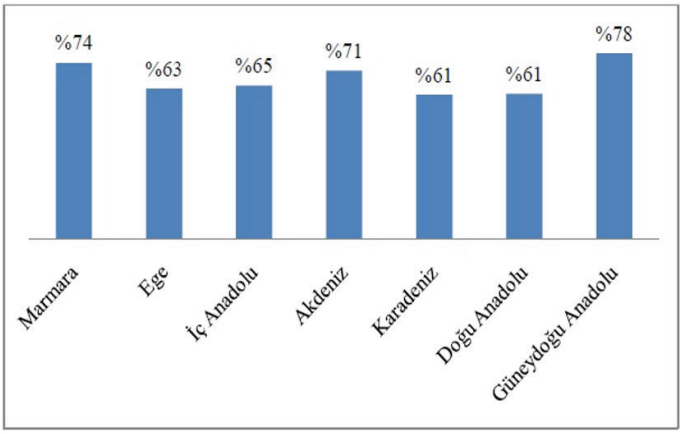
Şekil 3. Orman Potansiyelinin Kaynak Dağılımı

3.4. Tarımsal Atıklar ve Enerji Potansiyelleri

Tarımsal atıklar ve enerji potansiyelleri (Şekil 4) içerisinde buğday sapı senelik üretimde %49'la en geniş yeri tutmaktadır. Sonrasında %25'le arpa sapı, %8'le mısır koçanı %5'le pamuk kozalağı kabuğu ve ayçiçeği kabuğu, %4'le şeker pancarı atığı, %1'le yulaf sapı ve fındık kabuğu gelmektedir. Türkiye'de tarımsal endüstri ekili sahalarının coğrafi açıdan dağılımı (Şekil 5) incelendiğindeyse, Güneydoğu ve Marmara ilk sıralardadır [13]. Tarımsal sahaların toplamdaki alanlara oranlarının yüzdesel büyüklüğü açısından tarım artıklarının aynı oranda olabileceği ve bunların Türkiye açısından mühim bir biyokütle kaynağı olacağını söylemek mümkündür.



Şekil 4. Türkiye'nin Yıllık Tarımsal Atık Üretimi ve Enerji Potansiyeli Oranları (%)



Şekil 5. Toplam Alan İçerisinde Tahıllar ve Diğer Bitkisel Ürünlerin Ekili Alan Yüzdesel Dağılımı (%)

3.5. Geleneksel ve Planlanmış Modern Biyokütle Enerjisi Üretimi

Türkiye'de seneler bazında biyokütle enerji kaynaklarından planlanmış modern tekniklerle ve geleneksel şekilde enerji üretimi projeksiyon değerleri (Tablo 3) incelendiğine amaçlanan değerlere sadece yukarıda söz edilmiş potansiyelin en iyi biçimde dönüşümü sağlandığı zaman ulaşılabileceği görülmektedir. Bu amaç kapsamında potansiyelin, bölge kalkınmasına uygun şekilde değerlendirilmesi ve muhtemel biyokütle potansiyeli uygulamalarının yaygın hale getirilmesi adına konu ile alakalı bilimsel çalışmalar desteklenmeli ve uygun işlemler belirlenmelidir [14].

Yıl	Geleneksel Biyokütle (MTEP)	Modern Biyokütle (MTEP)	Toplam (MTEP)
1999	7,012	0,005	7,017
2000	6,956	0,017	6,982
2005	6,494	0,766	7,260
2010	5,754	1,660	7,414
2015	4,790	2,530	7,320
2020	4,000	3,520	7,520
2025	3,345	4,465	7,810
2030	3,310	4,895	8,205

Tablo 3. Geleneksel ve Planlanmış Modern Biyokütle Enerjisi Üretimi

3.6. Biyogaz Üretiminde Hayvan Potansiyeli

Orman ve tarım ürünleri ile artıkların yanında hindi, tavuk, küçükbaş ve büyükbaş hayvanların atıkları da biyogaz için uygun olmaktadır. Bu hayvansal atıkların da bölgesel üretim değerleri (Tablo 4) doğrultusunda değerlendirilmeleri gerekmektedir [15].

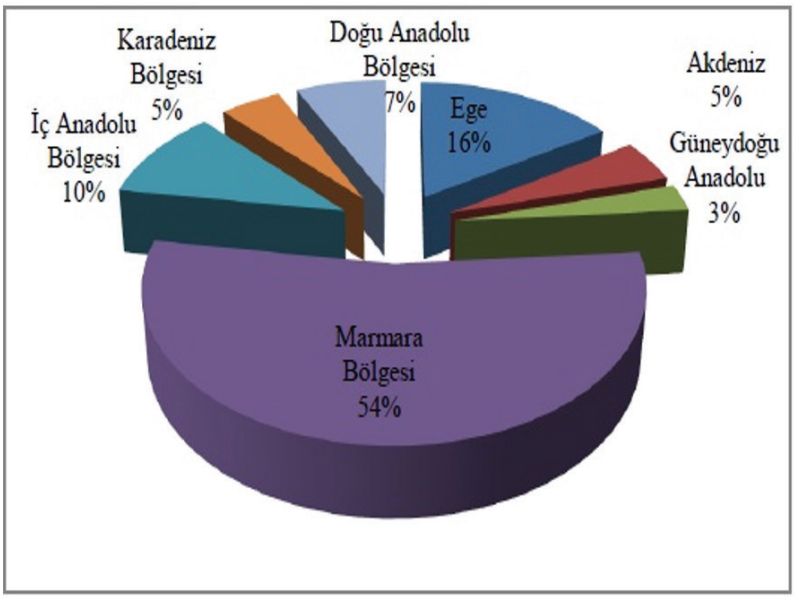
BÖLGE ADI	Sığır (adet)	Koyun-Keçi (adet)	Kümes Hayvanı (adet)
Ege	175.309	3.425.713	45.541.311
Akdeniz	96.094	2.876.176	11.832.090
Güneydoğu Anadolu	463.264	5.307.449	3.504.968
Marmara Bölgesi	155.533	3.156.199	162.645.154
İç Anadolu Bölgesi	355.751	4.788.428	27.192.890
Karadeniz Bölgesi	726.198	1.550.279	12.690.660
Doğu Anadolu Bölgesi	1.345.027	10.644.407	10.141.416

Tablo 4. Biyogaz Üretiminde Hayvan Cinslerinin Bölgesel Dağılımı

Biyogaz üretimi için uygun olan hayvan türlerinin toplam miktarlarının coğrafi olarak dağılımı incelendiğinde (Şekil 6) Türkiye'dekilerin %54'lük bölümünün Marmara'da bulunduğu görülmektedir. Marmara'daki endüstriyel işletmelerdeki elektrik tüketimi, ülkedeki sanayi işletmelerinin %45'ini oluşturmaktadır [15].

Sanayinin en fazla geliştiği Marmara'da hayvansal atıklar, bu enerji gereksinimini karşılamada kullanıldığı takdirde bölgedeki enerji gereksinimi mühim oranda karşılanacaktır.[13].

Hayvansal atıkların yanında düzenli depolama standartları çerçevesinde depolanmış evsel atıklardan da enerji üretilebilmektedir. Bunun kapasitesiyse 2009 Nisan ayında 40,12 MW kurulu güce ulaşmıştır. Diğer taraftan 2006 senesi belediye katı atık temel göstergelerine göre toplanmış olan katı atıkların miktarı 25.280 bin ton'dur. Bunlardan yalnızca 9.428 bin tonluk bölümü düzenli depolamaya götürülebilmiştir. Oysaki 2006'da Türkiye'de 22 tane düzenli depolama sahası vardır ve kapasiteleri 376.974 bin tondur [13].



Şekil 6. Biyogaz Üretimine Uygun Hayvan Sayısının Coğrafi Dağılımı (%)

4. Sonuçlar

Türkiye'nin biyoenerji konusu için teşkil ettiği uygunluk, fosil yakıtlara olan bağlılığın ve çevreye olan zararlarının mümkün olabildiğince azaltılması, biyokütle teknolojileri konusunda gelişim sağlanması, dünyadaki rekabet gücüne ulaşılması, binlerce insana yeni iş imkanları sağlaması ve ekonominin zenginleşmesi gibi pek çok ana hedefe hizmet eden biyoenerji konusu, ülkemiz için büyük önem ve geleceğe sahiptir. Dünya genelinde 11 milyara yaklaşan toplam istihdamı ise ikincil avantajlarından sadece biridir. Bununla birlikte bitkisel ve hayvansal atık miktarına bakıldığında; bitkisel kaynaklı 96.451.594 ton/yıl (39.877.285 enerji eşdeğeri), hayvansal kaynaklı bakıldığında ise 163.297.307 ton/yıl (1.176.198 enerji eşdeğeri) gibi ciddi oranlar göze çarpmaktadır. Dolayısıyla ülkemizin önemli dinamikleri arasındaki yerinin korunması şarttır.

Geçmiş dönemde enerji tüketimlerinin çevre üstündeki etkisi dikkate alınmamış ve enerji politikası, ekonomideki büyümeyi temin etmek ve korumak amaçlarını temel almıştır. Bugünse, ekonomik amaçların yanında enerji kaynaklarının seçilmesinde her bir kaynağın kullanımının çevreye etkisinin de göz önünde bulundurulması zorunlu bir hal almıştır. Biyoenerji kullanımını artırmak için bütünsel bir yaklaşım gerekmektedir. 18 Mayıs 2009 tarihindeki Elektrik Enerjisi Piyasası ve Arz Güvenliği Strateji Belgesi'yle 2023'e dek elektrik üretmede yenilenebilir kaynakların %30'luk bir paya ulaştırılması amaçlanmıştır. Fakat biyoenerji kaynaklarından elektrik üretmeye dair belli bir hedef yoktur. Bu eksiklik

giderilmelidir. Aynı biçimde biyoyakıtların ulaştırmada kullanılmasına dair belli bir hedef de bulunmamaktadır. Belirli bir tarihe dek biyoyakıtların ulaştırmada ne düzeyde kullanılmasının amaçlandığı, ara hedeflerle beraber belirlenip açıklanmak durumundadır. Yatırımları artırabilmek için Türkiye, pratik ve şeffaf bir destekleme sistemine gereksinim duymaktadır. Yenilenebilir her bir enerji kaynağına verilecek alım garantisinin sınırları çizilmelidir. Bunun ise yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik gerçekleştirilecek harcama içerisinde her bir kaynak payının belirlenmesi ile veya her bir kaynağa yönelik yapılacak olan toplamdaki harcamanın üst sınırlarını belirlemek suretiyle yapılması mümkündür. Bu uygulamalar, yenilenebilir kaynakların teşviki maksadıyla ayrılmış paranın hemen bitmesi neticesi pek çok OECD (Ekonomik Kalkınma ve İş Birliği Örgütü) üyesi ülkede olduğu şekilde destek programlarının bitirilmemesi adına gerekli durumdadır. Destek sistemlerinin yatırımcılara önlerini göstermesi ve esnek olması gerekmektedir.

Ekolojik tahribata neden olmayan biyokütle enerjisinin üretilmesi ve kullanımı gibi hususlarda gereken ayrıntılı çalışmaların bir an önce yapılması, Türkiye'nin geleceği açısından hayati önem taşımaktadır. Biyoyakıtların kullanılması, yurt içindeki yem ve gıda gereksinimine etki etmeyecek biçimde desteklenmek ve programlanmak durumundadır. Çevrenin korunması temel ilke kabul edilip, çöplerin depolanmasında biyo-bozunabilir atıklar biyokütle enerjisi kapsamında değerlendirilip etkin bir atık yönetiminin sağlanması gereklidir. Bu atıkların yarattığı çevresel problemler, sağlık ve güvenlik tehditleri de böylece önlenecektir. Gelişmiş ülkelerdeki gibi enerji üretim sektörü Türkiye'de de biyokütle potansiyelini değerlendirmeye yönlendirilmelidir. Otoprodüktör lisansı bulunan sanayi kuruluşlarında da biyokütle enerji kaynaklarının kullanılabilirliklerinin, hâlihazırdaki kojenerasyon tesislerinde değerlendirilmesi gerekmektedir. Özetle, gelecek adına planlı ve sistematik çalışma yöntemleri ve zamana bağımlı hedeflerin de belirgin olarak ortaya konması en önemli kazanımları beraberinde getirecektir.

Kaynaklar

[1] The British Petroleum Company., 2013. "BP Statistical Review of World Energy", http://energypolicy.columbia.edu/sites/default/files/homeslider/statistical_review_of_world_energy_2013.pdf

[2] Yaşar, B., 2008. "Türkiye'de Biyodizel Üretim Maliyeti ve Yaşanan Sorunlar," VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, UTES, İstanbul.

[3] Acaroğlu, M., 1998. "Türkiye'de Biyokütle Enerjisinin Mevcut Durumu, Araştırma ve Geliştirme Çalışmaları, Politikaları ve Alınması Gereken Önlemler," T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı 1. Enerji Şurası, İstanbul.

[4] Karayılmazlar, S., Saraçoğlu, N., Çabuk, Y. ve Kurt, R. 2011. Biyokütlenin Türkiye'de Enerji Üretiminde Değerlendirilmesi, Batman Orman Fakültesi Dergisi, Cilt:13, Sayı:19, 63-75.

[5] Sabancı, A., Ören, M.N., Yaşar, B., Öztürk, H.H., Atal, M., 2010. "Türkiye'de Biyodizel ve Biyoetenol Üretiminin Tarım Sektörü Açısından Değerlendirilmesi", http://www.zmo.org.tr/resimler/ekler/cf0ed8641cfcbbf_ek.pdf

[6] Rosillo-Calle, F. vd., 2007. "Bioenergy for A Sustainable Environment [Sürdürülebilir Bir Çevre İçin Enerjisinin Mevcut Durumu, Araştırma ve Geliştirme Çalışmaları, Politikaları ve Alınması]", IEA Energy Outlook, 2000-2030, IEA, Paris.

[7] https://www.laohamutuk.org/DVD/docs/BPWER2012report.pdf (10.07.2020)

[8] Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2020, https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji elektrik (07.12.2020)

[9] Türkiye'nin Enerji Görünümü Raporu : Oda Raporu, tmmob, makine mühendisleri odası, 2020. Yayın No: MMO/717, E-ISBN: 978-605-01-1367-9, Ankara.

[10] Arslan, G.E., 2009. "Türkiye Açısından Bölge Kalkınma Ajansları Uygulamasının Değerlendirilmesi", Ekonomik Yaklaşım, Cilt: 19, Özel Sayı.

[11] IRENA, 2019. (International Renewable Energy Agency), Renewable Energy and Jobs, Annual Review 2019

[12] Aslantaş, A., 2018. Dünya'da ve Türkiye'de Biyokütle Enerjisinin Kullanımı ve Potansiyeli, Yüksek Lisans Tezi, KTO Karatay Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Konya

[13] Çağal, F.E., 2009. Biyokütle Enerjisi Potansiyelinin Türkiye Açısından Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Enerji Enstitüsü, İstanbul.

[14] Balat, M., 2015. "Use Of Biomass Sources For Energy In Turkey And A View To Biomass Potential", Biomass and Bioenergy, 29, 32-41.

[15] TÜİK, "Bölgesel İstatistikler, Bölgesel Hesaplar", http://www.tuikapp,tuik,gov,tr/Bolgesel/degiskenlr

Household Energy Poverty: The concept, issues and implications for Turkey

[1]Simge Günay and *[2] Bekir Kayacan

[1]Institute of Social Sciences, Department of Economics, Istanbul University, Turkey
*2 Faculty of Economics, Department of Economic Development and International Economics, Istanbul University, Turkey

Abstract

The first recognition of energy poverty concept dates to the 1970s. However, the concept did increasingly attract attention only recently. The main reason for increasing attention for energy poverty as an issue to tackle is the growing awareness that energy is not a luxury service for households but an indispensable resource for livelihood. Along with the growing interest and, especially of academia, there exists an ongoing debate and varity of approaches as to how energy poverty can or should be defined and measured, particularly in the EU countries. And Turkey, made subject to a few studies of household energy poverty, is no exception to this situation: Turkey is among the countries that have not officially defined the energy poverty yet. But even so, according to the 2019 TURKSTAT data inability of heating the dwelling was found to be the most important problem of households in Turkey. Therefore, this paper attempts to review the extent of the issue in Turkey by reviewing previous studies and evaluating current information and data on the issue in the country.

Key words: *Energy poverty, households, housing conditions, TURKSTAT, Turkey*

1. Introduction

1.1 Energy Poverty: The Concept, Measurement Methods and Indicators

Energy poverty has been conceptualized as a problem in the literature first in the 1970s in response to the oil crisis which led to inflation in energy prices [1]. This conceptualization suggests that in the United Kingdom, if households spend more than twice the median of their income on fuel, light and power, they are considered to be energy-poor. In this definition, spending more than twice the median corresponds to 12% of households' income. Following this definition, it was suggested that households would be fuel poor if they spent more than 10% of their annual income on fuel in the United Kingdom [2]. This definition was made based on a comprehensive data and calculation method which brought into the forefront the required household energy consumption level. Although the United Kingdom changed this method and accepted Low Income High Cost (LIHC)

*2 Corresponding author. Email: bekirkayacan@istanbul.edu.tr.

method that was suggested by Hills [3], the former definition gained a considerable popularity especially in Europe.

Two somewhat distinct definitions of energy poverty become prominent in the literature regarding the characteristics of developing countries and developed countries. First, energy poverty is defined as the condition of being unable to access to energy suppliers in developing countries. On the other hand, in developed countries, the concept is related to the lack of household affordability of basic energy needs in dwellings. This situation is also known as "fuel poverty" [4]. Although some studies consider energy poverty and fuel poverty as distinct concepts [5], it is common to use them synonymously in the literature [6].
The nature of the concept of energy poverty is dynamic and culturally sensitive [7]. In other words, definitions may vary from country to country because a 'universal' definition of it does not exist. Although an official definition has not been accepted by the most of the countries in Europe yet, it should be noted that some countries/regions, namely England, Ireland, Scotland, Wales, Northern Ireland, France, Slovakia and Cyprus, have their own official definitions of energy poverty [8].

The relevant literature points out to three methods in measuring energy poverty. They are regarded as expenditure approach, consensual approach and finally, direct measurement approach [7]. Expenditure approach can be divided into two measures, namely absolute and relative [9], [7]. In absolute measures, households are considered to be energy-poor if they spend more than X percent of their income on energy. Boardman's 10% method is an example for this measure. On the other hand, in relative measures, a median cost to income ratio is typically used to calculate energy costs which are under a relative threshold. The United Kingdom's LIHC method is an example for this measure [8]. According to the LIHC method, households are considered to be energy-poor if required fuel costs of them are above the national median level and if their residual income is below the official poverty line after energy costs have been paid. In consensual approach, researchers use self-report questionnaires or surveys to understand the problem of energy poverty in the eyes of households. Finally, in direct measurement approach, the levels of energy services are measured considering whether sufficient levels of heating and lighting are achieved in the home. This is possible through taking internal temperature readings [9]. The Minimum Income Standard and Hidden Energy Poverty are another indicators used for measuring energy poverty in the literature [8].

Indicators of energy poverty can be divided into two categories: Primary and secondary [10]. These indicators can be seen in Table 1.

The two of primary indicators are consensual-based indicators, namely *inability to keep home adequately warm and arrears on utility bills*. The other two indicators are expenditure-based indicators, namely *low absolute energy expenditure and high share of energy expenditure in income.*

It is important to note that the issue of energy poverty persists in the world, especially in developing countries. The literature suggests that the most important determinants of energy poverty are low income levels, energy-inefficiency in homes and high energy prices. In addition, energy poverty has detrimental effects on individual physical and mental health levels [11].

Inability of heating the dwelling was the most important housing problem in 2015 in Turkey [12]. While 43% of households suffered from the lack of heating due to isolation, 39% of them suffered from leaking roof, damp walls/floors/foundation, rot in window frames/floors and 20.6% of them suffered from too dark rooms or the lack of light in their dwellings. It is reported that in 2019 inability of heating the dwelling was still the most important housing problem in the country [13]. According to data, while 39.3% of households suffered from the lack of heating due to isolation, 36.9% of them suffered from leaking roofs, damp walls/floors/foundation, rot in window frames/floors and 26.1% of them suffered from air pollution, environmental pollution and other environmental problems. Therefore, in the next chapter, we will look at the situation of energy poverty in Turkey and try to understand the extent of the problem and its determinants in the country with the help of previous studies related to this issue.

Table 1. Primary and Secondary Indicators of Energy Poverty

Primary Indicators	Secondary Indicators
1. Inability to keep home adequately warm (Based on EU-SILC data)	**1.** Fuel oil prices
2. Arrears on utility bills (Based on EU-SILC data)	**2.** Biomass prices
3. Low absolute energy expenditure(M/2) (Based on EU Household Budget Surveys)	**3.** Coal prices
4. High share of energy expenditure in income(2M) (Based on EU Household Budget Surveys)	**4.** Household electricity prices
	5. District heating prices
	6. Household gas prices
	7. Dwelling comfortably cool during summer time
	8. Dwelling comfortably warm during winter time
	9. Number of rooms per person, owners
	10. Number of rooms per person, renters
	11. Number of rooms per person, total
	12. Dwellings in densely populated areas
	13. Dwellings in intermediately populated areas
	14. Poverty risk
	15. Dwellings with energy label A
	16. Energy expenses (for income quintiles 1, 2, 3, 4, 5)
	17. Equipped with air conditioning
	18. Equipped with heating
	19. Excess winter mortality / deaths
	20. Presence of leak, damp, rot

Source: EU Energy Poverty Observatory (2020).

2. Literature Review

2.1 Energy Poverty in Turkey

The literature on the issue of energy poverty in Turkey is relatively limited. In this paper, the relevant literature in Turkey has been reviewed by considering if the term 'energy poverty' is found in the article title and/or in the text. According to this approach, energy poverty research date back to the year 2015 in the country. To the best of our knowledge, Emeç et al. (2015) [14] was the first article that tackled the energy poverty problem in Turkey using 2012 TURKSTAT Household Budget Survey data[3], constructing an energy choice profile of households to find the main determinants leading to energy poverty in Turkey. In this study, low income level of households is found to be one of the most important determinants of household energy poverty in the country. As households' income level increases, they move away from using conventional energy sources such as wood, coal and dung, and make a transition to modern energy sources. Also, when their educational level increases, their coal and wood consumptions decline. Household size has a negative impact on electricity consumption because of high electricity prices. As household size increases, it is observed that households tend to prefer cheaper energy sources rather than using electricity. In addition, as the number of rooms increases, it is seen that households need more central energy sources such as natural gas instead of wood, coal, dung and the other energy sources. The most important feature of this article is that it reveals the issue of energy poverty through household energy preferences in the country.

Although Emeç et al. was the first one that especially focuses on the term 'energy poverty' in Turkey, The report by Bağdadioğlu et al. (2009) is also notable in the literature because it touches on the concept of energy poverty while pointing to the term 'energy-poor'. According to this report, the shares of electricity, natural gas and water expenditures of households[4] who belong to the lower income groups in household disposable income and in their total expenditures are above Turkey's average. Also, the shares of electricity, natural gas and water expenditures of the households in the lowest income group in disposable income and in their total expenditures are five times and twice as high as that of the households of the richest income group, respectively [15].

Sanlı at al. (2015) [16] studied the concept of energy poverty and vulnerable consumers in Turkey. They discussed the lack of access to energy, energy access in the context of human rights, dynamics of energy poverty, and policy recommendations for the issue. This study is very important in the sense that it provided a framework for understanding the concept and the situation of energy poverty in Turkey.

4 The first three (richest) income groups are opted out of this analysis.

Another important point in energy poverty research as well as many other research areas is to look at data comparatively. In this regard, Köktaş ve Şelçuk (2018) [17] compared energy poverty in Turkey with that of the EU countries. Their study suggested that the ratio of those who could not keep their homes adequately warm was 8.2% in 2017 in the EU. Unfortunately, this ratio increased to 22.3% in the same year in Turkey. Also, while the ratio of those who suffer from utility bills was 8.1% in the EU, this ratio increased to 24.2% in Turkey. Both of this information showed that Turkey was significantly above the EU average in terms of the inability of households to keep their homes adequately warm and paying their utility bills.

It is also worth paying attention to the work by Eke (2018) [18] about energy poverty. It had a conceptual framework mostly focusing on the importance of the concept of energy poverty, relevant measurement methods used in the literature, possible determinants of the issue such as low income, energy (in)efficiency, energy prices, etc. as well as implementation of social policies towards solving the problem effectively.

Meanwhile, Selçuk et al (2019) [19] examined the problem of energy poverty in Turkey. Using 2017 TURKSTAT Household Budget Survey data, they found that, although energy poverty had declined over the years, about one-quarter of households in Turkey still suffered from energy poverty. In addition, nearly half of the lowest-income households in Turkey faced the risk of falling into energy poverty.

The relevant literature suggests that there is a relationship between housing conditions and individual health outcomes. Based on this information, Köse (2019) [20] examined the relationship between energy poverty and individual health in Turkey. The author used heating inadequacy as a proxy variable for measuring energy poverty. At the end of the analysis, he found a negative association between energy poverty and individual health using 2014 TURKSTAT Income and Living Conditions Survey data.

In their article, Emre et al. (forthcoming) [21] review the relevant literature comprehensively by making use of the various articles and reports from the world in a chronological order. They define energy poverty in the context of affordability. They also highlight that energy poverty is different from income poverty. In other words, they suggest that it is possible that income-poor households may also suffer from energy poverty, however, non-income-poor households can also be energy-poor. This study sets out a framework in order for the interested

people in the country to be acquainted with the concept. In other words,, this study provides some insights on how this issue has been defined and measured in the literature.

Erdoğdu (2020) [22] examines the issue of energy poverty both in Turkey and in the world. According to the author, domestic literature and policy texts do not have adequate discussions on the structural and driving factors as well as indicators of energy/fuel poverty in Turkey. The author touches on the definitions of energy poverty, possible reasons behind it, some structural transformations leading to energy poverty and energy assistance programs in Turkey. For example, since 2019, those who have received welfare benefit have been regarded as "electricity-poor" in the country.

3. Implications and Conclusion

Since energy is one of the vital sources for human development, the concept of energy poverty is carefully monitored in the various relevant contexts such as context of Sustainable Development Goals. Given that developing countries have a difficulty in access to adequate energy or that those who live in these countries is unable to keep their homes adequately warm, it is also important to understand the situation of energy poverty in Turkey, which is itself still a developing country.

Energy poverty stands to have has become an issue to deal with in developing and in developed countries. While the concept of household energy poverty has been discussed for a few decades in Europe, it gained prominence only in recent years in Turkey. Therefore, the fact that studies on household energy poverty particularly in Turkey are scanty should not be surprising. Accordingly, the first implication at this point is that more research is needed to understand the concept in various ways in the country. TURKSTAT (The Turkish Statistical Institute) provides detailed and updated data that can be used for household energy poverty in the country. Other data sources may include energy supplying companies and municipalities in Turkey. In addition to this national secondary data source and perhaps certain other international sources, primary data collection through surveys at household level may also be needed depending on the nature and scope of the future research in Turkey. A particular gap of household energy poverty research in Turkey is the analysis of determinants as well as consequences of household energy poverty in Turkey particularly with the help of current official data. When defining the concept of household energy poverty, it is especially important to target energy-poor households accurately. It should be noted that affordability is also an issue in examining household energy poverty. This situation

can be observed when comparing the data between Turkey and the EU countries. The most critical contribution of the research to come in this regard would be to officially define the concept in Turkey in line with the characteristics of the country. This requires collective effort of academia, government agencies, municipalities, energy suppliers and non-governmental organizations.

Based on these implications, it can be concluded that Turkey has still a long way to go in (household) energy poverty research. -As mentioned earlier-, since the concept is relatively recent in the country, future research will pave the way for understanding this issue in many respects by using different and approaches to and methods of definition measurement, data collection and analysis, hence will hopefully lead to better understanding the issue and developing updated solutions continuously.

Appendix

Table 2. Main Data Sources of Energy Poverty

Turkey	**TURKSTAT Household Budget Survey (B Group*: Cross-Sectional)**	**TURKSTAT Income and Living Conditions Survey (Cross-Sectional)**
Period	2002-2018	2006-2018
Frequency	Annual	Annual
Spatial Unit	**A Group:** Regional (NUTS-1, NUTS-2), Country-wide **B Group:** Country-wide	**2006-2014:** NUTS-1, Rural/Urban, Country-wide **2014 -…:** NUTS-1, NUTS-2, Rural/Urban, Country-wide
Type of Data	**A Group:** Combined Micro Data Set **B Group:** Annual Micro Data Set	Cross-Sectional/Longitudinal
Observation Unit	Households and individuals	Households and individuals
Number of Observations	15,552 (in 2018) *Number of Responses: 11,828	24,068 (in 2018)
Data Access	Microdata is freely available, after specific request from government agencies, public enterprises, universities, etc.	Microdata is freely available, after specific request from government agencies, public enterprises, universities, etc.

Source: Source: [23].

*Note: B Group Household Budget Survey data was shown as an example in Table 2 due to its relatively easier access and use compared to that of A Group data.

References

[1] Isherwood, R.M. and Hancock, B.C. (1979) Household expenditure on fuel: Distributional aspects. Economic Adviser's Office, DHSS, London.

[2] Boardman, B. (1991) Fuel Poverty: From Cold Homes to Affordable Warmth. London: Belhaven Press.

[3] Hills, J. R. (2011) Fuel poverty: the problem and its measurement. CASEreport, 69. Department for Energy and Climate Change, London, UK.

[4] Castaño-Rosa, R. et al. (2019) "Towards a multiple-indicator approach to energy poverty in the European Union: A review," Energy and Buildings. Elsevier Ltd, 193, pp. 36–48. doi: https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.03.039.

[5] Li, K., Lloyd, B., Liang, X.J. and Wei, Y.M. (2014) "Energy poor or fuel poor: What are the differences?" Energy Policy, 68, pp.476-481.
doi: https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.11.012.

[6] Nussbaumer, P., Bazilian, M. and Modi, V. (2012) "Measuring energy poverty: Focusing on what matters," Renewable and Sustainable Energy Reviews. Elsevier Ltd, 16(1), pp. 231–243. doi: https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.07.150.

[7] Thema, J. and Vondung, F. (2020) EPOV Indicator Dashboard: Methodology Guidebook. Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH.

[8] Rademaekers, K. et al. (2016) Selecting Indicators to Measure Energy Poverty. Trinomics: Rotterdam, The Netherlands.

[9] Thomson, H., Bouzarovski, S. and Snell, C. (2017) "Rethinking the measurement of energy poverty in Europe: A critical analysis of indicators and data," Indoor and Built Environment, 26(7), pp. 879–901. doi: https://doi.org/10.1177/1420326X17699260.

[10] EU Energy Poverty Observatory. (2020). Indicators and Data. https://www.energypoverty.eu/indicators-data.

[11] Kyprianou, I., Serghides, D.K., Varo, A., Gouveia, J.P., Kopeva, D. and Murauskaite, L. (2019) "Energy poverty policies and measures in 5 EU countries: A comparative study," Energy and Buildings, 196, pp.46-60. doi: https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.05.003.

[12] TURKSTAT. (2015). Income and Living Conditions Survey. Press Release.

[13] TURKSTAT. (2019). Income and Living Conditions Survey. Press Release.

[14] Emeç, H., Altay, A., Aslanpay, E. and Özdemir, M. O. (2015) ''Türkiye'de Enerji Yoksulluğu ve Enerji Tercihi Profili,'' Finans Politik & Ekonomik Yorumlar, 52(608), pp. 9-13.

[15] Bağdadioğlu, N., Başaran, A., Kalaycıoğlu, S. and Pınar, A., (2009) ''Kamu Kolaylıkları Yönetişiminde Yoksulluğun Dikkate Alınması,'' Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı ve Hacettepe Üniversitesi Piyasa Ekonomisini ve Girişimciliği Geliştirme Merkezi, Ankara.

[16] Sanlı, B., Dönmez, F. and Alanyalı, M. (2015) Türkiye Bağlamında Enerji Yoksulluğu ve Kırılgan Tüketici. Retrieved from: http://www.barissanli.com/calismalar/2015/bsanli-donmez-alanyali-enerjiyoksullugu.pdf.

[17] Köktaş, A. and Selçuk, I. Ş. (2018) ''AB ve Türkiye'de Enerji Yoksulluğu,'' Politik Ekonomik Kuram, 2(2), pp. 95-108.

[18] Eke, E.U. (2018) Dünyada ve Türkiye'de Enerji Yoksulluğu. Tokat: Taşhan Kitap Yayınları.

[19] Selçuk, I. Ş., Gölçek, A. G., and Köktaş, A. M. (2019) ''Energy Poverty in Turkey,'' Sosyoekonomi, 27(42), pp. 283-299.

[20] Köse, T. (2019) ''Energy poverty and health: The Turkish case,'' Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy, 14(5), pp. 201-13.

[21] Emre, T., İzgeç, M.M. and Sözen, A. "Overview of the literature on energy poverty," Journal of Polytechnic, *(*): *, (*)[forthcoming].

[22] Erdoğdu, S. (2020). "Dünyada ve Türkiye'de Enerji Yoksulluğu Üzerine," Türkiye'nin Enerji Görünümü 2020. TMMOB Makina Mühendisleri Odası No. MMO/717. Ankara.

[23] TURKSTAT. (2020). Micro Data. https://www.tuik.gov.tr/tr/corporate/microdata/.

Mikroalglerden Biyodizel Elde Etme Prosesler ve Yenilikçi Teknolojiler

*[1]Ayşe Elif Ateş

[1]Faculty of Engineering, Department of Environmental Engineering
Istanbul University-Cerrahpasa, Turkey

Özet:

Son yıllarda temiz enerji teknolojilerinden olan biyokütleden enerji eldesi konusu bir çok araştırmacı için önemli araştırma alanıdır. Giderek azalan yakıt rezervleri ve artan enerji tablebide bu konuyu ön plana çıkarmaktadır. Dünyanın bir çok yerinde hem sanayi hem de bilim insanları yenebilir olmayan (jatropha, neem ağacı gibi) kaynaklardan, atıktan veya alglerden biyodizel üretimi alanında çalışma yapmaktadır. Ancak mikrolagler tatlısularda, deniz suyunda ve atıksuda büyütülebildiği için diğer biyodizel kaynaklarıyla karşılaştırıldığında enerji kaynağı olarak kullanılmasının bir çok avantajı bulunmaktadır. Bu çalışma mikroalglerden biyodizel üretimindeki son tekonojileri literatür incelemesi olarak sunmaktadır. Mikroalglerden biyodizel üretiminin çeşitli yöntemleri, teknolojileri ve prosesleri bu çalışmada açıklanmıştır. Mikroalg büyümesindeki optimum ortam koşulları, algalbiyodizel üretiminin proses tasarımı, mikroalglerden ekstrakte edilen lipitlerin fizikokimyasal özellikleri ve biyodizel yakıtın özellikleri ve transesterifikasyon süreci gibi algalbiyodizel üretimindeki temel prosesler çalışma kapsamında derlenmiştir. Ayrıca, çalışmada farklı fotobiyoreaktörlerin (FBR'ler) tasarımları gösterilmektedir. Son olarak üretim sürecinin ölçümleri, hesaplamaları, tasarım parametreleri tartışılmaktadır.

Anahtar kelimeler: *Mikroalg, Biyodizel, Enerji, Transesterifikasyon, Fotobiyoreaktörler*

Abstract:

The issue of obtaining energy from biomass, which is one of the clean energy technologies, is an important research area for many researchers in recent years because the decreasing fuel reserves and increasing energy demand have featured issue which about 'waste to energy'. Industry and scientists work in the field of biodiesel production from non-edible sources such as waste oil, peel or algae in many parts of the world. However, microalgae, which can be grown in freshwater, seawater, and wastewater, have many advantages compared to other biodiesel sources. This study presents the latest technologies in the production of biodiesel from microalgae as a literature review. Various methods, technologies and processes of biodiesel production from microalgae have explained in this study. The main processes in the production of algalbiodiesel such as optimum ambient conditions in microalgae growth, the process design of algalbiodiesel production, the physicochemical properties of the lipids extracted from microalgae and the properties of the biodiesel fuel and the transesterification process were compiled within the scope of the study. Also, the article shows the designs of different photobioreactors (FBRs). Finally, the measurements, calculations, and design parameters of the production process have discussed.

Key words: *Microalg, Biodiesel, Energy, Transesterification, Photobioreactors*

*Ayşe Elif Ateş: Address: Faculty of Engineering, Department of Environmental Engineering Istanbul University-Cerrahpaşa, Istanbul TURKEY. E-mail address: elifdenizler@istanbul.edu.tr

1.Giriş

Dünya nüfusunun artması, sanayileşmesi ve ulaşım talebinin artması nedeniyle sürdürülebilir enerji kaynaklarına ilgi önemli derecede artmaktadır. Petrol ve kömür gibi geleneksel enerji kaynakları yenilenemez ve bu geleneksel kaynakların kullanılmasıyla birlikte karbondioksit ve diğer sera gazlarının (GHG'ler) salınımıyla atmosferik kirlilik yükünü artırarak çevreye büyük zararlar vermiştir. Azalan fosil yakıt ve yükselen dizel fiyatının birleşimi, global enerji güvenliği ve sürdürülebilir enerji kaynakları da dahil olmak üzere ulusların çoğunluğu için yeni enerji kaynağı bulma çalışmasına yönlendirmiştir. Vlada B. Veljkovic ve ark. yaptığı çalışmada yenilikçi enerji kaynağı olarak mısırdan biyodizel üretimi araştırılmıştır [1]. Mısırdan yağ ektresininin avantajları basit, güvenli, kullanışlı olması ve yüksek kapasitede üretim için kaynağın bulunmasında elverişli olmasıdır. Ancak düşük yağ verimi ve yüksek enerji gereksinimleri gibi büyük dezavantajlara sahiptir. Gıda olarak kullanılabilen kaynaklardan enerji eldesi tarıma elverişli alanların kullanımı nedeniyle fiyat artışına sebep olabilmektedir. Bu nedenle, geleceğe yönelik yenilenebilir ve yenilikçi biyoyakıtları üretme çalışmalarında anlamlı ve hızlı adımlar atılmaya başlanmıştır. Son yıllarda yapılan çalışmalar gıda olarak kullanılmayan kaynakların biyodizel üretiminde kullanılması çalışılmaktadır. Bu yakıt türlerinden biride alglerden üretilen biyodizeldir [2]. Xin Bei Tan ve ark. yaptığı çalışmada Chlorella vulgaris, Chlorella pyrenoidosa, Scenedesmus obliquus, Scenedesmus dimorphus, Prymnesium parvum, Spirulina maxima türü farklı mikroalglerden biyodizel üretimi karşılaştırılmıştır. Farklı biyorektörlerde büyütülebilen mikroalger atıksu arıtımında kullanıldıktan sonra reaktörden çıkan çamurun enerjiye dönüşümünde kullanılmaktadır. Düşük maliyet, yüksek biyokütle verimi, düşük enerji ihtiyacı, güneş enerjisi ile çalışabilme, çevresel ortam için yüksek büyüme toleransı (pH, sıcaklık vb.) gibi önemli avantajlara sahiptir. Çalışma alanının yeni olması farklı türlerden elde edilen biyodizel verimini değiştirmektedir [3].

Politik, ekonomik ve teknolojik faktörler göz önüne alındığında küresel petrol rezevlerinin tahmini oldukça zordur. Ancak biyoyakıtların üretimi için açık bir kaynak olan biyolojik atıkların kullanılması ticari ölçekte teknolojilerin etkili bir şekilde dönüştürülmesinde odak noktasıdır. Sürdürülebilir kaynak olan algal biyodizel tuzlu su ve atıksuya bağlı üretim olduğu için diğer yakıtlara kıyasla iyi bir alternatiftir [4].

Yenilenebilir, yanıcı, zehirsiz ve çevre dostu olan biyodizel, atık yemeklik yağdan veya bitkisel yağlardan elde edilen uzun yağ asitleri zincirine sahip mono-alkil esterler olarak tanımlanmaktadır. Diğer yakıtlara kıyasla yüksek parlama noktası, biyobozunurluk ve daha az egzoz emisyonuna sahiptir. Bununla

*Ayşe Elif Ateş: Address: Faculty of Engineering, Department of Environmental Engineering Istanbul University-Cerrahpaşa, Istanbul TURKEY. E-mail address: elifdenizler@istanbul.edu.tr

birlikte atık yağlar dışında biyodizel kaynağı olarak gıdadan elde edilen yağdan üretilmesi nedeniyle gıda ve yakıt arasındaki rekabet nedeniyle büyük bir tartışma haline gelmiştir.

Gıda dışı biyodizel kaynağı olan algler, ekilebilir arazi ve su için gıda mahsulleriyle rekabet etmedikleri için pratikte yeterli güneş ışığı ile her yerde yetiştirilebilir. Buna ek olarak, alg biyokütle verimliliği, gıdadan üretilen biyodizele kıyasla birkaç kat daha yüksektir [5].

2.1. Alg Büyümesinde Optimum Çevre Şartları

Mikroalgler, basit hücresel yapıları nedeniyle zorlu koşullar altında yaşayabilen prokaryotik veya ökaryotik fotosentetik mikroorganizmalardır. Mikroalgler, temelde fotosentezi gerçekleştirmek için ışık, karbondioksit, uygun sıcaklık, pH ve besinler gerektirir. Mikroalg gibi fotosentetik mikroorganizmalar, besin maddeleri (N, P ve K) olarak kirleticileri kullanabilir ve çevresel koşullara uygun olarak büyüyebilir. Işık enerji sağlarken, karbondioksit biyokütle üretimi için karbon kaynağı sağlar. Düşük ışık yoğunluğu koşullarında, fotosentez hızı ışık doyma noktasına ulaşamayabileceğinden mikroalgler çoğalmaz. Buna karşılık, ışık yoğunluğu aşırı yüklenirse, fotoinhibisyon etkisi nedeniyle mikro alg büyüme oranını düşürebilir [3]. Büyüme oranının artırmak için optimum çevre şartlarının (ışık, ph ve sıcaklık vb.) sağlanması oldukça önemlidir.

• Mikro algler fotosentetik olarak büyüdüğünden, ışık en önemli sınırlayıcı faktörlerden birisidir. Alg sistemleri yapay ışık (örn. LED'ler), güneş ışığı veya her ikisi ile aydınlatılabilir [6].

• Çoğu alg türü için pH aralığı, 8.2-8.7'lik bir optimum aralık ile 7-9 arasındadır.

• Mikroalg kültürleri için optimum sıcaklık genellikle 20-24 °C arasındadır. Bununla birlikte, diğer mikro alg türleri, 25-50°C arasındaki geniş bir sıcaklık aralığında büyümeye uyarlanabilir. Alglerin fotosentez yapması için karbon kaynağı CO_2'dir [7].

• Algler yüksek bir CO_2 konsantrasyonunda yaşadıkları için, sera gazları (GHG), azot dioksit (NO_2) ve çeşitli kaynaklardan gelen atmosferdeki kirleticiler nutrient olacaktır. Böylece alg üretim tesisleri, verimliliği önemli ölçüde artırmak için fosil yakıtların yakılmasından kaynaklanan egzoz gazlarıyla beslenebilir [8].

• Bazı mikroalg türleri fotosentez yoluyla kimyasal enerji üretmek için ışık enerjisini kullanır. Bu mikroalgler minimum besin ortamında (pH, nütrient konsantrasyonu ve sıcaklık etkileri büyümeyi dış faktör olarak hızlandırır) ışıkla birlikte daha hızlı büyüyebilir [9].

2.2. Algal biyodizel üretiminde proses tasarımı

Atıksu içerisindeki azot ve fosfor mikroalgler için nutrient olarak proses tasarımında kullanılmaktadır. Mikroalg büyümesi açık ve kapalı fotobiyoreaktölerde yapılabilmektedir. Ancak kapalı fotobiyoreaktörler işletme kolaylığı, yüksek ve yoğun kaliteli kültür eldesinde daha avantajlı olduğu için birçok çalışmada tercih edilmiştir. Genellik UV geçirgenliğini sağlamak için plexiglasstan yapılmaktadır. Sistemlerde su içerisinde mikroalgler için gerekli olan CO2 konsantrasyonunu sağlayabilmek için havalandırma yapıları bulunmaktadır. Santrifujleme prosesi öncesi biyokütle yoğunluğunu artırmak fotobiyoreaktör sonrasına çökeltim havuzu yerleştirilmektedir. Şekil 1'de görüldüğü gibi biyokütlenin bir kısmı biyokütle oranını reaktör içerisinde istenen seviyede tutmak için reaktöre geri verilmektedir. Ayrıca arıtılmış atıksu sistemdeki şok kirletici yüklemesini azaltmak için reaktöre geri verilebilir[10].

Mikroalglerden biyodizel üretim süreci iki bölüme ayrılabilir. İlk bölüm, optimum nutrient konsantrasyonunun ayarlanması, CO_2 beslemesi ve güneş ışığı emilimi dikkate alınarak alg biyokütlesinin yetiştirilmesi ve üretilmesidir. İkinci bölüm, biyokütle elde etmek ve artık alg biyokütlesinden enerji üretmek için sistem kurulumuyla ilgilidir. Burada, enerji yatırımını optimize etmek için enerji geri dönüşünü alglerin biyokütlesinden geri kazanılan enerjinin proses enerji gereksinimlerini karşılamak için kullanılmasıdır [10].

2.3 Transesterifikasyon

Literatürde biyodizel üretiminde optimizasyon çalışmalarına bakıldığında laboratuvar ölçeğinde yapılan çalışmalarda maksimum toplam lipitin biyokütleden çıkarılma oranı %29 olduğu görülmüştür. Gaz kromatografisi-kütle spektrometrisi analizi sonucunda, hekzadekanoik asit ve tetradekanoik asidin iki ana yağ asidi olduğu belirlenmiştir. Algal yağın fizikokimyasal özellikleri sırasıyla; ortalama moleküler ağırlığı 920 g.mol-1, alg lipitinin serbest yağ asidi içeriği % 9.7, lipitin iyot değeri 92 ve sabunlaştırma değeri 184 mg KOH/g [11].

Transesterifikasyon kısaca esterin bir katalizör (asit veya baz) eşliğinde alkol ile reaksiyona girerek başka bir estere dönüşmesidir. Çalışmalarda genellikle metil ester kullanılmaktadır. Algal yağdan elde edilen biyodizel GC–MS ile analiz edilerek ASTM D 6571-6 kalite standartlarına uygunluğu kontrol edilir. Kalite kontrolün önemli nedenlerinden beri algal biyodizelin motorlarda kullanılmadan önce biyodizelin minimum gereksinimleri karşıladığından emin olunması gerekmektedir. Amerikan Test ve Malzeme Derneği (ASTM) standartlarına dayanarak, mikroalgden üretilen biyodizelin karakterizasyonunda viskozite, Setan sayısı, yoğunluk, akma noktası, parlama noktası, bakır şerit korozyonu, gliserin ve asit

değeri biyodizele kıyasla kullanılabilirlik açısından uygundur, Tablo1'de verilmiştir. Aynı zamanda algalbiyodizelin fizikokimyasal özellikleri, petro-dizel yakıtların fizikokimyasal özelliklerine benzerlik göstermektedir.

Tablo1. Botryococcus türü mikroalgden elde edilen biyodizelin özellikleri [11]

Parametreler	**Birim**	**Mikroalgal Biyodizel**	**Biyodizel**
Asit değeri	mg KOH/g	0.49	0.8
Yoğunluk (15°C)	kg/m^3	853	N/A
Viskozite (40°C)	mm^2/s	5.52	1.9-6
Akma Noktası	°C	-19	N/A
Parlama Noktası	°C	140	100-170
Gliserin	Kütle%	155	240
Setan Sayısı	-	55.4	Min. 47
Bakır Şerit Korozyonu	-	1	No. 3. max.
Kalorifik Değer	MJ/kg	40.4	N/A

2.4. Fotobiyoreaktör Türleri

Fotobiyoreaktörler genel olarak yapılarına göre sınıflandırılırlar ve mikro alg üretimi için en yaygın fotobiyoreaktör türleri dikey kolonlu fotobiyoreaktörler, tübüler fotobiyoreaktörler ve düz plakalı reaktörlerdir. Tübüler fotobiyoreaktörler, açık hava kültürleri için en uygun türlerden biridir [12]. Genellikle, iyi biyokütle verimliliğine sahip geniş aydınlatma yüzey alanına sahiptirler ve laboratuvar ortamı için cam veya plastik tüplerden yapılmış oldukları nedeniyle nispeten ucuzdurlar [13,14].

Son yıllarda açık havuzlarda mikroalg üretimi yoğun bir şekilde araştırılmaktadır. Bu reaktörlerin avantajları inşaat maliyetinin düşük olması, tasarımlarının kolay olması ve yüksek biyokütle üretim verimine sahip olmasıdır. Bu avantajlara rağmen açık reaktörler hava değişimlerine duyarlı ve kültür kontrolü zor olduğu için açık havuzlarda mikroalg yetiştiriciliği başarısı bölgesel iklim koşullarına bağlıdır. Açık havuzlar yüksek bakım maliyetleri gerektirmemesine rağmen kirlilik yüküne karşı hassasiyeti nedeniyle mikroalglerin ticari olarak kullanımını sınırlandırmıştır [12].

Tablo 2. Aerobik biyolojik havuz için kullanılan tasarım parametreleri [14]

Parametre	Birim	Tasarım Değerleri
Havuz Derinliği	m	0.12
Havuz Uzunluğu	m	288
Havuz Genişliği	m	5.5
Havuz Alanı	ha	0.32
Havuz Hacmi	m^3	392
Ortalama su hızı	m/s	0.3
Reynold Sayısı	-	34,378
Bekletme Süresi	gün	6
Çıkış alg akış hızı	m^3/gün	58
Çıkış biyokütle konsantrasyonu	kg/ m^3	1.67

Kapalı reaktörler kontaminasyon olmadan daha uzun sürelerde spesifik bir mikroalg türünün yetişmesine olanak sağlamaktadır. Sistemdeki neredeyse tüm parametrelerin düzenlenmesi ve kontrolü, karbondioksit kayıplarının olmaması ve yetiştirme koşullarının kontrollü olması kapa havuzun bazı avantajlarındandır. Araştırmacılar tarafından kapalı havuzlarda mikroalg yetiştiriciliği çalışılmıştır. Dezavantajları ise yüksek kurulum maliyeti ve reaktör tasarımının karmaşık olmasıdır. Araştırmacılar ve endüstriler tarafından kapalı biyoreaktörler tarafından pilot ölçekte biyodizel üretimi, yüksek işletme ve gerekli sermaye yatırımı nedeniyle ekonomik olmayacağı düşünülmektedir [14].



Şekil 2. Aerobik biyoreaktörler türlerinin şematik gösterimi (a) Dairesel Havuz, (b) Karusel Tipi Biyolojik Havuz [15]

3. Mikroalgal Biyodizel Üretim Süreci

Biyodizel üretimindeki ilk aşama fotobiyoreaktörde (PBR) yetiştirme sürecini içeren uygun alg türlerinin büyümesidir. İkinci aşama hazırlıktır. Hazırlık aşamasındaki ilk işlem, büyütülen alg kültürünün hasat edilmesi ve ardından hasat edilen alglerin yoğunlaştırılması işlemidir. Son olarak konsantre biyokütleden santrifüjle su ayrılarak kurutma için gönderilir. Son aşama hem ayırma işlemini hem de alglerden ektraksiyonla lipitlerin ayrılmasıdır. Biyodizel üretimi için algal yağ transesterifikasyon reaktörüne gönderilir.

Mikroalgalın devamlı üretimi için kullanılan en yaygın üç yöntem: açık havuzlar, kapalı foto biyoreaktörler ve hibrit sistemler. Mikroalglerin hasat edilmesi için kullanılan popüler teknikler flokülasyon, santrifüjleme, filtrasyon, ultrafiltrasyon, hava-yüzdürme, oto-yüzdürme ve elektroforezdir. Yöntem seçimi hem takip eden işlemlere hem de istenen ürüne bağlıdır. Biyodizel üretiminde, biyodizelin ekonomik sürdürülebilirliğini belirleyen en pahalı süreçlerden biri lipitlerin mikroalgal biyokütleden çıkarılmasıdır. Lipidin ekstraksiyonundan önce, kurutma ve hücre bozulmasını içeren biyokütle işleme aşamalarının verimli gerçekleştirmelidir[15]

4. Yenilikçi Teknolojiler

4.1. Ultrasonikasyon

Ultrasonikasyon, hücre parçalanmasının en etkili yöntemlerinden biridir ve son zamanlarda lipit elde etmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu işlem sırasında, kültür ortamına 20 kHz'nin üzerinde bir frekansa sahip ses dalgaları uygulanır ve bu da alternatif bir basınç (yüksek basınç) ve azalma (düşük basınç) oluşturur [16]. Düşük basınç bölgesinde mikro kabarcıklar oluşabilir ve bu da sitoplazmik bozulmaya ve lipit biyomoleküllerinin salınmasına yol açar.

4.2. Atımlı elektrik alanı

Bu yöntem, hücre zarında mikro gözenekler oluşturmak için yüksek elektrik alan kuvvetine sahip kısa elektrik darbeleri üreterek hücre parçalanması için kullanılmaktadır [17]. Bu nedenle, bu işlem elektroporasyon veya elektro-immobilizasyon olarak bilinmektedir. Yapılan çalışmalar daha yüksek maruz kalma süresinin lipit verimini artırdığını göstermiştir [18]. Bununla birlikte, bu geleneksel olmayan mekanik destekli hücre parçalama ve ekstraksiyon teknikleri, yüksek enerji gereksinimleri ve maliyet nedeniyle büyük ölçekte çok uygulanabilir değildir.

4.3. Kimyasal ve çözücülerle hücre bozulması ve lipit ekstraksiyonu

Kimyasal yöntemler, hücre duvarının parçalanmasıyla hücre içi bileşenlerin geri kazanılmasını sağlar. Asit hidrolizi ile hücre bozulması ve hücre içi lipitlerin ekstraksiyonu, hücre lizizi için güçlü asitlerin kullanıldığı kimyasal bazlı bir yöntemdir. Son zamanlarda, lipit ekstraksiyonu için H2SO4 yerine TiO2 ve FeSO4 gibi çeşitli oksidatif ajanlar araştırılmıştır. Anotta oksidasyona bağlı olarak, tekli hücrelere kıyasla lipid üretiminde 1.5 kat artış gözlemlenmiştir. Başka bir çalışmada, Chlorella vulgaris'in biyokütlesi 3 dakika süreyle FeSO4 ile ön işleme tabi tutulmuş ve lipid üretiminde 2.4 kat artışla sonuçlanmıştır[19,20].

Cetyl pyridinium bromide (CFB) gibi katyonik yüzey aktif maddenin kullanımı, hücre bozulmasında etkili olan başka bir yaklaşımdır. Bu süreçte, mikroalglerdeki katyonik yüzey aktif maddenin hidrofobik kuyruğu ile fosfolipidler arasında hücre zarı lizizi ve hücre içi lipidlerin salınmasıyla sonuçlanan bir kompleks oluşur [21].

Nanopartikül mühendisliği, mikroalg biyorefineri sürecindeki birçokgüçlüğün önüne geçebilen hücre lizizi ve lipit ekstraksiyonu için yeni teknikler sağlamıştır. Nanomalzemeler, mikroalglerin yetiştirilmesinden hasada, lipit ekstraksiyonuna ve biyoyakıt kalitesinin iyileştirilmesine kadar büyük bir potansiyel göstermiştir. Hücre hasadı için setrimonium bromide octyltriethoxysilane (CTAB-OTES) kaplı manyetik nanopartikül kullanılmış ve bu da lipit artışıyla sonuçlanmıştır.

sonuçlanmıştır. 277,2 mg lipit/g hücre lipit içeriği, heksan kullanılarak geleneksel ekstraksiyon yöntemleriyle ekstrakte edilen lipitten 2-3 kat daha yüksek olduğu bildirilmiştir [22]. Selüloz nanofibrillerin (CNF), mikroalgal hücrelerden lipit elde edilmesini artırmak için uygun maliyetli ve çevre dostu bir yöntem olduğu gösterilmiştir. Nanopartiküllerin kullanılması, düşük toksisite, yeniden kullanılabilirlik ve stabilite ile solvent bazlı ekstraksiyon olarak düşünülebilmektedir [23].

Enzimler, mikroalglerden lipit elde edilmesinde oldukça etkilidir. Enzimler, hücre duvarında bulunan bazı özel moleküller ile bağlanabilir ve bağları hidrolize ederek membran rüptürüne neden olarak lipid ekstraksiyonunu kolaylaştırır [24]. Enzim seçimi, çeşitli mikroalgal suşları için enzimlerin etkinliği farklılık gösterdiğinden, mikroalglerden lipit elde edilmesinde anahtar bir parametredir. Yayınlanan araştırmalar Chlorella vulgaris'in hücre duvarının kitinazlar, lizozimler, pektinaz, amilaz, selülaz gibi enzimler kullanılarak parçalabildiğini, fakat amilaz ve selülazın ise algal hücre bozulması üzerinde hiçbir etkisinin olmadığını göstermiştir [25]. Enzimlerin yüksek maliyeti ve oldukça seçici davranışı, uygulamalarındaki en büyük dezavantajlardır.

Solvent bazlı lipit ekstraksiyon teknikleri, yeşil ve yenilenebilir solventlerin geleneksel organik solventlerden daha kabul edilebilir olarak görülen yöntemlerdendir. İyonik sıvılar, çevre dostu, yanıcı olmayan davranışları ve çok çeşitli sıcaklıklarda (0-140°C) sıvı halde tutma kabiliyetleri nedeniyle lipidlerin verimli ekstraksiyonu için yaygın olarak kullanılırlar. İki fazlı sistemlerin yanı sıra, proses tek çözücü ekstraksiyonuyla zaman tasarrufu sağlamaktadır [26] . To ve ark. [27] Chlorella vulgaris ve Spirulina platensis'ten lipid ekstraksiyonu için düşük maliyetli kolin ve amino asit bazlı iyonik sıvılar kullanmıştır. Lipitlerin yanı sıra, bu iyonik karışımlar karbonhidratların ve diğer biyolojik ürünlerin ekstraksiyonu için kullanılabilmektedir. İyonik sıvılardan bir karışım hazırlanmış (kolin hidroksit ve amino asitler) ve 70°C'de 3 saat ısıya maruz bırakılmıştır. İyonik sıvıların Chlorella vulgaris ve Spirulina platensis'ten sırasıyla %30.6 ve%51 lipit ve %71 ve %26 karbonhidrat elde edildiği belirtilmiştir.

5. Sonuçlar

Son zamanlarda, fosil yakıtlar, atmosferdeki artan CO2 içeriğinin neden olduğu hızlı ve zararlı çevresel problemleri artırmıştır. CO2 emisyonlarını azaltmak ve artan enerji taleplerini karşılamak için, çevre dostu ve uygun maliyetli olması gereken yenilenebilir ve sürdürülebilir enerji kaynakları geliştirmek için çok sayıda araştırma çalışması gerçekleştirilmiştir. Alglerden biyodizel üretimi, geleneksel bitkisel yağlardan ve hayvansal yağ transesterifikasyonundan daha teknik olarak uygun maliyetlidir. Algalbiyodizel üretimi, ekilemeyen araziler üzerinde büyük miktarda fotobiyoreaktör kurulması yoluyla fosil yakıtlara olan

artan talebi karşılayabilir. Bu sürecin tasarımlar, teknolojiler ve teknik yönler dahil tüm adımları bu çalışmada tartışılmaktadır. Yenilikçi teknolojilerin verimliliği halen tartışılmakta olup optimizasyonları yapıldıktan sonra klasik yöntemlere kıyasla daha yüksek lipit verimleri sağlayabileceği görülmüştür.

Kaynakça

[1] V.B. Veljkovic, M.O. Biberdcic, I.B. Bankovic-Ilic, I.G. Djalovic, M.B. Tasic, Z.B. Njecic, O.S. Stamenkovic, Biodiesel production from corn oil: A review, Renew. Sustain. Energy Rev. 91 (2018) 531–548. doi:10.1016/j.rser.2018.04.024.

[2] A. Abbaszaadeh, B. Ghobadian, M.R. Omidkhah, G. Najafi, Current biodiesel production technologies: A comparative review, in: Energy Convers. Manag., Pergamon, 2012: pp. 138–148. doi:10.1016/j.enconman.2012.02.027.

[3] X.B. Tan, M.K. Lam, Y. Uemura, J.W. Lim, C.Y. Wong, K.T. Lee, Cultivation of microalgae for biodiesel production: A review on upstream and downstream processing, Chinese J. Chem. Eng. 26 (2018) 17–30. doi:10.1016/j.cjche.2017.08.010.

[4] Y. Cui, N. Rashid, N. Hu, M.S.U. Rehman, J.I. Han, Electricity generation and microalgae cultivation in microbial fuel cell using microalgae-enriched anode and bio-cathode, Energy Convers. Manag. 79 (2014) 674–680. doi:10.1016/j.enconman.2013.12.032.

[5] V. Patil, K.-Q. Tran, H.R. Giselrød, Towards Sustainable Production of Biofuels from Microalgae, Int. J. Mol. Sci. 9 (2008) 1188–1195. doi:10.3390/ijms9071188.

[6] S. Oncel, F.V. Sukan, Comparison of two different pneumatically mixed column photobioreactors for the cultivation of Artrospira platensis (Spirulina platensis), Bioresour. Technol. 99 (2008) 4755–4760. doi:10.1016/J.BIORTECH.2007.09.068.

[7] M. Onay, C. Sonmez, H.A. Oktem, A.M. Yucel, Thermo-resistant green microalgae for effective biodiesel production: Isolation and characterization of unialgal species from geothermal flora of Central Anatolia, Bioresour. Technol. 169 (2014) 62–71. doi:10.1016/J.BIORTECH.2014.06.078.

[8] M. Negoro, N. Shioji, K. Miyamoto, Y. Micira, Growth of Microalgae in High CO2 Gas and Effects of SOX and NOX, Appl. Biochem. Biotechnol. 28–29 (1991) 877–886. doi:10.1007/BF02922657.

[9] K. Prabandono, S. Amin, Biofuel Production from Microalgae, Handb. Mar. Microalgae Biotechnol. Adv. (2015) 145–158. doi:10.1016/B978-0-12-800776-1.00010-8.

[10] E.A. Ramos Tercero, G. Domenicali, A. Bertucco, Autotrophic production of biodiesel from microalgae: An updated process and economic analysis, Energy. 76 (2014) 807–815. doi:10.1016/j.energy.2014.08.077.

[11] V. Ashokkumar, E. Agila, P. Sivakumar, Z. Salam, R. Rengasamy, F.N. Ani, Optimization and characterization of biodiesel production from microalgae Botryococcus grown at semi-continuous system, Energy Convers. Manag. 88 (2014) 936–946. doi:10.1016/j.enconman.2014.09.019.

[12] J.P. Bitog, I.B. Lee, C.G. Lee, K.S. Kim, H.S. Hwang, S.W. Hong, I.H. Seo, K.S. Kwon, E. Mostafa, Application of computational fluid dynamics for modeling and designing photobioreactors for microalgae production: A review, Comput. Electron. Agric. 76 (2011) 131–147. doi:10.1016/j.compag.2011.01.015.

[13] O. Pulz, Photobioreactors: Production systems for phototrophic microorganisms, Appl. Microbiol. Biotechnol. 57 (2001) 287–293. doi:10.1007/s002530100702.

[14] V.O. Adesanya, E. Cadena, S.A. Scott, A.G. Smith, Life cycle assessment on microalgal biodiesel production using a hybrid cultivation system, Bioresour. Technol. 163 (2014) 343–355. doi:10.1016/j.biortech.2014.04.051.

[15]M. Faried, M. Samer, E. Abdelsalam, R.S. Yousef, Y.A. Attia, A.S. Ali, Biodiesel production from microalgae: Processes, technologies and recent advancements, Renew. Sustain. Energy Rev. 79 (2017) 893–913. doi:10.1016/j.rser.2017.05.199.

[16] J.M. Greenley, J.W. Tester,Ultrasonic cavitation for disruption of microalgae, Bioresour Technol, 184 (2015), pp. 276-279, 10.1016/j.biortech.2014.11.036

[17] A. Silve, I. Papachristou, R. Wüstner, R. Sträßner, M. Schirmer, K. Leber, et al. ,Extraction of lipids from wet microalga Auxenochlorella protothecoides using pulsed electric field treatment and ethanol hexane blends, Algal Res, 29 (2018), pp. 212-222, 10.1016/j .algal.2017.11.016

[18] K. Flisar, S.H. Meglic, J. Morelj, J. Golob, D. Miklavcic, Testing a prototype pulse generator for a continuous flow system and its use for E. coli inactivation and microalgae lipid extraction Bioelectrochemistry, 100 (2014), pp. 44-51, 10.1016/j.bioelechem.2 014.03.008

[19] L. Hua, L. Guo, M. Thakkar, D. Wei, M. Agbakpe, L. Kuang, et al., Effects of anodic oxidation of a substoichiometric titanium dioxide reactive electrochemical membrane on algal cell destabilization and lipid extraction, Bioresour Technol, 203 (2016), pp. 112-117 10.1016/j.biortech.2015.12.041

[20] A. Concas, M. Pisu, G. Cao, Disruption of microalgal cells for lipid extraction through Fenton ,reaction: modeling of experiments and remarks on its effect on lipids composition Chem Eng J, 263 (2015), pp. 392-401,10.1016/j.cej.2014.11. 012

[21] J. Trivedi, N. Atray, D. Agrawal Evaluating cell disruption strategies for aqueous lipid extraction from oleaginous Scenedesmus obliquus at high solid loadings, Eur J Lipid Sci Technol (2020), p. 1900328, 10.1002/ejlt.201900328

[22] J.Y. Seo, R.P. Kumar, B. Kim, J.C. Seo, J.Y. Park, J.G. Na, et al. Downstream integration of microalgae harvested and cell disruption by means of cationic- surfactant- decorated Fe3O4 nanoparticle, Green Chem, 18 (2016), pp. 3981-3989, 10.1039/C6GC00904B

[23] Y.C. Lee, k Lee, Y.K. Oh Recent nanoparticle engine'ering advances in microalgal cultivation and harvesting processes of biodiesel production: a review Bioresour Technol, 184 (2015), pp. 63-72, 10.1016/j.biortech.2014.10.145

[24] H.G. Gerken, B. Donohoe, E.P. Knoshaug, Enzymatic cell wall degradation of Chlorella vulgaris and other microalgae for biofuels production, Planta, 237 (2013), pp. 239-253, 10.1007/s00425-012-1765-0

[25] G. Maffei, M.P. Bracciale, A. Broggi, A. Zuorro, M.L. Santarelli, R. Lavecchia, Effect of an enzymatic treatment with cellulase and mannanase on the structural properties of Nannochloropsis microalgae, Bioresour Technol, 249 (2018), pp. 592-598, 10. 1016/j.biortech.2017.10.062

[26] B.H.H. Goh, H.C. Ong, M.Y. Cheah, W.H. Chen, K.L. Yu, T.M.I. Mahlia, Sustainability of direct biodiesel synthesis from microalgae biomass: a critical review, Renew Sustain Energy Rev, 107 (2019), pp. 59-74, 10.1016/j.rser.2019.02.012

[27] T.Q. To, K. Procter, B.A. Simmons, S. Subashchandrabose, R. Atkin Low cost ionic water mixtures for effective extraction of carbohydrate and lipid from algae,RSC, Faraday Discuss, 206 (2018), pp. 93-112, 10.1039/C7FD00158D

Edirne İlinde Üretilen Katı Atıkların Enerji Potansiyeli

Nesli Aydın

Namık Kemal Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ, Türkiye (E-posta: nesli.ciplak.aydin@gmail.com)

Özet:

Ekonomik büyümenin bir sonucu olarak endüstriyel gelişmenin hız kazandığı Türkiye'de, çevre sektörü ve buna bağlı olarak atık yönetimi her geçen gün önem kazanmaktadır. Doğal kaynaklarının tükendiği, enerjiye olan talebin arttığı ve çevreci teknolojilere yönelişin ivme kazandığı Türkiye'de atık, yok edilmesi gereken bir sorunsal olmaktan çıkmış, işlenmesi ve geri kazanılması günümüz teknolojisi ile sağlanabilen bir hammadde kaynağı haline gelmiştir. Sürdürülebilir kalkınma kapsamında atık hiyerarşi üç öncelikli hedef belirler. Bunlar, sırasıyla atık üretimin önlenmesi, yeniden kullanım, geri dönüşüm veya geri kazanımdır. Geri kazanılamayan atıklar için nihai yöntem ise, eğer mümkün ise enerji kazanımıyla, düzenli depolamadır. Bu çalışma, Edirne Katı Atık Düzenli Depolama Tesisinde bertarafı yapılan katı atıkların elektrik üretme potansiyelinin incelenmesini amaçlar. Çalışma kapsamında 20 yıllık ekonomik ömrü olduğu varsayılan tesise her yıl gönderilecek atık miktarının, nüfus profiline paralel olarak %5 artacağı düşünüldüğünde, elektrik üretiminin 2040 yılına kadar yeni eklenen atıklarla beraber hızla artacağı görülmektedir. Ancak, çalışmanın sonucu göstermiştir ki depolanan atığın yaşı arttıkça metan üretme potansiyeli azalacağından, 2045 yılından itibaren elektrik üretiminde önemli bir düşüş beklenmelidir. Tesisin kapasitesinin dolmasıyla en son atık kabulü yapacağı 2040 yılından itibaren 100 yıl daha faal olarak elektrik üreteceği ele alınırsa tesisten üretilecek elektriğin, elektrik şebekesine olan katkısı sayesinde, ulusal bazda yaklaşık 25 bin ton CO2 üretiminden kaçınılmış olacaktır.

Anahtar kelimeler: *Atığın yaşı, elektrik üretme potansiyeli, emisyon faktörü, katı atıklar, metan*

Abstract:

As a result of the Turkey's economic growth, the industrial development has accelerated across the country and this has ultimately led to the environment sector and waste management to gain importance. In Turkey, where there is a depletion of natural resources, the expansion of demand for energy, and the orientation in environmental technologies, waste is no longer a problematic issue that needs to be eliminated; but it has become a source of raw materials whose processing and recycling can be achieved with today's technology. In the scope of sustainable development, waste hierarchy includes the three priority targets. These are prevention of waste production, reuse, recycling or recovery respectively. The method for non-recoverable wastes is the landfilling with energy recovery if possible. In this context, this study aims to investigate the electricity generation potential of the solid wastes disposed at the Edirne Solid Waste Landfill Facility. When the amount of waste to be sent to the facility which was assumed to have a 20-year economic life, is expected to increase by 5% in parallel with the population profile, it is seen that electricity production will increase rapidly with the newly added wastes until 2040. However, the results of the study showed that the potential of methane production will decrease as the stored waste age increases, so that the significant decrease in electricity production should be expected from 2045 onwards. Once it is considered that the facility continues

to produce electricity 100 years beyond 2040 with the recent waste acceptance, the electricity generated from the facility will contribute to the electricity grid and provide the avoidance of approximately 25 bin ton CO2 on a national basis.

Key words: *electricity generation potential, emission factor, methane, solid waste, waste age*

1. Giriş

Bilindiği gibi atık hiyerarşisinde, atıkların sırasıyla azaltılması, yeniden kullanılması, geri dönüştürülmesi, bunlar mümkün değilse bertaraf edilmesi gerektiği belirtilmektedir. Ancak, Türkiye'nin birçok bölgesinde katı atıklar vahşi depolanmaktadır. Örneğin, Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü (Unesco) tarafından Dünya Miras Listesi'ne alınan Karabük'ün Safranbolu ilçesinde kontrolsüz bir biçimde doğaya atılan katı atıklar, özellikle yaz aylarında artan sıcaklığın etkisiyle, yangınlara sebep olmaktadır. Risk değerlendirmesinde, bu durum, riskin kaynağı, ilerleme şekli ve alıcı bileşenleri ile ele alındığında toprak, hava ve su kirliliği oluşturarak insan sağlığını tehdit etmektedir [1-3]. Katı atıklar, deponi sahalarında olduğu gibi üzerleri mühendislik örtü tabakaları ile örtülmeden doğaya bırakıldığı zaman açığa çıkan metan, karbondioksit, uçucu organik bileşenler, dioksin ve furan (PCDD ve PCDF) vb. hava kirleticileri atmosfere karışmaktadır [4]. Bu zararlı bileşenler solunduğunda solunum yolları rahatsızlıkları ve kanser gibi hastalıklara yakalanma riskini arttırmaktadır [5,6]. Aynı zamanda bu tür durumlarda elektrik üretme potansiyeli bulunan metan, enerji üretimi açısından değerlendirilmeden atmosfere salınarak küresel ısınma etkisi yaratmaktadır. Atığın boşaltıldığı zeminin altında geçirimsiz örtü tabakasının olmadığı durumlarda, atığın nem içeriği ve yağışın etkisi ile sızan kirli su yeraltı su kaynaklarına karışarak kirlilik oluşturmaktadır. Bu kapsamda, örneğin Tekirdağ ilinin Çorlu ilçesinde, sızıntı suyu kontaminasyonu ile ilgili önemli sağlık sorunları bildirilmemesine rağmen, kamuya su temini için yeraltı suyu kullanımına bağlı sağlık tehlikelerinin göz önünde bulundurulması gerektiği ortaya konmuştur [7].

Edirne ilinde ise katı atık düzenli depolama tesisinin faaliyete girmesiyle katı atıkların düzenli depolanarak bertarafı söz konusudur. Tesiste yakın zamanda mekanik ayrıştırma ekipmanlarının da kurulmasıyla, geri dönüşümü mümkün olan atıkların ayrıştırılarak ekonomiye kazandırılması planlanmaktadır. Bu amaçla bu projede, Edirne'de üretilen katı atıkların elektrik üretme potansiyeli hesaplanmış olup tesisin ekonomik ömrü boyunca ve atık kabulünün tamamlanmasını takiben ortaya çıkacak elektrik üretme profili, zayıf ve güçlü yanları tartışılarak incelenmiştir.

2. Yöntem

Çalışma alanı olarak seçilen Edirne ili, Marmara Bölgesi'nin Trakya kısmında yer almaktadır. Güneyinde Ege denizi, kuzeyde Bulgaristan, batıda Yunanistan, doğuda Kırklareli, güneydoğuda Tekirdağ ve güneyde Çanakkale illeri ile çevrili olan Edirne ili (Şekil 1), 6 bin km2 yüz ölçümüne sahip olup, yaklaşık 411 bin kişiye ev sahipliği yapmaktadır [8].



Şekil 1. Edirne Haritası

Edirne'de üretilen katı atıklar, Edirne Katı Atık Düzenli Depolama Tesisi'nde bertaraf edilmektedir. Kent genelinde kuru geri dönüştürülebilen atıkların (cam, plastik, tekstil, metal vb.) ya da biyo-bozunur organik atıkların (yiyecek atıkları) geri dönüşümüne ait bir uygulama bulunmamaktadır. 2020 yılında depolama tesisine mekanik ayrıştırma ekipmanlarının eklenmesi ile geri dönüştürülebilen atıkların deponi sahasına gönderilmesinin önüne geçilmesi planlanmaktadır. Bu çalışmada, tesise gönderilecek katı atıkların elektrik üretme potansiyeli, *birinci derece bozunma* yöntemi ile hesaplanmıştır [9].

Birinci derece bozunma metoduna göre deponi sahasında üretilen gazın miktarı (Denklem 1), atık miktarı, emisyon üretme potansiyeli (Lo), emisyon üretme oranı sabiti (k), ve atığın yaşı gibi birçok faktöre bağlıdır [9]. Emisyon üretme oranı sabiti (k), yağış veya sızıntı suyu sirkülasyonuna bağlı olan nem içeriğini ifade eder. Bazı deponi sahalarda biyo-bozunmayı hızlandırmak ve böylece daha erken metan emisyonu elde etmek için sızıntı suyu toplanıp tekrar sahaya deşarj edilir. Emisyon üretme potansiyeli (Lo) ise atık kompozisyonun bir fonksiyonudur.

Atıkların depolanması ile açığa çıkan biyojenik karbon emisyonu, biyokütle kökenli olduğu için ve biyokütlenin, sıfır karbon emisyon faktörü altında değerlendirilmesi gerektiği için, sera gazı emisyon envanterine dahil edilmez [10]. Bir diğer deyişle, depolanan katı atıkların bozunması ile atmosfere karışan karbondioksit (CO2) gazının bileşimi karbon-nötrdür. Deponi sahalarının iklim değişimine etkisi sadece deponi sahası gazı toplama sistemi ile tutulamayan (kaçan) metan gazından ileri gelir.

Birinci derece bozunma yöntemi için aşağıda verilen denklemler kullanılarak hesaplamalar yapılmıştır.

$$CH_4 \text{ (metan üretimi) } (t) = \sum_X [(A \bullet k \bullet KA_T (x) \bullet KA_F (x) \bullet L_0(x)) \bullet e^{(-k(t-x))}]$$

Denklem 1. Metan Üretimi [9]

Denklem 1'de t, emisyon hesabı yapılan yılı; x, deponi yapılan yılı; A, normalizasyon faktörünü (Denklem 2); k, metan üretim oranı sabitini; KA_T (x), x yılında üretilen toplam katı atık miktarını; KA_F(x), x yılında deponi sahasında bertarafı edilen katı atık miktarını; L_0 (x) ise x yılındaki metan üretme potansiyelini (Denklem 3) temsil etmektedir. e, logaritmik değerdir ve k, hesaplamalarda 0.05 olarak kabul edilmiştir [9].

$$A = (1 - e^{\wedge} (-k)) / k$$

Denklem 2. Normalizasyon Faktörü Üretimi [9]

Denklem 2'de k, metan üretim oranı sabitini temsil etmektedir.

$$L_{0\,(x)} = [MDF_{(x)} \bullet BiOK_{(x)} \bullet BiOK_F \bullet F \bullet 16/12]$$

Denklem 3. Metan Üretme Potansiyeli Üretimi [9]

Denklem 3'te, MDF(x), x yılındaki metan düzeltme faktörünü (1 kabul edilmiştir); BiOK(x), x yılında bozunabilir organik karbonu (Denklem 4); BiOKF, x yılında parçalanan biyobozunabilir organik karbon oranını, F, deponi gazında hacimce bulunan metan miktarını temsil etmektedir. 16 / 12 ise karbonun (C), metana (CH_4)'a dönüşümünü gösterir. F, hesaplamalarda 0.5 kabul edilmiştir [9].

$$BiOK_{(x)} = (0.4 \bullet A) + (0.17 \bullet B) + (0.15 \bullet C) + (0.3 \bullet D)$$

Denklem 4. Bozunabilir Organik Karbon Üretimi [9]

Denklem 4'te, A, katı atıktaki kağıt ve tekstil oranını; B, katı atıktaki yeşil atık, park atığı veya diğer yiyecek atığı olmayan organik çürütücülerin oranını; C, katı atıktaki yiyecek atığı oranını ve D ise katı atıktaki talaş atığı oranını temsil etmektedir. İlgili kompozisyon değerleri Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yayınlanan raporlardan sırası ile %25, %25, %20 ve %0 olarak elde edilmiştir [11].

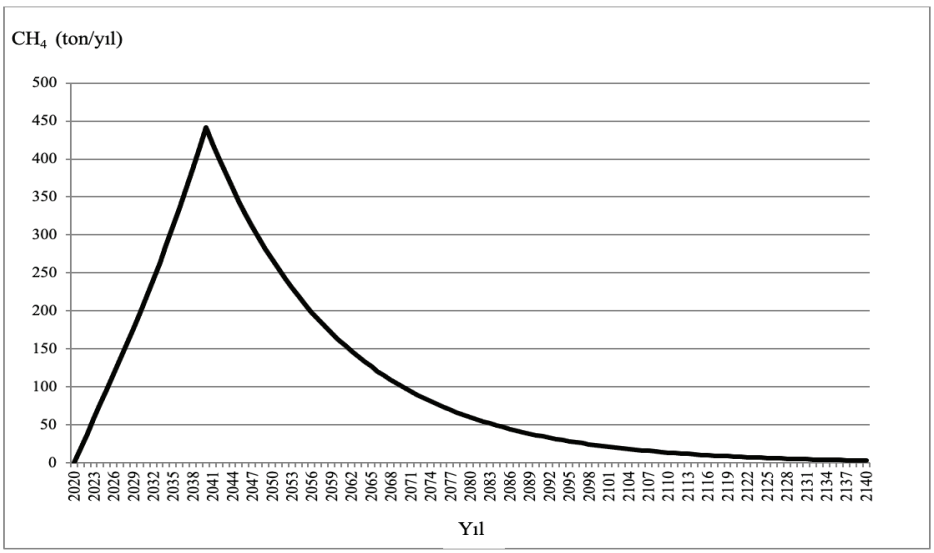
Hacimce yaklaşık %50 metan (CH_4) ve %50 CO_2 içeren deponi gazı, sahada atık kabulünün olduğu müddetçe ve saha kapatıldıktan sonra bir süre daha devam eder. Yaşam döngüsü analizinde, deponi sahasının, sahaya kabul ettiği son atık hangi yıl ise bu yılın üzerine 100 yıl daha eklenerek emisyon envanter analizi yapılmaktadır [12-14]. Edirne Katı Atık Düzenli Depolama Tesisi'nin 20 yıl süresince atık kabulü yapması planlanmaktadır. Yaşam döngüsü analizi yöntemine göre depolanan bu atıklardan üreyecek metan gazı emisyonunun, atığın biyo-bozunurluğunun aktif olduğu süre boyunca devam ettiği esas alınır [12,13]

Bu sebeple, bu analiz yönteminde emisyon periyodunun sahanın kapatılmasından sonra 100 yıl daha devam edeceği kabul edilmektedir [12-14]. Buna bağlı olarak, bu çalışmada deponi sahasının kapasitesinin 2040 yılında dolacağı kabul edilmiş olmasına rağmen saha emisyonu için olan analiz periyodu 2140 yılına kadar ele alınmıştır.

Deponi gazı toplama sistemi ile donatılmış bir sahada, atık gaz, bir gaz motorunda yanmak üzere kuyu ve pompa sistemi ile toplanır. Sahadan üretilen gazın verimli bir şekilde toplanması için bu gazın saha yüzeyinden kaçmasını önleyecek örtü tabakaları ile kaplanması önem taşır. Bunun için sahaya gönderilen atık türüne de bağlı olacak şekilde kum, çakıl tabakaları ve geomembran kombinasyonlarını içeren örtü tabakalarının döşenmesi önerilir [15,16].

3. Bulgular

Birinci derece bozunma yöntemi kapsamında hesaplamalar yapıldığında, Edirne katı atıklarının bozunabilir organik karbon oranı ($BiOK_{(X)}$) 0.1725 olarak, metan üretme potansiyeli (L0) ise 1 ton atık için 0.0633t CH_4 olarak elde edilmektedir. Buradan hareketle hesaplanan CH_4 üretimi (Denklem 1), 2020-2140 yılları boyunca Şekil 2'deki gibidir.



Şekil 2. Edirne Katı Atık Depolama Tesisinin Metan Üretim Profili

Şekil 2'de verilen grafik, Edirne Katı Atık Depolama Tesisinden üretilen metan gazının 2040-2045 yılları arasında en yüksek değerlerde seyredeceğini, ancak sonrasında keskin bir şekilde azalacağını göstermektedir. Şekil 2'den, aynı zamanda, metan üretiminin, sahanın kapatılmasını takiben yaklaşık 80 yıl daha süreceğini görülmektedir.

Şekil 2'de verilen emisyon değerlerine bağlı olarak elektrik üretim potansiyeli Tablo 1'de gösterilmektedir. Sahadan üretilebilecek elektrik, metanın elektrik üretim potansiyeli dikkate alınarak ve sahadan toplanan metan miktarına göre hesaplanmıştır [17, 18].

Deponi gazından üretilen elektrik, ulusal şebekeden karşılanacak elektrik ihtiyacının yerine geçer. Diğer bir deyişle, deponi gazından üretilen elektrik miktarı kadar ulusal şebekeden çekilmesi gereken elektrik ihtiyacı karşılanmış olur. Diğer taraftan, bilindiği üzere, kömür, petrol ve yenilenebilir kaynaklardan oluşan ulusal şebeke için elektrik üretimi sağlanırken kullanılan enerji kaynağının çeşidine bağlı olarak bir miktar $CO_{2\text{-eşdeğer}}$ ($CO_{2\text{-e}}$) salınımı olur. Özellikle petrol ve türevine bağlı üretim yapan ülkelerde bu salınımın daha fazla olması beklenir. Oysaki deponi gazından enerji elde edildiğinde, üretilen elektrik kadar olan miktarın ulusal ağdan çekilmesi ihtiyacı karşılanmış olacaktır. Bu da atmosfere salınan $CO_{2\text{-eşdeğer}}$ ($CO_{2\text{-e}}$) miktarında azalmaya sebep olur. Buna, kaçınılan emis yon adı verilir.

Tablo 1. 120 Yıl Süresince Elektrik Üretim Potansiyeli

Atık miktarı	232 175 ton	2020-2040 yılları arasında deponi sahasına gönderilen toplam miktar
120 yıl süresince üretilecek elektrik	50 000 MWsa	570 m^3 deponi gazı 1 MWsa enerji üretmektedir
120 yıl süresince sahadan üretilecek elektrik sayesinde kaçınılan $CO_{2\text{-eşdeğer}}$ (CH_4 ve CO_2) emisyonu	25 493 ton	Kaçınılan emisyon değerleri, ulusal emisyon faktörü (0.5 $CO_{2\text{-e}}$ kg / kWsa) dikkate alınarak hesaplanmıştır

Türkiye Elektrik İletim A.Ş. (Teiaş, 2018) verilerine göre Türkiye'de üretilen elektrik enerjisi 304.801 GW saattir [18]. Bu miktar, elektrik üretimi nedeniyle salınan yıllık sera gazı emisyonuna ($CO_{2\text{-e}}$) oranlandığı zaman, Türkiye için ulusal emisyon faktörü 0.5 $CO_{2\text{-e}}$ kg / kW saat olarak hesaplanmaktadır. Elektrik ihtiyacını $CO_{2\text{-e}}$ emisyonlarına dönüştürmenin gerekli olduğu yerlerde (Tablo 1) ulusal emisyon faktörü kullanılmıştır. Bir ülkenin ulusal elektrik şebekesi, santrallerden üretilen elektrikten oluşur. Bu santrallerin bir kısmı, fosil yakıtlı santraller gibi, baz yük kaynağı olarak çalışırken, diğerleri, doğal gaz santralleri gibi, operasyonu günün belirli bir saatinde istenen yükü karşılayacak şekilde değiştirilebilen ara tesislerdir. Santrallerin her biri farklı bir emisyon salınım oranına sahip olduğundan, tüm bu kaynakları emisyon faktörlerinde hesaba katmak gerekir. Bu konuda esas olarak iki yaklaşım vardır. Birinci yaklaşım, şebekedeki toplam elektrik tüketiminin toplam $CO_{2\text{-e}}$ değerine oranlanması ile elde edilen ortalama emisyon faktörünün kullanılmasını öngörür. İkincisi yaklaşıma göre ise, atıktan elektrik üretiminde kaçınılan $CO_{2\text{-e}}$ miktarı hesaplanırken marjinal emisyon faktörü ele alınarak sonuçlar yorumlanmalıdır. Marjinal emisyon faktöründe, baz yüklü elektrik kaynaklarından sağlanan elektrik üretimi hariç tutulur.

Bu durumda, mevcut tesislerden elektrik talebini azaltan veya düşük karbonlu kaynaklardan yeni üretim sağlayan türde, örneğin atıktan elektrik üretimi projesi gibi, marjda meydana gelen değişiklikler karşılaştırılmalıdır.

Bununla birlikte, şebekenin yapısı son derece karmaşıktır, bir projeyle elde edilecek enerji cinsinden kazancın belirlenmesi zorluk teşkil eder [19, 20]. Bununla birlikte, karmaşık yapıdaki şebeke kaynaklarından hareketle marjinal emisyon faktörünün belirlenmesi, uzun vadede, özellikle de baz yük dışında ne tür bir kombinasyonla elektrik üretimi olacağının açık olmadığı sektörlerde belirsizliğe maruz kalmaktadır [21]. Emisyon azaltımlarının makul olarak değerlendirmesi için projenin amacına uygun bir emisyon faktörü kullanılmalıdır. Bu nedenle, bu projede elektrik üretimi ile kaçınılan CO2-e miktarı hesaplanırken ortalama emisyon faktörü kullanılmıştır (Tablo 1).

4. Sonuçlar ve Tartışma

Edirne ilinde üretilen katı atıkların elektrik üretimi için kullanılması hem katı atıkların doğaya atılmasını engelleyecek, hem elektrik üretimi sayesinde ulusal elektrik şebekesine katkıda bulunacak hem de bu sayede 120 yıllık bir dönem içinde yaklaşık 25 bin ton CO2-e gazın atmosfere salınımının önüne geçilmiş olacaktır.

Ancak, deponi sahalarının yerini yeni teknolojilere bıraktığı modern katı atık yönetimi uygulamalarında deponi sahaları, elektrik geri kazanımı ile de olsa, tercih edilmemektedir. Örneğin, Avrupa Birliği'ne üye ülkeler, organik atıklarını deponi sahalarına göndermeden geri kazanmak için, azaltım hedefleri ve bu hedeflere ulaşmak üzere gerekli stratejiler oluşturmuşlardır [22]. Atık hiyerarşisinin de öngördüğü şekliyle atık azaltımı ve geri dönüşüm öncelikli hedefler olmalıdır. Örneğin, Edirne ilinde gelecekte planlanabilecek bir anaerobik tesisi ile organik atık geri kazanımı uygulaması, deponi sahasına gönderilecek biyo-bozunur atık miktarında önemli bir azalmaya sebep olabilir. Bu da sahadan toplanacak metan miktarını azaltacağından tesisten üretilmesi planlanan elektriğin veriminde önemli kayıplara neden olacaktır.

Edirne'de mevcut katı atık sahasından üretilecek elektrik miktarı Şekil 2'de görüldüğü üzere 2045 yılından sonra düşme eğiliminde olacağından elektrik üretmek için gerekli tesis üniteler bazında kurulabilir. Böylece üretimin maliyeti karşılamadığı süreçte kullanılmayacak olan üniteler sökülebilir. Ancak metan gazı, karbondioksit gazına göre sera gazı etkisi bakımından 21 kat daha güçlü etkide olduğundan, böyle bir durumda toplanan metan gazı direkt olarak atmosfere salınmamalı, yakılarak karbondioksite dönüştürülmelidir [23].

Teşekkür

Edirne katı atık düzenli depolama ve bertaraf tesisleri teknikeri Sayın Olcay Ayluayan'a teşekkür ederiz.

Kaynaklar

[1] Narayan S, Hanson S, Nicholls RJ, Clarke D, Willems P, Ntegeka V., Monbaliu, J. A holistic model for coastal flooding using system diagrams and the Source–Pathway–Receptor (SPR) concept. [in special issue: Sea Hazards] Natural Hazards and Earth System Sciences, 2012:12 (5), 1431-1439. (doi:10.5194/nhess-12-1431-2012).

[2] Narayan S, Hanson S, Nicholls R, Clarke D. Use of the Source – Pathway – Receptor – Consequence Model in Coastal Flood Risk Assessment. Geophysical Research Abstracts; 2011, 13, EGU2011-10394.

[3] Watts, R.J. Hazardous wastes: Sources, pathways, receptors. United States: 1998.

[4] Tanave S. Chapter 18 Contamination by Persistent Toxic Substances in the Asia-Pacific Region, Developments in Environmental Science, 2007; 7:773-817

[5] Ncube F, Ncube EJ, Voyi K. A systematic critical review of epidemiological studies on public health concerns of municipal solid waste handling, Perspectives in Public Health ; 2017,137, 2, https://doi.org/10.1177/1757913916639077

[6] Cantuaria, ML, Suh H, Lofstrom P, Blanes Vidal V. Characterization of exposure in epidemiological studies on air pollution from biodegradable wastes: Misclassification and comparison of exposure assessment strategies. International Journal of Hygiene and Environmental Health; 2016: 219(8): 770-779.

[7] Tınmaz E, Demir İ. Research on solid waste management system: To improve existing situation in Çorlu Town of Turkey. Waste Management, 2006; 26(3): 307-314.

[8] Türk İstatistik Kurumu, Nüfus İstatistikleri, http://www.tuik.gov.tr [Aralık 2019]

[9] Devletlerarası İklim Değişikliği Paneli. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, Ulusal Sera Gazı Envanterleri Rehberi. Bölüm 5: Atık. Montreal, 2000, http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/english/ [Kasım 2019]

[10] Ulusal Sera Gazı Envanterleri İçin Rehber İlkeler, Cilt 5: Atık. Bölüm 5: Atık Insinerasyonu. https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html [Haziran 2019]

[11] Çevre ve Çehircilik Bakanlığı, Edirne Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, Edirne İli 2017 Yılı Çevre Durum Raporu. https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/2017_ed-rne_cevre_durum_-raporu_son-20181022165720.pdf [Ekim 2019]

[12] Hauschild MZ, Rosenbaum RK, Olsen SI. (editors). Life Cycle Assessment: Theory and Practice. İsviçre, Springer: 2018.

[13] Yan J. (editör in chief). Handbook of Clean Energy Systems, 6 Volume Set, 5. cilt. Wiley: 2015.

[14] Muthu SS (editör). Handbook of Life Cycle Assessment (LCA) of Textiles and Clothing. Woodhead Yayın: 2015.

[15] Hughes KL, Christy AD, Heimlich JE. Landfill Types and Liner Systems, Extension Fact-Sheet; the Ohio State University. CDFS-138-05. http://ce561.ce.metu.edu.tr/files/2013/11/liner-1.pdf [Ekim 2019]

Handbook of Life Cycle Assessment (LCA) of Textiles and Clothing. Woodhead Yayın: 2015.

[16] Yong RN, Thomas HR (editör). Geoenvironmental Engineering: Contaminated Ground : Fate of Pollutants and Remediation. Thomas Telford Yayın. Handbook of Life Cycle Assessment (LCA) of Textiles and Clothing:1997.

[17] Themelis NJ,Ulloa PA, Methane generation in landfills. Renewable Energy: 2007; 32,7: 1243-1257

[18] Türkiye Elektrik İletim A.Ş. (Teiaş). Türkiye Elektrik Üretim İletim 2018 Yılı İstatistikleri. https://www.teias.gov.tr/tr/turkiye-elektrik-uretim-iletim-istatistikleri [Eylül 2019]

[19] Hawkes AD. Long-run marginal CO2 emissions factors in national electricity systems. Applied Energy: 2014, 125: 197-205.

[20] Thind MPS, Wilson EJ, Azevedo IL, Marshall JD. Marginal Emissions Factors for Electricity Generation in the Midcontinent ISO. Environ. Sci. Technol. 2017; 51, 14445 14452

[21] Brinkman G, Jorgenson J, Ehlen A, Caldwell J. Low Carbon Grid Study: Analysis of a 50% Emission Reduction in California; https://www.nrel.gov/docs/fy16osti/64884.pdf [Eylül 2019].

[22] Avrupa Birliği Düzenli Depolama Direktifi (1999/31/EC). 5. Madde (a) bendi. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:31999L0031&from=EN[Ekim 2019]

[23] Beggs C, Energy: Management, Supply and Conservation, Butterworth-Heinemann, Oxford, 2002.

Biodiesel Production from Biomass by Treating Textile Industry Wastewater

***[1]Ayşe Elif Ateş**

[1]Faculty of Engineering, Department of Environmental Engineering, Istanbul University-Cerrahpaşa, Turkey

Abstract

The demand for water and energy has increased gradually with the increase in population and industrialization in recent years. Researchers study on the reuse of water and energy recovery from the waste within the scope of zero waste. Many industries, such as the textile and paint manufacturing industries, have a large consumption of water due to production processes. General characteristics of dye-containing wastewaters are dark-colored, low ph, high COD, and toxic. The wastewaters which are dark-colored are generally treated by chemical and advanced oxidation methods. But in this study, the textile industry wastewater was treated by aerobic biological method. Biological aerobic reactor was operated at a laboratory scale. The biomass which is growth at the aerobic reactor was harvested and stored at +4°C. Bio-oil was obtained by Bling and Dyer extraction method from harvested biomass. Biodiesel and glycerin have obtained from the extracted oil from the wet sample by the transesterification method.

Key words: *Biodiesel, Industrial Wastewater Treatment, Energy*

1. Introduction

Many dyes are toxic to microorganisms and may cause direct destruction of aquatic life due to the presence of high pollution such as nitrogen, phosphorus, many different metals [1]. Dyes, which used to impart color to materials, are dissoluble at some stage of the standard operating procedure. Some dyes have a synthetic origin, and treatment of dyes in wastewater is a challenge for the researcher because of their complex aromatic molecular structure. Dye production stages include in synthesizing of dyes in a reactor, filtering the synthesized dye and mixing with many other chemicals to end produce dye as the final stage. Textile industry wastewater which uses various dyes for produced contains not only many different dyes but also toxic and nonbiodegradable many different additive compounds and their mixtures [2]. Many dyes, 50 per cent of which are used in the textile industries, are produced every year. Significant volumes of water are used during the wet process in the textile industry. [3,4]. The dyeing method is one of the most important wet processes in the textile

Corresponding author: Ayşe Elif Ateş Address: Faculty of Engineering, Department of Environmental Engineering Istanbu University- Cerrahpaşa, Istanbul TURKEY. E-mail address: elifdenizler@istanbul.edu.tr

industry and produces a huge chemical oxygen demand (COD) wastewater In addition, textile industry wastewater has a high color content [3]. The discharge of dyes into water source decreases photosynthetic activity, while the increases BOD and COD levels and change the pH value.The dyes used in the dyeing process are estimated to be produced in wastewater by about 15 percent [5]. Among the various dyes, 70% of the dyes used in textiles are azo dyes consisting of one or more azo bonds (N==N—) connecting aromatic amines [4,6].

Treatment system for textile wastewater, generally consist of neutralization, settling tanks, activated carbon adsorption, flocculation-coagulation (generally with iron chloride), biological treatment (aerobic or anaerobic), and oxidation of organics by with UV systems or hydrogen peroxide H2O2 [7]. These methods' main drawbacks are high costs and large quantities of sludge generated. On the contrary, biological therapy is on the other hand cheaper and eco-friendly [6,8]. If the wastewater of the textile industry is to be treated with a process using light, it should be ensured that the light affects the large area because dyes remaining in wastewater absorb light with wavelengths in the visible region between 350–700 nm [9]. The complex chemical structure of chemicals and the lack of degradation ability of microorganisms also impact bioreactors in textile wastewater treatment. In order to prevent this situation, anaerobic and aerobic biological treatment are generally worked together in the treatment of textile industry wastewater.The key subjects of sustainable society growth are actually energy and environmental conservation. Biodiesel, as green and environmental-compatible biomass energy, has become quite interesting in recent years. In recent studies, biodiesel production is provided by lipids obtained from biological sludge [10]. During the method of biological wastewater treatment, biological wastewater systems are used to form microbial communities with varying structures and volumes. The enriched particular microbial population is ultimately precipitated to generate the surplus secondary sludge, and the variation in the sludge microbial culture would presumably impact the fat and oil removed [11]. In the study, textile industry wastewater was treated with an activated sludge process. Sludge was harvested from the reactor during the treatment. Biodiesel production trials were carried out from the harvested sludge.

2. Materials and Method

2.1. Characteristic of The Raw Textile Industry Wastewater

Textile industry wastewater is formed in the mixture of wastewater from processes such as mercerization, desizing, dyeing. the wastewater that is a mixture of wastewater from different processes has high turbidity, COD and color. The

wastewater characterization used in the study is given in Table 1.

Table 1. Characteristic of the raw textile industry wastewater in the study [12]

Parameter	Avarage Value	Parameter	Avarage Value
pH	7.32	**Turbidity** (NTU)	80
COD (mg.L^{-1})	6500	**Fe** (mg.L^{-1})	0.040
Temperature (°C)	18-40	**SS** (mg.L^{-1})	52.02

2.2.Activated Sludge Process

The active sludge used in the study was obtained from the Ataköy Advanced Biological Treatment Plant. Activated sludge system was operated as sequential batch reactor (SBR). Designed for activated sludge system plexiglass column volume was 20 L as shown in Figure 1. Ventilation was provided by 4 air pumps which capacity 400 L/h and worked continuously. Since the wastewater is very dark colored, the lights were placed around the column so that the UV light could affect more areas. The lighting in the system was set to 8 hours light and 16 hours dark. The pH of raw wastewater was around 8-9 and the system was fed without pH changing. For the adaptation of activated sludge, 1 L wastewater was fed daily. After the sedimentation, the upper phase was separated for analysis of treatment efficiency and the sludge was used for biodiesel production. The daily biomass exchange was monitored to investigate the toxic effect of textile industry wastewater. The temperature was continuously monitored and kept between 18-22°C to prevent UV lighting from changing the temperature of wastewater in the system.

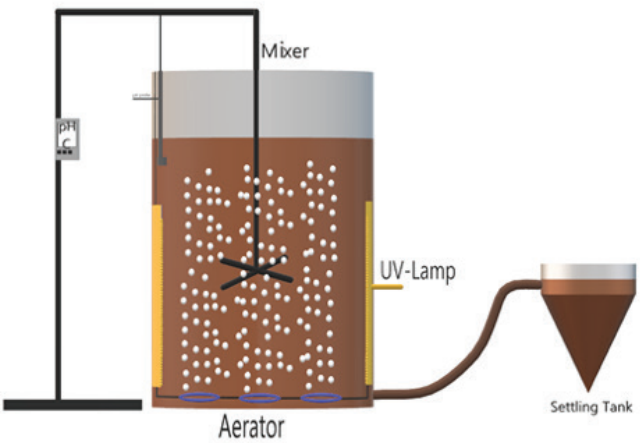


Figure 1. Activated sludge process

2.3.Extraction Method

Bling and Dyer method, one of the wet extraction methods, was used for

extraction [13]. The sludge harvested during wastewater feeding was stored at +4 °C. No treatment was performed to dewatering the stored sludge and the sludge was extracted with its own water. In order to increase the large-scale production efficiency of biodiesel, pre-extraction experiments were performed. 50 ml of wet sludge was placed in the volumetric flask. 62.5 ml of chloroform and 125 ml of methanol were added to the sample and stirred at high rpm for 10 min. Then, 62.5 ml of chloroform was added again and mixed at the same rpm and time. 62.5 ml of water was added cautiously to allow the phase separation and waited until phase separation was been realized. The density of the chloroform is 1.49 g/cm3 and the density of the chloroform oil mixture after extraction is 1.29 g/cm3. The residue by the decomposition of the activated sludge with solvent is in the middle phase and the water separates the other residues to the upper phase, as shown in Figure 2. The solvent-oil mixture was separated with a funnel and the solvent was removed by the evaporator. The oil density by evaporation of the solvent yielded was 0.92 g/cm.

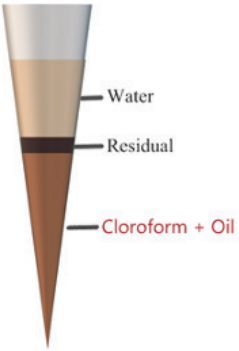


Figure 2. Phase separation after extraction

2.4.Transesterification

Transesterification reaction pre-experiments were carried out with waste oil because small scale oil would be obtained from activated sludge. 10 ml of oil and 30% by volume of methanol and 1% by weight of NaOH were added in the volumetric flask. The flask was closed that not to be open due to the pressure during the reaction as shown in Figure 3 and the sample was heated at 65 ° C for 1.5 hours. The produced biodiesel was washed 3 times with distilled water to remove glycerin and methanol residues and dried in 100 °C oven for 1 hour. 7,5 ml biodiesel and 2,2 ml glycerine were obtained from waste oil while 6 ml of biodiesel and 4 ml of glycerin were obtained from the oil obtained from the activated sludge as a result of the reaction.

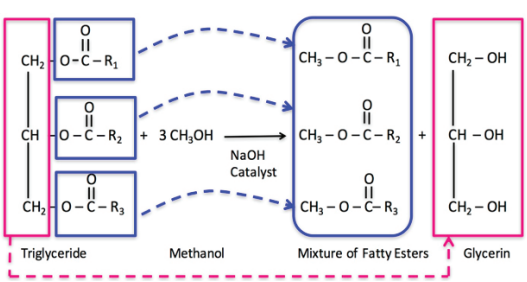


Figure 3. Transesterification reaction

3. RESULTS AND DISCUSSION

There was no pre-treatment for textile production industry wastewater before feeding to the activated sludge system. The upper phase of the wastewater harvested from the SBR during daily wastewater feeding was used for treatment efficiency. Biomass exchange in wastewater at different hydraulic retention times was investigated, shown in Figure 4. Although wastewater shows nontoxic effects up to 3 days period, biomass decreases after 3 days.

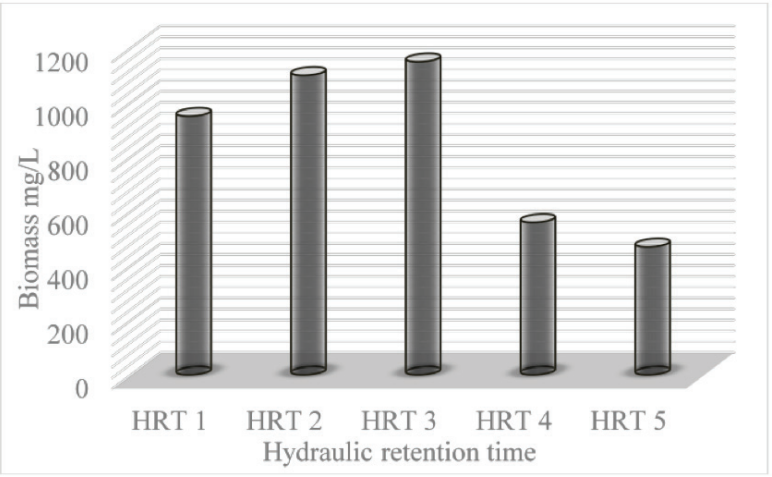


Figure 4. Biomass exchange

Despite the increase in purification efficiency in the first weeks, COD treatment efficiency remained constant after the sixth week, shown in Figure 5. The discharge standard of COD of 1000 mg/L of wastewater could not be achieved with SBR. Due to the high pollution value of the wastewater, it should be pre-treated by coagulation or Fenton oxidation before being given to biological treatment.

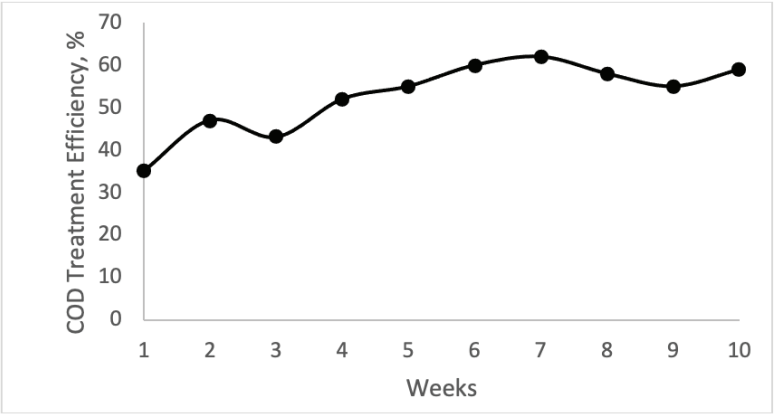


Figure 5. COD treatment efficiency (Textile industry raw wastewater treated by SBR)

The main reason why the wastewater of the textile production industry is not met to discharge standards with the activated sludge treatment is the constant change of wastewater pollution concentrations. According to the type of produced textile, COD value varies between 8000 and 4000 mg/L. Since SBR operates as feeding daily, it is not possible to provide sufficient time for treatment when high COD wastewater is fed into the system.

The oil content of the activated sludge was 14 mg/L before the wastewater feed while was 11 mg/L after the wastewater feed. The oil content analysis was carried out by the wet solvent extraction method. The solvent extraction was carried out after the system balancing and adapting of the sludge. 5 ml of biodiesel and 6 ml of glycerin were obtained from a 50 ml wet sample in pre-trials of biodiesel production as shown in Figure 5. The optimum NaOH and methanol were determined in trials for large scale sample. Finally, after the optimizations of chemicals, 82 ml biodiesel and 15 ml glycerine were obtained from 1 L wet sludge. Quality standards of biodiesel produced are compared to European Standards as shown in Table 2.

Table 2. Europe EN 14214 Biodiesel Quality Standards and Produced Biodiesel Quality[14]

Properties	**Units**	**Europe EN 14214**	**Produced Biodiesel**
Viscosity, 40 °C	mm^2/sec	3.5-5.0	4.2
Density	gr/cm^3	0.86-0.90	0.87
Flash Point	°C	120	122
Methanol	%m/m	0.20 max	0.19

4. CONCLUSION

In the study, the HRT value for the aerobic biological reactor was determined as 3 days and the sludge was harvested accordingly. In the literature, lipid production efficiency was investigated according to the biomass obtained in different culture times(1, 2, 3, 4, 5 days) in the production of biodiesel from activated sludge [15]. As a result of the 5-day hydraulic retention period, the highest lipid ratio (70mg/g SS) was reached. At the end of 3 days, which is the same holding time as the study, the lipid ratio was determined as 25 mg/g SS. However, within the scope of the study, at the end of the 3-day hydraulic retention period, the lipid ratio was 80 mg/g. Aerobic reactor was studied in full light and the lipid ratio was increased by feeding glucose into the active sludge in literature. Since the aerobic reactor worked light:dark (18:6 hours), the lipid ratio was higher in the study.

In a different study on biodiesel production from activated sludge, different industrial wastewaters were used and the effect of wastewater types on biodiesel production was investigated. Lipid yield from sludge obtained during biological treatment of restaurant wastewater is 4.33mg / g SS while the lipid ratio obtained from the municipal sludge is 1.57 mg/g SS [16]. In the study, textile industry wastewater was treated and the lipid ratio was 80 mg/g SS. The high oil content of restaurant wastewater was affected the active sludge and decreased the lipid content. In the use of municipal wastewater, the lipid content of activated sludge has decreased due to the pharmaceuticals and toxic substances in the wastewater. Because textile industry wastewater contains domestic wastewater from the factory as well as process water, the lipid ratio is higher than the other.

REFERENCES

[1] Mahmoud, A. S. et al. 2007. "Removal of Dye from Textile Wastewater Using Plant Oils Under Different PH and Temperature Conditions." American Journal of Environmental Sciences 3(4): 205–18. http://www.thescipub.com/abstract/?doi=ajessp.2007.205.218 (April 30, 2019).

[2] Aydın, MI et al. 2018. "Comparison of Ozonation and Coagulation Decolorization Methods in Real Textile Wastewater." http://openaccess.iyte.edu.tr/handle/11147/7063 (May 15, 2019).

[3] A.A. Peláez-Cid, V. Romero-Hernández, A.M. Herrera-González, A. Bautista-Hernández, O. Coreño-Alonso, Synthesis of activated carbons from black sapote seeds, characterization and application in the elimination of heavy metals and textile dyes, Chin. J. Chem. Eng. (2019).

[4] S. Popli, U.D. Patel, Destruction of azo dyes by anaerobic-aerobic sequential biological treatment: a review, Int. J. Environ. Sci. Technol. 12 (2015) 405–420

[5] F.I. Hai, K. Yamamoto, K. Fukushi, Hybrid treatment systems for dye wastewater, Crit. Rev. Environ. Sci. Technol. 37 (2007) 315–377.

[6] B. Bonakdarpour, I. Vyrides, D.C. Stuckey, Comparison of the performance of one stage and two stage sequential anaerobic–aerobic biological processes for the treatment of reactive-azo-dye-containing synthetic wastewaters, Int. Biodeterior. Biodegrad. 65 (2011) 591-599

[7] Yuzer, B. et al. 2015. "Reuse of the Treated Textile Wastewater and Membrane Brine in the Wet Textile Processes: Distorting Effects on the Cotton Fabric." Desalination and Water Treatment 56(4): 997–1009.http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/19443994.2014.951001 (May 15, 2019).

[8] C. Palma, A. Carvajal, C. Vásquez, E. Contreras, Wastewater treatment for removal of recalcitrant compounds: A hybrid process for decolorization and biodegradation of dyes, Chin. J. Chem. Eng. 19 (2011) 621-625.

[9] Mohd Udaiyappan, Ainil Farhan, Hassimi Abu Hasan, Mohd Sobri Takriff, and Siti Rozaimah Sheikh Abdullah. 2017. "A Review of the Potentials, Challenges and Current Status of Microalgae Biomass Applications in Industrial Wastewater Treatment." Journal of Water Process Engineering 20: 8–21. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214714417303549 (April 9, 2019).

[10] N. Sumprasit, N. Wagle, N. Glanpracha, A.P. Annachhatre Biodiesel and biogas recovery from spirulina platensis Int. Biodeterior. Biodegrad., 119 (2017), pp. 196-204

[11] A. Mondala, K.W. Liang, H. Toghiani, R. Hernandez, T. French Biodiesel production by in situ transesterification of municipal primary and secondary sludges Bioresour. Technol., 100 (3) (2009), pp. 1203-1210

[12] J. Blanco, F. Torrades, M. De la Varga, J. García-Montaño, Fenton and biological-Fenton coupled processes for textile wastewater treatment and reuse, Desalination. 286 (2012) 394–399. doi:10.1016/j.desal.2011.11.055.

[13] Bligh, E. G., and W. J. Dyer. 1959. "A Rapid Method Of Total Lipid Extraction And Purification." Canadian Journal of Biochemistry and Physiology 37(1): 911–17. http://www.nrcresearchpress.com/doi/10.1139/y59-099 (April 8, 2019).

[14] BIODIESEL GUIDELINES From the Worldwide Fuel Charter Committee. 2009. www.acea.be (July 1, 2019).

[15] Sun Q., Li A., Effect of pH on biodiesel production and the microbial structure of glucose-fed activated sludge, International Biodeterioration & Biodegradation, 104(2015), pp 224-230

[16] Chi X., Li A., Li M., Ma L., Tang Y., Hu B., Yang J., Influent characteristics affect biodiesel production from waste sludge in biological wastewater treatment systems, International Biodeterioration & Biodegradation, 132(2018),pp 226-235

4

Water and Wastewater Treatment Technologies and Applications
Su ve Atıksu Arıtma Teknolojileri ve Uygulamaları

Effects of Water Meter Accuracy on Apparent Losses in Water Distribution Systems
I. Ethem KARADİREK
Application of IWA Standard Water Balance in Strategic Water Loss Analysis: Benefits and Problems
Salih YILMAZ / Özgür ÖZDEMİR / Mahmut FIRAT
Using the Infrastructure Leakage Index (ILI) Indicator for Effective and Sustainable Leakage Management: Importance, Advantages and Challenges
Salih YILMAZ / Mahmut FIRAT / Özgür ÖZDEMİR
Environmental Monitoring of Pesticide Residues in Surface Waters of Büyük Menderes River
Meltem KAÇIKOÇ / Mehmet CENSUR
Influences of Nanoparticles on Aquatic Organisms
Didem GÖKÇE
Investigation of Microplastics Removal Methods from Aquatic Environments
Sevgi GÜNEŞ-DURAK
Yeraltı Sularından Membran Kapasitif Deiyonizasyon Yöntemi ile Florür Giderimine Ekonomik Yaklaşım
Halil İbrahim UZUN / Eyüp DEBİK
Divinilbenzen-Vinilpirilidon ko-Polimerleri ile Atıksulardan Fenol Giderimi
Ömür GÖKKUŞ / Kemal SARIOĞLU / İbrahim Yasin KÖKTAŞ
Fuat ÖZYONAR / Esma Betül SAVAŞ / Rıdvan ÇAVUŞ
Adsorptive Removal of Natural Organic Matter Using Pristine / Modied Multi-Walled Carbon Nanotubes
Sehnaz Sule KAPLAN BEKAROĞLU / Meltem KAÇIKOÇ / Amer KANAN / Serife GODE
Polimerik Membranların Üretimi Ve Nano Kompozit Membranların Mori -Tanaka Yöntemi İle Mekanik Özelliklerinin Belirlenerek Modellenmesi
Seren ACARER / İnci PİR / Mertol TÜFEKCİ / Güler TÜRKOĞLU DEMİRKOL
Nese TÜFEKCİ
Üretilen Polimerik Düz Plaka Membranlarda PVP Konsantrasyonunun Etkisi
Öykü MUTLU SALMANLI / Neşe TÜFEKCİ
Treatment of Dairy Industry Wastewater by Variations of Coagulation-Flocculation and Ozonation
Elçin GÜNEŞ / Yalçın GÜNEŞ / Asude HANEDAR / Gül KAYKİOĞLU / Aslı ÇELİK
Cleaner Production Opportunities in Leather Tanneries in Palestine
Maher Al-JABARI / Hassan SAWALHA / Eldon R. RENE

Effects of Water Meter Accuracy on Apparent Losses in Water Distribution Systems

***I. Ethem Karadirek**
Akdeniz University, Faculty of Engineering, Department of Environmental Engineering, Antalya-Turke

Abstract

Apparent losses and real losses are two main components of water losses in water distribution systems (WDSs). Apparent losses are caused by water meter inaccuracies, illegal consumption and data handling errors whereas real losses are associated with leakage, pipe bursts and overflow from storage tanks. Reducing apparent losses results in an increase in water utility revenue as apparent losses are the sum of water losses that are used but not paid for. In well managed WDSs, apparent losses are mainly associated with water meter inaccuracies. There are many types of water meters based on measurement mechanism and many factors effecting water meter accuracy such as meter type, class, size and age, installation, and water consumption profile.

In this study, new and used multi-jet type water meters, which is one of the most widely installed water meter type, were tested under different flow rates in a laboratory setup for performance evaluation. Starting flow rates and metering errors of new and used multi-jet water meters under varying flow rates were tested. This study aims to provide an evaluation on effects of water meter accuracy on apparent losses.

Key words: *Apparent losses, non-revenue water, water losses, water meter inaccuracies.*

1. Introduction

The difference between water supplied to the system and authorized consumption is defined as water losses in water distribution systems (WDSs) [1]. Real (physical) losses and apparent (commercial) losses are two main components of water losses. Real losses are due to leakage on transmission and distribution pipes, leakage on service connections up to metering point, leakage and overflows at storage tanks whereas apparent losses result from customer meter inaccuracies and data handling errors, and unauthorized consumption [2-4]. Reducing water losses is a key for sustainable management of WDSs. International Water Association (IWA) developed a standard water balance concept (Table 1) for better understanding of water losses. Real losses are the total amount of water physically lost whereas apparent losses refer to the water that is used but not paid for [5]. Reducing apparent losses results in an increase in water utility revenue.

*Corresponding author: Address: Faculty of Engineering, Department of Environmental Engineering Akdeniz University, 07058, Antalya TURKEY. E-mail address: ethemkaradirek@akdeniz.edu.tr, Phone: +902423106379

Metering errors are the main reason of apparent losses in well-managed WDSs [6].Metering errors are resulted from many factors such as class, size and type of water meter, meter wear and tear, installation, maintenance and calibration of meters, water demand profile and water quality [7].

Table 1. The international standard water balance developed by IWA [8]

<table>
<tr><td rowspan="8">System Input Volume</td><td rowspan="4">Authorized Consumption</td><td rowspan="2">Billed Authorized Consumption</td><td>Billed Metered Consumption</td><td rowspan="2">Revenue Water</td></tr>
<tr><td>Billed Unmetered Consumption</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Unbilled Authorized Consumption</td><td>Unbilled Metered Consumption</td><td rowspan="6">Non-revenue Water</td></tr>
<tr><td>Unbilled Unmetered Consumption</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Water Losses</td><td rowspan="2">Apparent Losses</td><td>Unauthorized Consumption</td></tr>
<tr><td>Customer Meter Inaccuracies and Data Handling Errors</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Real Losses</td><td>Leakage on Transmissions and Distribution Mains</td></tr>
<tr><td>Leakage on Service Connections up to Metering Point</td></tr>
<tr><td>Leakage and Overflows at Storage Tanks</td></tr>
</table>

ISO4064-1 [9] specifies the technical and metrological requirements of water meters. An error curve using minimum flow rate (Q1), transitional flow rate (Q2), permanent flow rate (Q3) and overload flow rate (Q4) was defined by technical requirements of water meters [10]. Water meters are characterized by the ratio (R) of permanent flow rate to minimum flow rate that is used to define the accuracy range of water meters [9]. Velocity type and volumetric water meters are very commonly used by water utilities. The mostly installed water meters in water utilities are generally domestic water meters [6] and the multi-jet type water meters (velocity type) are one of the most widely installed water meter type [7]. Varying flow rates depending on water consumption profiles of consumers affect water meter accuracy and meter accuracy is highly affected by ageing of water meters [6]. Determination of water meter accuracy is one of the most important steps for determination of water loss control strategies [8]. Furthermore, water meter accuracy is important for socially fair pricing of water [11].

In this study, metering accuracy of multi-jet water meters were tested under varying flow rates. Average starting flow rates and measurement errors of tested water

meters at each flow rate were determined. Flow rates that water meters were tested were obtained from a previous study [12]. This study aims to provide an evaluation of water meter accuracy effects on apparent losses.

2. Materials and Method

Metering errors of multi-jet water meters were examined in a weight calibrated laboratory setup. The test setup is depicted in Figure 1. The setup consists of water tanks, pressure gauges, flow meter, rotameters, temperature sensors, electronic balance, water pumps, valves, mains etc. [12].

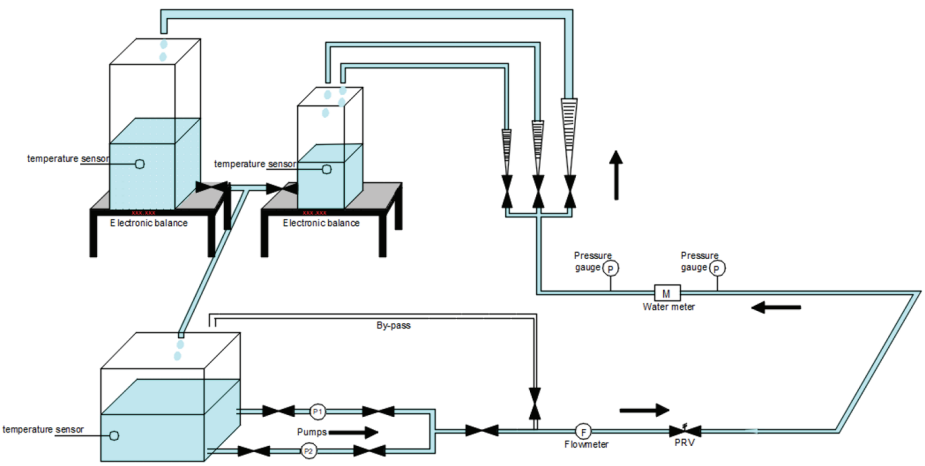


Figure 1. Laboratory setup for evaluation of water meter inaccuracies [12]

The collection method [13] was applied to examine the measurement errors of tested water meters. Technological and metrological characteristics of tested water meter meters were given in Table 2. A total of 43 multi-jet domestic water meters with dry chamber (same brand) was tested under varying flow rates, which were previously determined [12]. Each water meter was tested at flow rates of 15 l/h, 30 l/h, 60 l/h, 120 l/h, 450 l/h, 750 l/h, 1200 l/h, 2500 l/h and 3125 l/h. Measurement errors of each tested water meter were determined by the collection method that water passing through the water meter is collected in collection tanks and the quantity of water determined by weighing [13]. Metering errors of each tested water meter were calculated by the following equation:

$$\varepsilon = \frac{V_m - V_a}{V_a} \times 100$$

where ε is the measurement error of water meter as percentage, V_m is measured volume of water by water meter, V_a is the actual volume of water. Starting flow rate of each meter that meter starts to metering was also determined.

Table 2. Technical and metrological characteristics of tested multi-jet water meters

Type	Technology	Age (years)	Metrological Class, R (Q_3/Q_1)	Standard	Q_1 (m^3/h)	Q_2 (m^3/h)	Q_3 (m^3/h)	Q_4 (m^3/h)	Length (mm)	Diameter (mm)	Number of meters
MJ-N*	Multi-jet	New	100	ISO4064: 2014	0.025	0.040	2.5	3.125	190	20	10
MJ-1a		1-3	100		0.025	0.040	2.5	3.125	190	20	9
MJ-1b		1-3	160		0,0156	0,025	2,5	3,125	190	20	5
MJ-2		5-8	100		0.025	0.040	2.5	3.125	190	20	9
MJ-3		9-15	80		0.03125	0.040	2.5	3.125	190	20	10

*** MJ-N** water meters were previously tested in a previous study [12].

3. Results

The multi-jet water meters are very commonly used by water utilities. The accuracy of water meters depends on many factors such as measurement technology, accuracy class, meter age etc. In this study, measurement errors at varying flow rates and starting flow rates of new and used multi-jet water meters with dry chamber were tested in laboratory test setup. Starting flow rates of tested water meters are given in Figure 2. Ageing of water meters increases the average starting flow rates. The new multi-jet water meters (MJ-N) have the lowest starting flow rate whereas the multi-jet water meters with an age of more than 9 years old (MJ-3) have the highest starting flow rates.

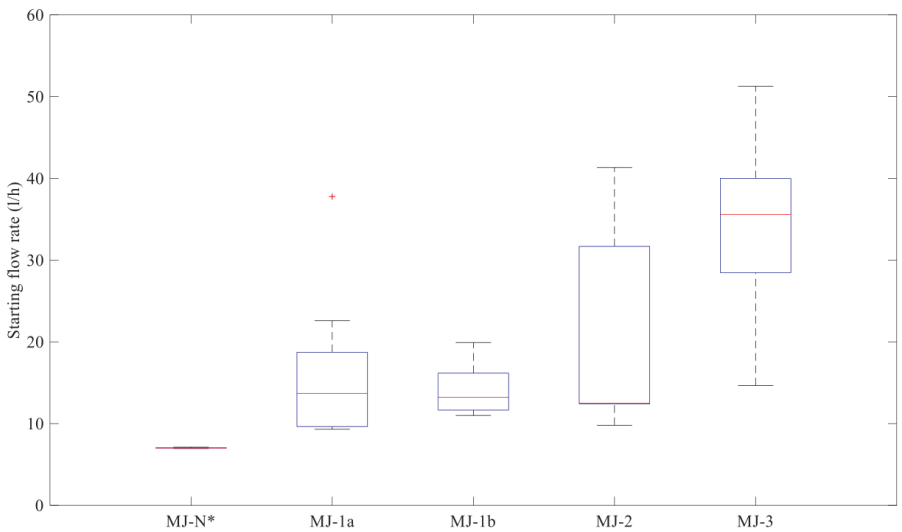


Figure 2. Box-plots showing starting flow rates of tested water meters

The tested water meters MJ-1a and MJ-1b are almost at the same age. However, there is a slight difference between starting flow rates of MJ-1a and MJ-1b due to difference of metrological and accuracy class of these meters. The water meters MJ-1a are accuracy class 2 meters with an R value of 100 while MJ-1b water meters are accuracy class 1 meters with an R value of 160.

Measurement errors at lower flow rates are higher for all tested water meters. Moreover, ageing affects the performance of water meters, which results in an increase in apparent losses. Maximum permissible errors (MPEs) for water meters with different accuracy classes are defined by specifications [9]. Measurement errors and MPEs Error curves of tested water meters are given in Figure 3.

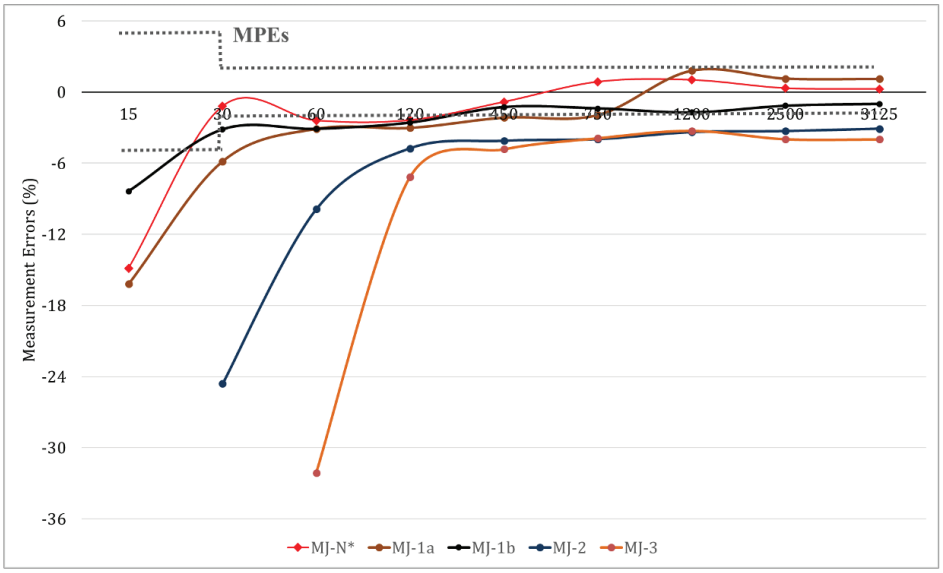


Figure 3. Errors curve of tested multi-jet water meters at varying flow rates

Measurement errors of water meters MJ-2 and MJ-3 are out of range of MPEs at all tested flow rates, which shows ageing effects on performance of water meters. Measurement errors of water meter MJ-N are within the MPEs at flow rates higher than 30 l/h. The findings show that ageing and water consumption patterns have a considerable effect on performance of water meters.

Experimental results and MPEs of tested water meters are summarized in Table 3. All water meters were tested at a water pressure value of around 4.5 bar that is very common for many water utilities. Performance evaluation of water meters is crucial to reduce apparent losses, which are the total amount of water used but not paid for. Optimal selection and optimal replacement periods of water meters have a significant effect on reducing apparent losses and provide an increase in water utility revenue.

Table 3. Experimental results and MPEs of tested water meters

Flow rate (l/h)		15	30	60	120	450	750	1200	2500	3125
Water pressure (bar)		≈4.5								
Water meters	Average starting flow rate (l/h)	Average measurement errors (%)								
MJ-N*	7.02	-4.07	2.26	3.12	3.59	4.61	5.03	4.80	4.58	4.41
MJ-1a	16.24	-16.19	-5.85	-3.102	-3.021	-2.153	-1.937	1.804	1.137	1.106
MJ-2	21.42	N/A	-24.59	-9.87	-4.75	-4.12	-3.98	-3.39	-9.81	-9.78
MJ-3	40.18	N/A	N/A	-32.13	-7.16	-4.82	-3.89	-3.26	-3.97	-3.99
MPE, % (ISO 4064)		N/A	±5	±2	±2	±2	±2	±2	±2	±2
MJ-1b	14.13	-8.36	-3.16	-3.11	-2.59	-1.27	-1.39	-1.73	1.17	1.01
MPE, % (ISO 4064)		N/A	±3	±1	±1	±1	±1	±1	±1	±1

* Test results of MJ-N water meters were obtained from a previous study [12]

Conclusions

Management of water losses is a challenging task for water utilities. Controlling water losses in WDSs results in reduction of demand on water supply, cost, energy and chemicals for treatment. Real losses are the total amount of water that is physically lost whereas apparent losses are the sum of water used but not paid for. In well-managed WDSs, inaccuracies of water meters are one of the main reasons of apparent losses. Water meter inaccuracies are caused by many factors such as type, size and age of water meter, water demand profile, water quality etc. Apparent losses resulting from water meter inaccuracies can be controlled by implementing optimal selection and replacement period strategies. An increase in water utility revenue leading better services for consumers can be achieved by controlling apparent losses. Moreover, water meter inaccuracy is important for socially fair pricing. Ageing and water consumption profiles have a significant effect on performance of water meters. Findings of this study cannot be extrapolated as water meter accuracy depends on many variables. However, this study provides an insight on effects of water meter accuracy on apparent losses.

Acknowledgements

This study was supported by the Scientific and Technological Research Council of Turkey (Project No.117Y301) and Akdeniz University.

References

[1] Lambert AO, Brown TG, Takizawa M, Weimer D. A review of performance indicators for real losses from water supply systems. Journal of Water Services Research and Technology-Aqua 1999; 48(6): 227-237.

[2] Alegre H, Hirner W, Baptista JM, Parena R. Performance Indicators for Water Supply Services, First Ed. London: IWA Publishing. 2000.

[3] Tabesh M, Delavar MR. Application of integrated GIS and hydraulic models for unaccounted for water studies in water distribution systems. Leiden: A a Balkema Publishers. 2003.

[4] McKenzie R, Seago C, Assessment of real losses in potable water distribution systems: some recent developments. In: P. Wilderer, editor. 4th World Water Congress: Innovation in Water Supply - Reuse and Efficiency, London: IWA Publishing; 2005, p. 33-40.

[5] Al-Washali TS, S.; Kennedy, M. Methods of Assessment of Water Losses in Water Supply Systems: a Review. Water Resources Management 2016; 30(14): 4985-5001.

[6] Arregui FJ, Gavara FJ, Soriano J, Pastor-Jabaloyes L. Performance Analysis of Ageing Single-Jet Water Meters for Measuring Residential Water Consumption. Water 2018; 10(5): 18.

[7] Criminisi A, Fontanazza CM, Freni G, La Loggia G. Evaluation of the apparent losses caused by water meter under-registration in intermittent water supply. Water Science and Technology 2009; 60(9): 2373-2382.

[8] Lambert A, Hirner W. Losses from water supply systems: Standard terminology and recommended performance measures. IWA's Blue Pages 2000: 1-13.

[9] ISO4064-1, Water meters for cold potable water and hot water – Part 1: metrological and technical requirements. 2014: Geneva: International Organization for Standardization.

[10] Fontanazza CM, Notaro V, Puleo V, Freni G. Effects of Network Pressure on Water Meter Under-Registration: An Experimental Analysis. Drink. Water Eng. Sci. Discuss. DWESD 2013; 2013(6): 119-149.

[11] Kanakoudis VT, S. Socially fair domestic water pricing: who is going to pay for the non-revenue water? Desalination and Water Treatment 2016; 57(25): 11599-11609.

[12] Karadirek IE. An experimental analysis on accuracy of customer water meters under various flow rates and water pressures. Journal of Water Supply Research and Technology-Aqua 2020; 69(1): 18-27.

[13] ISO4064-2, Water meters for cold potable water and hot water - Part 2: Test Methods. 2014: Geneva: International Organization for Standardization.

Application of IWA Standard Water Balance in Strategic Water Loss Analysis: Benefits and Problems

[1] Salih Yılmaz [2] Özgür Özdemir and [3] Mahmut Fırat

[*1]Malatya Water and Sewerage Administration, Turkey
[2]Kayseri Water and Sewerage Administration, Turkey
[3]Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering İnönü University, Turkey

Abstract

Water losses occurring in distribution systems have effect on the operating cost, water and energy efficiency, service quality, customer satisfaction, maintenance and new resource demand. The standard water balance recommended by IWA were used for defining, analyzing, regularly monitoring the water balance and sub-components, and determining the weakness and strengths of system. Water Utilities in Turkey are required to fill the water balance annually in order to analyze and monitor the performance with the regulation published in year 2014. However, in the use of this table, important problems are experienced due to the lack of technical, technological, personnel and economic conditions, data representing the field are not used and in many cases the real performance of the system is not revealed. In this study, the importance of IWA water balance in water loss management and monitoring system performance is emphasized, and the benefits and advantages are detailed by analyzing the pilot regions. In addition, problems encountered during filling the water balance, mistakes made, incomplete or incorrectly filled data and other problems were discussed. It is thought that this study will constitute a reference for the technical personnel in Utilities for measuring the data, analyzing the components and interpreting the results.

Keywords: *Water losses, water balance, water loss management, performance monitoring*

1. Introduction

Non-revenue water (NRW) is defined as water that is supplied to the system but cannot generate revenue and consists of three basic components: Apparent and Real Losses and unbilled authorized consumptions (Lambert et al. 1999; Farley et al., 2008). The most basic approach for NRW rate is the ratio of NRW volume to system net input volume. In order to put forward a sustainable strategy in water loss management and to reduce this rate, sub-components of NRW should be analyzed and monitored. In the literature, the most common method used to calculate NRW and its sub-components in a certain standard and to reveal the weaknesses of the system according to the sub-components is the "standard water balance" recommended by IWA (Lambert et al. 1999; Farley vd., 2008). In the IWA water balance, it is possible to monitor the real and apparent loss rates and their sub-components, as well as the NRW rate. However, while filling this table, detailed data are needed and in many cases, data are estimated

*Corresponding author: Address: 1Malatya Water and Sewerage Administration, Malatya, Turkey, E-mail address: salihyilmaz@maski.gov.tr Phone: +90422 377 74 44

in developing countries. Liemberger et al. (2006) emphasized that the amount of leakage in developing countries is approximately 45 million m3 per day. It was revealed that if the average consumption per capita is accepted as 100 liters / day / person, half of the population who cannot reach quality water can be served. Limberger and Farley (2004) stated that understanding and realizing water losses and creating a roadmap is the first step in developing a strategy and for this, the standard water balance should be filled. It was emphasized that in the water balance, the components should be filled according to the field data, the calculation of the uncertain leaks in the performance monitoring and the network length and the number of service connections in ALC should be taken into account. Farah et al. (2017) applied the MNF method to a large-scale pilot project to predict leaks and monitored the area with a real-time system. It was expressed that with the strategy developed, the rate of water loss has decreased from 43% (2015) to 7% (2016). Mutikanga et al. (2011) presented a methodology that determines the administrative loss components for the water distribution system using field audit and operational data. The results showed that measurement errors and illegal use were the most important components of administrative losses. Xin et al. (2014) pointed out that most of the apparent losses are present in the distribution system and stated that these losses are often not included in the evaluations due to their complexity and difficulty to control. Lipiwattanakarn et al. (2019) reported that after the leakage was repaired in the isolated zone, the isolated zone input flow rate decreased by 9%, and accordingly, the system input energy decreased by 8%, and system efficiency improved with the implementation of active leakage control. Creaco et al. (2019) indicated that real-time control and automation systems provide significant benefits in monitoring and controlling water distribution systems and components. Boztaş et al. (2019) investigated the effect of breakdowns in service connections in distribution systems on leaks and water losses, and emphasized that according to field data, the quality of workmanship and material can be improved in service connections and the rate of breakdowns and leakage can be reduced. Yazdekhasti et al. (2020) stated that in order to ensure water and economic efficiency and to ensure sustainable urban water management, leaks should be detected and the most appropriate detection methods and equipment should be used. Jafari-Asl et al. (2020) aimed to reduce and manage pressure with an optimization-based model to reduce the impact of pressure on leakage in distribution systems and showed that leaks can be significantly reduced by monitoring pressure. The purpose of this study is to analyze the losses and subcomponents in drinking water distribution systems according to the standard water balance, to discuss the problems encountered during filling the IWA water balance table, the advantages and benefits of this method. . For this purpose, analysis was carried out for the pilot regions, the water balance was filled, and the evaluation was made on the basis of sub-components.

2. Materials and Method

Standard Water Balance

The most basic approach for NRW rate is the ratio of NRW volume to system net input volume. In order to put forward a sustainable strategy in water loss management and to reduce this rate, sub-components of NRW should be analyzed and monitored. In the literature, the most common method used to calculate NRW and its sub-components in a certain standard and to reveal the weaknesses of the system according to the sub-components is the "standard water balance" recommended by IWA (Lambert et al., 1999; Farley et al., 2008; Fallis et al., 2011). The "top-down approach" has been proposed as the simplest way followed in filling the standard water balance table used in establishing the water balance (Farley et al., 2008; Lambert et al., 2014). In this approach, the NRW volume is calculated by subtracting the billed authorized consumption volume received from the customer management system from the system input volume measured by the flow meter (Lambert et al., 1999; Farley and Liemberger, 2005; Farley et al., 2008). In this method, in the next stage, apparent and real losses and their sub-components are calculated or estimated based on authorized billed consumption and input volumes. The standard water balance table, which is filled using real data to represent the system, provides the opportunity to reach information about the sub-components of water losses as well as the GGS ratio. Thus, the loss rates on the basis of subcomponents in the system can be monitored, the component that creates the biggest problem in terms of water and economy for the administration can be determined, and it is possible to have information about the component that needs to be reduced and focused primarily. In Turkey, water loss rates for local administrations were first determined by the "Regulation on Control of Water Losses in Drinking Water Supply and Distribution Systems" (8 May 2014). In this context, Water Administrations have become obliged to reduce their water losses to a maximum of 30% within 5 years and to a maximum of 25% within the following 4 years. Later, due to the fact that the targets were not realistic for the administrations and the difficulties in achieving the determined targets, the values were updated with the regulation on 31 August 2019. In this context, Water Administrations have become obliged to reduce their water losses to 30% at most by 2023 and to 25% by 2028. With this regulation, administrations are required to fill the standard water balance table annually. Thus, it was aimed to regularly monitor the performance of the administrations in water management.

Table 1. IWA Standard water balance

<table>
<tr><td rowspan="10">(1) System Input Volume</td><td rowspan="3">(10) Authorized consumption</td><td rowspan="2">(4)Billed authorized consumption</td><td>(2) Billed metered consumption</td><td rowspan="2">(5) Non-revenue water</td></tr>
<tr><td>(3) Billed unmetered consumption</td></tr>
<tr><td rowspan="2">(9) Unbilled authorized consumption</td><td>(7) Unbilled metered consumption</td></tr>
<tr><td>(8) Unbilled unmetered consumption</td><td rowspan="7">(6)Revenue water</td></tr>
<tr><td rowspan="6">(11)Water losses</td><td rowspan="3">(15)Apparent losses</td><td>(12)Illegal consumption</td></tr>
<tr><td>(13) Losses due to meter inaccuracies</td></tr>
<tr><td>(14) Losses due to reading errors</td></tr>
<tr><td rowspan="3">(16)Real losses</td><td>(17) Leakages in transmission and distribution systems</td></tr>
<tr><td>(18) Leakages in reservoirs</td></tr>
<tr><td>(19) Leakages in service connections</td></tr>
</table>

Advantages and Problems of the Water Balance

Measuring or estimating the components in the water balance table directly affects the precision of the water budget. Therefore, in order to fill in the rates of the sub-components in this table correctly, (i) determining and monitoring the meter error rates regularly with the samples to be taken in the field, (ii) making field inspections and inspections similarly for illegal use and illegal consumption rates, (iii) regular monitoring of inflow and outflow rates and level changes in order to detect leaks in the warehouse, (iv) regular inspections to identify and monitor leaks belonging to subcomponents in the distribution system, as well as devices and equipment should be placed and monitored. However, it is very difficult to fill and monitor the sub-components of the water balance in an accurate, continuous and sustainable manner according to the actual field data in the administrations where the existing technical, technological, economic and personnel background is not sufficient. In cases where the infrastructure of the administration is weak, the ratios of sub-components are entered as estimates in many cases, and this gives results that are far from reflecting the truth in most cases. In such cases, since the standard water balance is not filled according to the actual data, it is not possible to reach the correct conclusion about the components that need to be improved in the system, and to determine the components that should be monitored and focused in inspections.

Required data and Evaluation

The water balance table (Table 1) is filled according to a certain systematic based on the top-down method proposed by IWA. For this, accurate and regular measurement of basic data in the field will provide a more precise assessment of water loss management components. In this section, the data required to fill the water balance according to the top-down approach and their evaluations are presented. The system input volume is obtained by regularly measuring the water

from all sources feeding an isolated zone or distribution system. Since this data is the most basic data used in the analysis of water balance and performance indicators, it is very important that the flow meter is calibrated, the data is measured and monitored regularly, and most importantly, and all resources are measured. The main problems encountered in obtaining this data are the lack of calibration of the flow meter, the absence of a SCADA system to monitor the data, the lack of measurement in the resources used in the summer when needed and not being included in the water budget. Billed metered and unmetered usages include consumptions of legal customer registered in the customer management system. Since this component equals the revenue water, it is very important to make regular customer readings, to have high reading efficiency (generally 90-95%), and that customers registered in the system coincide with the field. The unmetered authorized consumption component mainly includes estimated readings or water allocated according to annual agreements with particularly large consumption customers. It is a desired option for the subscriber and the Administration to have the minimum of this component that is to read the consumption regularly as much as possible. The sum of these two components gives the billed authorized consumption, which is equal to the revenue generating water, the component from which the Administration generates revenue. Therefore, making this component the largest in the water budget should be essential. Metered and unmetered authorized uses that are non-revenue water for the administration and include mosque, park-garden irrigation and fire hydrant uses. It is essential to install meters and regularly monitor the water used in mosque and park irrigation in order to evaluate the water budget correctly. Since these two components are non-revenue water, minimizing consumption by raising awareness is very important in terms of decreasing income loss. The sum of these components gives the unbilled authorized consumptions. Losses due to the inaccuracies in water meters include the losses arising from reasons such as incomplete or no reading in legally registered customer meters. Since this component contains water that is consumed by the subscriber but cannot be charged, it means a direct loss of revenue for the administration. In order for the water budget to be made correctly, it is necessary to determine the weighted error rate by testing the meters purchased in the field annually. Illegal uses include illegal water consumed by unregistered users, resulting in direct loss of revenue for the administration. In order to determine this component, there must be a field-updated subscriber system, audits according to a specific schedule, and legal regulations.

Establishing Water Balance and Evaluation

Basically, top-down, bottom-up and component analysis approaches are used separately or together in establishing the water balance. However, overall, the

the top-down approach is preferred because it is easy and less measurement and monitoring activities are needed. In the top-down approach, the system input volume and invoiced legally measured uses are provided from the field and the other components are calculated according to the order given in Table 1. The most important problem in this approach can be shown to determine the physical losses that constitute the highest rate of total losses. In other words, mistakes made in determining the previous components or incorrect or incomplete measurement of data or using estimated data may cause the physical loss volume to be determined incorrectly or incompletely. If the components given in the previous section are determined according to field measurements, a more accurate evaluation can be made about the system and the weaknesses and strengths of the system can be identified. In our country, the water balance table is filled by Water Administrations according to the top-down approach. Considering that the input volume is not measured clearly in some administrations, it is not possible in many cases to fill in such detailed data regularly and systematically. In order to regularly monitor the data of the components, there must be sufficient equipment, an up-to-date subscriber management system, geographic information systems and SCADA system. As a result, predictions are usually filled with data and unfortunately the system performance is shown well. As a result, it is not possible to regularly measure the event data due to technical, equipment, personnel, knowledge and awareness and economic factors in institutions and the table is filled in a way that does not represent the field. Bottom-up and component analysis approaches, which allow more precise determination of physical losses, are generally applied in isolated areas. Since these methods require detailed data measurement and monitoring, monitoring detailed data at the same time in large systems is costly and time consuming. In these methods, detailed analyzes such as the number of failures (reported and unreported), minimum night flow and pressure changes, determination of the location of leaks by acoustic methods are performed. In this way, the leakage volumes occurring in the system are determined directly according to the field data. It is possible to obtain more precise data without the problems in the top-down method.

Study Area and Data

In order to use the standard water balance, 10 isolated measurement zones (DMA) in the WDS of Malatya province were determined as pilot areas (Figure 1, Table 2). In the application area, DMA studies were carried out by the Administration (MASKI) between years 2016-2018 to ensure sustainable water loss management. The pipes in the WDS currently serving in the application area were laid at different times and DMA was planned in areas where the failure rate is generally high. Within the scope of this study, leakage rates are at high levels in

pilot areas, and mitigation and prevention activities have been carried out by the administration by applying an active leakage control strategy. As a result of these efforts, the rate of non-income water, which was 65-70% in 2015, was reduced to 45-50% in 2018 (MASKİ, 2018).

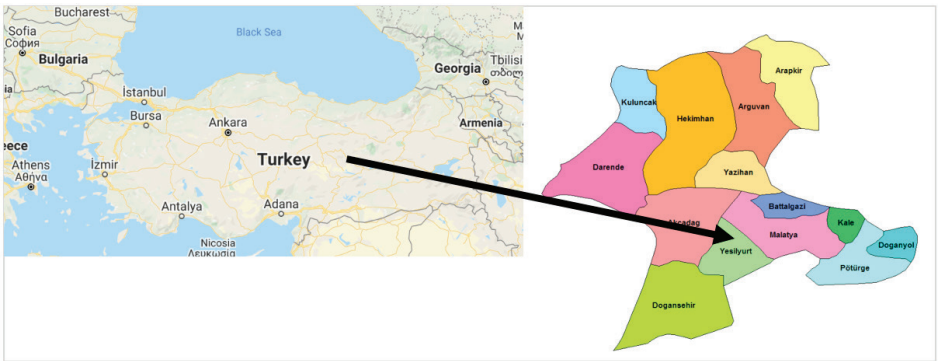


Figure 1. Study area

Analysis and Discussion

In order to use the standard water balance in water loss management, to discuss its advantages and the problems encountered in the calculation of this indicator, an application was carried out for 10 pilot regions in the application area (Table 2). In isolated regions, the water budget was created based on monthly data. While creating the water balance for the pilot regions, the input volumes, billed metered and unbilled metered consumptions were obtained by field measurements. Since there is usually only one entrance in isolated areas, flow meter flows are monitored regularly. As mentioned before, it is very important to calibrate the input flow meters to minimize measurement errors in the flow meter. As a result of the tests performed by the Administration in the application area, weighted error rates were determined as 3.92% meter error rates in the pilot areas. Therefore, this error rate has been taken into account in all pilot regions. This rate is multiplied by the metered usage that are invoiced and not invoiced, to obtain the volumes of lost due to meters. On the other hand, since illegal use rates could not be obtained for the regions, it was taken as zero (0). Using these data, the steps given in the previous section were followed and the water budget was calculated.

When the table is examined, water loss and non-revenue water rates and volumes are given and evaluated separately. The difference between these two components can be expressed as unbilled uses. While the rate and volume of water loss includes real and apparent losses, NRW volume also includes unbilled uses. When these ratios are considered, it is seen that DMA is at a very high level for 1-2-3 and 7, and it is calculated very close to the 10% limit value recommended

in the literature for DMA 6. Considering that the Ministry takes the water loss rates into account in our country and it is considered that the rates are expected to be around 25%, it is seen that some regions are far from this target. In addition, physical and apparent loss rates are given separately in the table and their effects in the total loss are evaluated. Considering that the error rate is taken as the same in the regions, illegal use is not taken into account and the entrance volumes are also close to each other, it is seen that the apparent loss rates are very close to each other in all regions. Calculating these components separately is particularly important in terms of identifying weaknesses, calculating the costs incurred, and monitoring the volumetric and monetary gains achieved through reduction.

The table also calculates the UARL parameter, which represents the technically lowest value the leak will get in a network. With this parameter, the physical loss volume is compared and it is analyzed how much the current physical loss volume is technically higher than the lowest value. This UARL value may not always equal the economic leakage level, or it is not always economical to reduce the leak to this level in all systems. As a result, if the water balance table is filled in according to the actual field data, it is possible to; (i) monitor the performance according to the NRW and its sub-components, determine the strengths and weaknesses on the basis of the component, (ii) monitor the improvements on the basis of the component depending on the implementation of the reduction methods, (iii) demonstrate the economic cost of each component.

Table 2. IWA water balance for pilot DMAs

Parameters	Unit	DMA1	DMA2	DMA3	DMA4	DMA5	DMA6	DMA7	DMA8	DMA9	DMA10
Number of customers	*No.*	*3391*	*3384*	*1046*	*2337*	*1208*	*2717*	*4208*	*1514*	*2895*	*7032*
Main length	*km*	*5.8*	*6.2*	*4.78*	*11.01*	*3.16*	*3.68*	*15.62*	*13.12*	*6.9*	*13.48*
Number of service connections	*No.*	*500*	*522*	*315*	*517*	*300*	*384*	*526*	*689*	*427*	*1386*
Pressure	*m*	*38*	*41*	*45*	*55*	*52*	*45*	*51*	*50*	*60*	*55*
Inaccuracy rate in water meters	*%*	*3.92*	*3.92*	*3.92*	*3.92*	*3.92*	*3.92*	*3.92*	*3.92*	*3.92*	*3.92*
Illegal usage rate	*%*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
Total input volume	m3/month	79762	128720	33531	39908	26540	32984	35050	25225	46220	109340
Billed metered consumptions	m3/month	39439	63890	11446	29123	16700	28911	9900	18022	34080	84144
Unbilled metered consumptions	m3/month	1500	1900	500	600	400	500	600	380	690	1650
Losses due to water meters	m3/month	4000	5600	1450	1740	1160	1400	1400	1100	2020	4300
Total authorized consumption	m3/month	40939	65790	11946	29723	17100	29411	10500	18402	34770	85794
Apparent loss volume	m3/month	4000	5600	1450	1740	1160	1400	1400	1100	2020	4300
Real loss volume	m3/month	34823	57330	20135	8445	8280	2173	23150	5723	9430	19246
Total water loss volume	m3/month	38823	62930	21585	10185	9440	3573	24550	6823	11450	23546
Non-revenue water volume	m3/month	40323	64830	22085	10785	9840	4073	25150	7203	12140	25196
UARL volume	m3/month	686	780	541	1098	557	608	1235	1388	992	2632
Non-revenue water rate	%	51.0	50.0	66.0	27.0	37.0	12.0	72.0	29.0	26.0	23.0
Water loss rate	%	48.7	48.9	64.4	25.5	35.6	10.8	70.0	27.0	24.8	21.5
Real loss rate	%	44.0	45.0	60.0	21.0	31.0	7.0	66.0	23.0	20.0	18.0
Apparent loss rate	%	5.0	4.4	4.3	4.4	4.4	4.2	4.0	4.4	4.4	3.9
Cost of Apparent losses	TL/month	14000	19600	5075	6090	4060	4900	4900	3850	7070	15050
Cost of Real losses	TL/month	62681	103194	36243	15201	14904	3911	41670	10301	16974	34643
Cost of Total water losses	TL/month	76681	122794	41318	21291	18964	8811	46570	14151	24044	49693
Cost of UARL	TL/month	1235	1404	975	1976	1002	1094	2223	2498	1785	4738

Conclusions

In this study, it was aimed to apply the water balance in order to analyze water losses and sub-components, determine their rates and monitor the performance of the system. For this, the water budget was prepared by collecting data for 10 isolated regions, and component-based evaluations were made. Basically, top-down, bottom-up and component analysis approaches are used separately or together to establish the water balance. However, overall, the top-down approach is preferred because it is easy and less measurement and monitoring activities are needed. For this, accurate and regular measurement of basic data in the field provides a more precise assessment of water loss management components. While creating the water balance for the pilot regions, the input volume, billed metered and unbilled metered consumptions were obtained by field measurements. When the table is examined, water loss and GGS rates and volumes are given and evaluated separately. The difference between these two components can be expressed as unbilled uses. While the rate and volume of water loss includes physical and administrative losses, NRW volume also includes unbilled uses. When these ratios are considered, it is seen that DMA is at a very high level for 1-2-3 and 7, and it is calculated very close to the 10% limit value recommended in the literature for DMA 6. Considering that the Ministry takes the water loss rates into account in our country and it is considered that the rates are expected to be around 25%, it is seen that some regions are far from this target. As a result, if the water balance table is filled in according to the actual field data, it is possible to (i) monitor the performance according to the GGS and its sub-components, determine the strengths and weaknesses on the basis of the component, (ii) monitor the improvements on the basis of the component depending on the implementation of the reduction methods, (iii) demonstrate the cost of each component economically. Measuring or estimating the components in the water balance table directly affects the precision of the water budget. Therefore, in order to fill in the ratios of the sub-components in this table correctly, it is very important to determine and monitor the meter error rates regularly with the samples to be taken in the field, and to make field inspections and inspections similarly for illegal use and illegal consumption rates. In addition, it is necessary to regularly monitor the inflow and outflow flows and level changes in order to detect leaks in the warehouse, to identify and monitor the leaks belonging to the sub-components in the distribution system, as well as regular inspections and monitoring by placing devices and equipment.

Acknowledgment

This work was supported by Inonu University Scientific Research Projects Unit (FOA-2018-626

References

[1] Boztaş F., Özdemir Ö., Durmuşçelebi F.M., Firat M. (2019) Analyzing the effect of the unreported leakages in service connections of water distribution networks on non-revenue water. International Journal of Environmental Science and Technology. 16:4393-4406.

[2] Creaco E. et al. (2019) Real time control of water distribution networks: A state-of-the-art review. Water Research, 161: 517–530.

[3] Fallis P, Hübschen K, Oertlé E, et al (2011) Guidelines for Water Loss Reduction. 236

[4] Farah E, Shahrour I (2017) Leakage Detection Using Smart Water System: Combination of Water Balance and Automated Minimum Night Flow. Water Resources Management. 31-4821-4833

[5] Farley M, Liemberger R (2005) Developing a non-revenue water reduction strategy: planning and implementing the strategy. Water Science and Technology: Water Supply 15:41–50

[6] Farley, M., G. Wyeth, Z.B.M. Ghazali, A. Istandar, and S. Singh. 2008. The Manager's Non-Revenue Water Handbook. A Guide to Understanding Water Losses.

[7] Jafari-Asl J., Kashkooli B.S., Bahrami M. (2020). Using Particle Swarm Optimization Algorithm to Optimally Locating and Controlling of Pressure Reducing Valves for Leakage Minimization in Water Distribution Systems. Sustainable Water Resources Management.

[8] Lipiwattanakarn S. et al. (2019). Real benefits of leak repair and increasing the number of inlets to energy., Water Science&Technology., 14(3): 714–725.

[9] Lambert, A. O., T. G. Brown, M. Takizawa, and D. Weimer. 1999. "A Review of Performance Indicators for Real Losses from Water Supply Systems." Journal of Water Supply: Research and Technology - AQUA. doi:10.2166/aqua.1999.0025.

[10] Lambert, A., B. Charalambous, M. Fantozzi, J. Kovac, A. Rizzo, and S. Galea St. John. 2014. "14 Years Experience of Using IWA Best Practice Water Balance and Water Loss Performance Indicators in Europe." Proceedings of the WaterLoss Conference 2014.

[11] Liemberger, R., B. Kingdom, and P. Marin. 2006. "The Challenge of Reducing Non-Revenue Water (NRW) in Developing Countries." The World Bank,Water Supply & Sanitation Sector Board, PPIAF 8: 1–40.

[12] Liemberger R, Farley M (2004) Developing a Non-Revenue Water Reduction Strategy Part 1 : Investigating and Assessing Water Losses. Proc IWA 4th World Water Congress and Exhibition 1924 September 2004 Marrakech Morocco 1–10

[13] Mutikanga, H. M., Sharma, S. K. and Vairavamoorthy, K. (2011) 'Assessment of apparent losses in urban water systems', Water and Environment Journal, 25, pp. 327–335.

[14] Yazdekhasti, S., Piratla, K.R., Sorber, J., Atamturktur S. (2020). Sustainability Analysis of a Leakage-Monitoring Technique for Water Pipeline Networks. Journal of Pipeline Systems Engineering and Practice. 11(1):

Using the Infrastructure Leakage Index (ILI) Indicator for Effective and Sustainable Leakage Management: Importance, Advantages and Challenges

[1] Salih Yılmaz [2]Mahmut Fırat and [3]Özgür Özdemir

[1] Malatya Water and Sewerage Administration, Turkey
[2]Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering İnönü University, Turkey
[1]Kayseri Water and Sewerage Administration, Turkey

Abstract

Leaks occurring in distribution systems constitute a significant part of water losses. Active leak control methods (DMA, MNF analysis, repair speed and quality) are applied to manage and control the leaks. It is very important to use appropriate indicators to determine and monitor the performance in the process, and compare the systems with each other. In this study, it was aimed to use the infrastructure leakage index (ILI) proposed by IWA and considered as the unique indicator that is used to compare systems with each other in order to analyze and monitor system performance in leakage management for pilot regions. However, the use of this indicator, which is preferred by a limited number of Utilities in Turkey due to the lack of information and awareness, and lack of technical infrastructure, requires basic data representing the system characteristics. Based on the pilot case studies, the role and advantage of this indicator in leakage management, the problems experienced and the interpretation of the results were discussed. With this indicator, it is possible to determine the leakage level in the current conditions and to determine the most suitable process accordingly. It is thought that this study will make a significant contribution to technical personnel in terms of leakage management.

Key words: *Water distribution system, leakage, ILI, performance analysis*

1. Introduction

In water distribution systems (WDSs), network physical and system operation and environmental factors cause malfunctions at various rates and as a result, leaks in the system reach significant levels. While some of these leaks reach the surface, a significant portion of them do not come to the surface depending on factors such as the location of the fault, crack diameter, system pressure and soil thickness on the pipe. Active leakage control methods should be applied to prevent and reduce these leaks. Depending on the application of active leakage control, it is possible to control leaks and improve system performance. In order to monitor the performance of the system in terms of leakage management in WDSs, many indicators based on the percentage of system input volume, network length and number of service connections are used [1-8]. However, the only

indicator used in analyzing leaks, evaluating system performance and comparing systems with each other is the infrastructure leakage index (ILI) indicator [1, 9, 10, 11]. (Lambert et al [1] examined the performance indicators used within the scope of water loss management (WLM) and emphasized that the ILI indicator makes a significant contribution to monitoring the effects of active leakage control methods (improving the pipe material, fault repair speed and quality, minimizing night flow and leakage). McKenzie and Seago [12] conducted a literature review and analyzed the indicators and calculation tools used in WLM. In the studies conducted in the last 10 years, it has been stated that the BABE and FAVAD equations proposed by IWA are accepted in leakage analysis and management. In addition, it was stated that the ILI indicator made significant contributions to the comparison of the performance of the systems and many calculation tools were developed for this purpose. Neamtu [13] used the water balance method to determine and analyze water loss rates in distribution systems. It was emphasized that by monitoring leakage performance in WLM, it would be possible to reduce leaks, reduce costs, and increase service quality. Ociepa et al. [14] stated that one of the most important problems in WDSs is the high level of failure rates and the resulting increase in leaks. For this reason, it was stated that the distribution system should be analyzed in detail, the most appropriate prevention and monitoring methods should be used, and system performance should be monitored with ILI and UARL indicators in order to reduce the failure rate and leakages. Ociepa et al. [15] aimed to evaluate water losses in pilot 3 WDSs and analyze water loss rates. For this purpose, different performance indicators for WDSs have been calculated and monitored. In the study, it was reported that the implementation of active leakage control, determination of the leak location with minimum night flow analysis made significant contributions to leakage management. Lenzi et al. [16] used the ILI indicator to evaluate the performance of WDSs in leakage management. In the study, it was emphasized that this indicator is very sensitive to pressure. The purpose of this study is to use the ILI indicator in analyzing system performance in different network properties in leakage management, and the role, effect and benefits of this indicator in leakage management are discussed. For this purpose, leakage analysis was performed for the pilot regions, the ILI indicator was calculated, and the change and behavior of the indicator according to the system parameters were analyzed.

2. Materials and Method

2.1. Infrastructure Leakage Index (ILI)

The leakage volume and level vary depending on the characteristics of the distribution system and operating conditions. The increase or decrease of this ratio depends on the application of the most appropriate reduction methods, the analysis

of the component, and the reduction of the effect by analyzing the effective factors. It is stated that the four main components given in Figure 1 in leakage management are effective on the leakage volume [1, 2, 9, 17]. The annual current physical loss volume (CARL) proposed for component analysis and indicated by the large rectangle in the Figure 1 represents the total volume of physical loss in a WDS and decreases or increases depending on the application of prevention methods. On the other hand, "annual avoidable physical loss volume (UARL)", which represents the technically lowest leakage level in a distribution system and the inevitable leakage rate that can be observed even in a well-managed system, has been proposed [1, 16]. Even in a new network, UARL consists of workmanship errors (especially at connection points) during manufacturing and hairline cracks that occur during the transportation of the pipe material [1, 9, 10]. In a WDS, UARL includes uncertain leaks, reported leaks, and unreported leaks occurring at the mains, service connections (main pipe to parcel boundary) and service connections on private property (between parcel and building) [1, 17]. When developing the UARL equation, for each fault component, the number of failures, response time, and the unit leakage flow rate (under 50 m pressure) at a failure were taken into account [1, 4, 17,] (Table 1).

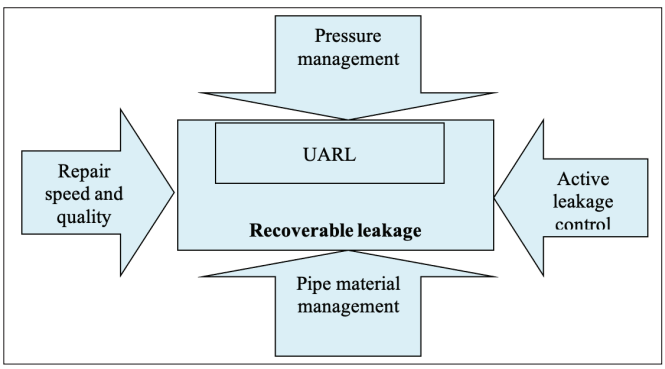


Figure 1. Basic methods for managing the leakages [1, 17]

Table 1. Components taken into account in developing the UARL equation [1]

Components	Background leakages	Reported Leakages	Unreported Leakages
Main	20 liters/km/h	0.124 failure / km / year 12 m3/h / failure* Failure duration: 3 days =864 m3/failure	0.006 failure / km / year 6 m3/h / failure* Failure duration: 50 days =7200 m3/ failure
Service connections (main to parcel boundary)	1.25 liters/conn./h	2.25 failure/1000 conn./ year 1.6 m3/h / failure* Failure duration: 8 days =307 m3/failure	0.75 failure/1000 conn./ year 1.6 m3/h/ failure * Failure duration: 100 days =3840 m3/ failure
Service connections on private property	0.5 liters /conn./h (for 15 m length)	1.5 failure/1000 conn./ year 1.6 m3/h / failure* Failure duration: 9 days =346 m3/failure	0.5 failure/1000 conn./ year 1.6 m3/h / failure* Failure duration: 101 days =3878 m3/failure

Using the values of the components given in Table 1, the UARL (liter/day) occurring in a WDS depending on the network characteristics and pressure is calculated with equation (1) [1].

$$UARL=(18*Lm+0.8*Nc+25*Lp)*P \quad (1)$$

The number of failures in the table shows the technically lowest level in a well-managed distribution system. On the other hand, based on field studies, intervention times and flow rates were determined for reported and not reported failures in network and service connections. This equation can be expressed as follows; under unit pressure, (i) leakage at unit network length 18 liters / main length (km) / day / pressure (m), (ii) leakage per connection (up to parcel limit) 0.8 liter / number of service connections / day / pressure (m), (iii) the leakage occurring at the unit service connection length (between parcel meter) in private property is 25 liters / conn. length (km) / day / pressure (m). Here, P; average pressure (m), Lm; network main line length (km), Nc; number of service connections and Lp; is the total pipe length (km) on the private property. The ILI is calculated as the ratio of the annual physical loss volume (CARL) to the UARL value, as given in equation (2) [1]. This indicator is especially used to monitor system performance in the process and to analyze the change in leakage level depending on the application of basic components.

$$ILI=\frac{CARL}{UARL} \quad (2)$$

Table 2. Physical Loss Target Matrix (Lambert and Mckenzie, 2002; Liemberger et al., 2007).

Technical performance category		ILI	Real Losses in liters/connection/day (at average pressure)				
			10 m	20 m	30 m	40 m	50 m
Developed Countries	A	1-2		<50	<75	<100	<125
	B	2-4		50-100	75-150	100-200	125-250
	C	4-8		100-200	150-300	200-400	250-500
	D	>8		>200	>300	>400	>500
Developing Countries	A	1-4	<50	<100	<150	<200	<250
	B	4-8	50-100	100-200	150-300	200-400	250-500
	C	8-16	100-200	200-400	300-600	400-800	500-1000
	D	>16	>200	>400	>600	>800	>1000

The ILI indicator shows how much CARL currently occurs in a system than UARL, which indicates the lowest technically occurring leak in the system. That is, the value taken by the ILI indicator expresses how many times the UARL is leaking in the system. The ILI indicator is not only used for comparing systems or monitoring performance changes in the system, but also the class in which the system is located is determined according to the limit values recommended in IWA and literature [1, 4, 17]. According to this class, the processes that should be applied to improve the system are proposed (Table 1). As can be seen from the evaluation table, the ILI indicator classifies it in two different ways as "developing countries" and "developed countries". While calculating the ILI indicator, since the UARL is taken into account in a system and CARL is proportioned to the UARL, ILI takes the lowest value of 1. According to the ILI values, leakage amounts per service connection at different pressure levels in the class in which the system is located are determined.

2.2. Study Area

In order to use the ILI indicator in leakage management, 10 isolated measurement zones (DMA) in the central WDS of Malatya were determined as pilot areas (Figure 4, Table 2). DMA design and applications were carried out by the Water Utility (MASKI) in the application area between years 2016-2018 to ensure sustainable WLM. The pipes in the WDS currently serving in the application area were laid at different times and DMA was planned in areas where the failure rate is generally high. Within the scope of this study, leakage rates are at high levels in the selected pilot areas, and reduction and prevention activities have been carried out by the administration by applying an active leakage control strategy. As a result of these efforts, the rate of non-income water, which was 65-70% in 2015, was reduced to 45-50% in 2018 [18].

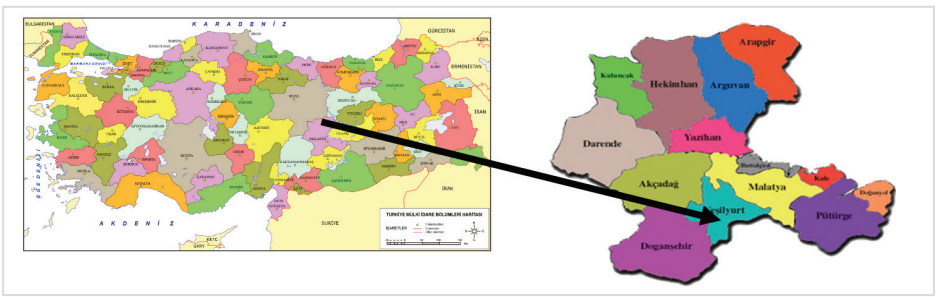


Figure 4. Study area

3. Analysis and Discussion

In this study, an application was carried out for 10 pilot regions in the application area (Table 2) in order to use the ILI indicator in leakage management,

to discuss its advantages and the problems encountered in the calculation of this indicator. The most important problem in the calculation of this indicator can be shown to perform the UARL calculation. In the following sections, the problems encountered in ILI and UARL analyzes are discussed in detail. In order to calculate the ILI indicator, the leakage volume (CARL) should be calculated within the time interval considered in the region. Monthly water budget data were taken into account for these analyzes. In the table, besides comparing the regions according to the ILI indicator, the CARL and UARL parameters were calculated according to the service connection and main length and the results obtained were discussed. As can be seen from the equation, UARL is very sensitive to pressure and increases depending on the increase in pressure. When the basic components given in Figure 1 are analyzed, the UARL value decreases or increases only depending on the application of pressure management. In addition, considering the FAVAD equation proposed by May [18] to express the relationship between total CARL and pressure, the value of CARL also decreases due to the pressure reduction. Since the ILI indicator is the ratio of these two parameters, the change in pressure has a similar effect on both parameters, and the change in the ILI value may not be observed in pressure management. However, the speed and quality of fault repair or the implementation of active leakage control does not have an effect on UARL, but has an effect on the decrease of the CARL value. In particular, an improvement in the ILI indicator in the system is expected due to the continuous application of the other three basic components other than pressure management. According to these evaluations, the following interpretations can be made; because the application of pressure management has the effect of decreasing the UARL and CARL values, a decrease in the ILI value may not always be observed due to pressure management [4, 16, 20]. For this reason, it is very important not to use the ILI indicator alone or to interpret the results well, especially in pressure management systems.

3.1. Interpretation of Results and Discussion

According to the results given in Table 2, when ILI indicators are compared, it can be said that the performance of only a few regions is good, where the values calculated for the regions are generally quite high. Especially in regions where network physical conditions are good, A (DMA 6 and 8) and B (DMA 4 and 10) classes were obtained. Here, class A is interpreted as follows; the area is at a very good level in terms of leakage and network components management, and it may not be economical to carry out prevention activities by investing more. Therefore, the preservation of the current situation can be taken as a basis only by applying a monitoring policy [1, 4]. On the other hand, in case of class B, the following recommendations are made for the Utilities; the system is in

good condition in terms of leakage management and economic analysis should be done before further methods are applied [1, 4]. Moreover, according to the results given in the table, Class D, which includes many regions, is interpreted as follows; the system is in a very bad situation in terms of the management of leaks and components, the requirements should be determined by making current situation analysis and the basic methods should be applied as soon as possible [1,4]. Finally, the following evaluation can be made for systems in Class C; the system is undistinguished in managing leaks and components. If there is no water supply problem in the system or energy is not consumed in the supply of the water source, the current situation can be managed for a certain period of time. However, a prevention strategy should be put forward in terms of long-term sustainable water management. In this way, processes are recommended for decision makers and technical personnel according to the class in which the system is located.

As can be seen, the ILI indicator can be considered as a tool that takes into account the physical components of the system, generates information that will set a reference in terms of leakage management and provides a roadmap according to the results, rather than just a dimensionless evaluation criterion. Also in the table, the UARL and CARL parameters are calculated in different units for comparison. These calculated values provide the opportunity to evaluate how much the current leakage (CARL) in the system is above the technically lowest leakage level (UARL). For example, if the values calculated in units of (l / day) for these two parameters are interpreted for DMA 1 and DMA 2, it can be said that the CARL value is approximately 4 and 6 times higher than the UARL value, respectively. In other words, it is seen that the current leakage in the system for DMA 1 is technically 4 times higher than the lowest leakage level and preventive methods should be applied to reduce this rate and reduce leaks.

On the other hand, these two parameters are calculated according to network physical properties (liters / conn. / day and liters / main length / day). The indicators calculated according to these two units are used and interpreted as follows; in a system, the values obtained after the current leakage amounts are calculated according to these two units are taken as a reference and the change in the process is monitored by applying active leakage control. In other words, after the leakage amount per unit line length is calculated at the beginning of the study, it is recalculated after the prevention methods are applied and the performance change in the process is analyzed and the gains obtained are determined. In the literature, it is recommended to calculate the service connection density (number of service connections / network length) rather than using these two units at the same time. It is recommended to use the indicator (liters / main length / day) in case of service connection density (<20 / km), otherwise (liters / conn. / day)

Table 2. Attributes and ILI values for pilot DMAs

Parameters	Unit	DMA1	DMA2	DMA3	DMA4	DMA5	DMA6	DMA7	DMA8	DMA9	DMA10
Number of customers	*No.*	*3391*	*3384*	*1046*	*2337*	*1208*	*2717*	*4208*	*1514*	*2895*	*7032*
Main length	*km*	*5,8*	*6,2*	*4,78*	*11,01*	*3,16*	*3,68*	*15,62*	*13,12*	*6,9*	*13,48*
Number of service connections	*No.*	*500*	*522*	*315*	*517*	*300*	*384*	*526*	*689*	*427*	*1386*
service connections on private property	*km*	*3.9*	*4.2*	*2.52*	*2.14*	*2.4*	*3.07*	*4.21*	*5.51*	*3.41*	*9.76*
Pressure	*m*	*38*	*41*	*45*	*55*	*52*	*45*	*51*	*50*	*60*	*55*
Water supply duration	*h*	*24*	*24*	*24*	*24*	*24*	*24*	*24*	*24*	*24*	*24*
Total input volume	*m3/month*	*79762*	*128720*	*33531*	*39908*	*26540*	*32984*	*35050*	*25225*	*46220*	*109340*
Billed metered consumption	*m3/month*	*39439*	*63890*	*11446*	*29123*	*16700*	*28911*	*9900*	*18022*	*34080*	*84144*
Unbilled metered consumption	*m3/month*	*1500*	*1900*	*500*	*600*	*400*	*500*	*600*	*380*	*690*	*1650*
Losses due to water meters	*m3/month*	*4000*	*5600*	*1450*	*1740*	*1160*	*1400*	*1400*	*1100*	*2020*	*4300*
Non-revenue water Volum	*m3/month*	*40323*	*64830*	*22085*	*10785*	*9840*	*4073*	*25150*	*7203*	*12140*	*25196*
Leakage	liters/conn./day	2322	3661	2131	544	920	189	1467	277	736	463
Leakage volume per month	*m3/month*	34823	57330	20135	8445	8280	2173	23150	5723	9430	19246
NRW rate	%	51	50	66	27	37	12	72	29	26	23
Leakage rate	%	44	45	60	21	31	7	66	23	20	18
CARL	liters/day	1123323	1849355	649516	272419	267097	70097	746774	184613	304194	620839
UARL	liters/day	22872	26002	18047	36590	18558	20259	41168	46256	33063	87749
CARL	liters/conn./day	191	301	175	45	76	16	121	23	61	38
UARL		46	50	57	71	62	53	78	67	77	63
CARL	liters/main leng.7day	193676	298283	135882	24743	84524	19048	47809	14071	44086	46056
UARL		3943	4194	3775	3323	5873	5505	2636	3526	4792	6510
ILI	-	49	71	36	7	14	3	18	4	9	7
ILI class		D	D	D	B	C	A	D	A	C	B

indicator [1, 4] . The ILI and UARL indicators take into account the physical characteristics of the network (main length, number of service connections, and service connection length in private property) and the most basic operating data, the pressure parameter. Thus, it can be said that these indicators, calculated using the most basic data representing the system, have a significant advantage in analyzing leaks, monitoring changes in the process, and most importantly, producing results that will represent the field. In addition, the fact that the ILI indicator is the only indicator used to compare different systems with each other can be shown as another important advantage. Since this indicator takes into account the physical properties of the system, it is not affected by problems such as whether consumption is measured or not measured or incomplete measurement of the input volume compared to the GGS ratio indicator expressed as a percentage of the input volume. As a result, the ILI and UARL indicators in leakage management produce important information for decision makers and technical personnel, and it is thought that they make important contributions to the analysis and comparison of system performance and the development of improvement strategy.

3.2. Problems and Recommendations in ILI and UARL Calculation

Two basic parameters, CARL and UARL, are used in the calculation of the ILI indicator. In this section, the problems encountered in calculating and using the ILI indicator within the framework of these two parameters are discussed. The CARL parameter represents the amount of leakage in

a system and needs to be determined based on water balance or component analysis. The problems encountered in determining the CARL parameter are basically given;(i) the need for data measured in too many fields for CARL calculation, (ii) if the water balance is filled according to the top-down approach, the calculations made before the CARL calculation (apparent loss, unbilled unmetered components, etc.) are not made according to field data or based on forecast data, (iii) In case the CARL parameter is determined according to component analysis or bottom-up approach, a large number of data is needed and in many cases it is difficult to obtain these data, and technical and equipment infrastructure is required for these methods. Here, in the precise determination of the CARL parameter, a combination of component analysis, bottom-up methods and calibration can be followed by comparison with the top-down method. Thus, CARL is determined with approaches that represent the field and whose data has been verified. On the other hand, the main problems in the UARL calculation can be given as; (i) the decision-makers or technical personnel lack confidence or awareness of the results of this empirical equation, (ii) lack of background required to measure the components in the UARL equation in the field and transfer them to the GIS database, (iii) difficulty of determining service connection length on private property, (iv) failure to measure pressure, one of the most important parameters in the equation, or difficulties in measuring the mean pressure of the zone representing the zone and lack of information. The most important point here is to accurately determine the point where the pressure is measured and calculate the average pressure according to this point. For the UARL equation, it is recommended to take the pressure measured at the average zone point. In order to obtain and monitor these data continuously and accurately, the GIS database should be updated regularly and the hydraulic data should be monitored with the SCADA system. It should not be forgotten that the establishment and operation of these systems require technical, technological, personnel and economic requirements.

Conclusions

In this study, it was aimed to use the ILI indicator in analyzing system performance in different network properties in leakage management, and the role, effect and benefits of this indicator in leakage management are discussed. For this purpose, leakage analysis was performed for the pilot regions, the ILI indicator was calculated, and the change and behavior of the indicator according to the system parameters were analyzed. When ILI indicators are compared, it can be said that the performance of only a few regions is good, where the values calculated for the regions are generally quite high. Especially in regions where network physical conditions are good, A (DMA 6 and 8) and B (DMA 4 and 10) classes were obtained. The ILI indicator can be considered as a tool that takes

into account the physical components of the system, generates information that will set a reference in terms of leakage management and provides a roadmap according to the results, rather than just a dimensionless evaluation criterion. The most important problem in the calculation of this indicator can be shown to perform the CARL and UARL calculations. In the precise determination of the CARL parameter, a combination of component analysis, bottom-up methods and calibration can be followed by comparison with the top-down method. Thus, CARL is determined with approaches that represent the field and whose data has been verified. The most important point here is to accurately determine the point where the pressure is measured and calculate the average pressure according to this point. For the UARL equation, it is recommended to take the pressure measured at the zone midpoint (AZP) of the pressure. In order to obtain and monitor these data continuously and accurately, the GIS database should be updated regularly and the hydraulic data should be monitored with the SCADA system. It should not be forgotten that the establishment and operation of these systems require technical, technological, personnel and economic requirements. As a result, the ILI and UARL indicators in leakage management produce important information for decision makers and technical personnel, and it is thought that they make important contributions to the analysis and comparison of system performance and the development of improvement strategy.

Acknowledgment

This work was supported by Inonu University Scientific Research Projects Unit (FOA-2018-626

References

[1] Lambert A.O, Brown TG, Takizawa M, Weimer D. A Review of Performance Indicators for Real Losses from Water Supply Systems. J of Water Supply: Research and Tech.- AQUA. 1999; 48(6): 227-237.

[2] Lambert A. International Report: Water Losses Management and Techniques. In Water Science and Technology: Water Supply.2002; 2(4): 1-20

[3] Liemberger R, Kingdom B, Marin P. The Challenge of Reducing Non-Revenue Water (NRW) in Developing Countries. The World Bank,Water Supply & Sanitation Sector Board, PPIAF 2006; 8: 1–40.

[4] Liemberger R, Brothers K, Lambert A, Mckenzie R, Rizzo A, Waldron. T. Water Loss Performance Indicators. Water 21 2007; 1-12.

[5] Chimene C. Strategies and Methods for Apparent Water Loss Management in Developing Countries A Case Study of Mozambique Catine António Chimene," no. September. 2013.

[6] Gupta A, Kulat KD. A Selective Literature Review on Leak Management Techniques for Water Distribution System. Water Resources Management 2018; 32 (10): 3247–3269.

[7] Haider H. Performance Management Framework for Small to Medium Sized Water Utilities : Conceptualization to Development and Implementation. Civil Engineering 2015; 889–900.

[8] Mutikanga H, Sharma S, Vairavamoorthy K, Cabrera. E. Using Performance Indicators as a Water Loss Management Tool in Developing Countries. Journal of Water Supply: Research and Technology - AQUA. 2010. 59 (8): 471–481

[9] Lambert A, Charalambous B, Fantozzi M, Kovac J, Rizzo A, Galea S, John St. 14 Years Experience of Using IWA Best Practice Water Balance and Water Loss Performance Indicators in Europe. Proceedings of the WaterLoss Conference 2014.

[10] Liemberger R. Benchmarking of Losses from Potable Water Reticulation International Benchmarking of Leakage from Water Reticulation Systems," no. January 2007.

[11] Farley, M., G. Wyeth, Z.B.M. Ghazali, A. Istandar, and S. Singh. 2008. The Manager's Non-Revenue Water Handbook. A Guide to Understanding Water Losses.

[12] McKenzie, R., and C. Seago. 2005. "Assessment of Real Losses in Potable Water Distribution Systems: Some Recent Developments." In Water Science and Technology: Water Supply. doi:10.2166/ws.2005.0005.doi:10.2166/aqua.2010.066.

[13] Neamtu C. The Use of Water Balance in Determining the Water Loss Strategy. Water Utility Journal 2011; 2: 61–68.

[14] Ociepa E, Molik R, Lach J. Assessment of Water Loss Level on the Example of Selected Distribution Systems. In E3S Web of Conferences. 2018

[15] Ociepa E, Mrowiec M, Deska I. Analysis of Water Losses and Assessment of Initiatives Aimed at Their Reduction in Selected Water Supply Systems. Water. 11(5): 1037.

[16] Lenzi C, Bragalli C, Bolognesi A, Fortini M. Infrastructure Leakage Index Assessment in Large Water Systems." In Procedia Engineering. 2014.

[17] Lambert A, McKenzie RD. Practical Experience in Using the Infrastructure Leakage Index. Proceedings of the IWA Specialised Conference.

[18] MASKİ (2018). Malatya Water and Sewerage Administration Reports.

[19] May J. Pressure Dependent Leakage. World Water & Environmental Engineer.1994.

Environmental Monitoring of Pesticide Residues in Surface Waters of Büyük Menderes River

***[1]Meltem Kaçıkoç and [1]Mehmet Censur**

[1]Faculty of Engineering, Department of Environmental Engineering, Suleyman Demirel University, Turkey

Abstract

Pesticides adversely affect the chemical and ecological condition of water resources. The Water Framework Directive (WFD), developed for the protection and improvement of water resources, is the most current and valid environmental legislation in Europe. WFD aims to achieve good chemical and ecological status in all water resources. Parameters used to assess chemical and ecological status are mainly priority substances and specific pollutants, respectively. Most of the substances classified as priority substances and specific pollutants are pesticides. Pesticides are therefore key contaminants to comply with WFD requirements. This study aim was to monitor pesticide residues in the Büyük Menderes River, Turkey. Samples were collected monthly for three years long, from January 2016 to December 2018. Six sampling points were used for monitoring conducted in this study. The most frequently detected pesticides in the river water samples were: acetamiprid, carbendazim, clopyralid, dimethoate, imidacloprid, metolachlor, parathion-methyl, and piperonyl butoxide. It is very important to take the necessary precautions to prevent the pesticides reaching the river from exceeding the limit values as a result of the current pressures in the basin.

Key words: *Büyük Menderes River, Pesticides, Water Framework Directive, Surface Water Quality Regulation*

1. Introduction

Rapidly increasing industrialization, the emergence of new technologies, population increase, and consequently the heavy use of chemicals such as pesticides has increased significantly in order to meet the demand on food [1]. More production can be obtained by using pesticides, but pesticides can contaminate soil, water, turf, and other vegetation and threaten the aquatic ecosystem and adversely affect human health [2]. Pesticide residues move into surface waters via both point (wastewater discharges and farm field activities such as tank filling, spillages, faulty equipment, etc.) [3] and diffuse (drift, surface runoff, erosion, drainage, wet deposition, leaching to groundwater, etc.) sources [4]. More pesticides are widely and intensely used in intensive agriculture which makes waters located in intensive agricultural fields more vulnerable to pesticide contamination

*Corresponding author: Meltem Kacikoc Address: Faculty of Engineering, Department of Environmental Engineering, Suleyman Demirel University, 32260, Isparta TURKEY. E-mail address: meltemkacikoc@sdu.edu.tr, Phone: +902462111281

[5, 6]. The degree of contamination of the surface water source by pesticide residue is affected by surface water characteristics (surface area, depth, flow, etc.), distance to the cultivated areas, climatic conditions (temperature, humidity, wind, precipitation, etc.) [7]. After pesticides reach the surface waters, they are subjected to complex dynamic physical, chemical and biological site specific processes that are often difficult to predict [8, 9]. Monitoring of pesticide residues is crucial to control pesticide contamination [10].

The toxic effects of pesticides are not limited to target pests, they can be toxic to a host of other organisms including birds, fish, beneficial insects, and non-target plants and organisms including humans [11, 12]. Occurrence levels of pesticide in environmental sample are generally in the microgram and nanogram levels [1, 6]. However, pesticide residues are also mobile and bioaccumulative [13]. Therefore, even in small quantities, long-term releases into the environment result in the accumulation and biomagnification of these emerging pollutant that may complicate their negative effects [1]. Different health impacts of pesticides on humans have been reported, these include but are not limited to endocrine disruptions, neurological disturbances, immune system influences, and reproductive harms [11, 14]. Consequently, the toxic effect of pesticides on non-target organisms has made it a major concern worldwide [14].
In the European countries intensive industrialization in the last decades and the use of too many chemicals affected water resources and result in polluted water resources. The Water Framework Directive (WFD) entered into force in 2000, with the idea that water is not a commercial product but a natural resource to be protected [15]. WFD developed for the protection and improvement of water resources, is the most current and valid environmental legislation in Europe to achieve good chemical and ecological water status. According to the Directive, priority substances and specific pollutants must meet environmental quality standards (EQS) in order to achieve these goals. Quality elements used to assess chemical and ecological status are priority substances and specific pollutants, respectively. Most of the priority substances and specific pollutants in question are pesticide group chemicals. During the WFD harmonization process, studies have been initiated to harmonize our Turkish water resources legislation with the EU water management policy. Accordingly, some of the Turkish regulations were completely repealed and replaced by new ones, and some of them were revised. Among these regulations, the “Surface Water Quality Regulation (SWQR)” was first put into effect in the Official Gazette dated 30.11.2012 and numbered 28483 [16]. SWQR is a regulation developed for the classification of water bodies in accordance with WFD. “Specific Pollutants and Environmental Quality Standards for Surface Water Resources” and “Priority Substances and

Environmental Quality Standards for Surface Water Resources" are included in Annex V Table 4 and Table 5 of the Regulation, respectively [16]. The Büyük Menderes River is located in the Büyük Menderes River Basin, which is among the priority basins. While 1% of the basin area is covered by surface water bodies, pesticides are used in agricultural areas covering approximately 40% of the basin. This study aimed to reveal the pesticide pollution by evaluating the monitoring results of the Büyük Menderes River for the pesticide residues included in the priority substance and certain pollutant lists according to SWQR.

2. Materials and Method

2.1. Study Area

Büyük Menderes River Basin located between 37°06'N-38°55'N latitude and 27°D30°36'E longitude at south-west Turkey. The Büyük Menderes River, which is the longest river in the Aegean Region and gives its name to the basin, is 584 km [17]. The upstream of the river is located in the caves of karstic origin in the north-east of Dinar District. While the Büyük Menderes River flows from upstream to the downstream, it joins with its tributaries such as Banaz, Çürüksu, Dandalaz, Akçay and Çine, and flows into the Aegean Sea from the west of Bafa Lake by forming a delta [18]. Büyük Menderes River drainage area is approximately 25000 km2 and 44% of this drainage area is covered by agricultural lands [17]. In addition to intensive agricultural activities in the basin, there are many point and diffuse pollution sources such as domestic and industrial wastewater, solid waste storage areas, olive mill wastewaters, geothermal waters, and mining activities [19].

2.2. Monitoring Points and Sampling Procedure

Within the scope of this study, the pesticides occurrence was evaluated in the water samples collected from 6 monitoring points on the Büyük Menderes River (Figure 1). Water samples were collected by the personnel of Directorate General for State Hydraulic Works (DSI) 21st Regional Directorate in accordance with the "Water Pollution Control Regulation Sampling and Analysis Methods Notification" published in the Official Gazette dated 10.10.2009 and numbered 27372. The water samples collected in dark colored glass bottles were delivered to the analysis laboratory as soon as possible under appropriate protection conditions. The sampling was carried out on a monthly scales and covers the date range from January 2016 to December 2018.

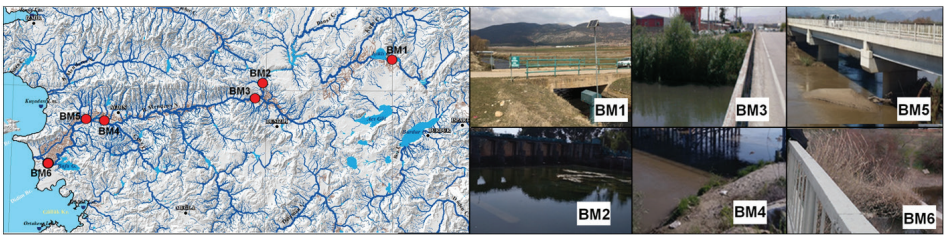


Figure 1. Location of the monitoring points on Büyük Menderes River

2.3. Analyses of Pesticides

The analyses were carried out in the DSI Technical Research and Quality Control (TAKK) Department's laboratory accredited by the Turkish Accreditation Agency. Organophosphate, carbamate, triazole etc. pesticides were analyzed by Liquid Chromatography-Mass/Mass Spectrometry (LC-MS/MS) system. The analysis of organochlorine pesticides was carried out with Gas Chromatography-Mass/Mass Spectroscopy (GC-MS/MS) system.

3. Results

Within the scope of the study, 22 pesticides in the priority substance list and 89 pesticides in the specific pollutant list were analyzed in water column at DSI TAKK Department's laboratory and results are reported. The pesticide analysis results higher than the limit of quantification (LOQ) were examined and an evaluation was made for pesticide residues frequently detected in the Büyük Menderes River. Table 1 shows the properties of pesticides frequently detected in the Büyük Menderes River during the monitoring period. The most common pesticides found in river waters were acetamiprid, carbendazim, clopyralid, dimethoate, imidacloprid, metolachlor, parathion-methyl and piperonyl butoxide.

Table 1. Properties of pesticides frequently detected in Büyük Menderes River

Pesticide CAS number	Structure	Solubility in water[a] (at 20 °C) (mg/L)	Octanol-water partition coefficient[a] K_{ow} (at pH 7, 20 °C)	Pollutant group	Banned[b] Yes/No	Chemical class[a]
Acetamiprid 135410-20-7		2950	0.8	Specific pollutants	no	neonicotinoid insecticide
Carbendazim 10605-21-7		8.0	1.48	Specific pollutants	yes	benzimidazole fungicide
Clopyralid 1702-17-6		7850	-2.63	Specific pollutants	no	pyridine compound herbicide
Dimethoate 60-51-5		25900	0.75	Specific pollutants	no	organophosphate insecticide
Imidacloprid 138261-41-3		610	0.57	Specific pollutants	yes	neonicotinoid insecticide,
Metolachlor 51218-45-2		530	3.4	Specific pollutants	yes	chloroacetamide herbicide
Parathion-methyl 298-00-0		55	3	Specific pollutants	yes	organophosphate insecticide
Piperonyl butoxide 51-03-6		14.3	4.75	Specific pollutants	no	cyclic aromatic synergist

[a]: [20], [b]: [21].

Concentration range of acetamiprid, carbendazim, clopyralid, dimethoate, imidacloprid, metolachlor, parathion-methyl and piperonyl butoxide detected in Büyük Menderes River are shown in Figure 2.

When the data for the monitoring period are evaluated, the highest acetamiprid was observed at the BM6 monitoring point in August 2016 and 2018 as 0.13 µg/L. According to SWQR, "maximum allowable concentration environmental quality standards" (MAC-EQS) and "annual average concentration environmental quality standards" AA-EQS for acetamiprid were determined as 42 µg/L. The acetamiprid concentrations detected in the river are well below these limit values. When the temporal variation of acetamiprid values was examined, it was observed that there was a significant decrease in the frequency of detection in the following years for acetamiprid, which was detected more frequently in the Büyük Menderes River in 2016. Highest concentration of carbendazim was measured as 1.538 µg/L at BM2 monitoring point in February 2018. The detected carbendazim values are close to the AA-EQS value of 2.7 µg/L, but they are below both the AA-EQS and MAC-EQS values. The frequency of carbendazim detection increased in the last period of the monitoring period, particularly at the BM2 monitoring point. During the monitoring period, the highest concentration of clopyralid was determined as 1.521 µg/L in February 2018 at the BM2 monitoring point in the Büyük Menderes River. Clopyralid measured in the river is well below the AA-EQS and MAC-EQS of 200 µg/L set by the SWQR. Clopyralid detection frequency has increased since mid-2017 during the 3-year monitoring period. Clopyralid was found relatively more frequently at BM2 monitoring point than at other monitoring points. The highest concentration of dimethoate was detected 0.251 µg/L at BM6 monitoring point in April 2018. Dimethoate values measured in Büyük Menderes River are below AA-EQS and MAC-EQS. Dimethoate, which was detected relatively frequently at the BM6 monitoring point, did not show a significant temporal trend. In the study period, the highest concentration of imidacloprid value was detected at the BM6 monitoring point as 0.759 µg/L in March 2018. The AA-EQS for imidacloprid is 0.14 µg/L and the MAC-EQS is 1.4 µg/L. Imidacloprid measured in the river is below the MAC-EQS value, but it has been observed that AA-EQS values are sometimes exceeded at some monitoring points (BM3, BM4, and BM6). During the monitoring period, imidacloprid did not show a significant temporal trend. The highest value for metolachlor was measured at the BM6 monitoring point as 0.297 µg/L in November 2016. The metolachlor, which did not show a significant temporal and spatial trend, did not exceed the AA-EQS and MAC-EQS values. During the monitoring period, the highest parathion-methyl was detected at the BM5 monitoring point as 0.628 µg/L in April 2018. It was observed that the

AA-EQS and MAC-EQS values for parathion-methyl were not exceeded in the river. In the spring of 2018, Parathion-methyl was detected at all monitoring points except BM1. The highest value for piperonyl butoxide was measured as 0.211 µg/L at BM5 monitoring point in September 2018. Piperonyl butoxide did not show a significant temporal and spatial trend during the monitoring period and did not exceed the AA-EQS and MAC-EQS values.

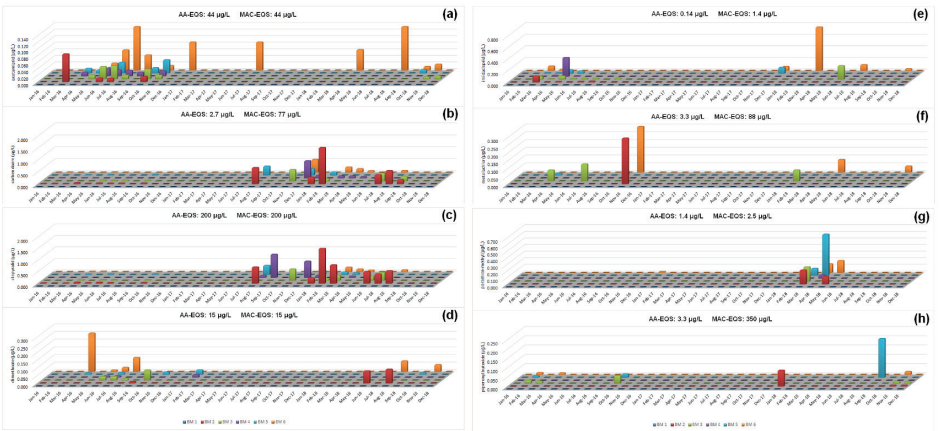


Figure 2. Monthly variation of pesticides concentrations at monitoring points in Büyük Menderes River: (a) acetamiprid, (b) carbendazim, (c) clopyralid, (d) dimethoate, (e) imidacloprid, (f) metolachlor, (g) parathion-methyl, (h) piperonyl butoxide

4. Discussion

In this study, in order to evaluate pesticide pollution accordance with SWQR in Büyük Menderes River, we determined pesticide occurrence in using monthly monitoring data between January 2016 and December 2018. Frequent detected pesticides in the Büyük Menderes River are acetamiprid, carbendazim, clopyralid, dimethoate, imidacloprid, metolachlor, parathion-methyl and piperonyl butoxide.

Acetamiprid is a member of the neonicotinoid insecticide group and is effective in controlling aphids, insects, pests on leaflets, plants and leafy vegetables, as well as fleas for pets [22]. Acetamiprid with high water solubility also has the potential to leach from soil into the water. Acetamiprid is the most effective and bestselling pesticide group for plant protection worldwide [23]. Insecticides used extensively in greenhouse whitefly control are preparations with acetamiprid active ingredient [24]. In the study area where agricultural activities are a significant pressure, acetamiprid with high water solubility is expected to be detected in river water samples. Acetamiprid, which was detected much more frequently in Büyük Menderes River in 2016, was observed to have a significant decrease in

the frequency of detection in the following years. In this case, it can be concluded that the use of insecticide whose active ingredient is acetamiprid has decreased in the region. It was detected at BM6 monitoring point during the monitoring period. This may be because the BM6 is located downstream of the river.

Carbendazim, a fungicide of the carbamate group, provides protection of products, but also has an endocrine disrupting effect for non-target organisms [25]. It is also a very persistent pesticide due to its slow degradation rate [26]. Due to its severe toxicity and persistent nature, carbendazim has been banned in Turkey. Although its low solubility in water and banned in Turkey, its frequent detection in water samples of the Büyük Menderes River can be explained by its persistent nature.

Clopyralid is a broad spectrum herbicide used in vegetable growing [27]. Clopyralid is particularly stable against hydrolysis and photolysis. Its chemical stability together with its mobility allows this herbicide to penetrate from the soil and cause long-term pollution of groundwater as well as surface water resources [28]. Due to these characteristics, it is an expected to be detected in river water samples. Clopyralid was detected more frequently at the BM2 monitoring point located within the borders of Denizli province because of intensive agricultural activities in this region.

Dimethoate organophosphate insecticide with endocrine disrupting effect [29]. Dimethoate degrades rapidly in the environment [26]. The fact that it is frequently detected in water samples of the Büyük Menderes River, especially at the BM6 monitoring point located downstream due to its high solubility in water. Dimethoate was not banned until the present day in Turkey. However, due to its endocrine-disrupting effect, its use will be banned on 30.09.2020.

Imidacloprid is the most widely used neonicotinoid group of insecticides [30]. Like other neonicotinoid group insecticides, its solubility in water is high. It is persistence at pH 7 for more than 30 days in environment [31]. However, repeated use causes imidacloprid to remain in soil, water, and plant material for several months or even years [32]. This situation explains that imidacloprid measured in the river reached dangerous levels in terms of limit values.

Metolachlor is a commonly used chloroacetanilide herbicide [33]. Its use was banned in 2011 in Turkey. With moderate environmental persistence and high water solubility, metolachlor can be detected regularly in surface waters, especially during the crop growing season [34]. In addition, it does not adsorb well on

soil particles [35]. It is due to these characteristics that it is frequently detected in river water samples.

Parathion-methyl is an organophosphates insecticide commonly used in the control of insects for plants, fruits and vegetables. Parathion-methyl is a highly toxic insecticide in United States Environmental Protection Agency (USEPA) toxicity class I [36]. Parathion-methyl, which has a relatively low solubility in water, is moderately adsorbed by the soil [37]. It is not an expected situation to detect parathion-methyl in river waters, which has a lower bioaccumulation compared to other organophosphates pesticides and is banned in our country. However, parathion-methyl was detected at almost all monitoring points only in the spring of 2018. In this case, it can be said that it may have reached the river with a natural event (heavy rainfall, erosion etc.) that happened in those months.

Piperonyl butoxide does not act as a pesticide alone, it is a synergist that increases the effect of pesticides such as carbamate, pyrethrin, pyrethroid, and rotenone [38]. It is expected that Piperonyl butoxide, which is used to increase the effect of pesticides used in the basin, is detected in the waters of Büyük Menderes River.

Conclusions

During the three-year monitoring period, it was found that four insecticides (acetamiprid, dimethoate, imidacloprid, parathion-methyl), one fungicide (carbendazim) two herbicides (clopyralid and metolachlor) and one synergist (piperonyl butoxide) were frequently detected in water samples of the Büyük Menderes River. The presence of banned pesticides in river water samples is evidence that water pollution from pesticide residues is an ecological disaster that will last for many years. All pesticides detected in Büyük Menderes River were found at concentrations below EQS, but these findings do not guarantee that it will not exceed the EQS values in the future. In recent years, natural events such as heavy rainfall, floods, erosion, etc. caused by climate change have made the importance of chemical pollution of surface waters, especially pesticide pollution. In order to plan future strategies for the use of pesticides and to prevent pollution, it is important to regularly monitor pesticides not only in water but also in sediment and biota, and even model their fate.

References

[1] Tankiewicz M, Fenik J, Biziuk M. Determination of organophosphorus and organonitrogen pesticides in water samples. Trends Anal Chem 2010;29(9):1050-1063.

[2] Kumari B, Madan VK, Kathpal TS. Status of insecticide contamination of soil and water in Haryana, India. Environ Monit Assess 2008;136:239–244.

[3] Carter A. How pesticides get into water–and proposed reduction measures. Pestic Outlook 2000;11(4):149–156.

[4] Miyamoto M, Tanaka H, Katagi T. Ecotoxicological risk assessment of pesticides in aquatic ecosystems. Sumitomo Kagaku R&D Report 2008;1:1-18.

[5] Zhang B, Zhang QQ, Zhang SX, Xing C, Ying GG. Emission estimation and fate modelling of three typical pesticides in Dongjiang River basin, China. Environ Pollut 2020;258:113660.

[6] Ccanccapa A, Masiá A, Andreu V, Picó Y. Spatio-temporal patterns of pesticide residues in the Turia and Júcar Rivers (Spain). Sci Total Environ 2016;540:200–210.

[7] Vryzasa Z, Vassiliou G, Alexoudis C, Papadopoulou-Mourkidou E. Spatial and temporal distribution of pesticide residues in surface waters in northeastern Greece. Water Res 2009;43:1–10.

[8] Holvoet KMA, Seuntjens P, Vanrolleghem PA. Monitoring and modeling pesticide fate in surface waters at the catchment scale. Ecol Modell 2007;209:53-64.

[9] Kerle EA, Jenkins JJ, Vogue PA. Understanding pesticide persistence and mobility for groundwater and surface water protection. Oregon State University Extension Service 2007.

[10] Hossain MS, Chowdhury MAZ, Pramanik MdK., Rahman MA, Fakhruddin ANM, Alam MK. Determination of selected pesticides in water samples adjacent to agricultural fields and removal of organophosphorus insecticide chlorpyrifos using soil bacterial isolates. Appl Water Sci 2015;5:171–179.

[11] Carvalho FP. Pesticides, environment, and food safety. Food Energy Secur 2017;6(2):48–60.

[12] De Souza RM, Seibert D, Quesada HB, De Jesus Bassetti F, Fagundes-Klen MR, Bergamasco R. Occurrence, impacts and general aspects of pesticides in surfacewater: A review. Process Saf Environ 2020;135:22–37.

[13] Kouzayha A, Rabaa AR, Iskandarani MA, Beh D, Budzinski H, Jaber F. Multiresidue method for determination of 67 pesticides in water samples using solid-phase extraction with centrifugation and gas chromatography-mass spectrometry. Am J Analyt Chem 2012;3:257-265.

[14] Lushchak VI, Matviishyn TM, Husak VV, Storey JM, Storey KB. Review article: Pesticide toxicity: a mechanistic approach. Excli J 2018;17:1101–36.

[15] EC. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 Establishing a Framework for Community Action in the Field of Water Policy; 2000.

[16] Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (YSKY). 28483 sayılı 30 Kasım 2012 tarihli Resmi Gazete. Ankara; 2012.

[17] Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü (ÇYGM). Büyük Menderes Nehir Havzası Yönetim Planı Nihai Taslak, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara; 2010.

[18] Güney Ege Kalkınma Ajansı (GEKA). Proje No: TR32/11/DFD-007-019 (Büyük Menderesi Kirletmek Geleceğini Kirletmektir), Proje Sonuç Raporu, Aydın; 2012.

[19] Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu-Marmara Araştırma Merkezi (TÜBİTAK-MAM). Havza koruma Eylem Planlarının Hazırlanması Projesi-Büyük Menderes Havzası Nihai Raporu Cilt I, 495 s., Gebze-Kocaeli; 2010.

[20] International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC). Pesticide Properties Database. https://sitem.herts.ac.uk/aeru/iupac/search.htm. 2020.

[21] Tarım ve Orman Bakanlığı (TOB). Yasaklanan Bitki Koruma Ürünleri Aktif Madde Listesi. https://www.tarimorman.gov.tr/Konu/934/Yasaklanan-Bitki-Koruma-Urunleri-Aktif-Madde-Listesi; 2020.

[22] Zhang J, Wang Y, Xiang H, Li M, Li W, Ma K et al. Oxidative stress: role in acetamiprid-induced impairment of the male mice reproductive system. Agr Sci China 2011;10(5):786–796.

[23] Singh TB. Acetamiprid induces toxicity in mice under experimental conditions with prominent effect on the hematobiochemical parameters. J Drug Metab Toxicol 2012;3(6):1–5.

[24] Dursun O, Kosovaeri M, Kaban Ö, Dinçay O, Kavak H. Sera Beyazsineği (Trialeurades vaporariorum, Westwood) üzerinde acetamiprid etken maddeli bazı preparatların etkisi. Türk entomol bült 2013;3(2):89–97.

[25] McKinlay R, Plant JA, Bell JNB, Voulvoulis N. Endocrine disrupting pesticides: Implications for risk assessment. Environ Int 2008;34(2):168-183.

[26] Antic N, Radicic M, Radovic T, VasiljevicT, GrujicS, Petkovic A et al. Pesticide residues in the Danube River Basin in Serbia–a survey during 2009-2011. Clean-Soil Air Water 2015;43(2):197–204.

[27] Schütz S, Vedder H, Düring RA, Weissbecker B, Hummel HE. Analysis of the herbicide clopyralid in cultivated soils. J Chromatogr A 1996;754(1–2):265–271.

[28] Huang X, Pedersen T, Fischer M, White R, Young TM. Herbicide runoff along highways. 1. field observations. Environ Sci Technol 2004;38(12):3263-3271.

[29] Carazo-Rojas E, Perez-Rojas G, Perez-Villanueva M, Chinchilla-Soto C, Chin-Pampillo JS, Aguilar-Mora P et al. Pesticide monitoring and ecotoxicological risk assessment in surface water bodies and sediments of a tropical agro-ecosystem. Environ Pollut 2018;241:800-809.

[30] Blacquiere T, Smagghe G, van Gestel CA, Mommaerts V. Neonicotinoids in bees: a review on concentrations, side-effects and risk assessment. Ecotoxicology 2012;21(4), 973-992.

[31] Pietrzak D, Kania J, Malina G, Kmiecik E, Wctor K. Pesticides from the EU First and Second Watch Lists in the Water Environment. Clean-Soil Air Water 2019;47:1800376.

[32] Li Y, Yang L, Yan H, Zhang M, Ge J, Yu X. Uptake, translocation and accumulation of imidacloprid in six leafy vegetables at three growth stages. Ecotoxicol Environ Saf 2018;164:690-695.

[33] Nykiel-Szymacska J, Bernat P, Scaba M. Biotransformation and detoxification of chloroacetanilide herbicides by Trichoderma spp. with plant growth-promoting activities. Pestic Biochem Physiol 2020;163:216–226.

[34] Jin Y, Chen R, Wang L, Liu J, Yang Y, Zhou C et al. Effects of metolachlor on transcription of thyroid system-related genes in juvenile and adult Japanese medaka (Oryzias latipes). Gen Comp Endocrinol 2011;170:487–493.

[35] Rose CE, Coupe RH, Capel PD, Webb RMT. Holistic assessment of occurrence and fate of metolachlor within environmental compartments of agricultural watersheds. Sci Total Environ 2018;612:708–719.

[36] Song W, Zhang HJ, Liu YH, Ren CL, Chen HL. A new fluorescence probing strategy for the detection of parathion-methyl based on N-doped carbon dots and methyl parathion hydrolase. Chin Chem Lett 2017;28(8):1675–1680.

[37] Morales JBL, Torres JBV, Bastidas PDJB, Escalante MÁA, Sánchez JIS, Lobo ALB et al. Monitoring of pesticides residues in northwestern Mexico rivers. Acta Univ 2017;27(1):45–54.

[38] Maples D. Piperonyl Butoxide. In Encyclopedia of Toxicology; 2014, p. 958–959.

Influences of Nanoparticles on Aquatic Organisms Current situation of nanoparticles effects in aquatic ecosystems

[*1]Didem Gökçe

[*1]Science and Arts Faculty, Department of Biology İnönü University, Turkey

Abstract

SThe quick improvement of nanotechnology permits a wide range of utilization of engineered nanoparticles, such as personal care products, medicals, optics, electronics, and automobiles. The nanoparticles manufactured from Ag, Au carbon-nanotube, ZnO, SiO2, TiO2, Cu, Ni and magnetic ferrites are among the generally utilized in products. The nanoparticles are produced and utilized in large quantities and release into marine and freshwater ecosystems during production, use, discharge, treatment and deposition. Those particles with a mean size of 1 nm - 100 nm are of potential environmental risks because of their particular qualifications and high reactivity although their great economical values. Based on the studies, the size, shape and surface physical and chemical characteristics of the nanoparticles show the level of aggregation, solubility, structural and chemical composition, the importance of the use of nanoparticles and their toxicity with biological systems. Nanoparticles can potentially cause adverse impacts on tissue, cellular, genetic materials and protein- enzyme levels due to their unique physical and chemical qualifications. In this study, the effects of nanoparticles on aquatic organisms and aquatic ecosystems were evaluated.

Key Words: *Nanoparticles, trophic level, Daphnia, aquatic organisms*

1. Introduction

In the Anthropocene era, many products used in daily life, industry, medical products, personal care products and cosmetics contain nanoparticles or are made of nanomaterials. Natural, incidental or industrially produced unbound or agglomerated particle-containing materials with a ratio of about> 50% in the 1–100 nm size range are defined by the European Commission (2011/696/EU), as nanomaterials [1]. Today, nanotechnology is a rapidly developing interdisciplinary science that can be combined with engineering, biology, chemistry, physics and medicine [2-4]. The physico-chemical characteristics of the nanoparticles are quite different from in larger sizes and agglomerative form. The properties of nanoscale materials have made nanotechnology one of the most important technologies of the twenty-first century. Nanotechnology is now accepted to reaching a market value of 3 trillion dollars by 2020. Nowadays, more than 1800 nano-enabled products are available in the consumer market [3].

*Corresponding author: Address: Science and Arts Faculty, Department of Biology İnönü University, 44280, Malatya TURKEY. E-mail address: didem.gokce@inonu.edu.tr

In the Anthropocene era, many products used in daily life, industry, medical products, personal care products and cosmetics contain nanoparticles or are made of nanomaterials. Natural, incidental or industrially produced unbound or agglomerated particle-containing materials with a ratio of about> 50% in the 1–100 nm size range are defined by the European Commission (2011/696/EU), as nanomaterials [1]. Today, nanotechnology is a rapidly developing interdisciplinary science that can be combined with engineering, biology, chemistry, physics and medicine [2-4]. The physico-chemical characteristics of the nanoparticles are quite different from in larger sizes and agglomerative form. The properties of nanoscale materials have made nanotechnology one of the most important technologies of the twenty-first century. Nanotechnology is now accepted to reaching a market value of 3 trillion dollars by 2020. Nowadays, more than 1800 nano-enabled products are available in the consumer market [3].

Nanoparticles (NPs) are produced and used in large quantities, and are freely released directly / indirectly into different water ecosystems during production, use, discharge, disposal, recycling. On the other words, NPs can enter aquatic ecosystems in different stages: throughout the time of the generation of raw materials and consumer products; throughout the time of the utilize of products containing NP and subsequently discharge [4,5]. Hence, NPs can impact freshwater and oceans, harms organisms in different aquatic food web levels. Nowadays, the damages of NPs are determined at the food web level. Algae, Daphnia, Artemia (zooplankton), Bivalvia (benthos) and fish represent over the aquatic organism in quite different habitats, which make them convenient organisms and models for assessing the environmental impact of NPs [4,6,7].

NPs have critical for two main reasons; firstly, effects on the biochemical and physiological of organisms and secondly, effects on the ecosystem as freshwater and marine systems. The function and balance of the ecosystem is an ecological integrity that affects all living things and nanomaterial and NPs can harm the ecosystem.

NPs carry potential risks to the ecosystem and human health with its wide applications in commercial and different industrial products. Potential toxicity and behavior of NPs can be affected by various factors such as particle charge, size, chemistry and reactivity, surface area, structure and shape, aggregation state and elemental composition.

2. The Structure of Nanoparticles

Nanoparticles are materials with unique structural properties depend on their size, and these properties make nanoparticles advantageous for industrial and medical use. The physical and chemical properties of the particles in the nanoscale

are different from those in larger sizes. This is due to the fact that although the nanoscale particles consist of the same atoms as the macro-sized particles, their surface areas increase [5,7,8].

In addition to the size of the nanoparticles, properties such as shape, surface load, presence of other materials are among the factors that affect their behavior [4]. Nanoparticles can be classified in different subgroups: Natural, incidental and engineered nanomaterials. The natural nanomaterials are present in ecosystems such as virus and viral capsids. Incidental nanomaterials are accepted as a by-product of various mechanical or industrial processes and reason environmental pollution such as vehicle exhausts and combustion processes. Nanomaterials that are produced and intentionally engineered to have specifically required characteristics are called engineered nanomaterials [7,9].

Nanoparticles with different properties are collected in two groups as organic NPs (also, metal NPs with an organic coating) and inorganic NPs (also, metal and metal oxide NPs) [6]. The inorganic NPs are accepted to be good materials in some industrial areas such as food, cosmetics and the medical industry (drug delivery and diagnostic imaging) and the advancement of new electronic instruments [6,10]. Organic NPs consisting of organic compounds (lipids, polymer, carbohydrate, DNA, RNA, proteins and dendrimers) have larger sizes than inorganic NPs. The size of organic particles has a decisive point in their implementations in many areas such as electronics, medicine and environmental science [6,10].

It is known that NPs are released easily into all kinds of ecosystems. On the other hand, especially, the behavior of NPs differs due to their characteristics in the aquatic ecosystems. The chemical composition of water, salinity, organic salts, total suspended solid matter, water circulation patterns and movements in the lake or marine ecosystem [11]. Agglomeration, aggregation and precipitation of NPs are affected by water quality. Based on the studies, the size, shape and surface chemistry or physicochemical properties of the nanoparticles show the level of aggregation, solubility, structural and chemical composition, the importance of the use of NPs and their toxicity with biological systems [10-14].

The size of nanoparticles is a crucial factor in determining their toxicity. NPs size and shape have a direct impact on metabolism. It easily enters the body during respiratory and nutrition and causes significant accumulation in the digestive system. Thence, it plays an important role in the endocytic cellular uptake and biochemical physiological pathways and response of NPs.

As stated above, the shape of NPs is an important feature in the toxicity of NPs, as they can be taken into the cell more easily. Lekamge et al. [4] and Truong et al. [15] indicated that non-spherical shaped NPs (worm, filamentous, or disk-like) could be used effectively in drug transport.

The surface structures of NPs are crucial properties in defining the behavior of NPs. One reason NPs are reactive is their small size and large surface area. This property of NPs and their coatings cause stronger interactions with biological tissues. Therefore, its transfer occurs easily to higher trophic levels [16,17]. Different coating such as carboxylic asides, polymers, polysaccharides, surfactants, organic and inorganic coating can modify surface properties of NPs. The surface charge of NPs helps the adhesion of NPs on cell surfaces and significantly impacts its toxicity factor [18].

3. The effects of NPs on Trophic Level

Carrying in trophic levels and toxicity of NPs can relate to two groups: non-soluble and water-soluble NPs [6,7]. While the water-soluble NPs can accumulate in the aquatic ecosystem, non-soluble NPs can aggregate and take with food particles in the water column or benthic zone. When NPs discharge into the aquatic ecosystem, they undergo a transformation. Depending on the chemical properties of the water, transformations involving different physical, chemical and biological pathways such as agglomeration, absorption and dissolution occur. They cause toxic effects on organisms according to their NPs properties. The exposure time (short term or long term) of the organisms is as important as the NPs concentration [2,10-12,14].

The impacts of NPs on organisms in freshwater ecosystems, especially in standing water habitats such as lake and pool in the river needs to be examined, because of water circulation can observe seasonally due to the absence of water flow. NPs that can agglomerate with organic and inorganic materials accumulate towards the bottom. Even if the lake is in the circulation period, NPs cannot be transported from the habitat as in rivers. The small particle size and water-soluble NPs remain suspended in the water body. As a result, bioaccumulation occurs through the food web (Figure 1).

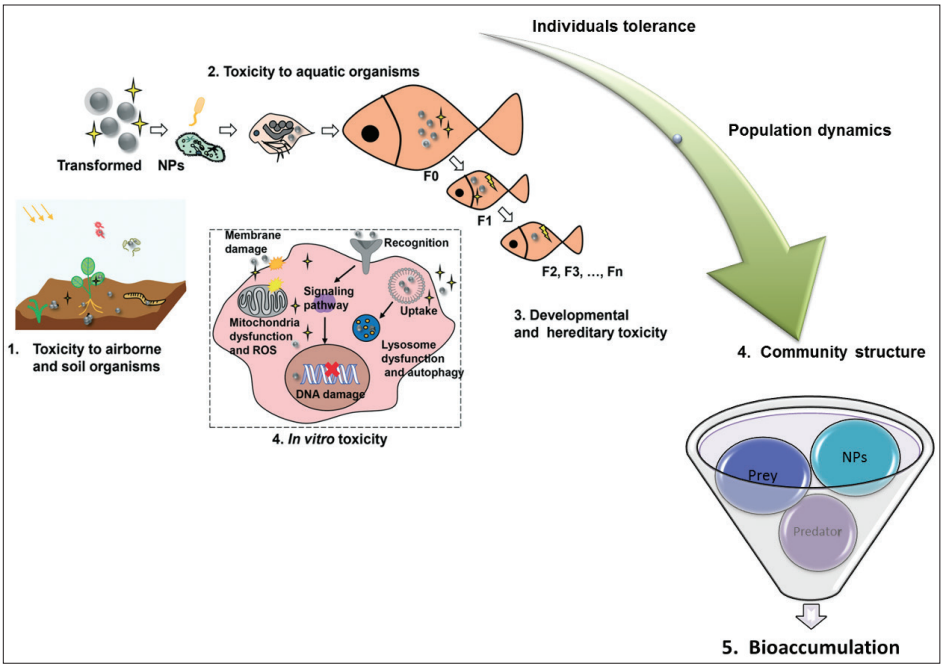


Figure 1. The adverse effects of NPs on aquatic community structure and bioaccumulation are summarized (adapted from [3,12]).

Algae, Crustacea, Bivalvia, the rainbow trout (Oncorhynchus mykiss), the zebrafish (Danio rerio) are common models for studying the toxicity of NPs. The transformation of NPs with different characteristic in the freshwater habitats influences toxicity on algae. For instance, magnetic nanoscale zerovalent iron (NZVI) was observed to inhibit the growth of Chlorella vulgaris [19]. For the first time, Zhang et al reported the effect of surface charge of Ag NPs on their accumulation dynamics in Chlorella vulgaris. Polyethylene-coated Ag NPs (PEI-AgNPs) and citrate-coated Ag NPs (Cit-AgNPs) were selected as positively and negatively charged Ag NPs (P-AgNPs and N-AgNPs, respectively). Their uptake and elimination dynamics were exanimated at EC50 and EC10 inhibition of growth rate values. [20].

TiO2 NPs is one of the metal oxide nanoparticles, which have been used in personal care products (cosmetics, sunscreen and toothpaste, etc). Mostly anatase and rutile shapes of these NPs which are highly photoreactive forms are used. The photocatalytic potential and toxicity of NPs on Chlorella sp. were studied upon UVA pre-irradiation and UVB pre-irradiation by Roy et al [21]. The authors showed that UVB pre-irradiation of P25 TiO2 NPs caused more toxicity on freshwater algae because of the effect on oxidative stress (SOD, CAT, and APX

activities). TiO and ZnO are widely used metal oxide NPs. Therefore, researches for these two NPs toxicological effects have focused on the model organism Daphnia. In long and short term assays, toxicological impacts of ZnO NPs and TiO_2 NPs were studied in detail on reproduction dynamics and population structure of D. magna [11]. In the short time (96h) assays, LC_{50} values were determined 1.8 mg L^{-1} TiO_2 NPs, 0.7 mg L^{-1} ZnO NPs, and 0.1 mg L^{-1} cocktail treatment. In the long time (21d) assays, LC_{50} value was calculated 1.0 mg L^{-1} TiO_2 NPs, immobilisation and death were recorded. The body morphology and population dynamics were affected negatively depend on increasing concentrations [11].

Banerjee and Roychoudhury [14] stated that a different situation seen in the bio-transfer and bio-accumulation of nanoparticles in the food chain have occurred in biofilm plates. Grazers and detritivores organisms such as snails are fed with biofilm contaminated with TiO2 NPs and transfer NPs to the upper trophic levels. In some cases, NPs are generally non-toxic to some microorganisms as they are trapped in the extrapolymeric structure of biofilms. However, leaf-dwelling epiphytic microorganisms are typically sensitive to CuO NPs and Ag NPs [14,22].

Monikh et al. studied that combinations of different physical characteristics as size, shape and the natural organic matter (NOM)-ecocorona of Au NPs impact the attachment of the particles to algae [23]. Spherical (10, 60 and 100 nm), urchin-shaped (60 nm), rod-shaped (10x 45, 40 x 60 and 50 x 100 nm), and wire-shaped (75 x 500, 75 x 3000 and 75 x 6000 nm) citrate-coated and NOM-coated Au NPs were applied in the study. The authors demonstrated that the effects of the different morphologic structure of NPs on Pseudokirchinella subcapitata. Among NPs with different sizes and shapes, spherical 10 nm Au NPs caused membrane detriment to algae. Au NPs with rod-shaped (10 x 45 nm) caused cell membrane detriment. Wire-shaped Au NPs caused no membrane detriment to the P. subcapitata [23].

What kind of alter AgNPs makes in the defensive behavior of Daphnia magna maternal and subsequent generation has been studied by Hartman et al [24]. Adult D. magna has the ability to typical anti-predator defense mechanisms when applied to kairomones and AgNPs (14.9 ± 2.4 nm and concentration range, 2.5 µg/L – 20 µg/L). On the other hand, their offspring could not show such defensive characteristics. The lack of this adaptive defense mechanism will have a negative effect on D. magna population dynamics and hence potentially on the whole food web in the freshwater ecosystem.

Gökçe et al. demonstrated that the effects of MNPs with different particle sizes on Daphnia population were tested by short term bioassay [2]. According to mortality and morphological measurements, $CuFe_2O_4$ MNPs were found to be more toxic than the other two MNPs. The concentrations of $CuFe_2O4$, Co Fe_2O_4, and Ni Fe_2O4 MNPs drastically affected life span and morphologic growth of D. magna as a result of a short time (96 h) exposure.

Although biosynthesized nanoparticles are identified as green products, the surveys on their toxicity to aquatic food chains are insufficient [18]. Biosynthesized Ag NPs were produced by the reaction of Ag ions with leaf extract of plant Alcea rosea (AR-Ag NPs). The toxic effects of AR-Ag NPs and their pioneers such as Ag ions and coating agent (A. rosea leaf extract) on Chlorella vulgaris, Daphnia magna and Danio rerio, organisms of different trophic levels of a freshwater food web were examined. D. magna was found the most sensitive organism to AR-Ag NPs exposure according to results [18].

The bioaccumulation and biomagnification of nanoparticles can change the reproductive potential, swimming behavior and growth rate in some of the aquatic organisms such as Daphnia and zebrafish (Danio rerio). NPs accumulation on the algal surface could obstruct the uptake of nutrients by algae. Also, nanomaterials can play a role as mimic for nutrients by their strong adsorption. While exposure to NPs causes a reduction in body morphology (such as length and width) as the concentration increased, and alter defense behavior in Crustacean population, cause variations of survival, hatching periods and larval morphology, malformations in the fish larvae.

The morphology, physicochemical characteristics and concentration of nanoparticles determine risks on aquatic organisms. Continuity of biochemical pathways and cell structure depend on the kinds of nanoparticles. The previous studies in the literature, the population structure including individual variations shown negatively affect by these NPs amounts. When the community structure of organisms in different trophic steps is adversely affected, it is seen that the aquatic ecosystem balance is disturbed. Monitoring the behavior of these pollutants entering the aquatic ecosystem from point / non-point sources with the population structure of biomonitor organisms plays a key role.

Conclusions

Nanoparticle materials are used more and more every day due to their industrial advantages. There are potential risks with the discharge of nanoparticles into

the freshwater ecosystems. NPs can alter the population dynamics and community structure at the species level that are more sensitive or tolerant to environmental pollution. Moreover, there is limited information regarding nanoparticles' impact on the biota and ecosystem balance/ dynamics.

By consuming organisms contaminated with NPs, NPs in the food web are transferred to higher-level organisms. Nanoparticles aggregated in the respiration and digestive system (gill and gut) in considerable concentrations have possible toxic effects. Biomonitor organisms are very sensitive to changes in water quality, hence, reflect ecosystem contamination degrees. It is recommended that the aquatic ecosystem should be monitored long term with the determined organism.

Environmental risk assessments approach with three factors that define the resource of the problem: selecting population level endpoints, identifying the ecosystem, and defining the threat or pollution. In this context, more specified and comprehensive environmental risk assessment methods should be implemented for each level of the aquatic ecosystem before wastewater discharge and applying NPs for lake restoration.

Consequently, alteration in population dynamics and community structures upon exposure to NPs are crucial in terms of possible indication changes in the ecosystem. NPs use should be limited based on human health and ecosystem balance; and waste water treatment should be performed according to standards.

References

[1] The European Commission. Commission Recommendations on the definition of nanomaterial (2011/696/EU). 2011:3p.

[2] Gökçe D, Köytepe S, Özcan İ. Assessing short-term effects of magnetite ferrite nanoparticles on Daphnia magna. Environ Sci Pollut Res 2020; 27:3189–31504.

[3] Zhang J, Guo W, Li Q, Wang Z, Liu S. The effects and the potential mechanism of environmental transformation of metal nanoparticles on their toxicity in organisms. Environ Sci: Nano 2018; 5:2482.

[4] Lekamge S, Ball AS, Shukla R, Nugegoda D. The toxicity ofnanoparticles to organisms in freshwater. In: de Voogt P (ed) Reviews of environmental contamination and toxicology. 2018: vol 248. Springer, Cham, pp 1–80.

[5] Almeida JC, Cardoso CED, Pereira E, Freitas R (2019) Toxic effects of metal nanoparticles in marine invertebrates. In: Gonçalves G, Marques P (eds) Nanostructured materials for treating aquatic pollution engineering materials. 2018. Springer, Cham, pp 175–224.

[6] Maharramov AM, Hasanova UA, Suleymanova IA, Osmanova GE, Hajiyeva NE. The engineered nanoparticles in food chain: potential toxicity and effects. SN Applied Sciences 2019;1:11.

[7] Chen F, Xiao Z, Yue L, Wang J, Feng Y, Zhu X, Wang Z, Xing B. Algae response to engineered nanoparticles: current understanding, mechanisms and implications. Environmental Science: Nano 2019; 1-14.

[8] Altenburger R, Brack W, Burgess RM, Busch W, Escher BI, Focks A, Hewitt LM, Jacobsen BN, López de AldaM, Ait-Aissa S, Backhaus T, Ginebreda A, Hilscherová K, Hollender J, Hollert H, Neale PA, Schulze T, Schymanski EL, Teodorovic I, Tindall AJ, de Aragão UG, Vrana B, Zonja B, Krauss M(2019) Future water quality monitoring: improving the balance between exposure and toxicity assessments of real-world pollutant mixtures. Environ Sci Eur 2019;31:12.

[9] Zhang M, Yang J, Cai Z, Feng Y, Wang Y, Zhang D, Pan X. Detection of engineered nanoparticles in aquatic environment: state-of-art and challenges in enrichment, separation and analysis. Environmental Science: Nano. 2019; 1-79.

[10] Vance ME, Kuiken T, Vejerano EP, McGinnis SP, Hochella Jr MF, Rejeski D, Hull MS. Nanotechnology in the real world: Redeveloping the nanomaterial consumer products inventory. Beilstein J Nanotechnol 2015; 6(1):1769-1780.

[11] Gökçe D, Köytepe S, Özcan İ. Effects of nanoparticles on Daphnia magna population dynamics, Chem Ecol 2018; 34:301-323.

[12] Gupta GS, Shanker R, Dhawan A, Kumar A. Impact of Nanomaterials on the Aquatic Food Chain. Nanoscience in Food and Agriculture Springer 2017;5:309–333.

[13] Bakaraki Turan N, Erkan HS, Onkal Engin G, Bilgili MS. Nanoparticles in the aquatic environment: usage, properties, transformation and toxicity-A review. Process Saf Environ 2019; 130: 238-249.

[14] Banerjee A, Roychoudhury A. Nanoparticle-Induced Ecotoxicological Risks in Aquatic Environments. Nanomaterials in Plants, Algae and Microorganisms: Concepts and controversies (Ed:Tripathi DK, Ahmad P, Sharma S, Chauhan DK, Dubey NK). 2019; Elsevier, pp 129-141.

[15] Truong NP, Whittaker MR, Mak CW, Davis TP. The importance of nanoparticle shape in cancer drug delivery. Expert Opin Drug Deliv 2015; 12:129–142.

[16] Zhang M, Yang J, Cai Z, Feng Y, Wang Y, Zhang D, Pan X. Detection of engineered nanoparticles in aquatic environment: state-of-art and challenges in enrichment, separation and analysis. Environmental Science: Nano. 2019; 1-79.

[17] Liang SXT, Wong LS, Dhanapal ACTA, Djearamane S. Toxicity of Metals and Metallic Nanoparticles on Nutritional Properties of Microalgae. Water Air Soil Pollut 2020; 231(2): 231-252.

[18] Khoshnamvand M, Hao Z, Fadare OO, Hanachi P, Chen Y, Liu J. Toxicity of biosynthesized silver nanoparticles to aquatic organisms of different trophic levels. Chemosphere 2020; 258: 127346.

[19] Lei C, Zhang LQ, Yang K, Zhu LZ, Lin DH. Toxicity of iron-based nanoparticles to green algae: Effects of particle size, crystal phase, oxidation state and environmental aging, Environ Pollut 2016; 218:505–512.

[20] Zhang J, Xiang Q, Shen L, Ling J, Zhou C, Hu J, Chen L. Surface charge-dependent bioaccumulation dynamics of silver nanoparticles in freshwater algae. Chemosphere 2020; 247:125936.

[21] Roy B, Suresh PK, Chandrasekaran N, Mukherjee A. UVB pre-irradiation of titanium dioxide nanoparticles is more detrimental to freshwater algae than UVA pre-irradiation. J Environ Chem Eng 2020; 8(5):104076.

[22] Bundschuh M, Seitz F, Rosenfeldt RR. Schulz R. Effects of nanoparticles in fresh waters: risks, mechanisms and interactions. Freshwater Biol 2016; 61, 2185e2196.

[23] Monikh FA, Arenas-Lago D, Porcal P, Grillo R, Zhang P, Guo Z. Do the joint effects of size, shape and ecocorona influence the attachment and physical eco(cyto)toxicity of nanoparticles to algae? Nanotoxicology 2020; 14(3):310–325.

[24] Hartmann S, Beasley A, Mozhayeva D, Engelhard C, Witte K. Defective defense in Daphnia daughters: silver nanoparticles inhibit anti-predator defense in offspring but not in maternal Daphnia magna. Scientific Reports 2020; 10(1): 8021.

Investigation of Microplastics Removal Methods From Aquatic Environments

Sevgi Güneş-Durak

Faculty of Engineering and Architecture, Department of Environmental Engineering, Nevsehir Haci Bektas Veli University, Turkey

Abstract

Microplastics are less than 5 mm in length and are polymer chains containing carbon and hydrogen atoms. It poses a direct and indirect danger to all living things in the ecosystem. It is found in products such as microplastics, synthetic clothes, plastic bags and bottles, some cleaners, health and beauty products, toothpaste and causes both soil and water pollution from wastewater systems and solid waste. This situation not only threatens the life of creatures living in aquatic ecosystems such as rivers, lakes, seas and oceans but also penetrates the human body through the food chain, causing various health problems, especially cancer.

As with all environmental pollutants, microplastics need to reduce pollution at the source. In this research, treatment methods applied to remove microplastics that cannot be prevented at source from the water ecosystem were investigated and evaluated. According to the results, in wastewater treatment plants, the highest efficiency of microplastic removal is provided by membrane bioreactors. However, by imitating the microplastic removal capabilities and structures of living things in nature, studies on the discovery of new methods of microplastic removal can also be conducted.

Key Words: *Activated sludge, sand filter, membrane bioreactor, microplastics.*

1. Introduction

APlastics are synthetic or semi-synthetic organic components that we encounter at every point of our daily life from textiles to cosmetics, from furniture to packaging [1]. It poses a problem both physically and toxic for the environment and living things as it contains phthalate, bisphenol A and polybrominated diphenyl ether. However, microplastics (MPs) formed by breaking down smaller sized plastics by different methods can create bigger problems for living things such as accumulation, immune response, respiratory problems and chemical leaching [2]. Besides, they cause slow growth and reproduction of algae in aquatic environments, structural deformation of water fleas, obstruction of the respiratory tract of gill marine creatures.

Corresponding author: Sevgi Güneş-Durak Address: Faculty of Engineering and Architecture, Department of Environmental Engineering, Nevsehir Haci Bektas Veli University, 50300, Nevsehir TURKEY. E-mail address: ssevgigunes@gmail.com, sgdurak@nevsehir.edu.tr, Phone: +903842281000-15060

MPs can be of different sizes, different types, and different densities. The transformation of plastics into MPs takes place with anthropogenic effects, natural effects such as water, air, wind, sun (UV). As they can be in a primary form such as direct use (personal care products (1 mm - 4 mm microbeads), scrubs, toothpaste, industrial raw materials) or indirect use (pellets); it can also be in secondary forms such as car tires, boat paint, etc. formed by fragmentation of larger plastic items, fibers from washing machines.

MPs are pollutants that degrade slowly in water and soil. It has a long residence time, high stability, high disintegration potential in their environment, and can adsorb other pollutants [3]. Since their density is less than water, they move on the water surface. It has been stated that in deep-sea sediments there is 1 MP in every 25 mL, microplastics are found even at a depth of 1176 - 2843 m [4]. The fact that MPs consist of smaller particles creates a disadvantage in removal. Also, it is not possible to see colorless transparent MPs in the aquatic environment unless they are looked at carefully. However, MPs can be transported from one end of the world to the other by winds and ocean currents.

As a result of not disposing of wastes by appropriate methods such as landfills, MPs spread to soil and water resources. They pose a higher risk of adding to the food chain than plastic materials. It is an important problem that it is taken into the organism voluntarily or unintentionally by aquatic creatures by mixing with the soil structure and the water environment. Living things that feed on very small pieces of food, feel their stomachs full and die as a result of malnutrition [5].

The sources of MPs are densely populated places and textile industries. Pieces of synthetic textile products are sent to the sewage system. Therefore, measures should be taken to prevent MP pollution at its source. In addition to breaking down plastics, resins in the form of pellets are produced as industrial raw materials. Pellets are melted in industrial facilities and transformed into products such as plastic bottles, caps, bags and packaging. Production debris that may occur during the transport and processing of these pellets is also a source of MP pollution. These microplastics are also mixed into the food chain by passing into the water environment through the sewage system. MPs are found in nature as primary MPs as household personal care products and industrial raw materials and secondary MPs by degrading by physical, chemical and biological processes in the environment [6].

In this study, the number of microplastics found in wastewater treatment

plants and the treatment methods used to remove microplastics in the literature were investigated and some methods used in microplastic characterization were mentioned.

2. Microplastics

2.1. Classification of microplastics

MPs are classified according to their physical and chemical characters. Physical characterization gives size distribution and shows shape and color properties. Chemical characterization allows us to discover the composition of MPs [7].

According to their dimensions, they are divided into three classes as nano plastics (<1 µm), microplastics (<5 mm) and mesoplastics (> 5 mm) [8]. According to their shapes, they are divided into six classes as a particle (hard and sharp plastic particles), film (thin and light surface particles), foam (thin and light foam plastic particles), fiber (thin and light plastic particles), yarn (fine and durable fiber particles), pellet (hard and round plastic particles) [9,10]. The size of MPs is important in terms of their removal from wastewater treatment plants. While plastic wastes are removed from the wastewater with coarse filters, MPs with a size smaller than 5 mm can be discharged into aquatic environments by passing through the treatment unit. However, MPs, which are formed as a result of the breakdown of colorless plastics, are difficult to detect compared to colored MPs, since they are invisible in an aquatic environment, requiring first filtering using a very fine sieve and then classifying shape, color and size with a microscope [10]. Advanced treatment methods should be determined according to the results obtained.

3. Removal Methods of MPs

3.1. Natural removal of MPs in nature

MPs can be kept naturally by the creatures in the water and removed from the water environment. The method of removal carried out in this way is called sorption. The biological treatment of MPs is based on sludge consumption by microorganisms. It exhibits sludge hydrolysis, acetic acid accumulation, hydrogen production and methane production.

Studies have shown that a microalga called Fucus Vesiculosus holds microplastics of about 20 µm in size. This adhesion was achieved with alginate compounds released from cell walls [11]. Alginate, an anionic polysaccharide substance, enables polystyrene type MPs to stick to the seaweed surface. Pseudokirchneriella Subcapitata, another green alga, keeps positively charged microplastics on its surface [12]. This adhesion depends on the surface load of the

particles attached to the algae. If MPs are positively charged, they provide more effective adhesion depending on the presence of anionic polysaccharides in algae chemical structure. Ingestion of MPs by organisms is still not considered a disposal strategy, but Red Sea giant oysters allow MPs to be absorbed in shells as well as degradation in the digestive system [3].

3.2. MPs in wastewater treatment plants

Since MPs are small in size and their types vary, it is not possible to purify only from a coarse filter in wastewater treatment plants (WWTP). Therefore, advanced technologies are needed in treatment. However, MPs constitute a large part of the wastes in WWTP [13,14]. 30 types of MPs have been identified in WWTP so far. The most detected type is polyethylene sulfone (PES) with 89% (Table 1) [10].

Table 1. According to the results of 42 studies, the most common types of MPs in the aquatic environment [10]

Polymer type	% of studies (n)
Polyethylene (PE)	79 (33)
Polypropylene (PP)	64 (27)
Polystyrene (PS)	40 (17)
Polyamide (nylon) (PA)	17 (7)
Polyester (PES)	10 (4)
Acrylic (AC)	10 (4)
Polyoxymethylene (POM)	10 (4)
Polyvinyl alcohol (PVA)	7 (3)
Polyvinyl chloride (PVC)	5 (2)
Polymethyl acrylate (PMA)	5 (2)
Polyethylene terephthalate (PET)	2 (1)
Alkyd (AKD)	2 (1)
Polyurethane (PU)	2 (1)

Physical treatment methods such as advanced filtration, biological treatment and chemical treatment methods are applied for the removal of microplastics in wastewater. In the physical treatment, aeration tank [3,15], sedimentation tank [3,15,16], flotation [3] and filtration [3] methods; in the chemical treatment, coagulation and agglomeration using Fe_3+ and Al3+ ions [17,18], TiO_2, ZnO, NaI ve ZnCl ions [7]; in the biological treatment, conventional active sludge, A_2O (anoxic, aerobic, anaerobic) methods [16,19] and in advanced treatment, denitrification, ultrafiltration, ozone and UV methods [16,19,20] were used frequently.

In a wastewater treatment plant study, consisting of influent, grit and grease removal unit, primary settling tank and aeration basin, clarification and outfall units, respectively, the daily and annual microplastic amounts from each unit and the percentage MP removal rates from each unit are given in Table 2.

Table 2. MP removal amounts and rates in a wastewater treatment plant [21]

Units	MP/L	Million MP/Day	Million MP/Year	%Removal
Influent	15.70	4,097	1,495,397	0.00
Grit and grease removal	8.70	2,270	828,559	44.59
Primary settling tank	3.40	887	323,844	78.34
Aeration basin+ clarification + outfall	0.25	65	23,812	98.41

In another study by Talvitie et al. conducted the rate of MPs removed in each unit is given in Table 3 [19]. According to Table 3, MP removal efficiency in wastewater treated separately from disc filters, rapid sand filter, dissolved air flotation and membrane bioreactor has reached up to 99.9% in treatment with membrane bioreactor (MBR). In another study, a dynamic membrane was used for the removal of MPs, but it was stated that new methods should be developed in terms of energy [22].

Table 3. MP removal amounts and rates in a WWTP [19]

Treatment	Effluent type	Before (MP/L)	After (MP/L)	Removal (%)
Disk filter 10[a]	Secondary	0.5	0.3	40.0
Disk filter 20[a]	Secondary	2.0	0.03	98.5
Rapid sand filter	Secondary	0.7	0.02	97.1
Dissolved air flotation	Secondary	2.0	0.1	95.0
Membrane bioreactor	Primary	6.9	0.005	99.9

Data are given in the number of microplastics per liter of effluent
[a]Pore size in µm

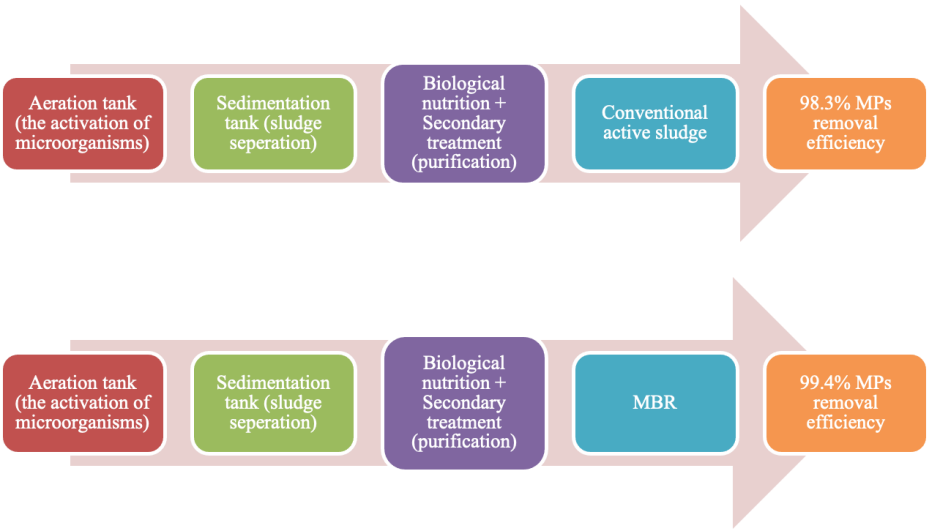


Figure 1. Comparison of removal of MPs in different wastewater treatment units

In a study by Gurung et al. conducted by wastewater regarding the removal of MPs from wastewater, removal efficiency of 98.3% was determined when the last treatment unit was conventional active sludge, while this removal efficiency increased to 99.4% when the last unit was MBR (Figure 1) [15].

In China, 90% of MPs removal was achieved when flotation and sedimentation + filtration were applied. The removal efficiency at the exit of the facility has been determined as 97.15%. The most removed MPs were determined as fiber rayon and polyethylene terephthalate [3].

In another MP treatment study in China, with the aerated grit chamber, primary and secondary precipitation such as anaerobic, anoxic and aerobic treatment following A2O treatment were used. Finally, MP removal and the cycle is completed with advanced treatment technologies including denitrification, ultrafiltration, ozonation and UV. The most abundant MP in wastewater was determined as polyethylene terephthalate with 42.26%. While 58.84% MP was removed in the first treatment step in the aerated sand chamber, this rate reached 71.67% in further treatment [16]. This rate has been determined as 95.16% in WWTP and 99.9% after the MBR unit [23].

In a study conducted by Ma et al, chemical treatment of MPs was carried out using Al3+ and Fe3+ salts. Polyacrylamide (PAM) was also added in the treatment unit and it was observed that the treatment efficiency was enhanced. However, it was found that Al3+ ions are more effective than Fe3+ ions [3,18]. It was seen that removal efficiency was affected by factors such as coagulant type, pH, chemical composition and concentration.

In another study, MPs are separated from synthetic wastewater by membranes. The membrane pore diameter was 90 µm. The turbidity of wastewater has been reduced from 195 NTU to less than 1 NTU in 20 minutes [3]. However, MBRs provide higher removal capacity. 99.9% removal efficiency has been achieved with the combination of the porous membrane.

4. MPs Analysis Methods in Wastewater

FTIR is the most widely used method for MPs characterization in WWTPs. It gives an idea of MP composition through to its wavelength. FTIR and electron microscopy analyzes are widely used to illuminate any structural changes during the degradation process. The observation of hydroperoxide and hydroxyl groups, carbonyl groups and double bond characteristic bands in FTIR models of treated MPs suggests the oxidative mechanism for biological removal [1].

Raman Spectroscopy, one of the most frequently used methods in MP characterization, provides information in the form of a vibration spectrum with molecular vibrations in the structure of MP [24]. Raman Spectroscopy can be applied to a wide variety of particle sizes up to 1 mm with existing instrumentation and provides a robust method for describing chemical composition. Also, Raman Spectroscopy-based microscopy techniques offer the possibility to place MPs even at the subcellular level in living organisms [1]. However, the requirement to purify the samples poses a disadvantage for Raman Spectroscopy.

Another method is Scanning Electron Microscopy with Energy Dispersive Spectroscopy (SEM-EDS) analysis. It can be used to provide information about the surface morphology of MPs and determine the basic composition of polymers based on the radiation diffraction and reflection emitted from the MP surface. SEM-EDS has become an indispensable tool for the identification and characterization of MP particles. This powerful technique has led researchers to conclude that the early stages of plastic debris degradation progress quite rapidly to the production of microplastic particles, with the resulting pollutants, clearly threatening biota life [1].

Conclusions

When sorption and filtration are combined with MBR, a high rate of purification is provided. Conventional activated sludge provides lower purification than MBR. However, the energy requirement for MBR leads to the investigation of alternative methods. Electrocoagulation and agglomeration are also reliable methods for easy separation but must have a filtration treatment. Alternative treatment methods for MPs removal can be determined by examining the mechanisms of marine organisms to keep MPs in their bodies and remove them from water.

References

1. Rocha-Santos TAP, Duarte AC. Characterization and analysis of microplastics. 1st ed. Elsevier; 2017. DOI: 10.1016/s0166-526x(17)30014-4.

2. Horton AA;, Walton A;, Spurgeon DJ; Microplastics in freshwater and terrestrial environments: evaluating the current understanding to identify the knowledge gaps and future research priorities. Science of the Total Environment 2017(586): 127–141. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2017.01.190.

3. Padervand M, Lichtfouse E, Robert D, Wang C. Removal of microplastics from the environment. A review. Environmental Chemistry Letters 2020; 18(3): 807–828. DOI: 10.1007/s10311-020-00983-1.

4. Van Cauwenberghe L, Vanreusel A, Mees J, Janssen CR. Microplastic pollution in deep-sea sediments. Environmental Pollution 2013; 182: 495–499. DOI: 10.1016/j.envpol.2013.08.013.

5. Besseling E, Wang B, Lürling M, Koelmans AA. Nanoplastic affects growth of S. obliquus and reproduction of D. magna. Environmental Science and Technology 2014; 48(20): 12336–12343. DOI: 10.1021/es503001d.

6. Galgani F, Hanke G, Werner S, De Vrees L. Marine litter within the European Marine Strategy Framework Directive. ICES Journal of Marine Science 2013; 70(6): 1055–1064. DOI: 10.1093/icesjms/fst122.

7. Sun J, Dai X, Wang Q, van Loosdrecht MCM, Ni BJ. Microplastics in wastewater treatment plants: Detection, occurrence and removal. Water Research 2019; 152: 21–37. DOI: 10.1016/j.watres.2018.12.050.

8. Yurtsever M. Microplastics: An Overview. Dokuz Eylul University Faculty of Engineering Journal of Science and Engineering 2015; 17(50): 68–83.

9. Magnusson K, Eliasson K, Fråne A, Haikonen K, Hultén J, Olshammar M, et al. Swedish sources and pathways for microplastics to the marine environment. IVL Swedish Environmental Research Institute 2016; C 183.

10. Hidalgo-Ruz V, Gutow L, Thompson RC, Thiel M. Microplastics in the marine environment: A review of the methods used for identification and quantification. Environmental Science and Technology 2012; 46(6): 3060–3075. DOI: 10.1021/es2031505.

11. Sundbæk KB, Koch IDW, Villaro CG, Rasmussen NS, Holdt SL, Hartmann NB. Sorption of fluorescent polystyrene microplastic particles to edible seaweed Fucus vesiculosus. Journal of Applied Phycology 2018; 30(5): 2923–2927. DOI: 10.1007/s10811-018-1472-8.

12. Nolte TM, Hartmann NB, Kleijn JM, Garnæs J, van de Meent D, Jan Hendriks A, et al. The toxicity of plastic nanoparticles to green algae as influenced by surface modification, medium hardness and cellular adsorption. Aquatic Toxicology 2017; 183: 11–20. DOI: 10.1016/j.aquatox.2016.12.005.

13. Browne MA, Crump P, Niven SJ, Teuten E, Tonkin A, Galloway T, et al. Accumulation of microplastic on shorelines woldwide: Sources and sinks. Environmental Science and Technology 2011; 45(21): 9175–9179. DOI: 10.1021/es201811s.

14. Long Z, Pan Z, Wang W, Ren J, Yu X, Lin L, et al. Microplastic abundance, characteristics, and removal in wastewater treatment plants in a coastal city of China. Water Research 2019; 155: 255–265. DOI: 10.1016/j.watres.2019.02.028.

15. Gurung K, Ncibi MC, Fontmorin JM. Incorporating Submerged MBR in Conventional Activated Sludge Process for Municipal Wastewater Treatment: A Feasibility and Performance Assessment 2016. DOI: 10.4172/2155-9589.1000158.

16. Yang L, Li K, Cui S, Kang Y, An L, Lei K. Removal of microplastics in municipal sewage from China's largest water reclamation plant. Water Research 2019; 155: 175–181. DOI: 10.1016/j.watres.2019.02.046.

17. Ariza-Tarazona MC, Villarreal-Chiu JF, Barbieri V, Siligardi C, Cedillo-González EI. New strategy for microplastic degradation: Green photocatalysis using a protein-based porous N-TiO 2 semiconductor. Ceramics International 2019; 45(7): 9618–9624. DOI: 10.1016/j.ceramint.2018.10.208.

18. Ma B, Xue W, Ding Y, Hu C, Liu H, Qu J. Removal characteristics of microplastics by Fe-based coagulants during drinking water treatment. Journal of Environmental Sciences (China) 2019; 78: 267–275. DOI: 10.1016/j.jes.2018.10.006.

19. Talvitie J, Mikola A, Koistinen A, Setälä O. Solutions to microplastic pollution – Removal of microplastics from wastewater effluent with advanced wastewater treatment technologies. Water Research 2017; 123: 401–407. DOI: 10.1016/j.watres.2017.07.005.

20. Ma B, Xue W, Ding Y, Hu C, Liu H, Qu J. Removal characteristics of microplastics by Fe-based coagulants during drinking water treatment. Journal of Environmental Sciences (China) 2019; 78: 267–275. DOI: 10.1016/j.jes.2018.10.006.

21. Murphy F, Ewins C, Carbonnier F, Quinn B. Wastewater Treatment Works (WwTW) as a Source of Microplastics in the Aquatic Environment. Environmental Science and Technology 2016; 50(11): 5800–5808. DOI: 10.1021/acs.est.5b05416.

22. Li L, Xu G, Yu H, Xing J. Dynamic membrane for micro-particle removal in wastewater treatment: Performance and influencing factors. Science of the Total Environment 2018; 627: 332–340. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.01.239.

23. Talvitie J, Mikola A, Setälä O, Heinonen M, Koistinen A. How well is microlitter purified from wastewater? – A detailed study on the stepwise removal of microlitter in a tertiary level wastewater treatment plant. Water Research 2017; 109: 164–172. DOI: 10.1016/j.watres.2016.11.046.

24.Schymanski D, Goldbeck C, Humpf HU, Fürst P. Analysis of microplastics in water by micro-Raman spectroscopy: Release of plastic particles from different packaging into mineral water. Water Research 2018; 129: 154–162. DOI: 10.1016/j.watres.2017.11.011.

Yeraltı Sularından Membran Kapasitif Deiyonizasyon Yöntemi ile Florür Giderimine Ekonomik Yaklaşım

***[1]Halil Ibrahim Uzun ve [2]Eyüp Debik**

[1]Muş Alparslan Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Türkiye
[2]Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Türkiye

Abstract

Today, one of the most important issues of all is the supply of drinking and utility water, which is the most basic need for human beings, to be healthy and reliable, economical. With social and economic growth, increased living standards also raises the drinking and utility water requirements per capita. However, some substances in natural water sources pose a danger to living creatures when they exceed certain concentrations. Fluoride, which can be commonly found in waters as a result of natural or industrial effects, poses various risks for the living not only in its deficiency, but also its excess. Therefore. the fluoride concentration should be under control. Membrane Capacitive Deionization Process is an effective method to remove ions from water. In this study, firstly, optimum conditions have been determined by working on the removal of fluoride from groundwater which is prepared synthetically. Subsequently, the groundwater, which was obtained from Isparta province and containing 7.71 mg/L fluoride, was treated by the membrane capacitive deionization method at the optimum conditions determined by 99%. For this treatment, 0.06 kWh/m^3 energy was expensed and this corresponds to an energy cost of $ 0.006/m^3.

Key words: *Fluoride, membrane capacitive deionization, desalination*

Özet

İnsan için en temel ihtiyaç maddesi olan içme ve kullanma sularının sağlıklı ve güvenilir ve ekonomik olarak temini günümüzde en önemli konulardan biridir. Sosyal ve ekonomik ilerleme ile yaşam standartlarının yükselmesi kişi başına içme ve kullanma suyu gereksinimlerini de arttırmaktadır. Ancak doğal su kaynaklarında bulunan bazı maddeler, belli konsantrasyonları aştıklarında canlılar için tehlike oluşturmaktadır. Sularda doğal veya endüstriyel etkiler neticesinde yaygın olarak bulunabilen florür, eksikliğinde ve fazlalığında canlılar için çeşitli riskler oluşturabilmektedir. Bu sebeple florür konsantrasyonunun kontrol edilmesi gerekmektedir. Membran Kapasitif Deiyonizasyon Prosesi sulardan iyonların giderilmesinde etkili bir yöntemdir. Bu çalışmada öncelikle sentetik olarak hazırlanmış yeraltı sularından florürün giderimi üzerine çalışılarak optimum şartlar ortaya konmuştur. Daha sonra Isparta ilinden temin edilen ve 7,71 mg/L florür içeren yeraltı suyu, tespit edilen optimum şartlarda membran kapasitif deiyonizasyon yöntemi ile %99 oranında arıtılmıştır. Arıtımı için 0,06 kWsa/m^3 enerji sarf edilmiş olup bu 0,006 $/$m^3$'lük bir enerji maliyetine karşılık gelmektedir.

Anahtar kelimeler: *Florür, membran kapasitif deiyonizasyon, desalinasyon*

*Corresponding author: Address: Faculty of Engineering and Architecture, Mus Alparslan University, 49250, Mus TURKEY. E-mail address: ha.uzun@alparslan.edu.tr, Phone: +904362494949

1. Giriş

Canlı varlığı ve sağlığı için gerekli olan en temel ihtiyaç maddelerinden olan suların içme ve kullanma suyu olarak temininde sağlıklı olması ve güvenilirlik gibi kriterler önemli konulardır. Sosyo-ekonomik gelişmeler ile birlikte yaşam standartlarının da yükselmesi kişi başına içme ve kullanma suyu gereksinimlerini arttırmaktadır. Nüfus artışı, kentlere göç, kentleşme ve sanayileşme neticesinde günlük su tüketimlerinin artışı içme suyunun yüzeysel ve yeraltı su kaynaklarından sağlanmasını zorunlu hale getirmektedir.

Tüm sularda özellikle klorür ve sülfat gibi anyon türleri bulunmakla birlikte bu tip anyonlar ve katyonlar, toplam tuz konsantrasyonu izin verilen sınırlarda kalmak üzere büyük risk teşkil etmezler. Ancak florür ve nitrat gibi anyonlar sağlık sorunlarına sebep olabilmektedir. Florür (F-) kirliliği yeraltı sularında yaygın bir kirliliktir ve özellikle Güney Asya, Afrika ve Orta Doğu ülkelerinin yeraltı sularında yüksek konsantrasyonlarda bulunmaktadır [1,2]. İçme suyunda F- varlığı, konsantrasyonlarının sınır değerlerine bağlı olarak canlılar için yararlı ve zararlı etkilere sahiptir. F-,0,5 – 1,0 mg/L aralığında dişler ve kemikler üzerinde olumlu etkilerde bulunmaktadır. Ancak özellikle küçük çocuklar için, 1,5 mg/L üzerinde bulunan F- konsantrasyonları kalıcı kemik ve eklem deformasyonlarına, diş ve iskelet florozuna sebep olmaktadır. 4 mg/L'den yüksek florür konsantrasyonuna maruz kalındığında ise nörolojik hasarlar ve daha ileri boyutta toksik etkiler görülmektedir. Dünya genelinde Çin, Hindistan, Kenya, Meksika, Tayland gibi bazı ülkelerde ve ülkemizde özellikle Isparta ilinde içme suyu amacıyla kullanılan yeraltı sularında florür iyonu konsantrasyonunun kabul edilen içme suyu standartlarını aştığı görülmektedir. Isparta'da yapılan çalışmalarda florür kaynağı olduğu düşünülen volkanik göl çökellerinin bölgede 20 km2'nin üzerinde ve 60 m kalınlığa kadar çıktığı, Isparta-Gölcük yöresindeki traki-andezit ve tüfitlerde biyotit bolluğuna paralel olarak florür içeriğinin arttığı ve bunun yeraltı sularındaki florür zenginliğine neden olabileceği ileri sürülmüştür. 1960'lı yıllarda Isparta Lekesi olarak bilinen diş florozuna bu yeraltı sularının sebep olduğu ortaya konmuş ve 1990'lı yılların ortalarında yeraltı sularının su kaynağı olarak kullanımı sonlandırılmıştır [3].

Sulardan florürün bertarafı için adsorpsiyon, iyon değişimi, ters ozmos ve elektrodiyaliz gibi çeşitli yöntemler günümüzde de yaygın olarak kullanılmaktadır [1,4,5]. Bu yöntemlerin tümü pratik olmamaları, düşük verimlilik ve yüksek işletme maliyeti gibi dezavantajlara sahiptir.

*Corresponding author: Address: Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering Sakarya University, 54187, Sakarya TURKEY. E-mail address: caglar@sakarya.edu.tr, Phone: +902642955752 Fax: +902642955601

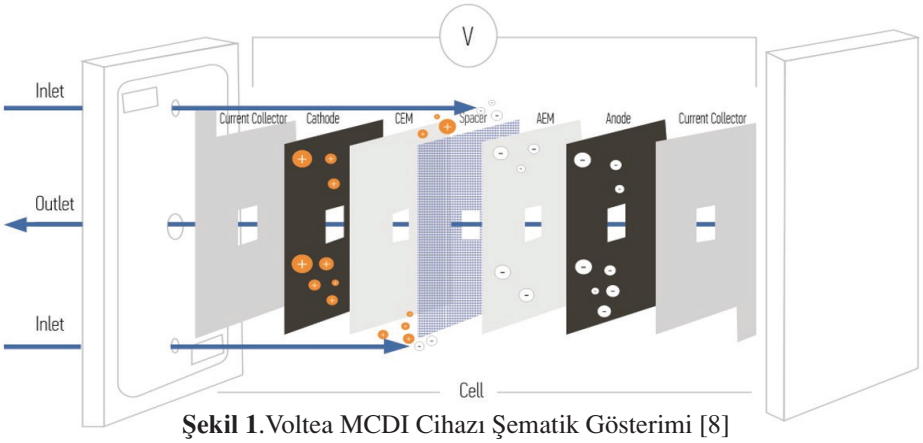
Son yıllarda pratik, düşük maliyetli ve çevre dostu elektrokimyasal desalinasyon prosesi olarak tanımlanan kapasitif deiyonizasyon (CDI) kullanımı yaygınlaşmaktadır. CDI anot ve katot elektrotlar aracılığı ile elektrokimyasal bir süreç olarak adsorpsiyon/desorpsiyon yoluyla iyonların sulardan bertaraf edildiği bir yöntemdir. CDI prosesinde uygulanan voltaj ile oluşturulan anot ve katot yüzeyleri üzerinde elektriksel çift tabaka oluşturulur ve böylelikle zıt yüklü iyonlar karşıt elektrotlarda etkili olarak tutulurlar. Membran kapasitif deiyonizasyon (MCDI) ise CDI elektrotlarının yüzeylerine iyon seçici membran ilave edilmesi ile oluşturulan CDI verimliliğini artıran bir teknolojidir [6].

Bu çalışmada MCDI teknolojisi ile daha önceki çalışmalarda elde edilen optimum şartlar kullanılarak sentetik yeraltı suyundan farklı konsantrasyonlarda florürün MCDI prosesi ile arıtılabilirliği çalışılmıştır. Daha sonra Isparta'dan temin edilen ve florür içeren yeraltı suyu arıtılmış ve maliyetleri ortaya konmuştur [7].

2. Materyal ve Metot

2.1. MCDI prosesi

Çalışmalarda kullanılan Voltea marka MCDI reaktörünün şematik görünümü Şekil 1'de gösterilmektedir.



Şekil 1.Voltea MCDI Cihazı Şematik Gösterimi [8]

MCDI cihazında PVC'den imal edilmiş 24 hücre bulunmaktadır. Hücrelerde akım dağıtımı için grafit (kalınlık δ = 250µm), adsorpsiyon ve desorpsiyon işlemlerininin gerçekleştiği porlu karbon elektrotlar (δe = 362 µm), iyon seçici olarak anyon ve katyon seçici membranlar

(Neosepta AM-1 and Neosepta CM-1, Tokuyama Co., Japan, $\delta \approx$ 130 µm) ve su akışının gerçekleştiği ayırıcılar (δ = 115 µm) bulunmaktadır. Kimyasal olarak aynı olan elektrotların direnci 1 (±0,2) Ω·cm2 ve elektrotların toplam yüzey alanı 2,7 m2'dir. Seçici geçirgenlikleri %90 olan anyon ve katyon seçici membranların dirençleri yaklaşık 2 Ωcm2'dir. Cihazda farklı parametrelerin işletme aralıkları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. MCDI Cihazı Parametreleri İşletme Aralıkları

Parametre	Aralık
Akım (A)	0 – 60
Potansiyel (V)	0 – 2
Debi (L/dk)	0 – 2
Süre (Saniye)	Sınırsız
İletkenlik (mS/cm)	0 – 30.000

MCDI cihazı "arıtma", "ön hazırlık" ve "konsantre akım" olmak üzere üç aşamalı olarak otomatik ve manuel seçenekler ile işletilebilmektedir. Otomatik modda, hesaplama ekranında iletkenlik, debi, voltaj, istenen giderim verimi, arıtma süresi, desorpsiyon süresi gibi veriler girildikten sonra optimum akım hesaplaması yapılmaktadır.

Otomatik mod elektrotların tam kapasite çalıştırılması için tamamen boşaltılması anlamına gelen konsantre akım aşaması ile başlamaktadır. Bu aşamada arıtılacak olan su reaktöre alınmakta ve elektrot potansiyelleri (negatiften pozitife) adsorpsiyon için hazırlanmaktadır. Sonrasında ön hazırlık aşaması başlamaktadır. Bu süreçte ise reaktör içindeki konsantre akım tamamen reaktör dışına alınmaktadır. Nihayetinde adsorpsiyon süreci başlamaktadır. Bu cihazla yapılan daha önceki çalışmalarda optimum şartlar; 24 dk adsorpsiyon, 1 dk ön hazırlık, 1,5V maksimum potansiyel, 0,3 L/dk debi olarak belirlenmiştir [7,8].

2.2. Kimyasal analizler

Florür iyon ölçümleri 0,01 mg/L – 19 g/L aralığında ölçüm yapabilen Intellical Florür ISE Standart Elektrot ile yapılmıştır. Klorür ölçümü için argentometrik yöntem kullanılmıştır. Sülfat için 1-40 mg/L SO_4^{2-} aralığında ölçüm yapılabilen türbidimetrik yöntem kullanılmıştır. Magnezyum ve kalsiyum analizleri için EDTA titrimetrik yöntem ve ilgili hesaplamalar kullanılmıştır [9].

2.3. Maliyet hesaplamaları

MCDI ile yapılan çalışmalarda enerji tüketimi, adsorpsiyon ve desorpsiyon aşamalarında tüketilen potansiyel ve akım kullanılarak hesaplanmış olup elde edilen maliyetler sadece enerji maliyetlerini içermektedir. Denklem (1) sadece adsorpsiyona göre enerji sarfiyatının hesaplanmasında kullanılmıştır. Bu denklemde, adsorpsiyon için ortalama voltaj V1, adsorpsiyon için ortalama akım A1 ve Q ile debi temsil edilmiştir. Denklem (1) ve (2)'de kullanılan değerler ortalama değerlerdir [8].

$$Adsorpsiyon\ için\ Enerji\ Tüketimi = \left(\frac{kWh}{m^3}\right) = \frac{V_1\ x\ A_1}{Q} \qquad (1)$$

Adsorpsiyon ve desorpsiyon aşamalarında tüketilen enerjinin hesaplanmasında Denklem (2) kullanılmıştır. Bu denklemde a, su geri kazanım oranını; b, konsantre akış oranını, V_2 desorpsiyon için ortalama voltajı ve A_2 ise desorpsiyon için ortalama akımı temsil etmektedir.

$$Ads.\&Des.için\ Enerji\ Tüketimi = \left(\frac{kWh}{m^3}\right) = (a\ x\ \frac{V_1\ x\ A_1}{Q}) + (b\ x \frac{V_2\ x\ A_2}{Q}) \qquad (2)$$

Enerji tüketiminin malî bedele çevrilmesinde Türkiye Elektrik Dağıtım A.Ş. tarafından belirlenen ve elektrik birim fiyat olan 71,12 krş/kW, ABD Doları cinsinden 0,116 $/kW kullanılmıştır.

2.4. Sentetik yeraltı suyu

Yeraltı sularından florür giderimine yönelik çalışmalar öncelikle sentetik olarak hazırlanan yeraltı sularına farklı konsantrasyonlarda florür ilave edilerek sürdürülmüştür. Genellikle hazırlanan sentetik sular çalışmanın yapıldığı bölgede yer alan gerçek yeraltı suyu esas alınarak hazırlanmaktadır. Ancak, zaman içinde su rejimlerindeki değişiklikler, meteorolojik şartlar, yeraltı kayaç/toprak yapısındaki farklılıklar yeraltı suyunun içeriğine büyük etkilerde bulunabilmektedir. Bu sebeple sentetik yeraltı suyunun hazırlanmasında Türkiye'de ve Dünya'da yapılan çalışmalarda sentetik yeraltı suyunun hazırlanmasında kullanılan esaslar göz önünde bulundurulmuştur. Bazı çalışmalarda hazırlanan sentetik yeraltı suyunun içeriği ise Tablo 2'de verilmektedir.

Tablo 2. Literatürde Hazırlanan Çeşitli Sentetik Yeraltı Suyu İçerikleri

Yeraltı Suyu İçeriği	Konsantrasyon (mg/L) [10]	Konsantrasyon (mg/L) [11]	Konsantrasyon (mg/L) [12]
F^-	3.25	4.5 – 6.85	0
Cl^-	1083	10 - 150	154
SO_4^{2-}	215	0.1 - 1	319
NO_3^-	25		25
HCO_3^-	171	200 - 650	-
Na^+	448		117
Ca^{2+}	127	100 - 150	87
Mg^{2+}	136	20 - 30	0

Dünyada ve Türkiye'de yapılan özellikle florür içeren sentetik yeraltı suları ve gerçek yeraltı suları incelenmiştir [13]. Bu çalışmalara dayanarak Tablo 3'de verilen özelliklerde sentetik numuneler hazırlanmış, farklı konsantrasyonlarda florür ilave edilerek çalışmalar sürdürülmüştür.

Tablo 3. Sentetik Olarak Hazırlanan Yeraltı Suyu İçeriği

İçerik	Ca^{2+}	K^+	Mg^{2+}	Na^+	Cl^-	SO_4^{2-}
Konsantrasyon (mM)	3	0,5	1,5	5	10	2
Konsantrasyon (mg/L)	120	20	37	115	354,5	192

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Florür içeren sentetik yeraltı suyunun MCDI ile arıtılması ve maliyet analizi

Tablo 3'e göre sentetik olarak hazırlanan yeraltı suyuna 1-20 mg/L aralığında değişen değerlerde F- iyonu ilave edilmiş ve MCDI ile arıtım çalışmaları yapılmıştır. Arıtım çalışmaları sonrası yapılan analizlerde elde edilen iyon değerlerine ait veriler Tablo 4'de gösterilmektedir. Buna göre F- 1-20 mg/L giriş konsantrasyonları için giderim verimleri %99,9 - %99,04 aralığındadır ve konsantrasyon arttıkça nisbeten giderim verimi düşmektedir. Ancak tüm konsantrasyonlar için florür konsantrasyonu İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik içinde belirtilen florür limit değeri olan 1,5 mg/L altına indirilmiştir.

Tablo 4. Sentetik Yeraltı Suyunun Arıtımı Sonrasında İyon Değerleri

Giriş Florür Konsantrasyonu mg/L	F^- mg/L	Ca^{2+} mg/L	Cl^- mg/L	K^+ mg/L	Mg^{2+} mg/L	Na^+ mg/L	SO_4^{2-} mg/L
1	<0,01	<1	8	<1	<1	<1	<1
2,5	<0,01	3	12	<1	2	<1	<1
5	<0,01	5	12	<1	3	<1	<1
7,5	<0,01	6	10	<1	2	2	3
10	0,04	5	18	<1	3	<1	3
12,5	0,079	6	18	<1	4	4	5
15	0,112	6	20	<1	4	3	5
17,5	0,164	7	21	2	5	8	12
20	0,193	7	24	2	5	10	11

Sentetik olarak hazırlanan suların iletkenlik değerleri 1430 µS/cm – 1580 µS/cm aralığında değişmektedir. Tablo 5'de sentetik yeraltı suyunun arıtımında kullanılan ve elde edilen bazı parametre değerleri verilmiştir. Buna göre tüm çözeltiler için iletkenlik giderimi %99 seviyesindedir. F- giderim verimi; konsantrasyonun artması ile azalırken, Cl- giderim verimi F- konsantrasyonunun artmasına bağlı olarak %98'den %94'e; SO_4^{2-} giderim verimi ise %99,9'dan %94'e kadar gerilemektedir. Bu durum anyonların elektrotlara göçünde rekabetleri ile açıklanabilir [8]. Sentetik yeraltı suyunun arıtılmasında enerji sarfiyatları 0,5 – 0,68 kWsa/m^3 aralığında maliyetler ise 0,06 – 0,08 \$/m^3 aralığındadır.

Tablo 5. Sentetik Yeraltı Suyu Arıtımında Parametre Değerleri

Parametre	Birim									
Florür Konsantrasyonu		1	2,5	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20
Giriş İletkenliği	µS/cm	1430	1430	1440	1459	1520	1531	1548	1564	1584
Ortalama Giderim	%	99	99	99	99	99	99	99	99	99
Giriş Debisi	L/dk	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Ortalama Akım	A	6,71	7,52	7,1	6,75	7,14	7,63	6,84	6,75	8,03
Ortalama Voltaj	V	1,34	1,30	1,38	1,39	1,34	1,39	1,44	1,48	1,52
Su Geri Kazanımı	%	87	86,6	84	85,7	85	84,4	84,4	84	82
Enerji Sarfiyatı	kWsa/m^3	0,50	0,54	0,54	0,52	0,53	0,57	0,55	0,56	0,68
Arıtma Maliyeti	\$/m^3	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,06	0,06	0,08

3.2. Florür içeren yeraltı suyunun MCDI ile arıtılması ve maliyet analizi

Isparta'dan temin edilen ve limit değerlerin üzerinde florür içeren yeraltı suyuna ait değerler Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Isparta'dan Temin Edilen Yeraltı Suyunun İyon Değerleri

Parametre	İletkenlik µS/cm	F^- mg/L	Cl^- mg/L	SO_4^{2-} mg/L	Ca^{2+} mg/L	Mg^{2+} mg/L	Na^+ mg/L
Değer	410	7,71	4	62,7	28,4	137	16

410 µS/cm iletkenliğe sahip yeraltı suyuna karşılık aynı iletkenlikte NaCl çözeltisi ile hazırlanan suyun MCDI ile arıtılarak iyon içeriğinin performansa etkisi üzerinde bir inceleme yapılmıştır. Tablo 7'de MCDI prosesi ile yeraltı suyunun ve NaCl ile hazırlanan çözeltinin arıtılmasında farklılıklar olduğu görülebilecektir. Yeraltı suyunun arıtılmasında 0,48 V potansiyel ile 2,18 A akım kullanılmış ve iletkenlik giderim verimi %99 olmuştur. NaCl çözeltisinin arıtılmasındaysa 1,47 V potansiyel ile 1,97 A akım sağlanmış ve iletkenlik giderim verimi %99,9 olarak elde edilmiştir. Kullanılan akım iyonik içerik ile doğrudan ilişkilidir ve potansiyellere karşılık kullanılan akımlardaki farklılık bu durumdan kaynaklanmaktadır. NaCl çözeltisinin arıtılmasında 0,019 $/m^3 arıtım maliyeti meydana gelirken yeraltı suyunun arıtılmasında 0,006 $/m^3 arıtım maliyeti gözlenmiştir.

Tablo 7. Yeraltı Suyu Arıtımında Parametre Değerleri

Döngü Bilgisi	Birim	NaCl	YAS (Florür)
Giriş Suyu İletkenliği	mS/cm	0,410	0,409
Ortalama Giderim	%	99,9	99
Giriş Debisi	L/dk	0,3	0,3
Ortalama Akım	A	1,95	2,19
Ortalama Voltaj	V	1,47	0,48
Su Kazanım Oranı	%	81,6	83,1
Maksimum Voltaj	V	1,556	0,873
Enerji Sarfiyatı	kWsa/m^3	0,16	0,06
Arıtma Maliyeti	$/$m^3$	0,019	0,006

Yeraltı suyunun MCDI prosesi ile arıtılması neticesinde; Tablo 8'de görüleceği gibi 410 µS/cm olan toplam iletkenlik, %99 arıtım verimi ile arıtılarak içilebilir özellikte su elde edilmiştir. 7,71 mg/L olan yeraltı suyu F- değeri %99,9 giderim verimi ile limit değerlerin altına indirilmiştir

Tablo 8. Yeraltı Suyunun Arıtımı Sonrasında İyon Değerleri

Parametre	Birim	C	Ortalama Giderim %
İletkenlik	µS/cm	5	99
Florür	mg/L	0,01	99,9
Cl^-	mg/L	<1	100
SO_4^{-2}	mg/L	<1	100
Ca^{+2}	mg/L	<1	100
Mg^{+2}	mg/L	2,16	99
Na^+	mg/L	<1	99,9

Sonuçlar

İnsan sağlığının korunması için sağlıklı ve güvenilir su temini günümüzde en önemli konulardandır. Bununla beraber çeşitli etkilere bağlı olarak kişi başı su tüketiminin artması yeni su kaynaklarının bulunmasını zorunlu hale getirmektedir. Ancak, yeraltı sularında bulunabilen florür limit değerlerin üzerinde özellikle kemik yapıları başta olmak üzere ciddi sorunlara sebep olabilmektedir.

Sulardan florürün giderimi için günümüzde yaygın olarak kullanılan geleneksel yöntemler pratik olmamaları, düşük verimlilik ve yüksek işletme maliyeti gibi dezavantajlara sahiptir. Geleneksel arıtım yöntemlerine alternatif olarak pratik, düşük maliyetli ve çevre dostu ve yüksek verimli bir elektrokimyasal desalinasyon prosesi olan kapasitif deiyonizasyon (CDI) kullanımı yaygınlaşmaktadır. Bu çalışmada da; MCDI teknolojisi ile yeraltı sularından florürün arıtılabilirliği araştırılarak prosesin maliyeti için analizler yapılmıştır. Çalışılan yeraltı suyundaki 7,71 mg/L gibi limit değerlerin çok üzerinde olan florür iyonu, %99 giderim verimi ile arıtılabilmiştir. Yapılan maliyet analizine göre; arıtım için 0,06 kWsa/m^3 enerji sarf edilmiş olup bu enerji miktarı 0,006 \$/m^3'e karşılık gelmektedir. Sonuç olarak; çalışmada, MCDI prosesinin yeraltı sularından F- iyonunu ekonomik ve verimli bir şekilde giderebilmek için alternatif bir teknoloji olarak kullanılabileceği ortaya konmuştur.

Teşekkür

Bu çalışma Yıldız Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 2015-05-02-DOP04 nolu Membran Kapasitif Deiyonizasyon Yöntemi ile Yeraltı Sularından Arsenik ve Bor Giderimi başlıklı proje kapsamında desteklenmiştir.

Kaynaklar

[1] A. Bhatnagar, M. Sillanpää, A review of emerging adsorbents for nitrate removal from water, Chem. Eng. J. (2011). doi:10.1016/j.cej.2011.01.103.

[2] M. Amini, K. Mueller, K.C. Abbaspour, T. Rosenberg, M. Afyuni, K.N. Møller, M. Sarr, C.A. Johnson, Statistical modeling of global geogenic fluoride contamination in groundwaters, Environ. Sci. Technol. (2008). doi:10.1021/es071958y.

[3] Isparta ilinde yüksek florlu su kaynaklarını kullanan iki bölgede atmosferik radon düzeylerinin incelenmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilim. Derg. (2010). doi:10.22312/sbed.25764.

[4] S. Jagtap, M.K. Yenkie, N. Labhsetwar, S. Rayalu, Fluoride in drinking water and defluoridation of water, Chem. Rev. (2012). doi:10.1021/cr2002855.

[5] P. Xu, G.M. Zeng, D.L. Huang, C.L. Feng, S. Hu, M.H. Zhao, C. Lai, Z. Wei, C. Huang, G.X. Xie, Z.F. Liu, Use of iron oxide nanomaterials in wastewater treatment: A review, Sci. Total Environ. (2012). doi:10.1016/j.scitotenv.2012.02.023.

[6] H.İ. Uzun, Membran Kapasitif Deiyonizasyon Prosesi ile Sertlik Giderimi, Acad. Platf. J. Eng. Sci. (2019). doi:10.21541/apjes.491791.

[7] E. Debik, H.İ. Uzun, Yeraltı Suyu İyonik Kirleticilerin Giderimin Membran Kapasitif Deiyonizasyon Prosesi : Performans Parametrelerinin ve Optimum İşletme Şartlarının Tespiti, in: Antalya, 2016: pp. 4–6.

[8] H.I. Uzun, E. Debik, Economical approach to nitrate removal via membrane capacitive deionization, Sep. Purif. Technol. (2019). doi:10.1016/j.seppur.2018.09.037.

[9] APHA, Standard Method for Examination of Water and Wastewater, Am. Public Heal. Assoc. (2011).

[10] M.A. Menkouchi Sahli, S. Annouar, M. Tahaikt, M. Mountadar, A. Soufiane, A. Elmidaoui, Fluoride removal for underground brackish water by adsorption on the natural chitosan and by electrodialysis, Desalination. 212 (2007) 37–45. doi:10.1016/j.desal.2006.09.018.

[11] P. Bhattacharya, A. Chatterjee, G. Jacks, Occurrence of arsenic contaminated groundwater in alluvial aquifers form Delta Plains, Eastern India: Options for safe drinking water supply, Int. J. Water Resour. Dev. 13 (1997) 19–92. papers2://publication/uuid/7D807C18-CF61-4237-89AC-6F60CE38B0B5.

[12] D.D. Runnells, J.L. Larson, A Laboratory Study of Electromigration as a Possible Field Technique for the Removal of Contaminants from Ground Water, Groundw. Monit. Remediat. 6 (1986) 85–91. doi:10.1111/j.1745-6592.1986.tb00954.x.

[13] N. Aksoy, C. Şimşek, O. Gunduz, Groundwater contamination mechanism in a geothermal field: A case study of Balcova, Turkey, J. Contam. Hydrol. 103 (2009) 13–28. doi:10.1016/j.jconhyd.2008.08.006.

Divinilbenzen-vinilpirilidon ko-polimerleri ile Atıksulardan Fenol Giderimi

[*1]Ömür Gökkuş, [2]Kemal Sarıoğlu, [1]İbrahim Yasin Köktaş, [3]Fuat Özyonar, [1]Esma Betül Savaş, [1]Rıdvan Çavuş

[*1]Erciyes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Kayseri.
[2] Erciyes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Kayseri.
[3] Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Sivas.

Özet

Bu çalışmada çeşitli parametrelerde sentezlenen divinilbenzen-vinilpirilidon polimer esaslı adsorbanlar ile fenol giderimi araştırılmış ve çalışma sonuçlarının adsorbsiyon izotermlerine uygunluğunun değerlendirilmesi yapılmıştır. Fenol patlayıcı maddelerde, farmasötik ürünlerin boyar maddelerinde, emülgatörlerde, yumuşatıcılarda, plastik maddelerde ve fenolik reçinelerde geniş kullanım alanı olan bir bileşiktir. Yürütülen deneysel çalışmalarda aktive edilen adsorbanların fenol tutma kapasiteleri belirlenmiştir. Ayrıca çalışma kapsamında elde edilen sonuçların Langmuir ve Freundlich izotermlerine uygunluğu değerlendirilmiştir. Deneysel sonuçlara göre gıda polimeri ile yürütülen adsorbsiyon çalışması sonuçlarının Freundlich adsorbsiyon izotermine daha uygun olduğu görülmüştür. Adsorbsiyon çalışması için belirlenen optimum koşullarda sulu çözeltiden yaklaşık olarak %93 fenol giderimi sağlanmıştır..

Anahtar Kelimeler: *Fenol Giderimi, Adsorbsiyon, Polimerik Adsorban*

1.Giriş

Fenoller ve bileşikleri sucul ortamlarda ani oksijen düşüşüne sebep olmaları nedeniyle sucul yaşam ve insanlar açısından toksik bir kimyasaldır. Endüstriyel atıksu miktarlarının günden güne artış göstermesi fenol içeren organik bileşiklerin etkin bir biçimde giderilmesini mümkün kılan arıtım sistemlerine olan ihtiyacı daha da arttırmaktadır [1]. Fenol ve bileşiklerine çoğunlukla petrokimya, plastik, boya, eczacılık ve çelik üretimi yapan işletmelerin atıksularında rastlanmaktadır [2]. Adsorbsiyon uygulamalarında yüzey alanı, por büyüklüğü gibi adsorbent karakterleri ve adsorbsiyon kapasitesi arasındaki ilişkinin araştırılması amacıyla farklı adsorbentler kullanılarak fenol adsorbsiyonu geçmişte pek çok araştırmaya konu olmuştur [1]. Aktif karbon 600- 2000 m2/g yüzey alanına ve iyi düzenlenmiş gözenek yapısına sahiptir. Adsorbent materyal olarak aktif karbonun sayılan üstün özellikleri yanında en önemli dezavantajı ise oldukça pahalı olmasıdır. Bu

*Sorumlu Yazar: Ömür Gökkuş, Adres: Erciyes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, 38039, Talas/Kayseri. E-posta: omurgokkus@erciyes.edu.tr, Tel: +90 352 2076666

nedenle araştırmacılar özellikle düşük maliyetli ve doğada kolay bulunabilir olmaları sebebiyle atık materyaller veya üretim sonrasında ortaya çıkan yan ürünlerin çalışmalarında adsorbent malzemesi olarak seçimi üzerinde yoğunlaştıkları görülmektedir [3]. Konu ile ilgili bilimsel literatür incelendiğinde ise fenol adsorbsiyonu konusunda buna ilişkin pek çok çalışmaya ulaşmak mümkündür. Din ve ark. (2009), Hindistan cevizi kabuğunu fizikokimyasal işleme tabi tutarak (850 ^{O}C'de CO_2 gazı akışı altında aktivasyon) fenolün çözelti ortamından başarılı bir şekilde giderilebileceğini ve giderim mekanizmasının yalancı ikinci derece reaksiyon ile açıklanabildiğini belirtmektedir. Araştırmacılar elde ettikleri sonuçlara göre, kendi çalışmaları için kimyasal adsorbsiyonun hız sınırlayıcı olduğunu da ayrıca belirtilmektedirler [2]. Dursun ve ark. (2005), fenol adsorbsiyonu amacıyla şeker pancarı küspesinin kullanılabilirliğini araştırdıkları bir çalışmada, pancar küspesinin N_2 gaz ortamında 600 ^{O}C'da karbonizasyonu ile elde ettikleri adsorbentin adsorbsiyon verimliliğini değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar elde ettikleri adsorbentin yüzey alanının (BET yüzey alanı) 47,5 m2/g olduğunu ve yaptıkları adsorbsiyon çalışmasında pH 6'da ve 60 ^{O}C sıcaklıkta maksimum fenol adsorbsiyon kapasitesinin 89,5 mg/g olduğunu ayrıca elde ettikleri sonuçların Freundlich modeli ile iyi bir uyum gösterdiğini rapor etmektedirler [4]. Altenor ve ark. (2009), parfümeri alanında kullanılan ve güve otu adı ile bilinen bir atık malzemenin diğer çalışmalarda bahsedilen benzer bir kimyasal aktivasyon işleminden sonra adsorbent olarak kullanımını değerlendirmişlerdir. Çalışma sonuçlarına göre güve otunun fenol gideriminde oldukça başarılı sonuçlar verdiği (adsorbsiyon kapasitesi: 122 mg/g) ve ticari aktif karbon türlerine kıyasla hemen hemen yakın sonuçlar verdiğini rapor etmektedirler [5].

Bu çalışmada ise gıda sektöründe kullanılan divinilbenzen-vinilpirilidon polimer esaslı adsorbanlar ile fenol giderimine yönelik verimlilik değerlendirmesi yapılmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Polimerik Adsorbanın Özellikleri

Divinilbenzen-vinilpirilidon polimer esaslı adsorbanların sentezlenmesi işlemi Erciyes Üniversitesi Gıda Mühendisliği laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Üretilen polimerik malzemeler gözenekli yapıda ve yüksek çapraz bağlanma oranına sahiptirler.



Şekil 1. Divinilbenzen-vinilpirilidon polimer esaslı adsorban malzeme

Polimerik adsorban malzemelere ait farklı özelliklere rastlanmaktadır. Bu özellikler arasında; ortalama çap, boy dağılımı, adsorban malzemenin yüzey özellikleri, polimerleşme verimleri ve kesikli sistemlerde adsorbsiyon kapasitesi yer almaktadır. Polimer örneklerinin; ortalama çapı (Dn), polidispersite indeksi (U), ortalama boyut aralığı (Dw) gibi özellikleri Tablo 1'de verilmektedir. Tablo 1'de özellikleri verilen polimerlerin farklı kodlarla numaralandırılmasının sebebi, farklı adsorpsiyon kapasitesi ve polimer çaplarına göre farklılık göstermektedir.

Tablo 1. Sentezlenen polimerlerin Polimerin Ortalama Çapı, Polidispersite İndeksi, Ortalama Boyut Aralığı

Polimer No	D_n	D_w	U
KOD 1	94,445	98,053	0,963
KOD 2	62,398	83,528	0,747
KOD 3	74,45	84,281	0,883
KOD 4	71,654	79,660	0,889
KOD 5	55,644	67,262	0,827
KOD 6	84,943	95,976	0,885
KOD 7	75,193	90,104	0,834
KOD 8	67,319	82,5697	0,815
KOD 9	52,598	30,947	0,588

**Çalışmada kullanılan polimer türleri gri renk ile gösterilmektedir.*

Ayrıca çalışma kapsamında sentezlenen adsorbanlar ve bunlara ait adsorbsiyon kapasiteleri hesaplanarak Tablo 2'de sunulmuştur. Tablo 2'de vinilpirilidon (VP), divinilbenzen (DVB) ve Toluen (TOL) değerleri ve % adsorpsiyon kapasitesi değerleri verilmektedir.

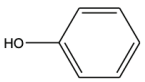
Tablo 2. Polimerin Değişen Oranlara Karşılık % Adsorpsiyon Kapasitesi

Polimer No	VP/DVB	VP/TOL	Adsorpsiyon kapasitesi (%)
KOD 1	0	0	41,4131
KOD 2	0,1	0,067	45,2539
KOD 3	0,25	0,167	47,0403
KOD 4	0,5	0,33	48,455
KOD 5	1	0,67	50,9728
KOD 6	0,5	1	44,4904
KOD 7	0,5	0,5	47,2564
KOD 8	0,5	0,33	48,455
KOD 9	0,5	0,25	50,2242

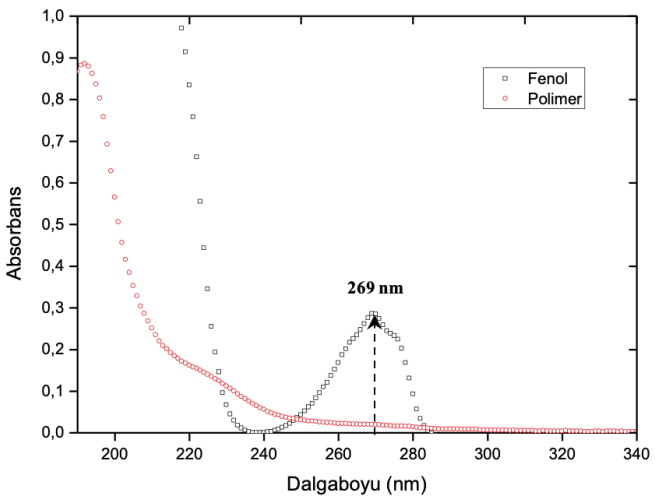
2.2. Fenol Analizi

Çalışmada fenol analizi spektrofotometrik olarak gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla hazırlanan 50 ppm fenol numunesi, Hach Lange DR 6000 marka UV-Vis spektrofotometre ile 190 – 450 nm taranmış ve maksimum absorbans veren dalga boyu 269 nm olarak tespit edilmiştir.

Tablo 3. Fenolün Kimyasal Yapısı ve Temel Fizikokimyasal Özellikleri [6].

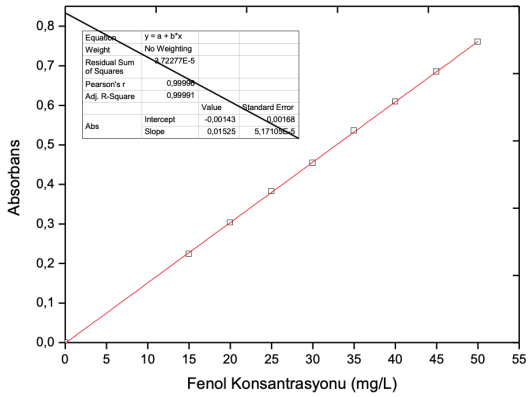
Kimyasal Yapısı	
Kimyasal Formülü	C_6H_5OH
Moleküler Ağırlığı	94,11 g/mol
λ_{max}	269 nm
Kaynama Noktası	181,7 °C
Erime Noktası	40,9 °C
pKa	9,89
Suda Çözünürlüğü (oda sıcaklığı)	9,3 gr fenol /100 ml H_2O
Kendiliğinden tutuşma sıcaklığı	715 °C
Yanma noktası	79 °C
Havada alev alma sıcaklığı (% hac.)	1,7 (düşük) -8,6 (yüksek)

Çalışma süresince fenol analizleri 269 nm'de gerçekleştirilmiştir. Ayrıca çalışmada adsorban olarak kullanılan organik polimerlerin de UV bölgede pik verebileceği düşünülerek yine aynı aralıkta polimer için 25 ppm konsantrasyonda absorbans taraması gerçekleştirilmiş ve fenol analizi ile herhangi bir girişim yaratmadığı tespit edilmiştir. UV-Vis spektrofotometre ile gerçekleştirilen absorbans tarama sonuçları Şekil 2'de verilmektedir.



Şekil 2.Fenol analizi ve organik polimer için UV bölgede gerçekleştirilen absorbans taraması sonuçları

Absorbans taraması sonucunda elde edilen maksimum dalga boyunda (λ_{max} = 269 nm) 0 – 50 ppm fenol konsantrasyon aralığında bir kalibrasyon eğrisi hazırlanmış ve adsorbsiyon çalışmaları esnasında absorbansa dayalı olarak konsantrasyon hesaplamaları yapılmıştır. Elde edilen kalibrasyon eğrisi Şekil 3'de verilmektedir.



Şekil 3.Hazırlanan fenol çözeltisi için 0-50 ppm konsantrasyon aralığında kalibrasyon eğrisi

2.3. Adsorbsiyon Çalışmaları

Deneysel çalışmalarda ilk aşamada pH 6,5 ve 9'da 25 ppm sabit fenol konsantrasyonunda ve 1-10 ppm aralığında değişen adsorbent (polimer) konsantrasyonlarında denemeler yapılmıştır. Çalışmalarda yalnızca Tablo 1'de belirtilen KOD 2-7 ve 9 polimerlerinin adsorbent olarak değerlendirmesi yapılmıştır. Yürütülen adsorbsiyon çalışmaları kesikli olarak gerçekleştirilmiş olup, numuneler 100 mL'lik erlenlerde ağızları parafilm ile kapatılarak bir çalkalayıcı inkübatör (Heidolph Unimax 1010) vasıtasıyla oda sıcaklığında 30 dakika boyunca 90 rpm sabit karıştırma işlemine tabi tutulmuştur. Çalkalama işleminden sonra numune 0,45 µm'lik PTFE filtreden süzülerek katı/sıvı ayrımı sağlanmış ve sonrasında spektrofotometrede fenol ölçümleri yapılmıştır. Numunelerde pH kontrolünü sağlamak için 1 M amonyak/hidroklorik asit (NH_3 / HCl) (pH 9'da yürütülen deneysel çalışmalar için) ve 1 M asetik asit / sodyum hidroksit (CH_3COOH / NaOH) (pH 6'da yürütülen deneysel çalışmalar için) stok tampon çözeltileri hazırlanarak kullanılmıştır. Deneysel çalışmalardan elde edilen veriler ise Langmuir ve Freundlich adsorbsiyon modellerine uygunluk açısından değerlendirilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Adsorbsiyon İzotermleri

Genellikle, adsorplanan madde miktarı, sabit sıcaklıkta derişimin bir fonksiyonu olarak saptanır. Sabit sıcaklıkta, denge halinde çözeltide kalan çözünen derişimine karşı, birim adsorplayıcı ağırlığında, adsorplanan çözünen miktarı grafiğe geçilerek adsorpsiyon izotermi adı verilen sonuç fonksiyonu elde edilir.

3.1.1. Freundlich İzotermi

Freundlich modeli heterojen yüzeyler üzerinde adsorpsiyona uygulanmaktadır. Aşağıdaki formülle ifade edilir.

$$q = x/m = K_f\, x\, C_e^{(1/n)} \qquad (1)$$

$$x = C_{ads} = C_o - C_e \qquad (2)$$

Freundlich eşitliğinin logaritmik şekli eğimi 1/n ve ekseni kestiği yer log Kf olan bir doğru denklemi şeklide ifade edilebilir.

$$\log (x/m) = \log K_f + (1/n) \log C_e \qquad (3)$$

Burada, q dengede birim adsorplayıcı ağırlığı başına adsorplanan madde miktarı (mg/g adsorplayıcı), x, adsorplanan çözünenin derişimi (mg/L), C_O başlangıçta çözünen derişimi (mg/L), C_e dengede adsorplanmadan çözeltide kalan çözünen derişimi (mg/L), K_f adsorpsiyon kapasitesi, n adsorpsiyon şiddetini ifade etmektedir. (K_f ve n sıcaklığa, adsorplayıcıya ve adsorplanan maddeye bağlı sabitlerdir) [6].

3.1.2. Langmuir İzotermi

Langmuir izotermi homojen yüzey üzerinde adsorpsiyona uygulanır ve şu varsayımlara dayanır. Adsorplayıcı yüzeyinde aynı enerjiye sahip sabit sayıda aktif bölge vardır ve adsorpsiyon enerjisi sabittir. Adsorpsiyon tek tabakalı olarak oluşur ve maksimum adsorpsiyon, adsorplayıcı yüzeyine bağlanan moleküllerin doygun bir tabaka oluşturduğu andaki adsorpsiyondur. Adsorpsiyon için en basit teorik model Langmuir modelidir [6]. Aşağıdaki eşitlikle ifade edilir.

$$q = x/m = ((a.K.C_e)/(1+K.C)) \qquad (4)$$

bu eşitlik ise;

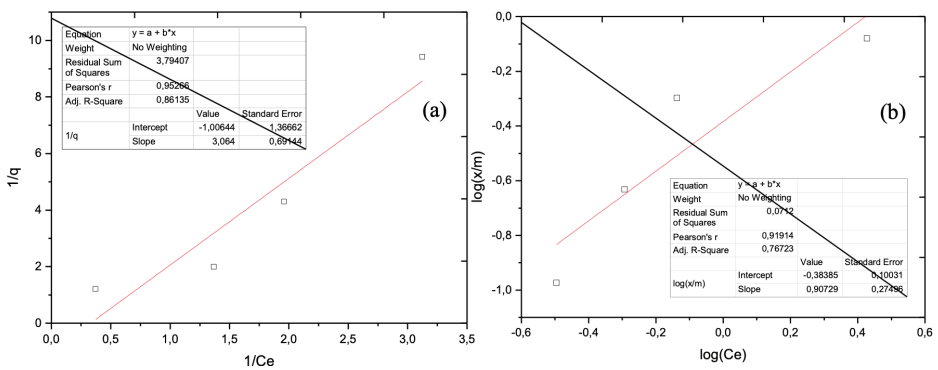
$$1/(x/m) = (1/a.K)\,(1/C_e) + (1/a) \qquad (5)$$

şeklinde linearize edilebilir.

Burada, a yüzeyde tam bir tek tabaka oluşturmak için adsorplayıcının birim ağırlığında adsorplanan madde miktarı (mg/g), K adsorpsiyon net entalpisi ile ilgili bir sabiti ifade etmektedir. Freundlich ve Langmuir modelleri matematiksel olarak seyreltik çözeltilerden adsorpsiyonu karakterize ettiklerinden, ortalama derişim aralıklarında çalışıldığında, adsorpsiyon verilerinin bu izotermlere uygunluk gösterdiği bilinmektedir [6].

3.2. Deneysel Sonuçların Adsorbsiyon İzotermleri Açısından Değerlendirilmesi

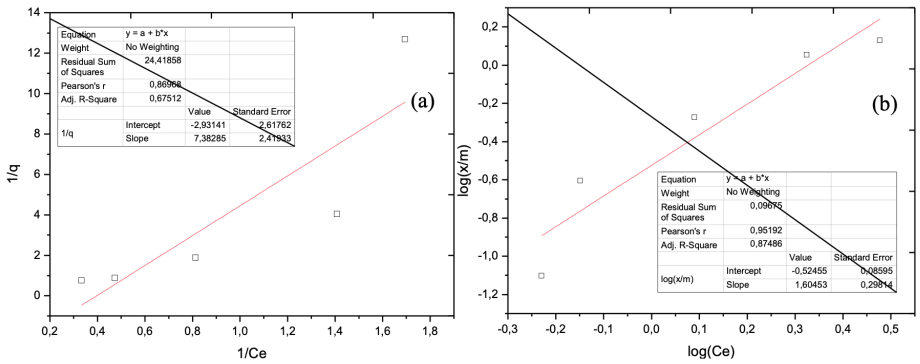
Deneysel çalışmalar, Tablo 1'de belirtilen ve ortalama çap, polidispersite indeksi ve ortalama boyut aralığı gibi özellikler bakımından çeşitlilik gösteren KOD2, KOD7 ve KOD9 polimerler için ayrı ayrı yürütülmüş ve elde edilen veriler bu kısımda Langmuir ve Freundlich izotermlerine uygunluk açısından değerlendirilmiştir. Şekil 4'de KOD2 polimeri ile yürütülen adsorbsiyon çalışmasından elde edilen verilerin Langmuir ve Freundlich izotermlerine uygunluğu verilmektedir.



Şekil 4.KOD2 polimeri ile adsorbsiyon çalışmasında fenol giderimi için (a) Langmuir (b) Freundlich izotermlerinin karşılaştırılması

Şekil 4(a-b)'de verilen R^2 (Adj. R-Square) değerleri karşılaştırıldığında 25 ppm başlangıç konsantrasyonuna sahip fenol çözeltisi için KOD2 polimerinin adsorbsiyon profili Langmuir adsorbsiyon izotermi ile daha uyumlu olduğu söylenilebilir. Çalışma verilerine göre KOD2 polimeri fenol giderimi açısından Langmuir adsorbsiyon izotermi ile R^2 = 0,86 gibi bir korelasyon göstermesine karşılık Freundlich izotermine göre ise yaklaşık olarak R^2 = 0,77 uygunluk sağlamaktadır. Grafikler içerisinde verilen kesişim ve eğim değerleri ise Langmuir ve Freundlich adsorbsiyon izotermleri açısından fenolün adsorblanabilirlik kapasitelerini ifade etmektedir. Örneğin yüksek k değerleri (Şekil 4b'de "intercept" değeri) Freundlich izotermine göre fenolün adsorbent üzerine ne derece

etkili olduğunun değerlendirmesini yapmaya olanak sağlamaktadır. Diğer taraftan yüksek n değerleri (Şekil 4b'de "slope" değeri) ise adsorbsiyonun yoğunluğunun bir göstergesidir. Elde edilen veriler diğer polimer türleri için bir karşılaştırma imkânı da sunmaktadır. KOD7 polimerine ait veriler ise Şekil 5'de verilmektedir.

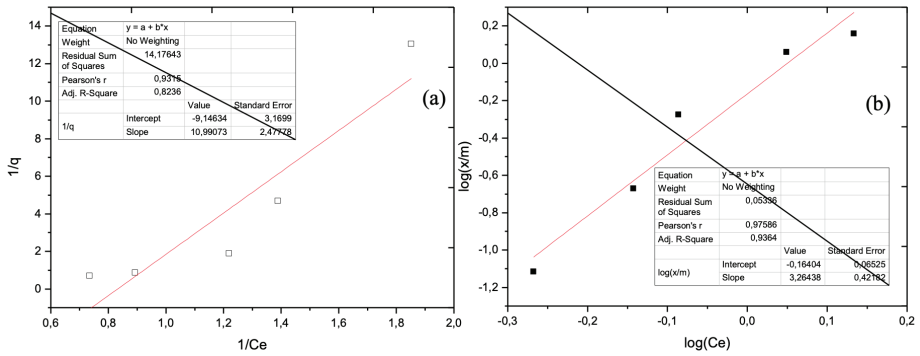


Şekil 5.KOD7 polimeri ile adsorbsiyon çalışmasında fenol giderimi için (a) Langmuir (b) Freundlich izotermlerinin karşılaştırılması

KOD7 polimeri ise R^2 değerlerine göre karşılaştırıldığında ise KOD2 polimerinin aksine yaklaşık olarak 0,88 korelasyon ile Freundlich izotermine uygunluk gösterdiği anlaşılmaktadır. Ancak k değerleri açısından değerlendirildiğinde fenolün adsorbent üzerine adsorbsiyonunda KOD2 polimerinin daha aktif (yüksek adsorbsiyon oranı) olduğu söylenilebilir. Tablo 1'de polidispersite indeksi (PI) değerlerine bakıldığında KOD2 için PI değerinin KOD7 için verilen PI değerinden daha yüksek olduğu görülebilir. PI değeri veya heterojenlik indeksi, parçacık boyut dağılım genişliğinin bir göstergesi olarak tanımlanmaktadır ve moleküler kütle dağılımının bir ölçüsüdür [7]. Çalışma sonuçlarına bakıldığında ise yüksek polidispersite indeksine sahip polimerlerin fenol adsorbsiyonunda daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir.

KOD9 polimeri ile yürütülen fenol adsorbsiyonu sonuçları ise Şekil 6'da verilmektedir. Şekil 6'ya bakıldığında ise KOD7 polimeri ile gerçekleştirilen fenol adsorbsiyonuna benzer sonuçlar göstermektedir. Yüksek R^2 değerlerine (R^2=0,94) sahip olduğu için fenol adsorbsiyonu için KOD 9 polimerinin Freundlich izotermi ile daha uyumlu sonuçlar verdiği görülebilir. Çalışmada kullanılan her iki polimer de Freundlich izoterm modeline daha uygun sonuçlar vermiştir. Bu nedenle genel olarak divinilbenzen-vinilpirilidon polimer esaslı adsorbanlar için Freundlich adsorbsiyon modelinin daha uygun olduğu söylenilebilir.

Diğer taraftan Freundlich izoterm modeline göre elde edilen k değeri için KOD7 polimerinde yapılan yoruma benzer şekilde polidispersite indeksi ile adsorbsiyon performansı arasında önemli bir ilişkinin varlığından söz etmek mümkündür.



Şekil 6.KOD9 polimeri ile adsorbsiyon çalışmasında fenol giderimi için (a) Langmuir (b) Freundlich izotermlerinin karşılaştırılması

Şekil 6 (b)'de verilen k değeri (intercept) göz önüne alınacak olursa, KOD9 polimerinin KOD2 ve KOD7 polimerlerine göre Freundlich izotermine daha uygun olduğu ve fenol adsorbsiyonunda diğer adsorbentlere (polimerlere) göre daha iyi sonuçlar sağladığı söylenilebilir.

4. Sonuçlar

Bu çalışmada divinilbenzen-vinilpirilidon polimer esaslı adsorbanlar kullanılarak sulu çözeltilerden fenolün etkili bir şekilde giderilebileceği görülmüştür. pH 6,5 ve 9'da yürütülen izoterm çalışmaları elde edilen sonuçların Freundlich adsorbsiyon izotermi modeline daha uygun olduğunu göstermiştir. Çalışma sonuçlarına göre 20 dakikalık adsorbsiyon işlemi esnasında 50 ppm başlangıç fenol konsantrasyonuna sahip numunenin fenol içeriği pH 9'da %93,5 giderim ile polimer tarafından (8 ppm) tutulmuştur. Ancak yürütülen deneysel çalışmalar esnasında edinilen tecrübe, adsorbent materyal olarak kullanılan gıda polimerinin ancak tek sefer için etkili olduğunu, adsorbsiyon çalışması sonrasında ise polimerin temel yapısal özelliklerinin değişime uğrayarak adsorbsiyon özelliğini kaybettiğini göstermektedir. Elde edilen sonuçlara göre adsorbent dozunun ve başlangıç fenol konsantrasyonunun proses performansı üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu anlaşılmaktadır. Ancak polimerin sentezlenmesi için gerekli prosedür zaman alıcıdır.

Katkı Belirtme ve Teşekkür

Bu çalışma Erciyes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi 2019000136 nolu "Polimerik Reçinelerle Atıksulardan Fenol Uzaklaştırılması" isimli Disiplinler Arası Proje (DAP) kapsamında üretilmiştir. Çalışmadaki katkılarından dolayı Erciyes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre ve Gıda Mühendisliği Bölümlerine teşekkür ederiz.

Kaynaklar

[1] N. Roostaei, F.H. Tezel, Removal of phenol from aqueous solutions by adsorption, Journal of Environmental Management, 70 (2004) 157-164.

[2] A.T. Mohd Din, B.H. Hameed, A.L. Ahmad, Batch adsorption of phenol onto physiochemical-activated coconut shell, Journal of Hazardous Materials, 161 (2009) 1522-1529.

[3] H. Deng, J. Lu, G. Li, G. Zhang, X. Wang, Adsorption of methylene blue on adsorbent materials produced from cotton stalk, Chemical Engineering Journal, 172 (2011) 326-334.

[4] G. Dursun, H. Çiçek, A.Y. Dursun, Adsorption of phenol from aqueous solution by using carbonised beet pulp, Journal of Hazardous Materials, 125 (2005) 175-182.

[5] S. Altenor, B. Carene, E. Emmanuel, J. Lambert, J.-J. Ehrhardt, S. Gaspard, Adsorption studies of methylene blue and phenol onto vetiver roots activated carbon prepared by chemical activation, Journal of Hazardous Materials, 165 (2009) 1029-1039.

[6] A.Y. Okasha, H.G. Ibrahim, Phenol removal from aqueous systems by sorption of using some local waste materials, EJEAFChe, 9 (2010) 796-807.

[7] T.M. Göppert, R.H. Müller, Polysorbate-stabilized solid lipid nanoparticles as colloidal carriers for intravenous targeting of drugs to the brain: comparison of plasma protein adsorption patterns, Journal of drug targeting, 13 (2005) 179-187.

Adsorptive removal of natural organic matter using pristine/modified multi-walled carbon nanotubes

[1]Sehnaz Sule Kaplan-Bekaroglu, [1]Meltem Kaçıkoç, [2]Amer Kanan and [1]Serife Gode

[1]Faculty of Engineering, Department of Environmental Engineering, Suleyman Demirel University, Turkey

[2]Department of Earth and Environmental Sciences, Al-Quds University, Jerusalem, Palestine.

Abstract

Natural organic matter (NOM) is a mixture of thousands of organic compounds found in water. The presence of NOM in the environment has emerged as a global and ubiquitous problem. NOM causes several problems in water treatment such as colour/odour, formation of disinfection byproducts (DBPs), and reducing the efficiency of water treatment. The objective of this study is to investigate the removal of specific NOM components using multi-walled carbon nanotubes (MWCNTs) by adsorption. Synthetic water was prepared from fulvic acids, humic acids and isolated NOM obtained commercially. Commercially available MWCNTs with diameter (dp) 10-20 nm were used in batch adsorption experiments. The acidic oxidation with HNO3/H2SO4 mixtures was used to functionalize MWCNTs. Results show that MWCNTs removed UV-absorbing fractions of fulvic acids, humic acids and NOM with UV absorbance reductions up to 80%. Functionalization with HNO3/H2SO4 mixtures changed the surface properties of carbon nanotubes particles. The functionalized-MWCNTs exhibited lower NOM uptakes than pristine MWCNTs. Based on high adsorption capacities, pristine MWCNTs may be an effective and novel adsorbent in removing NOM from waters.

Key words: *TAdsorption, Carbon nanotube, Disinfection by-products, Natural organic matter, Surface Modification*

1.Introduction

Dissolved organic matter (DOM) is an organic materials mixture including humic substances, hydrophilic acids, carboxylic acids, proteins, polysaccharides, lipids, and hydrocarbons [1, 2]. Fulvic acid (FA) and Humic acid (HA) are main components of NOM. Average 40% and 10% of dissolved organic carbon (DOC) are FA and HA respectively [3]. NOM cause several problems such as formation of disinfection by-products (DBPs), taste and color and increasing of chemical demand [4]. Water treatment utilities have been searching various strategies to remove DOM In order to comply with regulations of DBPs. For NOM removal, the adsorption process is considered as one of the best water treatment technologies that is well-known, simply and easy to of operate.

*Corresponding author: S. Sule Kaplan Bekaroglu Address: Faculty of Engineering, Department of Environmental Engineering, Suleyman Demirel University, Turkey E-mail address: sulebekaroglu@sdu.edu.tr, Phone: +902462111286

Nanotechnology is one of the novel and promising technologies in water/wastewater treatment. Carbon nanotubes (CNT), which are one of the nanotechnology products, are used as adsorbent for removal of organic and inorganic pollutants. Multi-walled nanotubes (MWCNTs) and single-walled nanotubes (SWCNTs)) are two main species of CNTs. MWCNTs are more widely used than SWCNTs in environmental applications. MWCNTs were examined as adsorbents for NOM removal in various previous studies [5-7] that reported to have good adsorption capacities for NOM removal [5]. Modified MWCNTs were also tested after thermal treatment as adsorbents for NOM removal [6,7]. Structure and nature of the carbon surface were changed after thermal treatment and higher NOM adsorption by CNTs were reported for modified MWCNTs. NOM varies widely according to composition and origin [5]. Studies showed that NOM removal by MWCNTs depends on the NOM type and the aromatic carbon content of the NOM [5]. SUVA values provide information of aromatic structures (double bonds and / or aromaticity) of NOM to evaluate different organic compounds in the different DOM type. Also, the composition and SUVA values of NOMs and NOM type are key factors to the stability of CNTs in aquatic environment [8]. Few studies have examined the effect and contribution of NOM by MWCNTs as adsorbent. The objective of this study is to investigate the removal of specific NOM components using pristine and modified MWCNTs.

2. Materials and Method

2.2. Materials

MWCNTs were purchased from Nanostructured & Amorphous Materials, Inc. The physical characteristics of the MWCNTs were: outer diameter 10–20 nm, purity >95%, length 10-30 50 µm, specific surface area >250-300 m2/g. The acidic oxidation with HNO_3/$H2SO_3$ mixtures was used to functionalize MWCNTs. One type of HA (Waskish peat reference HA (1R107H), and three types of FA (Nordic aquatic reference FA (1R105F), Waskish Peat Fulvic Acid Reference (1R107F), Suwannee River Fulvic Acid Standard II (2S101F) and two types of aquatic NOM (Suwannee river aquatic NOM (1R101N) and Nordic reservoir aquatic NOM (1R108N) were obtained from the International Humic Substances Society (IHSS). A known amount of DOM was added to distilled and deionized water (DDW) water to prepare model NOM solutions. NaOH was added as needed to adjust the solution pH to 7.

2.2. Methods

Pristine MWCNTs were modified H2SO4:HNO3=3:1 v/v at a ratio. MWCNT and acid mixture solution was mixed at 80 °C for 6h. The mixture solution was diluted with DDW and then the MWCNTs were collected with a 0.45 µm polytet

rafluoroethylene filter paper. The modified MWCNTs were washed with DDW to reach a neutral pH. After washing, modified MWCNTs dried around 80°C for 8 h.

Kinetic and isotherm tests were performed in completely mixed batch reactors (CMBRs). Kinetic tests were conducted for pristine and modified samples with constant adsorbent dose (200 mg/L) at adsorption periods of 0-10 days. According to kinetic experiments results, 7 day of mixing was selected for all adsorption experiments [9]. All adsorption experiments were conducted in CMBRs at various original/modified MWCNTS (0-250 mg/L) dosages. After dosing pristine or modified MWCNTs, CMBRs containing model NOM solutions were kept well-mixed at 150 rpm in a orbital shaker at 20±1 °C. The bottles were placed on a shaker for one week, which was proved to be sufficient to reach equilibrium by preliminary kinetic experiments. After 7 days mixing, the MWCNTs in solutions existed as large agglomerates, which were observable with naked eye. The bottles were placed on a bench for 2 h to allow MWCNTs settling. After 2 h, samples were obtained from the upper clear supernatant. 0.45 µm filter paper was used to filter water samples to separate particles. To quantify NOM removal, supernatant was analyzed for DOC and UV absorbance at 254 nm. It is well known method to quantify NOM by measuring the amount of UV light it absorbs (UV254) and dissolved organic carbon (DOC). All used chemicals were reagent grade. Stock solution preparations and dilutions were prepared with DDW. TOC analyzer with employing high-temperature combustion was used to measure DOC concentrations. To measure the UV absorbance A UV-visible spectrophotometer was used.

3. Results and Discussion

The HA and FA contained more carbon than aquatic NOM species. HA and FA had greater specific UV absorbance (SUVA) and aromatic character. SUVA is a surrogate parameter for aromatic carbon content in NOM. Important advantages of SUVA in the context of its practical applications is very simple to measure, determination in a short time, use of small volumes of samples [10,11]. SUVA values provide information of aromatic structures (double bonds and / or aromaticity) of NOM to evaluate different organic compounds in the different DOM type. The SUVA values were between 3.1–6.1 L/(mg.cm) (Table 1). SUVA values of NOM model solutions have wide range differences. This results shows that NOM model solutions have different aromaticity. Waskish Peat Fulvic Acid Reference (1R107F) has highest SUVA value and Suwannee river aquatic NOM (1R101N) has lowest SUVA value.

Table 1. The characteristics for model NOM solutions.

Model NOM solutions	DOC (mg/L)	UV_{254} Abs.	SUVA (L/mg.cm	pH
2S101F	3.97	0.168	4.2	6.94
1R101N	4.30	0.142	3.2	6.93
1R107H	3.99	0.219	5.5	6.99
1R107F	4.20	0.258	6.1	7.03
1R105F	3.92	0.201	5.1	6.95
1R108N	3.98	0.143	3.6	7.02

Figure 1 shows UV254 absorbance reduction in NOM model solutions after treating with pristine MWCNTs. Pristine MWCNTs exhibited a higher degree of UV254 absorbance uptake for Waskish Peat Fulvic Acid Reference (1R107F) than other NOM samples. It should note that Waskish Peat Fulvic Acid Reference (1R107F) has highest SUVA value. This results showed that removal of NOM increases with increasing of initial SUVA values of model solutions. An increase in MWCNTs dosages significantly enhanced NOM removals for all model waters. For 1R107F water, it was found that a dosage of 250 mg MWCNT/L was sufficient for ensuring at least an 80 % mean decrease in UV absorbance. After adsorption, SUVA values were decreased for model waters. These results prove that surface of MWCNTs adsorbed high UV-absorbing fractions of NOM. The lowest UV absorbance reduction was found for Suwannee River (1R101N), which has lowest SUVA values. The effectiveness in removing DOC from water using MWCNTS was comparable or greater than that found for activated carbons.

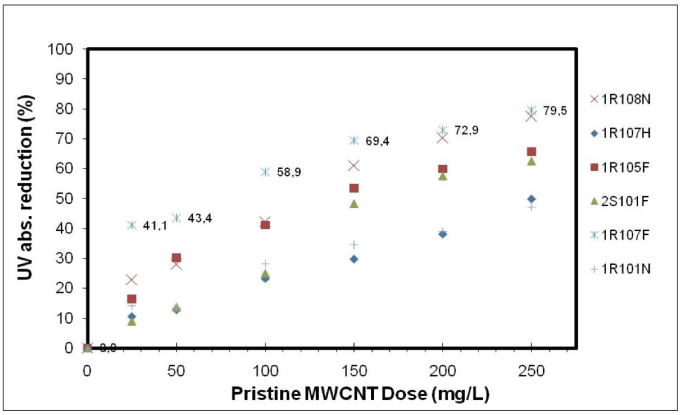


Figure 1. UV absorbance reduction in NOM model solutions by pristine MWCNTs.

Figure 2 shows DOC removals in NOM model solutions by pristine MWCNTs. DOC removals were ranged from 30% to 61% at 250 mg/L MWCNTs in model solutions. The results showed that Nordic aquatic reference FA (1R105F) had maximum removal rate. Similar to UV absorbance reduction, an increase in

MWCNTs dosages significantly enhanced DOC removals for all model solutions. Consistent with UV-absorbing fractions removal, results showed that the degree of NOM adsorption by MWCNTs changes with the type of NOM. Adsorption capacities depend on the aromatic carbon content of the NOM [7]. The π–π interaction between DOM and MWCNTs was one of proposed explanation for adsorption. DOM adsorption increases with aromaticity of NOM samples because the large number of aromatic moieties of DOM with higher SUVA values provide π electrons to interact with π electrons on the MWCNTs surface [13]. It is not easy to explain with only aromaticity due to Multiple interactions. Multiple interaction mechanisms had been proposed to describe the DOM/MWCNTs interactions because of the complexity of both DOM and MWCNTs [12].

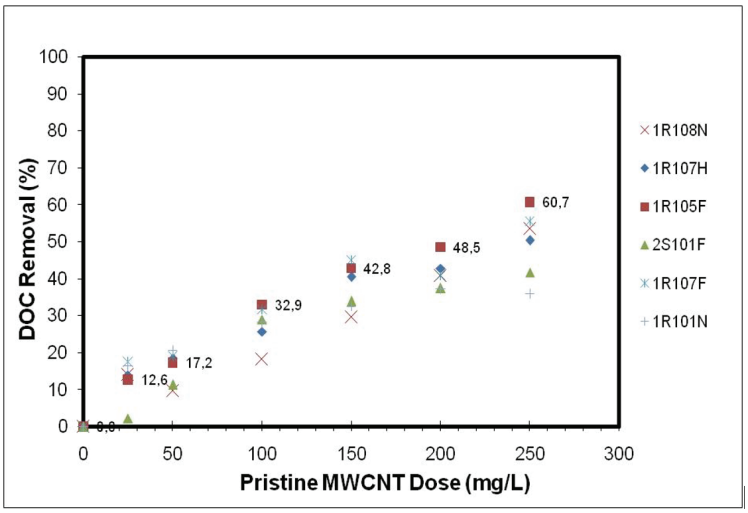


Figure 2. DOC removal in NOM model solutions by pristine MWCNTs

Figure 3 shows UV absorbance reduction in NOM samples by modified MWCNTs. For all model NOM solutions, maximum UV absorbance reduction obtained was about 20%. Results show that modified MWCNTs showed lower removal than pristine MWCNTs for all NOM samples. Even modification with HNO3/H2SO4 mixtures changed the surface properties, NOM uptakes were lower than these obtained by the pristine MWCNTs. Electrostatic interactions between DOM and MWCNTs is one of the most important adsorption mechanisms. Surface charged of MWCNTs was changed with acid modification, MWCNTs had less hydrophobic surfaces. DOM containing hydrophilic groups (COOH and OH) can not strongly adsorb on MWCNTs surfaces due to less hydrophobic effects. However, it should be noted that adsorption mechanism cannot explain without analytical techniques for characterizing the interactions.

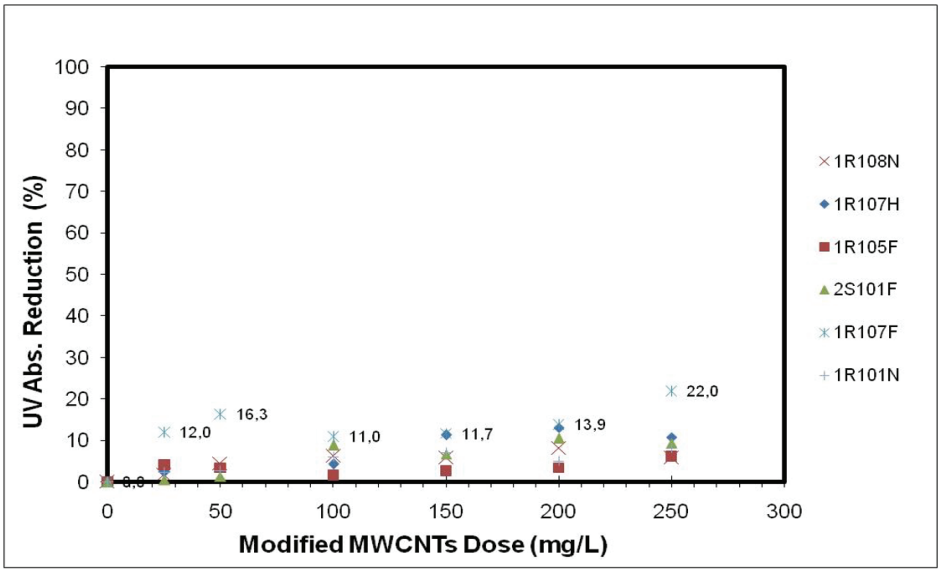


Figure 3. UV absorbance reduction in NOM model solutions by modified MWCNTs.

Conclusions

Pristine MWCNTs are strong adsorbents for NOM removal due to their strong hydrophobicity and higher surface area. Hydrophobic effect, π-π interaction, electrostatic interaction, and hydrogen bonding are main interactions for adsorption on MWCNTs. Adsorption of DOM by MWCNTs depend on properties of MWCNTs and DOM. DOM properties are depend on molecular weight, structures, functional groups. Results shows that the sorption of NOM on CNTs varied greatly depending on the type of NOM. The degree of NOM adsorption on MWCNTs depends on aromaticity of NOM type onto MWCNTs. The modified MWCNTs exhibited lower fulvic acids, humic acids and isolated NOM uptakes than pristine MWCNTs. Pristine MWCNTs removed UV-absorbing fractions of fulvic acids, humic acids and isolated NOM, with UV absorbance reductions up to 80%. Based on high adsorption capacities, the use of pristine MWCNTs may be an effective and alternative process in removing NOM that may decrease DBPs as NOM are the precursors of DBPs.

References

[1] Xu P., Chen M., Zeng G.M., Huang D.L., Lai C., Wang Z.W., Yan M., Huang Z.Z., Gong X.M., Song B., Li T., Duan A.B.,(2019) Effects of multi-walled carbon nanotubes on metal transformation and natural organic matters in riverine sediment, J. Hazard. Mater., 374 (2019), pp. 459-468, 10.1016/j.jhazmat.2019.04.037

[2] Matilainen, A., Sillanpää, M. Removal of natural organic matter from drinking water by advanced oxidation processes. Chemosphere (2010), 80, 351-365.

[3] Metsämuuronen, S., Sillanpää, M., Bhatnagar, A., Mänttäri, M. Natural organic matter removal from drinking water by membrane technology, Sep. Purif. Rev., (2014). 43, 1-61.

[4] Tözüm-Akgül, S., Kaplan-Bekaroğlu, S.S., Yiğit, N.O. Adsorpsiyon ve İyon Değişimi Prosesleriyle İçme Sularından Doğal Organik Madde Giderimi, Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, (2019), 24 (3): 549-573.

[5] Yu S.J., Liu J.F., Yin Y.G., Shen M.H. (2018) Interactions between engineered nanoparticles and dissolved organic matter: a review on mechanisms and environmental effects, J. Environ. Sci., 63 (2018), pp. 198-217.

[6] Hyung, H, Kim, J.H. Natural organic matter (NOM) adsorption to multi-walled carbon nanotubes: Effect of NOM characteristics and water quality parameters, Environmental Science and Technology (2008), 42(12): 4416–4421.

[7] Hyung, H, Fortner, J.D, Hughes, J.B, Kim, J.H. Natural organic matter stabilizes carbon nanotubes in the aqueous phase, Environmental Science and Technology, (2007), 41(1): 179– 184.

[8] Needham, E. M., Sidney, S. M., Chimka, J. R., and Fairey, J. L. Trihalomethane, dihaloacetonitrile, and total N-nitrosamine precursor adsorption by carbon nanotubes: the importance of surface oxides and pore volume. Environmental Science: Water Research and Technology, (2016), 2 (6), 1004-1013.

[9] Gode S. (2015) ‘’Adsorpsiyon ve Membran Prosesleri ile Su ve Atıksu Arıtımında Organik Madde Giderimi’’ SDÜ, Msc Thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü (in Turkish)

[10] Kitis, M., Karanfil, T., Kilduff, J.E., Wigton, A. The reactivity of natural organic matter to disinfection by-products formation and its relation to specific ultraviolet absorbance, Water Sci. Technol. (2001), 43, 9-16.

[11] Kitis, M., Karanfil, T., Wigton, A., Kilduff, J.E. Probing reactivity of dissolved organic matter for disinfection by-product formation using XAD-8 resin adsorption and ultrafiltration fractionation, Water Res. (2002) , 36, 3834-3848.

[12] Li, T.T., Lin, D.H., Li, L., Wang, Z.Y., Wu, F.C., 2014. The kinetic and thermodynamic sorption and stabilization ofmultiwalled carbon nanotubes in natural organic matter surrogate solutions: the effect of surrogatemolecular weight. Environ. Pollut. 186, 43–49.

[13] Yang, K., Xing, B., 2010. Adsorption of organic compounds by carbon nanomaterials in aqueous phase: Polanyi theory and its application. Chem. Rev. 110 (10), 5989–6008.

Polimerik Membranların Üretimi ve Nanokompozit Membranların Mori-Tanaka Yöntemi ile Mekanik Özelliklerinin Belirlenerek Modellenmesi

[1]Seren Acarer, [2]İnci Pir, [*3]Mertol Tüfekci, [1]Güler Türkoğlu Demirkol ve [1]Neşe Tüfekci

[1]Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Avcılar Kampüsü, 34320, İstanbul, Türkiye
[2]İstanbul Teknik Üniversitesi, Makina Fakültesi, 34437 Gümüşsuyu İstanbul-Türkiye
[*3]Makina Mühendisliği Bölümü, Imperial College London, Exhibition Road, Londra SW7 2AZ, Birleşik Krallık

Özet

Bu çalışmada, polietersülfon (PES) ve poliviniliden florür (PVDF) polimerleri kullanılarak faz inversiyon yöntemiyle mikrofiltrasyon membranları üretilmiştir. Üretilen membranların karakterizasyonu yapılmıştır. Karakterizasyonu tamamlanan membranların farklı basınçlarda saf su geçirgenlik deneyleri yapılmış ve her bir membranın geçirgenlik değeri tespit edilmiştir. Bu çalışma kapsamında üretilen membranların kullanım süresi tahmini ve güvenilirliği açısından büyük öneme sahip olan mekanik dayanım da incelenmiştir. Saf membranlara uygulanan çekme testinden elde edilen sonuçlar kullanılarak Mori-Tanaka homojenleştirme yöntemi ile halloysit nanotüp (HNT) ve nano silisyum dioksit (nano SiO2) katkılı nanokompozit membranlara herhangi bir mekanik test uygulanmadan nanokompozit membranların elastisite modülleri yaklaşık olarak belirlenmiştir. Geometrik şeklin ve en/boy oranının membranın mekanik davranışı üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla destek tabakasız saf ve nanomalzeme katkılı PES ve PVDF membranların sonlu eleman yöntemi kullanılarak sayısal analizi yapılmıştır. Membranların modellenmesinde farklı geometrik şekiller oluşturulmuştur. Modellenen membranlar eşdeğer gerilme (von Mises), yer değiştirme ve eşdeğer birim şekil değiştirme olmak üzere üç farklı kriter açısından karşılaştırılmıştır. Saf ve nanokompozit membranlar arasından en fazla rijitliğe ve mekanik dayanıma sahip membran tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: *Membran üretimi, Nanokompozit, Mori-Tanaka, Sonlu eleman*

Abstract

In this study, microfiltration membranes were produced by phase inversion method using polyethersulfone (PES) and polyvinylidene fluoride (PVDF) polymers. The membranes produced have been characterized. The pure water permeability experiments of the membranes at different pressures were performed and the permeability value of each membrane was determined. Within the scope of this study, the mechanical strength, which is of great importance in terms of life prediction and reliability of the membranes produced, was also examined. Using the results obtained from the tensile test applied to pure membranes, the elasticity modules of the nanocomposite membranes were determined approximately by the Mori-Tanaka homogenization method, without any mechanical test applied to halloysite nanotube (HNT) and nano-silicon dioxide (nano SiO2) doped nanocomposite membranes. In order to determine the effect

of geometric shape and aspect ratio on the mechanical behavior of the membrane, numerical analysis of pure and nanomaterial doped PES and PVDF membranes was performed using finite element method. Different geometric shapes were created in the modeling of membranes. Modeled membranes were compared in terms of three different criteria: equivalent stress (von Mises), displacement and equivalent strain. Among the pure and nanocomposite membranes, the membrane with the greatest stiffness and mechanical strength has been determined.

Keywords: *Membrane production, Nanocomposite, Mori-Tanaka, Finite element*

1. Giriş

Su arıtımında kullanılan polimerik membranlar, inorganik membranlarla kıyaslandığında termal ve kimyasal stabilitelerinin az olmasının yanı sıra mekanik olarak da daha zayıftırlar. Yeni nesil membranlar için, yüksek seçicilik ve yüksek geçirgenlik yeterli mekanik stabiliteyle birleştirilmelidir [1]. Mekanik olarak bozunmuş membranda; akıda, geçirgenlikte, basınçta, parçacık reddinde değişim meydana gelmesi nedeniyle süzüntü suyunun kalitesinde azalma görülebilmektedir [2,3]. Mekanik dayanım, polimerik membranların performansı ile doğrudan ilgili olduğundan membranların çalışma koşullarına benzer koşullarda mekanik özelliklerinin incelenmesi önem taşımaktadır. Ayrıca, polimerik membranların deformasyon mekanizmalarıyla beraber mekanik davranışlarının belirlenmesi membranın yapı tasarımında önemli olmasının yanı sıra membranın güvenilirliği ve ömür tahmini için de büyük önem taşımaktadır [4,5,6]. Bu çalışmada, faz inversiyon yöntemi ile polietersülfon (PES) ve poliviniliden florür (PVDF) polimerleri kullanılarak her bir polimerden iki farklı kalınlıkta (130 ve 150 µm) PES ve PVDF membranları üretilmiştir. Membranların karakterizasyonu yapılmış ve herbir membranın geçirgenlik değeri tespit edilmiştir. HNT ve nano SiO2 katkılı nanokompozit membranların elastisite modülleri (Young modülü), Digimat yazılımında saf membranların çekme testinden elde edilen elastisite modüllerinin, polimerlere ait yoğunluk değerlerinin ve nanomalzemelere ait ortalama por çaplarının kullanılarak Mori-Tanaka yöntemine dayanan hesaplamaların yapılması ile yaklaşık olarak belirlenmiştir. Saf ve ağırlıkça %1 HNT ve nano SiO2 içeren PES ve PVDF membranların sonlu eleman yöntemi ile sayısal analizi yapılarak membranlar modellenmiştir. Modellenen membranlarda geometrik şeklin ve en/boy oranının membran mekanik davranışı üzerindeki etkisi; eşdeğer gerilme (von Mises), yer değiştirme ve eşdeğer birim şekil değiştirme olmak üzere üç farklı kriter açısından karşılaştırılarak belirlenmiştir. Bu çalışmada, en fazla yüke dayanabilen membranın belirlenmesi hedeflenmiştir.

2. Materyal ve Metot

2.1 PES ve PVDF membran üretimi

Bu çalışmada, saf polimerik membranların üretimi faz inversiyon yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Polimerik membran üretimi için polietersülfon

PES) ve polivinilidenflorür (PVDF) polimerleri kullanılmıştır. Saf membranların üretimi; 16 gram PES ve PVDF polimeri, 8 gram polivinilpirolidon (PVP) ve 76 gram N-Metil-2-piroliden (NMP) solventi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen PES ve PVDF polimer çözeltilerinin dökümü, düz plaka (flat sheet) membran döküm cihazı kullanılarak 130 ve 150 µm kalınlıkta destek tabakalı ve 130 µm kalınlıkta destek tabakasız olacak şekilde gerçekleştirilmiş.

2.2 Membran karakterizasyonu

Membranların karakterizasyonu için; viskozite, temas açısı, su tutma kapasitesi, zeta potansiyeli (yüzey yükü) ölçümleri ile por boyutu, dinamik mekanik analiz (DMA), taramalı elektron mikroskobu (SEM), Fourier transform infrared spektroskopisi (FT-IR) analizleri gerçekleştirilmiştir.

2.3 Membran saf su geçirgenlik testi

Permeabilite testi, Sterlitech HP4750 marka dead end filtrasyon sistemi ile gerçekleştirilmiştir. Membranlara 5 bar basınçta 30 dakika boyunca sıkıştırma işlemi uygulanmıştır. Ardından, 1 1,5 ve 2 bar basınçta saf su filtrasyonu gerçekleştirilmiştir.

2.4 Nanokompozit membranların elastisite modülünün Mori-Tanaka homojenleştirme yöntemi ile hesaplanması

Malzeme özelliklerinin daha kolay belirlenebilmesi, hesapların daha kolay yapılabilmesi ve analizlerin yapılmasının daha kolaylaştırılması amacıyla malzemelerde homojenlik kabulleri yapılmaktadır. Bu kabullerin ışığında literatürde çeşitli homojenleştirme yöntemleri bulunmaktadır. Bu yöntemlerin bazıları Mori Tanaka yöntemi, "self-consistent" ve "differential scheme" olarak verilebilir. Hesaplarımızda Mori Tanaka homojenleştirme yöntemi tercih edilmiş ve yapılan homojenleştirme işlemi ticari bir yazılım (MSC Digimat) kullanılarak yapılmıştır. HNT ve nano SiO2 katkılı nanokompozit membranların elastisite modüllerinin belirlenmesi için Mori-Tanaka homojenleştirme yöntemi kullanılmıştır. Hesaplamalarda, PES 130 ve PVDF 130 mebranları için sırasıyla 8,703 MPa ve 10,501 MPa olarak elde edilen elastisite modülü değerleri kullanılmıştır. HNT takviye malzemesi için; boy/çap oranı 30 olarak, ortalama por çapı ise 50 nm olarak seçilmiştir. HNT için elastisite modülü ve yoğunluk değeri ise sırasıyla 140 GPa ve 2365 kg/m3 olarak tanımlanmıştır. Nano SiO2 takviye malzemesi için elastisite modülü ve yoğunluk ise sırasıyla 70 GPa ve 1200 kg/m3 olarak tanımlanmıştır. Nanokompozit membranlar; 16 gram PES/PVDF polimer, 8 gram PVP, 75 gram solvent ve 1 gram nanomalzemeden oluşmaktadır. 100 gramlık çözeltinin

1 gramını nanomalzeme oluşturduğu için hesaplamalarda HNT ve nano SiO2 katkı malzemelerinin oranı ağırlıkça %1 olarak seçilmiştir. Çalışmada, nano SiO2 ve HNT içeren nanokompozit PES ve PVDF membranlara uygulanan Mori-Tanaka homojenleştirme işlemi; polimerden oluşan membran matrisinin ve katkı malzemesi olarak kullanılan HNT ve nano SiO2 nanomalzemelerinin lineer elastik davranış gösterdiği, homojen ve izotropik yapıda olduğu kabulü ile yapılmıştır.

2.5 Membranların sonlu eleman yöntemiyle modellenmesi

Modellemenin yapılabilmesi için ilk olarak, 130 µm kalınlığında üretilen destek tabakasız saf PES ve PVDF membranların karakterizasyon bölümünde yapılan mekanik test sonucunda elde edilen gerilme-birim şekil değiştirme grafiklerinden elastisite modülü ve kopma dayanımları hesaplanmıştır.Membranlar doğrusal olmayan (non-lineer) statik analiz yapılarak sonlu eleman modelleriyle incelenmiştir. Çalışmada, membran malzemeleri elastoplastik ve izotropik bir malzeme olarak ele alınmıştır. Sayısal analizde; aynı yüzey alanı, aynı yük ve sınır koşulları altında geometrik şeklin mekanik davranış üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla saf ve nanomalzeme katkılı PES ve PVDF membranları için çeşitli geometrik şekiller oluşturularak incelenmiştir.

3. Bulgular

3.1 Membran karakterizasyonu sonuçları

PES ve PVDF içeren polimer çözeltilerinin oda sıcaklığındaki viskoziteleri sırasıyla 9,55 Pa.s ve 12 Pa.s bulunmuştur. Temas açısı ölçüm sonuçlarından, PVP katkılı PVDF membranların temas açısı değerlerinin PVP katkılı PES membranlara kıyasla daha yüksek olduğunun tespitinin yanı sıra üretilen tüm membranların temas açısının 90°'den düşük olduğu da, başka bir ifade ile tüm membranların hidrofilik olduğu, tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalarda, PVP katkısız PVDF membranların temas açısı değeri 90°'den yüksek bulunurken [7,8,9] PVP katkılı PVDF membranların temas açısı bu çalışmada elde edilen sonuçlara benzer şekilde 90°'den düşük bulunmuştur [10]. PVP katkılı PES membranların temas açısı değerleri de literatürdeki çalışmalar ile uyum göstermektedir [11,12,13]. Üretilen membranlar karşılaştırıldığında içeriğinde en fazla su ihtiva eden membranın %65,57 ile PVDF 150; en az su ihtiva eden membranın ise %45,93 ile PES 130 olduğu tespit edilmiştir. PVDF 130 membranı PES 130 membranı ile karşılaştırıldığında, PVDF membranın PES membrana göre yüzey yükünün pH'ın yaklaşık 8 olduğu duruma kadar daha negatif olduğu, bu pH değerinden sonra ise daha pozitif olduğu tespit edilmiştir. Por boyutu analiz sonuçlarından, ve SEM yüzey görüntülerinden üretilen tüm membranların mikrofiltrasyon

seviyesinde olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, SEM yüzey görüntülerinden PES membranlara göre PVDF membranlarda daha fazla por oluşumunun gerçekleştiği ve daha büyük boyutta porların oluştuğu görülmüştür. FT-IR analizlerinden, PES membranlarda 1409 cm-1 ve 1340 cm-1'de görülen piklerin S=O gerilme titreşimlerine, PVDF membranlarda ise 1018 cm-1'de (1000-1400 cm-1) görülen piklerin C-F gerilme titreşimine karşılık geldiği tespit edilmiştir [9,14]. Spektrumlarda 1713 cm-1'de görülen pik ise, PVP'den kaynaklanan karbonil grubunun C=O gerilme titreşimi nedeniyle meydana gelmiştir [13,15]. DMA ile elastisite modülü PES membran için 8,703 MPa olarak PVDF membran için 10,501 MPa olarak belirlenmiştir. Kopma dayanımı, PVDF membranı için 1,214 N/mm2 PES membranı için 0,254 N/mm2 olarak bulunmuştur. Polimerik membranlara uygulanan mekanik testlerden elde edilen sonuçların; membran üretiminde kullanılan polimer ve PVP miktarından, polimerin moleküler ağırlığından, membranın gözenekliliği gibi faktörlerden önemli ölçüde etkilenmesi nedeniyle literatürde yapılan çalışmalarda polimerik membranlara uygulanan mekanik testlerde birbirinden oldukça farklı sonuçların elde edildiği görülmüştür [16,17].

3.2 Saf su geçirgenlik testi sonuçları

En yüksek akı değeri 2 bar basınç altında 507,89 L/m2.sa olarak PVDF 150 membranında elde edilmiştir. PVDF membranlarından elde edilen akılar, PES membranlardan elde edilen akılara göre en az 2 kat daha fazladır. En yüksek geçirgenlik değeri 270,38 L/m2.sa.bar ile PVDF 150 membranında elde edilmiştir. PVDF membranların PES membranlara göre geçirgenliklerinin yaklaşık 2,5 kat daha fazla olduğu görülmüştür.

3.3 Nanokompozit membranların Mori-Tanaka yöntemi ile hesaplanan elastisite modülü sonuçları

Mori-Tanaka yöntemi ve kullanılan ticari yazılım ile yeni malzemeye ait gerilme-birim şekil değiştirme grafiği ve grafikteki değerler çıktı olarak elde edilmektedir. Elde edilen bilgilerin ışığında malzemeye ait elastisite modülü değerleri elde edilmiş ve Tablo 3.1'de verilmiştir. Ağırlıkça %1'er HNT ve nano SiO2 katkılı membranların elastisite modülleri büyükten küçüğe doğru sıralandığında PVDF/HNT, PVDF/SiO_2, PES/HNT ve PES/SiO_2 olacak şekilde bir sıralama elde edilmiştir ve elastisite modülleri sırasıyla 12,3 MPa, 10,8 MPa, 9,84 MPa ve 8,91 MPa olarak bulunmuştur. Literatürde başka bazı polimerik nanokompozitler üzerinde yapılan deneysel çalışmalar sonucunda HNT [18] ve nano SiO2 [19] nanotakviyelerin epoksi malzemeye göre daha rijit olduklarından kompozit malzemenin elastisite modülü değerini arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 3.1 Farklı nanokompozit membranlara ait elastisite modülü değerleri

Membran	Elastisite modülü (N/m^2)
PVDF/HNT	$1{,}23 \times 10^7$
PVDF/SiO_2	$1{,}08 \times 10^7$
PES/HNT	$9{,}84 \times 10^7$
PES/SiO_2	$8{,}91 \times 10^7$

3.4 Saf ve nanokompozit membranların sonlu eleman yöntemi ile sayısal analizinin sonuçları

Farklı geometrilerdeki saf PES ve saf PVDF membranların sayısal analiz sonuçları sırasıyla Tablo 3.2'de ve 3.3'te verilmiştir. PES ve PVDF membranları için von Mises eşdeğer gerilme sonuçları karşılaştırıldığında mekanik performans açısından en elverişsiz geometrik şeklin eşdeğer gerilmesi, eşdeğer birim şekil değiştirmesi ve yer değiştirmesi en yüksek olan dairesel membran; kullanıma en uygun geometrik şeklin ise tüm kriterlerin en düşük olduğu en/boy oranı 2 olan elips membran olduğu tespit edilmiştir. En/boy oranı 2 olan saf polimerik elips membranların diğer membran şekillerine göre daha fazla basınca dayanabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 3.2 Farklı geometrilerdeki saf PES membranın sayısal analiz sonuçları.

PES	Eşdeğer gerilme (N/m^2)	Yer değiştirme (mm)	Eşdeğer birim şekil değiştirme (%)
Altıgen	$1{,}597 \times 10^5$	5,283	$1{,}651 \times 10^{-2}$
Dairesel	$1{,}628 \times 10^5$	5,381	$1{,}684 \times 10^{-2}$
Kare	$1{,}513 \times 10^5$	5,027	$1{,}565 \times 10^{-2}$
Elips a/b=2	$1{,}334 \times 10^5$	4,210	$1{,}379 \times 10^{-2}$

Tablo 3.3 Farklı geometrilerdeki saf PVDF membranın sayısal analiz sonuçları

PVDF	Eşdeğer gerilme (N/m^2)	Yer değiştirme (mm)	Eşdeğer birim şekil değiştirme (%)
Altıgen	$1{,}676 \times 10^5$	4,935	$1{,}436 \times 10^{-2}$
Dairesel	$1{,}709 \times 10^5$	5,027	$1{,}465 \times 10^{-2}$
Kare	$1{,}588 \times 10^5$	4,693	$1{,}361 \times 10^{-2}$
Elips a/b=2	$1{,}393 \times 10^5$	3,922	$1{,}193 \times 10^{-2}$

Farklı geometrilerdeki nanokompozit membranların sayısal analiz sonuçları Tablo 3.4-Tablo 3.7'de verilmiştir.

Tablo 3.4 Farklı geometrilerdeki PES/HNT membranların sayısal analiz sonuçları.

PES/HNT	Eşdeğer gerilme (N/m^2)	Yer değiştirme (mm)	Eşdeğer birim şekil değiştirme (%)
Altıgen	$2{,}687 \times 10^4$	$3{,}942 \times 10^{-5}$	$2{,}919 \times 10^{-9}$
Dairesel	$2{,}055 \times 10^4$	$4{,}219 \times 10^{-5}$	$2{,}063 \times 10^{-9}$
Kare	$3{,}550 \times 10^4$	$3{,}373 \times 10^{-5}$	$3{,}129 \times 10^{-9}$
Elips a/b=2	$1{,}939 \times 10^4$	$2{,}290 \times 10^{-5}$	$1{,}754 \times 10^{-9}$

Tablo 3.5 Farklı geometrilerdeki PVDF/HNT membranların sayısal analiz sonuçları.

PVDF/HNT	Eşdeğer gerilme (N/m^2)	Yer değiştirme (mm)	Eşdeğer birim şekil değiştirme (%)
Altıgen	$2{,}687 \times 10^{4}$	$3{,}154 \times 10^{-5}$	$2{,}335 \times 10^{-9}$
Dairesel	$2{,}055 \times 10^{4}$	$3{,}375 \times 10^{-5}$	$1{,}651 \times 10^{-9}$
Kare	$3{,}550 \times 10^{4}$	$2{,}699 \times 10^{-5}$	$2{,}503 \times 10^{-9}$
Elips a/b=2	$1{,}939 \times 10^{4}$	$1{,}832 \times 10^{-5}$	$1{,}403 \times 10^{-9}$

Tablo 3.6 Farklı geometrilerdeki PES/SiO_2 membranların sayısal analiz sonuçları.

PES/SiO_2	Eşdeğer gerilme (N/m^2)	Yer değiştirme (mm)	Eşdeğer birim şekil değiştirme (%)
Altıgen	$2{,}687 \times 10^{4}$	$4{,}351 \times 10^{-5}$	$3{,}222 \times 10^{-9}$
Dairesel	$2{,}055 \times 10^{4}$	$4{,}657 \times 10^{-5}$	$2{,}277 \times 10^{-9}$
Kare	$3{,}550 \times 10^{4}$	$3{,}723 \times 10^{-5}$	$3{,}453 \times 10^{-9}$
Elips a/b=2	$1{,}939 \times 10^{4}$	$2{,}528 \times 10^{-5}$	$1{,}936 \times 10^{-9}$

Tablo 3.7 Farklı geometrilerdeki PVDF/SiO_2 membranların sayısal analiz sonuçları.

PVDF/SiO_2	Eşdeğer gerilme (N/m^2)	Yer değiştirme (mm)	Eşdeğer birim şekil değiştirme (%)
Altıgen	$2{,}687 \times 10^{4}$	$3{,}592 \times 10^{-5}$	$2{,}659 \times 10^{-9}$
Dairesel	$2{,}055 \times 10^{4}$	$3{,}844 \times 10^{-5}$	$1{,}880 \times 10^{-9}$
Kare	$3{,}550 \times 10^{4}$	$3{,}073 \times 10^{-5}$	$2{,}851 \times 10^{-9}$
Elips a/b=2	$1{,}939 \times 10^{4}$	$2{,}086 \times 10^{-5}$	$1{,}598 \times 10^{-9}$

üm nanokompozit membranlarda eşdeğer gerilme değerleri, aynı geometrik şekiller için eşit bulunurken yer değiştirme ve eşdeğer birim şekil değiştirme değerleri farklılık göstermektedir. Nanokompozit membranlarda eşdeğer gerilme değerinin en yüksek olduğu membran kare, en düşük olduğu membran en/boy oranı 2 olan elips olarak bulunmuştur. Nanokompozit membranlardaki tüm şekillerde en fazla yer değiştirme değeri PES/SiO2 membranda bulunurken en az yer değiştirme değeri ise PVDF/HNT membranında bulunmuştur. Eşdeğer birim şekil değiştirme değerinin en az olduğu membran en/boy oranı 2 olan elips PVDF/HNT olarak tespit edilmiştir. Elde edilen bu sonuçlar literatürdeki benzer çalışmalarla uyumludur [20, 21].

4. Sonuç

Saf membranlar ile nano SiO2 ve HNT katkılı nanokompozit membranların sonlu eleman yöntemi ile sayısal analizi yapılarak daha fazla yüke dayanabilen, mekanik performans açısından kullanıma uygun geometrik şekile ve en/boy oranına sahip membranlar genel olarak değerlendirildiğinde, incelenen membranlar arasında en rijit olan ve en fazla yüke dayanabilen membranın %1 HNT içeren en/boy oranı 2 olan elips PVDF membran olduğu sonucuna varılmıştır. Bu çalışma; içme ve atık suların arıtımında kullanılan membranlarda şekil faktörünün

membranların mekanik davranışını etkilediğini ve şeklin membran için sadece bir sınır anlamına gelmediğini ortaya koymuştur.

Teşekkür

Bu çalışma İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje numarası: FYL-2020-34069

Kaynaklar

[1] Mahmoud KA, Mansoor B, Mansour A, Khraisheh M. Functional graphene nanosheets: The next generation membranes for water desalination. Desalination. 2015;356:208-225. doi:10.1016/j.desal.2014.10.022

[2] He Y, Sharma J, Bogati R, Liao BQ, Goodwin C, Marshall K. Impacts of Aging and Chemical Cleaning on the Properties and Performance of Ultrafiltration Membranes in Potable Water Treatment. Sep Sci Technol. 2014;49(9):1317-1325. doi:10.1080/01496395.2014.882359

[3] Gryta M. Desalination of industrial efşuents using integrated membrane processes. Intech Open Access Publisher, 2012.

[4] Childress AE, Le-Clech P, Daugherty JL, Chen C, Leslie GL. Mechanical analysis of hollow fiber membrane integrity in water reuse applications. Desalination. 2005;180(1-3):5-14. doi:10.1016/j.desal.2004.12.026

[5] Chesters SP, Pena N, Gallego S, Fazel M, Armstrong MW, del Vigo F. Results from 99 seawater RO membrane autopsies. IDA J Desalin Water Reuse. 2013;5(1):40-47. doi:10.1179/2051645213y.0000000006

[6] Warsinger DM, Swaminathan J, Guillen-Burrieza E, Arafat HA, Lienhard V JH. Scaling and fouling in membrane distillation for desalination applications: A review. Desalination. 2015;356:294-313. doi:10.1016/j.desal.2014.06.031

[7] Beygmohammdi F, Nourizadeh Kazerouni H, Jafarzadeh Y, Hazrati H, Yegani R. Preparation and characterization of PVDF/PVP-GO membranes to be used in MBR system. Chem Eng Res Des. 2020;154:232-240. doi:10.1016/j.cherd.2019.12.016

[8] Zuo JH, Wei C, Cheng P, Yan X, Chen Y, Lang WZ. Breakthrough the upperbond of permeability vs. tensile strength of TIPS-prepared PVDF membranes. J Memb Sci. 2020;604(January):118089. doi:10.1016/j.memsci.2020.118089

[9] Nikooe N, Saljoughi E. Preparation and characterization of novel PVDF nanofiltration membranes with hydrophilic property for filtration of dye aqueous solution. Appl Surf Sci. 2017;413:41-49. doi:10.1016/j.apsusc.2017.04.029

[10] Ayyaru S, Pandiyan R, Ahn YH. Fabrication and characterization of anti-fouling and non-toxic polyvinylidene fluoride -Sulphonated carbon nanotube ultrafiltration membranes for membrane bioreactors applications. Chem Eng Res Des. 2019;142:176-188. doi:10.1016/j.cherd.2018.12.008

[11] Wang L, Song X, Wang T, Wang S, Wang Z, Gao C. Fabrication and characterization of polyethersulfone/carbon nanotubes (PES/CNTs) based mixed matrix membranes (MMMs) for nanofiltration application. Appl Surf Sci. 2015;330(2015):118-125. doi:10.1016/j.apsusc.2014.12.183

[12] Ghaemi N, Daraei P, Akhlaghi FS. Polyethersulfone nanofiltration membrane embedded by chitosan nanoparticles: Fabrication, characterization and performance in nitrate removal from water. Carbohydr Polym. 2018;191:142-151. doi:10.1016/j.carbpol.2018.03.024

[13] Ahmad AL, Pang WY, Mohd Shafie ZMH, Zaulkiflee ND. PES/PVP/TiO2 mixed matrix hollow fiber membrane with antifouling properties for humic acid removal. J Water Process Eng. 2019;31(January). doi:10.1016/j.jwpe.2019.100827

[14] Xu C, Huang W, Lu X, Yan D, Chen S, Huang H. Preparation of PVDF porous membranes by using PVDF-g-PVP powder as an additive and their antifouling property. Radiat Phys Chem. 2012;81(11):1763-1769. doi:10.1016/j.radphyschem.2012.07.001

[15] Vatsha B, Ngila JC, Moutloali RM. Preparation of antifouling polyvinylpyrrolidone (PVP 40K) modified polyethersulfone (PES) ultrafiltration (UF) membrane for water purification. Phys Chem Earth. 2014;67-69:125-131. doi:10.1016/j.pce.2013.09.021

[16] Elele E, Shen Y, Tang J, et al. Mechanical properties of polymeric microfiltration membranes. J Memb Sci. 2019;591:117351. doi:10.1016/j.memsci.2019.117351

[17] Wang K, Abdala AA, Hilal N, Khraisheh MK. Mechanical Characterization of Membranes. Elsevier B.V.; 2017. doi:10.1016/B978-0-444-63776-5.00013-9

[18] Ravichandran G, Rathnakar G, Santhosh N, Chennakeshava R, Hashmi MA. Enhancement of mechanical properties of epoxy/halloysite nanotube (HNT) nanocomposites. SN Appl Sci. 2019;1(4):2-9. doi:10.1007/s42452-019-0323-9

[19] Tsang WL, Taylor AC. Fracture and toughening mechanisms of silica- and core–shell rubber-toughened epoxy at ambient and low temperature. J Mater Sci. 2019;54(22):13938-13958. doi:10.1007/s10853-019-03893-y

[20] Tüfekci M, Durak SG, Pir İ, Acar TO, Demirkol GT, Tüfekci N. Manufacturing, characterisation and mechanical analysis of polyacrylonitrile membranes. Polymers (Basel). 2020;12(10):1-21. doi:10.3390/polym12102378

[21] Tufekci M, Gunes-Durak S, Ormanci-Acar T, Tufekci N. Effects of geometry and PVP addition on mechanical behavior of PEI membranes for use in wastewater treatment. J Appl Polym Sci. 2018;47073:47073. doi:10.1002/app.47073

Üretilen Polimerik Düz Plaka Membranlarda PVP Konsantrasyonunun Etkisi

*[1]Öykü Mutlu Salmanlı ve [2]Neşe Tüfekci
[1]İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 34469, Maslak, İstanbul, Türkiye
[2]İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 34320, Avcılar, Istanbul, Türkiye

Özet

Bu çalışmada, su arıtımı amacıyla kullanılmak üzere faz inversiyon yöntemi ile polimerik düz plaka membran üretimi gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda polyethersülfon (PES) ve polisülfon (PSf) olmak üzere iki farklı polimer türü seçilmiştir. Membranlarda gözenek oluşumunu desteklemek amacı ile polyvinylpyrollidone (PVP) katkısı kullanılmıştır. PVP katkısı %2, %4 ve %8 olmak üzere 3 farklı oranda kullanılmış ve bu oranların üretilen membranların özellikleri ve performansı üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Üretilen düz plaka membranlarda saf su permeabilitesi, porozite, temas açısı, Fourier dönüşümü kızılötesi spektroskopisi (FT-IR) ve taramalı elektron mikroskobu (SEM) analizleri yapılmıştır. Sonuçlar PVP ilavesinin permeabilite ve poroziteyi artırdığını göstermiştir. Örneğin PES membranlarında %2 PVP oranındaki membran 102 (L/m2.sa.bar) permeabiliteye sahip iken PVP oranı %8 e yükseldiğinde permeabilite değeri de 150 (L/m2.sa.bar) ye yükselmiştir. Temas açısı değerleri ise artan PVP oranlarında azalma eğilimindedir. PVP katkısı membran morfolojisi üzerinde de değişikliklere sebep olmuş membranlarda bulunan parmaksı yapıdaki porlarda genişlemeler görülmüştür.

Anahtar kelimeler: *Membran üretimi, PSf, PES, PVP*

Abstract

In this study, polymeric flat sheet membranes were produced by phase inversion method for water treatment. In this scope PES (polyethersulfone) and PSf (polysulfone) polymers were selected. Polyvinylpyrollidone (PVP) was used to enhance pore formation. Different proportion of PVP (2%, 4% and 8%) was used to determine the effect of PVP concentration on the membrane properties and performance. Membranes were characterized in terms of pure water permeability, porosity, contact angle, scanning electron microscopy (SEM) and Fourier transform infrared spectroscopy (FT/IR) analyses. The results showed that the PVP addition enhanced the membrane properties in terms of water permeability and porosity. For example, the permeability was about 102 (L/m2.h.bar) and 150 (L/m2.h.bar) for 2% PVP and 8% PVP added PES membranes, respectively. Contact angle values tend to decrease with increasing PVP ratios. The morphology of membranes changed as well, the finger like pores were expanded.

Keywords: *Membrane preparation, PSf, PES, PVP*

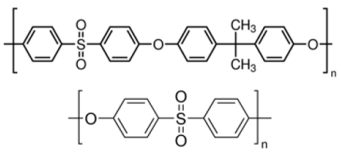
*Corresponding author: Address: Istanbul Technical University, Faculty of Civil Engineering, Environmental Engineering Department, 34469, Maslak, Istanbul, Turkey. E-mail address: mutluoyku@itu.edu.tr, Phone: +902122853473

1.Giriş

Su dünya üzerinde yaşayan organizmalar için en önemli ve hayati kaynaktır ancak tükenebilir bir kaynak olması önemini daha da artırmaktadır. Artan nüfus ve gelişen endüstriyel faaliyetler su talebini ve aynı zamanda tüketimini de artırmakta bu da kaynakların tükenmesi sürecini hızlandırmaktadır. Bu noktada büyük önem arz eden su arıtımı konusunda çok çeşitli yöntemler mevcuttur. Bu yöntemlerden birisi olan membran teknolojileri ise özellikle alan ihtiyacını düşürmesi, geniş spektrumda kirletici parametrelere uygun olması ve kolay işletimi gibi sebeplerle araştırmacılar tarafından yaygın şekilde çalışılan bir konu olmaktadır [1].

Polimerik membranlar selüloz asetat (CA), poliakrilonitril (PAN), polieterimid (PEI), polietersülfon (PES), polietilen (PE), polipropilen (PP), polisülfon (PSf) ve polivinilidenfulorür (PVDF) gibi çok çeşitli polimerler kullanılarak üretilebilmektedir.

Bu polimerler arasında PSf yüksek termal, kimyasal ve mekanik stabiliteye sahip bu nedenle de ultrafiltrasyon (UF) ve nanofiltrasyon (NF) membranlarının üretiminde kullanılır [2–4]. Polietersülfon en yaygın kullanılan ve membran proseslerde standart bir malzeme olarak düşünülebilir. Sıklıkla tercih edilmesinin sebebi yüksek camlaşma sıcaklığı ve alkali ve asitler gibi aşındırıcı materyallere karşı yüksek kimyasal stabiliteye sahip olmasıdır. PES içeren aromatik halkalar arasında tekrarlanan eter ve sülfon bağları, ona sertlik, güç, stabilite ve direnç sağlar (Şekil 1) [5–7].



Şekil 1. Sırasıyla PSf ve PES polimerlerinin yapısı

Bu polimerlerin birçok uygun özelliklerinin olmasının yanı sıra membranlarda hidrofobisiteye neden oldukları birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir [5–9]. Membranların hidrofobisitesini düşürmek ve akı gibi membran özelliklerini iyileştirmek amacıyla polietilenglikol (PEG), polivinilpirolidon (PVP) ve kitosan gibi çeşitli organik katkılar kullanılmaktadır.

Polimerik membran üretimi için elektrospinning, gerdirme, boşluklu oluşturma, sinterleme, faz inversiyon birçok farklı metot bulunmaktadır [10]. Faz inversiyon yöntemi bu yöntemler arasından asimetrik membran üretimi için en yaygın kullanılan ve bilinen yöntemlerden bir tanesidir. Bu yöntemde polimer ve

solventten oluşan döküm çözeltisinin cam bir plaka üzerine dökülmesi ile elde edilen film tabakası koagülasyon banyosuna daldırılır. Koagülasyon banyosunda döküm çözeltisindeki solvent ile koagülasyon banyosundaki çözücü olmayan sıvının yer değiştirmesi ile faz inversiyon gerçekleşir. Bu şekilde yoğun üst tabakaya sahip porlu membran elde edilir [7,11–13].

Bu çalışmada, farklı polimerler kullanılarak farklı oranlarda PVP katkılı membranlar üretilmiştir. PVP içeren membranların özellikleri ve PVP konsantrasyonunun etkileri araştırılmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1.Membran Üretimi

Membran döküm çözeltilerinin hazırlanmasında kullanılan PES ve PSf polimerleri ile PVP katkısı Sigma Aldrich firmasından temin edilmiştir. Solvent olarak kullanılan N-metilpirolidon (NMP) ise Merck firmasından satın alınmıştır. Koagülasyon banyosu hazırlanırken ise distile su kullanılmıştır.

Membran döküm çözeltisi hazırlanmadan önce PVP ve polimerler en az 4 saat süre ile etüvde kurutulur. Polimer konsantrasyonları bu çalışmada ağırlıkça %22 olarak belirlenmiştir. Döküm çözeltilerinin içeriği Tablo 1 de verilmiştir. Döküm çözeltisi hazırlanırken öncelikle uygun miktarda PVP (%2, %4 ve %8) NMP solvent ile yaklaşık 1 saat kadar karıştırılır. Daha sonra bu karışıma polimer ilave edilerek uygun sıcaklık ve karışma hızında homojen çözelti elde edilinceye kadar karıştırmaya devam edilir. Elde edilen döküm çözeltileri ultrasound banyosunda hava kabarcıklarını gidermek üzere yaklaşık yarım saat bekletilir. Gaz kabarcıkları kaybolan çözelti cam plaka üzerine 200 µm kalınlıktaki döküm bıçağı kullanılarak dökülür. 30 sn lik evaporasyon süresi sonunda cam plaka koagülasyon banyosuna daldırılarak membran oluşumu tamamlanmış olur. Üretilen membranlar distile su içerisinde +4 °C de, kalan tüm solventin membrandan uzaklaşmasını sağlamak amacı ile en az 1 hafta süre ile bekletilir.

Tablo 1. Döküm çözeltilerinin kompozisyonu

PVP	NMP	PSf	PES
2%	76%	22%	22%
4%	74%	22%	22%
8%	70%	22%	22%

2.2.Membran Karakterizasyonu

Saf su permeabilite testleri Sterlitech HP4750 markalı filtrasyon hücrelerikulanıl

mıştır. Hücre 300 ml kapasiteli ve 14.6 cm2 membran alanına sahiptir. Saf su permeabilitesi aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır;

$$R = \frac{J}{\Delta P} \quad (1)$$

Bu eşitlikte R permeabilite (L/m2.sa.bar), J akı (L/m2.sa) ve ΔP ise bar cinsinden basınç değeridir.

Membranların temas açısı ölçümleri, sabit damla tekniği kullanılarak Attension marka temas açısı ölçer ile belirlenmiştir. Her bir membrandan üç numune kullanılmış ve deneysel hataları en aza indirmek için her numune için farklı yerlerden en az üç ölçüm gerçekleştirilmiştir. Değerlerin ortalaması alınmış ve membranların temas açısı değerleri belirlenmiştir.

Membran gözenekliliğini (porozite) belirlemek için ıslak kuru ağırlık yöntemi kullanılmıştır. Membranın gözenekliliği 2 numaralı denklem kullanılarak hesaplanmıştır [14] .

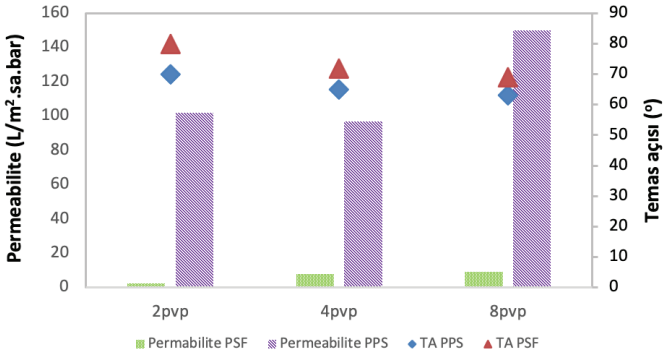
$$P(\%) = \frac{(m_1 - m_2)}{\rho_w \times A \times \delta} \times 100 \quad (2)$$

Membran ıslak ve kuru ağırlıkları (g) sırasıyla m1 ve m2'dir, *p*w saf suyun yoğunluğu (g/cm3), A ıslak haldeki membranın cm2 cinsinden alanı ve δ ıslak haldeki membranın cm cinsinden kalınlığıdır. Her numunenin membran gözenekliliği üç kez ölçülmüş ve ortalama değerler hesaplanarak membran poroziteleri belirlenmiştir.

Membranların morfolojik karakterizasyonlarını belirlemek amacıyla FEI Quanta Feg 250 SEM cihazı kullanılmıştır. Membranların SEM görüntüleri membran kesitinde gerçekleştirilmiştir. Yapısal karakterizasyonlarını belirlemek amacıyla ise Perkin Elmer Spektrum 100 FT-IR cihazı kullanılmıştır. FT-IR analizi sonucunda membranlardaki yapısal bağlar gözlemlenmiş ve yorum yapılmıştır.

3. Sonuçlar ve Tartışma

Artan PVP konsantrasyonları ile tüm membranların geçirgenliği Şekil 2' de görüldüğü üzere artmıştır. PES polimer membranın geçirgenliği PSf membranlarına göre oldukça yüksektir. Artan PVP konsantrasyonlarında membranların permeabilitelerinin arttığı görülmüştür. Buna karşın artan PVP konsantrasyonları ile birlikte temas açılarının azaldığı Şekil 2'de görülmektedir. Bu sonuçlar artan PVP dozlarında membranların daha hidrofilik hale geldiği anlamına gelir. Zhao vd. PVP'nin membran döküm çözeltisine eklenmesiyle fazla PVP'nin membran oluşumu sırasında yıkanarak membrandan uzaklaşacağını belirtmişlerdir. Bu PVP kaybı da membranın hidrofilikliğini arttırmaktadır [13].



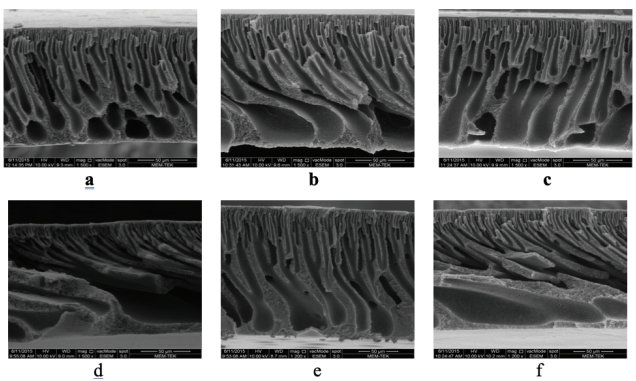
Şekil 2. Uretilen membranların permeabilite ve temas açısı değerleri

Membranların gözenekliliği genellikle artan PVP konsantrasyonu ile artma eğilimi göstermiştir. Membranlara ait porozite değerleri Tablo 2 de verilmiştir. PVP konsantrasyonu % 2'den % 8'e çıktığında, porozite değeri PSf membranları için %68' den %75' e yükselmiştir. PES membranları için porozite değerleri % 2 PVP için % 69 iken % 8 PVP için% 85 olarak analiz edilmiştir.

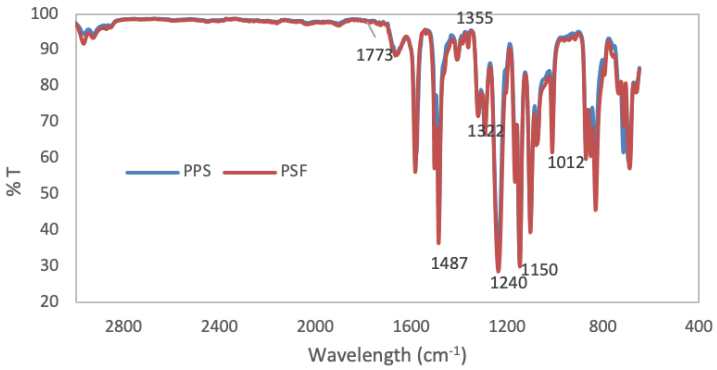
Tablo 2. Membranların porozite değerleri (%)

PVP	PSf	PES
2%	68	69
4%	74	77
8%	75	85

SEM görüntülerinin incelenmesi ile açıkça görüldüğü üzere membranların, yoğun bir üst tabaka ve gözenekli alt tabakadan oluşan asimetrik yapıya sahip oldukları görülmüştür. Dış katman, ayırma katmanı görevi görür. Alt tabaka parmak benzeri boşluklara sahiptir ve alt yakın tabaka büyük boşluklara sahiptir [14]. PVP'nin etkisini değerlendirmek için Şekil 3'te verildiği üzere alt tabakada bulunan parmaksı yapıların ve porların artan PVP konsantrasyonu ile genişlediğini söylemek mümkündür.



Şekil 3. a) 2% PVP PSf, b) 4% PVP PSf c) 8% PVP PSf d) 2% PVP PES, e) 4% PVP PES f) 8% PVP PES membranlarının SEM görüntüleri



Şekil 4. Membranlara ait FT-IR sonuçları

PVP ilavesinden dolayı 1668 cm^{-1} dalga boyunda birincil amid gerilmesi gözlenmiştir [15]. 1487 cm^{-1} dalga boyunda benzen halkasından gelen aromatik bantlar görülmektedir. 1322 cm^{-1}' de CSO_2C asimetrik gerilmesi oluşmuştur. 1238 cm-1 dalga boyunda aromatik eterlerden kaynaklı C=C gerilmesi görülmektedir. 1150 cm^{-1} dalga boyunda sülfon gruplarının S=O asimetrik gerilmesi mevcuttur. 1013 cm^{-1} dalga boyunda asimetrik C-O gerilmesinden kaynaklı pikler oluşmuştur [16].

4. Sonuç

Bu çalışma, PVP'nin farklı polimerik membranların performansı, yapısı ve oluşumu üzerindeki etkilerini araştırmayı amaçlamaktadır. İki farklı polimerden oluşan düz tabaka membranlar, gözenek oluşturucu PVP katkısı kullanılarak başarıyla hazırlanmış, karakterize edilmiş ve karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, hem PSf hem de PES polimerik düz tabaka membranlara PVP ilavesinin akı gibi membran özelliklerini artırdığını ve temas açılarını azalttığını ve genel olarak membranların gözenekliliğini arttırdığını göstermiştir. PVP'nin eklenmesiyle membranların hidrofilisitesi artmıştır. SEM görüntülerinden görüldüğü gibi tüm membranlar asimetrik yapıya sahiptir. Sonuçlar, bu PVP katkılı membranların su arıtma amacıyla kullanılma potansiyeline sahip olduğunu göstermiştir. Özellikle PES membranları daha yüksek akıya sahiptir ve artan PVP konsantrasyonları ile akı değerlerinin daha da iyileştirildiği görülmüştür.

Referanslar

[1] J. Gao, S.-P. Sun, W.-P. Zhu, T.-S. Chung, Polyethyleneimine (PEI) cross-linked P84 nanofiltration (NF) hollow fiber membranes for Pb2+ removal, Journal of Membrane Science 2014; 452: 300–310. https://doi.org/10.1016/j.memsci.2013.10.036.

[2] X. Chen, B. Tang, J. Luo, Y. Wan, Towards high-performance polysulfone membrane: The role of PSF-b-PEG copolymer additive, Microporous and Mesoporous Materials 2017; 241: 355–365. https://doi.org/10.1016/j.micromeso.2016.12.032.

[3] S.R. Panda, S. De, Preparation, characterization and performance of ZnCl2 incorporated polysulfone (PSF)/polyethylene glycol (PEG) blend low pressure nanofiltration membranes, Desalination 2014; 347:52–65. https://doi.org/10.1016/j.desal.2014.05.030.

[4] R.S. Zambare, K.B. Dhopte, A.V. Patwardhan, P.R. Nemade, Polyamine functionalized graphene oxide polysulfone mixed matrix membranes with improved hydrophilicity and anti-fouling properties, Desalination 2017; 403:24–35. https://doi.org/10.1016/j.desal.2016.02.003.

[5] A. Jalali, A. Shockravi, V. Vatanpour, M. Hajibeygi, Preparation and characterization of novel microporous ultrafiltration PES membranes using synthesized hydrophilic polysulfide-amide copolymer as an additive in the casting solution, Microporous and Mesoporous Materials. 2016;228:1–13. https://doi.org/10.1016/j.micromeso.2016.03.024.

[6] L. Gzara, Z. Ahmad Rehan, S.B. Khan, K.A. Alamry, M.H. Albeirutty, M.S. El-Shahawi, M.I. Rashid, A. Figoli, E. Drioli, A.M. Asiri, Preparation and characterization of PES-cobalt nanocomposite membranes with enhanced anti-fouling properties and performances, Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers 2016;65:405–419. https://doi.org/10.1016/j.jtice.2016.04.012.

[7] A. Rahimpour, S.S. Madaeni, Polyethersulfone (PES)/cellulose acetate phthalate (CAP) blend ultrafiltration membranes: Preparation, morphology, performance and antifouling properties, Journal of Membrane Science 2007;305:299–312. https://doi.org/10.1016/j.memsci.2007.08.030.

[8] R. Naim, A.F. Ismail, Effect of polymer concentration on the structure and performance of PEI hollow fiber membrane contactor for CO2 stripping, Journal of Hazardous Materials 2013; 250–251:354–361. https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2013.01.083.

[9] Y.L. Thuyavan, N. Anantharaman, G. Arthanareeswaran, A.F. Ismail, R.V. Mangalaraja, Preparation and characterization of TiO2-sulfonated polymer embedded polyetherimide membranes for effective desalination application, Desalination 2015;365:355–364. https://doi.org/10.1016/j.desal.2015.03.004.

[10] Öykü Mutlu Salmanli, Su Ve Atiksu Aritimi İçin Membran Üretim Yöntemleri, Çevre Bilim Teknoloji, Güven Plus Grup A.Ş. Yayınları; 2018, p. 498–523.

[11] B. Chakrabarty, A.K. Ghoshal, M.K. Purkait, Preparation, characterization and performance studies of polysulfone membranes using PVP as an additive, Journal of Membrane Science 2008;315:36–47. https://doi.org/10.1016/j.memsci.2008.02.027.

[12] Y. Ma, F. Shi, J. Ma, M. Wu, J. Zhang, C. Gao, Effect of PEG additive on the morphology and performance of polysulfone ultrafiltration membranes, Desalination 2011;272:51–58. https://doi.org/10.1016/j.desal.2010.12.054.

[13] S. Zhao, Z. Wang, X. Wei, X. Tian, J. Wang, S. Yang, S. Wang, Comparison study of the effect of PVP and PANI nanofibers additives on membrane formation mechanism, structure and performance, Journal of Membrane Science 2011;385–386:110–122. https://doi.org/10.1016/j.memsci.2011.09.029.

[14] Y. Ma, F. Shi, W. Zhao, M. Wu, J. Zhang, J. Ma, C. Gao, Preparation and characterization of PSf/clay nanocomposite membranes with LiCl as a pore forming additive, Desalination 2012; 303:39–47. https://doi.org/10.1016/j.desal.2012.07.016.

[15] H. Susanto, M. Ulbricht, Characteristics, performance and stability of polyethersulfone ultrafiltration membranes prepared by phase separation method using different macromolecular additives, Journal of Membrane Science 2009;327:125–135. https://doi.org/10.1016/j.memsci.2008.11.025.

[16] P. Anadão, R.R. Montes, N.M. Larocca, L.A. Pessan, Influence of the clay content and the polysulfone molar mass on nanocomposite membrane properties, Applied Surface Science 2013; 275:110–120. https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2013.01.102.

Treatment of Dairy Industry Wastewater By Variations of Coagulation-Flocculation And Ozonation

[1]Elçin Güneş, [1]Yalçın Güneş, [1]Asude Hanedar, [1*]Gül Kaykıoğlu and [1]Aslı Çelik

[1]Tekirdag Namik Kemal University, Çorlu Engineering Faculty, Environmental Engineering Department, Corlu-Tekirdağ-Turkey

Abstract:

In this study, COD removal efficiencies were investigated in dairy industrial wastewater by using variations of coagulation-flocculation and ozone oxidation in laboratory. Coagulation-flocculation (CF), ozonation (O), ozonation following coagulation-flocculation (CF+O) and coagulation-flocculation following ozonation (O+CF) processes were applied to the wastewater. The characterization of the studied wastewater was as follows: COD: 9430 mg/L, oil-grease: 346 mg/L and pH: 7.2. Wastewater samples used in this study were taken from equalization tank of wastewater treatment plant of studied company. In the study, ferric chloride ($FeCl_3$) and aluminium sulphate ($Al2(SO_4)3$) were tested as conventional coagulants, and sodiumhydroxide (NaOH) and sulfuric acid (H_2SO_4) were used for pH adjustment. A series of Jar-test experiments were conducted on wastewater using 2 min rapid mixing at 200 rpm, 15 min slow mixing at 45 rpm and 30 min settling using an anionic polyelectrolyte. Optimum pH and optimum dosages were studied at various pH values and at various coagulant doses at room temperature (25oC). In ozone oxidation, wastewater were taken to ozonation reactor and ozone was given 1 g/hour dose and COD removal efficiencies were determined by taking samples in 15, 30, 45, 60 and 90 minutes. Treatment performance of coagulation and flocculation and ozonation processes were evaluated by COD removal efficiencies. The optimum pHs for the $Al2(SO_4)3$ and $FeCl_3$ were 7 and 6 respectively. The optimum dosages were 1200 mg/L for $Al2(SO_4)3$ and 500 mg/L for $FeCl_3$. At optimum conditions, approximately 45% and 28% of COD were removed by using $FeCl_3$ and $Al2(SO_4)3$ respectively. When only ozonation was applied, COD removal efficiency was determined as 20% at the end of 90 minutes. COD removal efficiency was 65% with the application of ozonation after coagulation-flocculation (CF+O). When the coagulation-flocculation process was applied after the ozonation process (O+CF), COD removal efficiency remained at 52%.

Key words: *Dairy wastewater, COD, coagulation-flocculation, ozonation.*

1.Introduction

In milk and dairy products facilities, cleaning of milk transportation vehicles, washing of milk transportation boilers, cleaning the production equipment where production takes place, washing the materials such as the tank where the production is made, wastewaters with high pollution contents are formed. In addition, detergents, disinfectants, machine oils and cloth fibers used in cleaning are also included in the wastewater. The content of milk and dairy industry wastewater is generally organic. However, the wastewater flow rate is complicated by the hourly, daily and seasonal changes [1].

*Corresponding author: Address: Tekirdag Namik Kemal University, Çorlu Engineering Faculty, Environmental Engineering Department, 59860 Corlu,Tekirdağ-Turkey. E-mail address: gkaykioglu@nku.edu.tr, Phone: +902822502369

In the dairy industry, products made from raw milk are very diverse. The production of yogurt, buttermilk, feta cheese, cheddar cheese, cream, butter and curd cheese are mostly applied in Turkey. Wastewater from dairy industries contains large quantities of fat, casein, lactose, inorganic salts, and detergents, sanitizers which used for washing [2, 3]. The environmental impacts of the dairy industry wastewaters can be very high, especially due to the discharge of large quantities of organic matter and nutrients (nitrogen and phosphate). It is known that BOD, COD, TSS, oil and grease values are high before the treatment in the wastewater of the dairy industry [4]. Aerobic processes, in particular activated sludge plants, are frequently used in the treatment of dairy industry wastewater [5]. However, high energy consumption, high sludge production and bulging sludge formation are important disadvantages of this process [6].

In the present study, COD removal efficiencies were investigated in dairy industrial wastewater by using variations of coagulation-flocculation and ozone oxidation in laboratory. Coagulation-flocculation (CF), ozonation (O), ozonation following coagulation-flocculation (CF+O) and coagulation-flocculation following ozonation (O+CF) processes were applied to the wastewater.

2. Materials and Method

Dairy industrial wastewater was taken from a dairy industry located in Kırklareli province, Thrace Region. White cheese, butter and curd cheese are produced in the plant. Products produced at the plant and annual usage amounts are given in Table 1. The samples were collected in 20 L plastic drums and stored at 4ºC. Chemical oxygen demand (COD, mg/L) and oil and grease (mg/L) were determined according to Standard Methods [7]. For each parameter characterization was made in duplicate and taking the mean values characterization was determined. The characterization of the studied wastewater was as follows: COD: 9430 mg/L, oil-grease: 346 mg/L and pH: 7.2.

Table 1. Products produced at the plant

Products	Annual amount
White cheese	1029 tons/year
Butter	7839 tons/year
Curd cheese	38250 tons/year

2.1 Treatment Methods

-Coagulation–flocculation process

A conventional jar-test apparatus, Aluminum sulfate ($Al_2(SO_4)3.18\ H_2O$) and ferric chloride ($FeCl_3.6H_2O$) were used for coagulation/flocculation experiments. A series of jar test experiment applying 2 min. rapid mixing at 200 rpm, 15 min. slow mixing at 45 rpm and 30 min. for settling was conducted on 500 ml wastewater. Flocculation was carried out using anionic polyelectrolyte and NaOH, H_2SO_4 was used for pH adjustment.

-Ozonation

An ozone generator manufactured by Degremont with production rate of 1 g O3 per hour was used to supply ozone. Ozonation system was operated in semi-continuous type, i.e., continuous with respect to the gas flow and batch with respect to solution. 2 liter wastewater was filled into 4 liter stainless steel reactor. Samples were taken at 15, 30, 45, 60, 90 min. for weak wastewater and 15, 30, 45, 60, 90, 150, 210, 240 min for strong wastewater. Excess ozone gas passed out through the top of the reactor into a gas-washing bottle containing KI solution. The concentration of ozone in the effluent gas was measured by taking samples from the KI trap during experimental run and titrating the iodine in the samples with $Na_2S_2O_3$ according to Standard Methods [7]. Two gas-washing bottles containing KI solution was connected to the system in parallel with reactor to determine the quantity of ozone applied to the reactor.

3. Results and Discussion

In the study, COD removal efficiencies were investigated in dairy industrial wastewater by using variations of coagulation-flocculation and ozone oxidation in laboratory. Coagulation-flocculation (CF), ozonation (O), ozonation following coagulation-flocculation (CF+O) and coagulation-flocculation following ozonation (O+CF) processes were applied to the wastewater.

-Coagulation–flocculation process (CF)

In the coagulation-flocculation process, the optimum pHs were determined by $FeCl_3$ and $Al_2(SO_4)3$ chemicals. The optimum doses were determined after the optimum pHs were determined. As shown in Table 2, Optimum pHs were determined as pH:6 and pH:7 for 100 mg/L FeCl3 and 600 mg/L $Al_2(SO_4)3$, respectively.

Table 2. Results of optimum pH study

pH	COD Removal Efficiency (%)	
	600mg/L $Al_2(SO_4)_3$	100 mg/L $FeCl_3$
4	27	29
5	27	29
6	26	32
7	28	28

Optimum dosage studies were performed at pH: 6 for $FeCl_3$ and at pH 7 for $Al_2(SO_4)3$. The results of the optimum dosage study are shown in Table 3. As seen from Table 3, the optimum dosage for $FeCl_3$ were found as 500 mg/L and COD removal efficiency was found as 45% at this dosage. As can be seen from the Table 3, the optimum dose for $Al_2(SO_4)3$ was 1200 mg/L and the COD removal efficiency at this dose was determined as 33%. At these optimum dosages, COD value decreased to 6318 mg/L and 5231 mg/L for $Al_2(SO_4)3$ and $FeCl_3$, respectively. As a result of coagulation-flocculation study, better removal efficiency was obtained with $FeCl_3$ than $Al_2(SO_4)3$. Iron coagulants generally produce better results in wastewater treatment than aluminum coagulants [8, 9].

Table 3. COD removal efficiencies of coagulation-flocculation processes with $Al_2(SO_4)3$ and $FeCl_3$

Initial COD (mg/L)	$Al_2(SO_4)_3$ doses (mg/l)	COD removal eff. (%)	COD (mg/L)	$FeCl_3$ doses (mg/L)	COD removal eff. (%)	COD (mg/L)
9430	400	24,8	7090	100	32,0	6414
	600	28,3	6764	200	40,5	5612
	800	26,9	6890	300	43,3	5347
	1000	29,2	6679	400	42,7	5403
	1200	32,8	6333	500	44,5	5231

- Ozonation following coagulation-flocculation (CF+O)

The effluent wastewater of the chemical treatment with FeCl3 was used for the ozonation study (CF+O). COD removal efficiencies are given in Table 4 for CF+O process. As seen in the Table 4 COD removal efficiency of ozonation after CF process was at most 37%. Since the amount of ozone given by the ozonation system used is 1 g per hour, only 4 grams of ozone could be given in 4 hours. Therefore, although the reaction time of 4 hours seems long, the yield obtained in this process could be obtained in roughly 1 hour, for example, with a generator that gives 4 grams of ozone per hour. As seen in Table 4 by using ozonation system the obtained ozone dose is 0,37 mg O3/mg COD and this value seems insufficient to oxidize all organic matter. Therefore initial COD of 9430 mg/L decreased to 3286 mg/L after the CF+O process. As a result, the COD removal efficiency of the CF+O process was 65% in total.

Table 4. COD removal efficiencies of ozonation process after coagulation-flocculation

Initial COD (mg/L)	Wastewater volume		2 L			
	Air Flow Rate		10 L/dk			
	Ozone produced by ambient air		1 g /sa			
5231	Time (min)	Applied Ozone (mg)	Ozone kept in washing bottle (mg)	Used ozone (mg)	COD (mg/L)	COD Removal Efficiency (%)
	15	250	144	3856	5180	1
	30	500			5103	2,4
	45	750			4876	6,8
	60	1000			4574	12,6
	90	1500			4020	23,2
	150	2500			3685	29,6
	210	3500			3461	33,8
	240	4000			3286	37,2
	Ozone dose applied after 240 minutes; 3856 mg/14462 mg COD=0,37 mg O_3/mg COD					

- Ozonation

The COD removal efficiencies obtained after only ozonation process are given in Table 5. As seen from Table 5, despite long ozonation times of 240 min COD removal efficiency was at most 20%. As discussed in the (CF + O) part, the removal efficiencies obtained were low due to the low ozone production capacity of the ozonation system used. Besides this low ozone dose low reaction rate can be attributed to the presence of low and resistant substances with ozone, such as aldehyde, ketone and organic acids [9, 10]. In addition, the presence of hard-to-mineralize materials such as proteins and amino acids in the dairy industry wastewater has prevented the achievement of high COD removal efficiency by ozonation. After 240 minutes, the applied ozone dose was calculated as 0.203 mg O3 /mg COD. As seen from the Table 5, although ozonation contact time was 4 hours, it was observed that the ozone dose remained low due to the very high initial COD value. Initial COD of 9430 mg/L decreased to 7544 mg/L after the ozonation process.

Table 5. COD removal efficiencies of ozonation process

Initial COD (mg/L)	Wastewater volume		2 L			
	Air Flow Rate		10 L/dk			
	Ozone produced by ambient air		1 g /sa			
9430	Time (min)	Applied Ozone (mg)	Ozone kept in bottle (mg)	Used ozone (mg)	COD (mg/L)	COD Removal Efficiency (%)
	15	250	168	3832	9215	2,3
	30	500			9210	2,3
	45	750			9190	2,5
	60	1000			9146	3,0
	90	1500			9026	4,3
	150	2500			8259	12,4
	210	3500			7723	18,1
	240	4000			7544	20,0
	Ozone dose applied after 240 minutes; 3832 mg O_3 /18860mg COD=0,203 mg O_3 /mg COD					

-Coagulation-flocculation following ozonation (O+CF)

In the coagulation-flocculation process after the ozonation process (O+CF), optimum pH and optimum FeCl3 dosages which used in raw water were used. O + CF results are given in Table 6. As can be seen from the table, COD of 7544 mg/L after ozonation decreased to 4527 by coagulation-flocculation process using pH 6 and 500 mg/L FeCl3. Initial COD of 9430 mg/L decreased to 4527 mg/L after O+CF treatment. As a result, it is seen that COD removal efficiency of O+CF operation was 52% in total.

Table6. COD removal efficiencies of O+CF process

pH	Initial COD (mg/L)	COD after ozonation process (mg/L)	COD value after CF process (mg/L)	COD Removal efficiency after only CF process(%)	COD Removal efficiency in total(%)
6	9430	7544	4527	40	52

Conclusions

In this study, coagulation-flocculation and ozonation alternatives and their variations were used for COD removal in dairy industry wastewater. The Table 7 shows the results of CF, O, CF+O and O+CF operations. As a result, CF+O operations were found to be more efficient than O+CF operations in total COD removal. It is thought that high molecular oil-grease and TSS were removed using CF initially, thus increasing the ozonation efficiency. The COD removal efficiency of the wastewater directly in CF application (44.5%) was bigger in CF application after ozonation (40%). It can be said that ozonation is effective on particulate COD, therefore the efficiency of coagulation-flocculation after ozonation is lower. The COD value of wastewater after 240 minutes of long ozonation time after the CF process was still high. Therefore, due to the high cost that may occur due to the ozonation process, additional studies on biological treatment or biological treatment after CF+O process should be carried out for the treatment of this industry wastewater.

Table 7. The results of CF, O, CF+O and O+CF operations

Processes	CF	O	CF+O	O+CF
COD Removal efficiency, %	44,5	20	65	52
COD, mg/L	5231	7544	3286	4527

References

[1] Ekdal A, Chemical Treatability of Dairy Wastewater, Master of Thesis, Graduate School of Science Engineering and Technology. İstanbul Technical University, 2000.

[2] Verma A and Singh A, Physico-Chemical Analysis of Dairy Industrial Effluent, International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. ISSN: 2319-7706, 2017;6(7):1769-1775.

[3] Kolhe AS, Ingale SR and Bhole RV, Effluents of Diary Technology, Int. Res. Jr. Sodh, Samiksha and Mulyankan, 2009; 5(II): 459-461.

[4] Shivsharan V, Kulkarni SW and Wani M, Physicochemical Characterization Of Dairy Effluents, Int. J. LifeSc. Bt & Pharm. Res., 2013; 2(2).

[5] Hattargi SA, Bankar Ss, Ahvad TS and Kale VS, Characterization of Dairy Effluent and its Agricultural uses, International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), 2018, 05(05).

[6] Ritter WF, Potential for Reducing nutrient loadsfrom the Dairy Industry in the Chesapeake Bay Watershed, Watershed Management Conference, American Society of Civil Engineers, 2005.

[7] APHA, Standard methods for the examination of water and wastewater. 21th ed. Washington DC. American Public Health Association, 2005.

[8] Tatsi AA, Zouboulis AI, Matis KA and Samaras P, Coagulation-flocculation pretreatment of sanitary landfill leachates. Chemosphere, 2003; 53: 737-744.

[9] Ntampou X, Zouboulis AI and Samaras P, Appropriate combination of physicochemical methods (coagulation/flocculation and ozonation) for the efficient treatment of landfill leachates. Chemosphere, 2006; 62: 722-730.

[10] Gottschalk C, Libra JA and Saupe A, Ozonation of water and wastewater: a practical guide to understanding ozone and its application, Wiley- VCH, 2000; 189, Germany.

Cleaner Production Opportunities in Leather Tanning in Palestine

[1]Maher Al-Jabari, [1]Hassan Sawalha and [2] Eldon R. Rene

[1]Mechanical Engineering Department, Palestine Polytechnic University, Hebron, Palestine
[2]UNESCO-IHE Institute for Water Education, P.O. Box 3015, 2601 DA Delft, The Netherlands

Abstract:

Cleaner production (CP) options for leather manufacturing in Hebron are identified and evaluated for the purpose of examining their potential adoption. The approach was descriptive combined with field sampling and laboratory testing from seven factories. All processes in the investigated factories have been monitored, focusing on chromium contamination in wastewater (WW). In addition, pollution sources from every process have been identified, in a parallel paper, and used in this analysis. The determined process efficiency of tanning is found to be low to medium, compared to that reported in previous work. The evaluation of the identified CP options indicates that the most practical options is the improvement of operating conditions of the tanning process, such as pH, for increasing chromium uptake efficiency. This requires further experimental study to investigate the technical feasibility, industrial acceptance and the impacts of process modifications on the quality of the produced leather.

Key Words: *Leather, tanneries, wastewater, chromium, cleaner production.*

1. Introduction

In leather manufacturing, raw hides are transformed stage-wise through various physicochemical processes for cleaning and removing non-collagen materials, then stabilizing the collagen fibers into leather matrix. A detailed review of local leather processing and associated pollutions have been presented in a recent previous publication [1]. The production starts with a soaking the hides in water and detergents, then the cleaned hides are subjected to a liming step for swelling and hair removal, using lime and sodium sulfide (unhairing). Then, the pH is deceased to allow hides to receive chromium, through deliming using ammonium sulfate followed by pickling using acids and salts. In tanning process, a solution of chromium sulfate (7 g/L) is used to allow crosslinking between collagen fibers, which makes the hide resistant to putrefaction and thermal effect. Finally, the hides are re-tanned using dyes and auxiliaries for softening the leather product [2]. Each of these processes releases wastewater (WW) contaminated with various pollution content, resulting from the residuals of the used chemicals (e.g. sodium chloride, sulfide, lime, chromium sulfate…etc) and from the released dirt's, bloods, hair.

*Corresponding author: Address: Mechanical Engineering Department, Palestine Polytechnic University, Hebron, Palestine. E-mail address: mjabari@ppu.edu, Phone: +970-599723669

Leather industry releases large amounts of WW, with high chemical oxygen demand (COD), biochemical oxygen demand (BOD), total solids (TS), total dissolved solids (TDS), total suspended solids (TSS), and ions of chromium, chloride, ammonia and others. The pollution loads differ from one tannery to another depending on the applied technology, source and type of hides, amounts of process water and types and doses of chemicals [1]. Chromium is the major environmental concern in leather industry. Only, the non-hazardous Cr (III) is used in tanning, since the hazardous Cr (VI) does not have tanning function [3]. However, minor concentrations of Cr (VI) may exist in WW as a result of oxidation of Cr (III) under certain circumstances and from contaminations of raw materials of Cr2(SO4)3 tanning agent [1]. The inventory of the generated hazardous waste has been estimated in a previous publication [4].

Previous studies indicated that about 30-40% of chromium input to traditional tanning process is released from the system, whereas the rest reacts with the hides [5]. Previous studies reported that the concentration of chromium in WW released from a tanning process is in the range of 1.5–3 g/L [6]. A previous case study, on one local factory of cow hide processing, indicated that such a WW was highly concentrated with chromium, with a concentration of about 3.5 g/L, equivalent to chromium uptake efficiency of about 47%. Such an efficiency is below the previously reported range of 60–70% [5].

These levels and types of pollutions urge the need for investigating CP options. CP focuses on waste minimization, pollution prevention, eco industrial production, and aims at conserving raw materials and minimizing hazardous raw materials [7]. It is usually based on five prevention principles including: good housekeeping, substitution of raw materials, product modification, equipment modification and better process control. There is a considerable knowledge gap related to CP strategies in Palestine. There is also a lack of awareness on CP in reducing production cost and in environmental protection. Palestinian environmental laws and systems [8] do not focus on advancing CP. There were no previous initiatives of CP practices in tanneries. Previous environmental attempts focused mainly on treating WW contaminated with chromium from the tanning step [9-11]. Currently, a Palestine Dutch Cooperation Program (PADUCO) is gearing new efforts to promote CP in Palestine. This paper is one of the outputs of one of its funded projects, aiming at evaluating CP for leather tanning, as a case study from Palestine, to suggest options for improvement, including a large number of local factories.

2. Materials and Method

The method for obtaining experimental results was through laboratory testing of collected WW samples from all processes, from seven local leather factories. All processes in local factories had been monitored and pollution loads were determined. The pH of the WW samples was measured using pH Bench Meter (Milwaukee MI150, US). The WW samples were analyzed for chromium content as detailed in a previous publication [1]: The total chromium was measured by ICP-MS. The required information about the inputs and outputs of various processes were obtained through a walk through inspection of the tanneries and by interviews with production managers. Mass balance calculations, and the descriptive approach were used for process auditing and identifying CP options. Various reported CP options in previous literature were reviewed and evaluated for further consideration by the local industry.

3. Results

Results of experimental data from field samples are presented in section 3.1, as concentrations of Cr in ppm for all processes, except for WW from tanning process, which are given in g/L. Section 3.2 summarizes the analysis of the CP options.

3.1. Experimental results of laboratory testing of field samples

Figure 1 shows results of the chromium content in WW from every process of one of the factories involved in this field study. It shows experimental data from three replicates, while the average value is indicated as a number. The values of standard error ranged from 3 to 30%. The data for WW from tanning process exceeds the limits of the vertical axis; the average value is given on the figure (3014) and the standard error is 197. Figure 2 shows results of the measured pH of WW from each process of all investigated factories, as averages of three replicates.

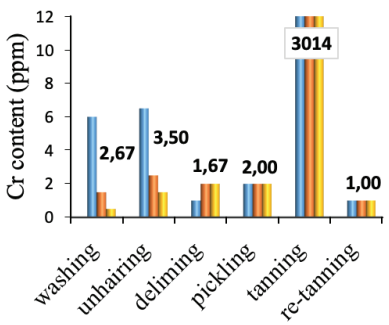


Figure 1. Cr content in each type of WW from each process of a sample factory (F3), (three replicates)

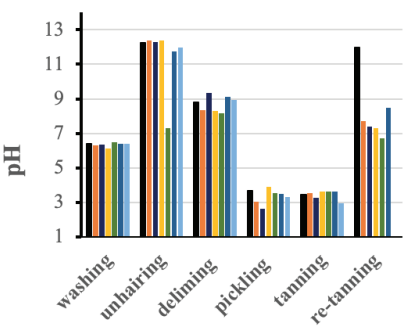


Figure 2. pH of WW from processes of all factories (averages of three replicates)

Figures 3 and 4 show results of the chromium content in WW from washing and unhairing processes, respectively, for each of the seven factories involved in this field study. They show experimental data from three replicates. The standard error ranged from 5 to 37%. In some samples, Cr was not detected and reported as zero. Most of these values are relatively small, except for WW from washing from factory no. 6.

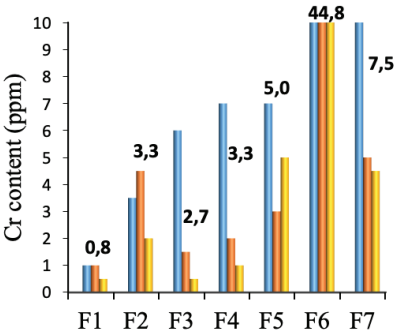


Figure 3. Cr content in WW from washing process from all investigated factories (three replicates).

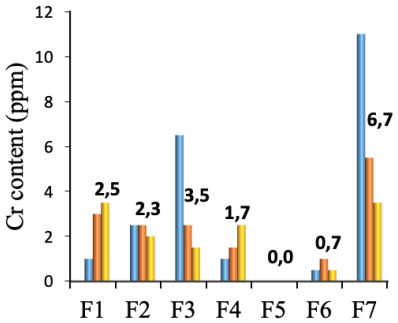


Figure 4. Cr content in WW from unhairing process from all investigated factories (three replicates).

Figures 5 and 6 show results of the chromium content in WW from deliming and pickling processes, respectively, for each of the seven factories involved in this field study. They show experimental data from three replicates. The standard error ranged from 3 to 58%. Most of these values are relatively small and creates no major environmental concerns.

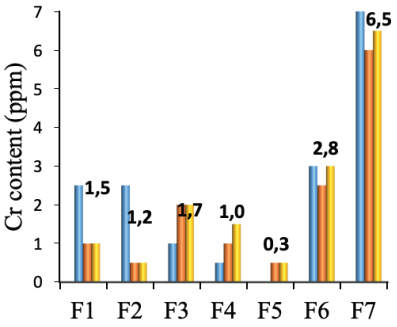


Figure 5. Cr content in WW from deliming process from all investigated factories (three replicates).

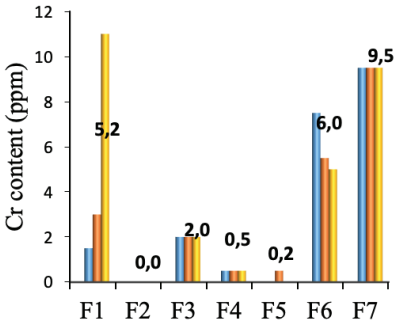


Figure 6. Cr content in WW from pickling process from all investigated factories (three replicates).

Figures 7 and 8 show results of the chromium content in WW from tanning (in g/L) and re-tanning (in ppm), respectively, for each of the seven factories involved in this field study. They show experimental data from three replicates. The standard error ranged from 1 to 25%. The levels of Cr content in WW from tanning are of environmental concern. However, Cr in WW are relatively small and creates no major environmental concerns.

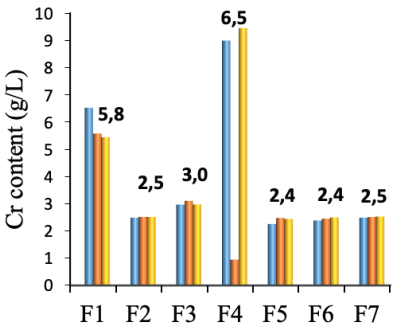


Figure 7. Cr content in WW (in g/L) from tanning from all investigated factories (three replicates).

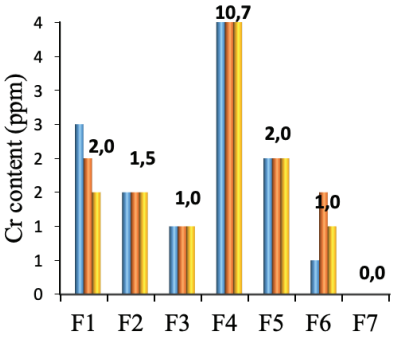


Figure 8. Cr content in WW from re-tanning process from all investigated factories (three replicates).

3.2. Results of the analysis of the CP options

The manufacturing processes are summarized in Table 1: The local tanneries receive preserved salted dry hides. The production process starts with a mechanical shaking for salt removal. The hides are then soaked with water and detergents in order to remove salts and dirt. Then, lime and sodium sulfide are used to remove the hair and non-collagen materials, through swelling and hair disintegration. Then, deliming is performed using ammonium sulfate, where the pH is decreased. The pH is decreased further in the pickling step by using formic acid, since sulfuric acid is not available due to local restrictions. Then, tanning is performed by adding chromium sulfate, which creates crosslinking between collagen fibers. Finally, the hides are re-tanned using dyes and auxiliaries to obtain better softness.

Table 1 also summarizes the amounts of solid waste and the volumes of released wastewater from these processes. In a previous publication [1], pollution loads from all processes in selected two local factories have been determined, only one of them processed cow hides. The amount of WW generated locally is much lower than that generated by tanneries worldwide. This makes the WW pollution parameters of TS, TDS, SS, COD, chloride, ammonia and chromium generally higher than those reported worldwide in previous literature. The discharged WW does not comply with the legal permissible limits for the investigated characteristics. Liming process releases the highest COD at the highest pH

value. The released WW contains no ammonia content before deliming. Ammonia concentration increases when proceeding from tanning to retaining. Another paper, presented in this conference, involves the determination of pollution loads of the seven factories involved in this study. Based on all these information, the identified CP options for each process are listed table 1.

Table 1. Leather manufacturing processes in Palestinian Tanneries and the identified CP options.

Processes and Conditions	Pollution Loads	Identified CP options
Mechanical Shaking	Salts	• Collecting salts and sending for reuse in salting fresh hides.
Fleshing	100 kg of solid waste per ton of processed cow hide (fats and non-collagen proteins)	• Performing it after liming. • Investigating protein recycling (e.g. in soap or poultry feed manufacturing).
Soaking (24-48 hrs) Detergents (0.3%) Fat remover (0.3%) Enzyme (0.5-1%) Water (150%)	≈ 1.5 m^3 WW/ton (Salt, dirt, fats, soap)	• Counter current soaking. • Using detergents and disinfectants in a shorter period: 8-20 hours.
Washing (2 hrs) Water (120%)	≈ 1.2 m3 WW /ton (Salt, dirt, fats, soap)	• Increasing pH by adding Na_2CO_3 and NaOH, for better effects.
Unhairing and Liming (18 hrs) Lime (4%) Sodium Sulfide (2-3%) Water (120%)	≈ 1.2 m^3 WW/ton Sulfide, lime and hair	• Performing in two stages. • Using sharpening agents (HNaS and Na_2CO_3). • Intacting hair removal or hair-save dehairing techniques. • Using enzyme assisted unhairing to reduce the level of COD and reduce sulfide content in effluent. • Recycling of spent liquor.
Additional **fleshing** step	50 kg of solid waste per ton of processed cow hide (flesh, fatty tissues, hair and excess lime and Na2S). Little WW	• Investigating recycling of solid wastes in soap or poultry feed manufacturing.
Deliming (3.17 hrs- stagewise: 40, 90 then 60 min). Stages 1 & 2 at 35°C Soap (0.3%)-Ammonium sulphate (1%) - Fat remover (0.3%) - Water (100%) Stage 3: Dekeltal (2.5%) and Orpone (containing NH4Cl) (0.5%)	1 m^3 WW/ton from each stage	• Performing a single stage. • Organic acid based deliming. • Carbon dioxide based deliming. • Reusing deliming liquor.
Pickling (2.7 hrs shaking) Then, hides are left in the drum overnight, targeted pH 2.5-2.8. Salt (10%) - Formic acid (1%) Alternative acid (2.5) -Water (60%)	No waste	• Decreasing pH value (e.g. to 2.4) for better tanning conditions. • Using salt free organic acid pickling.

Tanning: (8 hrs mixing) Then. hides are left in the drum for 24 hrs - $Cr_2(SO_4)_3$ (7%) - Water (20%) for 6 hrs (Added to the same water used in pickling). Then, Soda ash (0.2%) for 2 hrs.	0.8 m^3 WW/ton (Chromium)	• Adjusting p: –first lowering pH to 2.4, then increasing to 4.1, by the addition of soda ash or sodium bicarbonate, to improve the chromium uptake.
Pressing	70% of entrapped tanning liquor from the fiber network.	
Splitting and Trimming	Solid waste: 40-80% of the hides as solid waste	• Performing splitting at liming stage, to reduce the required chromium for tanning and to increase chromium uptake. • Performing a feasibility study for using splits and trimmings for manufacturing glue, gelatine, protein flavor and reconstituted collagen.
Retanning stage 1 (1hr) Soap (0.5%), then, after 20 mins: Formic acid (0.5%) Hot water (100%) At 40oC	1 m^3 WW /ton	
Retanning stage 2 (1.5 hrs) Sodium formate (1.5%) Sodium bicarbonate (0.1%) Water (100%)At 40 oC	0.8 m^3 WW/ton (Oils and dyestuff) Air emission VOC	
Retanning stage 3		• Using non-spraying dying methods
Dying (6 hrs) Enzymes (6%) - Limosa (6%), Auxiliaries (6%), Dyestuff (0.25%), Water (80%) Oil (5%), Formic acid (1%)		such as curtain and roller coating, use of liquid and low dust dyes.

Table 2 lists the determined chromium uptake for each of the investigated seven factories (F1 through F7), based on information of feed preparation of 7 g/L of Cr for each factory and based on the analysis of Cr content in WW. The average percentage chromium uptake (of all factories) is 48.6%. However, if the data for factories 1 and 4 are excluded, the average percentage Cr uptake is 63.2%.

Table 2. Percentage Cr uptake or chromium tanning process efficiency.

tanning	Measured Cr-out (g/L)	Estimated Cr uptake
F1	5.85	16.5%
F2	2.51	64.2%
F3	3.01	56.9%
F4	6.46	7.7%
F5	2.39	65.8%
F6	2.44	65.1%
F7	2.51	64.2%
average	3.60	48.6%

The most feasible options seems to be the improvement of tanning process towards increasing process efficiency (maximizing chromium uptake by hides), as well as chromium recycling and reuse. Table 3 summarizes the CP options related to chromium tanning process.

Table 3. Summary of CP options related to chromium tanning process.

CP Option	Advantages	Disadvantages	Application feasibility
Replacing tanning agents (e.g. titanium or aluminum compounds)	- Claimed to be effective for producing leather with the same quality of chromium tanning. - Elimination of chromium discharge in the effluent.	- Producing leather with high rigidity. - Requires additional chemicals. Very expensive.	Research level only. Not accepted by the industry.
Reducing Chromium in the effluent by improving chromium uptake	- Cost saving of chromium - Reducing level of chromium in WW. - Good leather quality.	- More energy cost (when heating) with a longer running time and a higher temperature are needed. - Increasing fixed and operating costs (energy and improved drum).	- Acceptable by the industry. - Local motivations for this option. - Requires experimental CP investigations.
Recovery Cr reuse	- Cost saving of chromium Reducing chromium consumption. - Reducing Cr level in WW	- Increasing fixed and operating costs (WW treatment facility, chemicals and man power.	Local constraints on the availability of the required sulfuric acid for regeneration of the precipitated Chromium hydroxide.
Recycling Of Chromium	- Reducing Cr level in WW - Reducing consumption of water. - The simplest form of Cr management.	- Requiring changes to tanning procedures. Increasing the capital cost. - Resulting in changes in leather quality and color.	- It is viewed as a theoretical option only.

4. Discussion

These results indicate that the Cr contents, in WW released from processes other than tanning, are very small: in most cases they are below 10 ppm, and in many cases within 1-3 ppm. Only one sample of WW from washing (from F6) has a high value of to 44.8 ppm. These contents are detected although chromium is added in tanning step. This is attributed to possible residuals attached to the wooden processing drums, from previous batches of tanning and then released slowly in every time fresh water is loaded for a new process.

The alakinity or the acidity of the WW may lead to labelling some of these streams as hazardous waste, such an environmental concern may be reduced by creating a collection tank for highly alkaline WW streams and other one for highly acidic WW streams, then feeding them at a required proportions to an equalization tank to level of pH, and minimize hazardous characteristics of corrosivity [4].

The levels of Cr content in the released WW from the tanning process (Fig. 7) are relatively high, ranging from 2.4 to 6.5 g/L. The high values of 6.5 g/L (F4) and 5.8 g/L (F1) are way beyond the reported range in the literature of (1.5–3 g/L) [6]. This is partially attributed to the ineffective adjustment of pH in the picking process; the pH values for F1 and F4 are higher than that for the other factories (Fig.2). This indicates that pH is an important factor in process efficiency. However, for all other cases (F2, F3, F5, F6 and F7) the measured Cr in WW had very close values with the range of 2.4 to 3 g/L, which are within the reported range (close to its upper limit). They are less than the value reported in our previous case study, on one local factory of cow hide processing (3.5 g/L) [1]. These variations are attributed to day-to-day and factory-to-factory possible variations in operating conditions. Creating production log book may assist in monitoring and controlling such operating conditions.

The determined average percentage uptake of all factories (48.6%) is close to the value reported in our previous case study for one factory (47%) [1]. However, excluding the data for factories 1 and 4, for possible inaccurate handling or processing at the day of sampling, the average percentage of Cr uptake is 63,2%, which is within the reported range of Cr uptake for traditional tanning processes (60-70%) [5]. In addition, high process efficiency can be accomplished with better adjustment of the pH, before tanning (lower pH at pickling step at 2.4 instead of the measured values above 3.0, as shown in Fig.2. These pH values are better for Cr uptake than the value reported in our previous case study (4.65) [1]. As explained above for the variations in Cr contents, the pH variations may be also attributed to day-to-day and factory-to-factory possible variations in operating conditions.

In addition to lowering pH at initial tanning period, a higher pH after, by adding alkaline materials (see Table 3), can improve process efficiency. This pH controlling approach assists in enlarging the chromium complex after its penetration inside the hides (during the initial tanning period), and consequently improve chromium fixation and collagen networking within the hides. This is proposed to be done by adding soda ash or sodium bicarbonate to increase the pH after the initial tanning period. These recommendations are proposed for our future testing on the pilot scale tanning drum. It is also worth to note that the Cr content in the re-tanning process for F4 (Fig. 8) was relatively higher than all other cases. This may indicate that chromium fixing during tanning was not sufficient, since larger amount of Cr is released in the re-tanning step.

The proposed CP options of replacement of chromium with alternative tanning agents (such as aluminium oxide and titanium compounds), or combined

tanning approach of these chemicals with chromium sulphates, does not seem practical to local factories; chromium tanned leather leads the best leather quality for shoes making in terms of mechanical characteristics. The level of acceptance of such CP options is planned to be investigated in our future field survey. For the time being, the CP approach of increasing the Cr tanning process efficiency is preferred. This is recommended to be accomplished through process modification (e.g. using of masking agents such as potassium tartrate and dicarboxylic organic salts and acids), and operation optimization (pH, Cr feed concentration, temperature, tanning period and drum rotation speed). An investigation approach will be based on testing the obtained leather product –from each tested process modification- for its mechanical properties of product quality (e.g. tensile test).

The above CP options represent an approach for reinforcing of environmental ethics. This is part of our moral responsibilities to future generations, while there voice in making environmental decision, is not available yet to be addressed. In addition, eco-manufacturing represents an ethical approach for industrial development. Environmental issues are more ethically driven that economic motivations. Some international companies in the field of leather and shoes industry are currently highlighting such ethical issues in their business literature, by explaining how their brands rate when it comes to its treatment of people, planet and animals. Local industry may need to give these aspects more attention, while moving ahead towards better professional business.

Conclusions

The current chromium tanning process efficiency is low to medium. The best operating conditions, it does not exceed 66%. WW from all processes of all factories contain low concentrations of chromium, but might create major environmental concerns. WW from tanning process must receive great attention for CP options, by focusing on the improvement of operating conditions for increasing efficiency.

The following recommendations are stated:

• A better approach for pH control must be developed.

• Ensuring full segregation of the WW line from tanning process from other WW streams.

• Mixing alkaline WW streams with acidic WW streams in an equalization tank to level out pH and minimize hazardous characteristics of corrosivity.

• Performing experimental studies to investigate the technical feasibility and the impacts of process modifications on the quality of the produced leather.

• Additional focus should be given on the high COD content in the discharges from beamhouse operations, and for responding to the sulfide content from unhearing process.

• A feasibility study is recommended for the recycling of the solid waste.

Acknowledgements

The authors would like to thank the Palestinian-Dutch Academic Cooperation Program (PADUCO) for funding this research project: "Managing heavy metals contaminated industrial WW from inorganic chemical industries in the West Bank: Implementing cleaner production for sustainability". The authors also thank project partners for their cooperation: Amer Zaatari from Al-Waleed Leather Company, Prof. Amer El-Hamouz and Dr. Abdrahim Abu Safa from An-Najah National University, the Palestinian Environment Quality Authority and the Leather and Shoes Association in Palestine.

References

1. Sawalha, H., et al., Wastewater from leather tanning and processing in Palestine: characterization and management aspects. Journal of Environmental Management, 2019. 251: p. 109596.

2. Maxwell, C.A., Animal hide processing: impact on collagen structure. 2007: Cardiff University.

3. Al-Jabari, M., Establishing hazardous waste list for a developing country: Palestinian case study. Journal of Engineering and Architecture, 2014. 2(2): p. 187-196.

4. Al-Jabari, M., et al., Inventory of hazardous waste from industry: a case study. Int. J. Environment and Waste Management, 2020.

5. Belay, A.A., Impacts of chromium from tannery effluent and evaluation of alternative treatment options. Journal of Environmental Protection, 2010. 1(01): p. 53.

6. Sabur, M., M. Rahman, and S. Safiullah, Treatment of tannery effluent by locally available commercial grade lime. Journal of Scientific Research, 2013. 5(1): p. 143-150.

7. Basu, A.J. and D.J. van Zyl, Industrial ecology framework for achieving cleaner production in the mining and minerals industry. Journal of Cleaner Production, 2006. 14(3-4): p. 299-304.

8. Al-Jabari, M., Analysis of the Palestinian Environmental Legal Framework towards Establishing the Palestinian Hazardous Waste List International Journal for Environment & and Global Climate Change, 2015. 3(3): p. 93-108.

9. Al-Jabari, M., M. Abualfailat, and S. Shaheen, Treating Leather Tanning Wastewater with Stone Cutting Solid Waste. CLEAN – Soil, Air, Water, 2012. 40(2): p. 206-210.

10. Al-Jabari, M., et al., The treatment of chromium tanning wastewater using natural marl. Chemical Speciation & Bioavailability, 2009. 21(3): p. 185-191.

11. Al-Jabari, M., et al., Monitoring chromium content in tannery wastewater. The Journal of the Argentine Chemical Society, 2009. 97(2): p. 77-87.

5

Waste Management and Applications
Atık Yönetimi ve Uygulamaları

The Polluter Should ... Pay?
Funda YETGİN BAYKAL
Green Production – Eco Efficiency and Clean Technologies
Zeynep CEYLAN / Şeyda Deniz AYDIN
Sıfır Atık Uygulamalarında İçecek Ambalajlarının Yönetimi İçin Avrupa' daki Depozito İade Sisteminin İncelenmesi ve Türkiye için Öneriler
Aybike MISIR / Mislina MARAŞLIGİL / Cevat ÖZARPA
Sıfır Atık Uygulamaları: Eğitim Kurumları Örneği
Asude HANEDAR / Burak GÜL/ Elçin GÜNEŞ / Gül KAYKİOĞLU / Yalçın GÜNEŞ
Waste Management in a University Campus
İbrahim UYANIK / Oktay ÖZKAN / Hamdi MIHÇIOKUR
Sürdürülebilir Yapı Malzemeleri Kullanımının Çevresel Etkileri
Celalettin BAŞYİĞİT / Mehmet Hanifi ALKAYIŞ / Mutlu İrem KARTLI
Pollution Loads from Leather Tanning Processing in Palestine
Hassan SAWALHA / Maher Al-JABARI / Israa NAMMOURA / Mariam SBAIH
Heba Al-HOURINY / Eldon R. RENE
Fitoremediasyon Yöntemi ile Topraktan Kurşun Giderimi
Fatma EKMEKYAPAR TORUN / Şahset İRDEMEZ / Sinan KUL / Yaşar NUHOĞLU
Comparative Investigation of Temperature and Vacuum Effects in Drying of Metal Coating Wastewater Treatment Sludge
Bahar AKYÜZ / Arslan SARAL / Yaşar AVŞAR
Dewatering of Mine Tailings and Reducing Environmental Impact
Salih YÜKSEK / Merve ERCİNS
Bioremediation of Areas Devastated by Industrial Waste
Zehrudin OSMANOVIC / Nedzad HARACIC/ Ibrahim SARAJLIC
Amila DUBRAVAC / Eldin HALILCEVIC
Petrolün Çevreye Etkileri
Qezale KHEYRABADI
Türkiye ve İstanbul'da Arıtma Çamuru Üretim Tahmini ve Bertaraf Alternatifleri
Seferhan YILMAZ / Kadir ALP
Constraints of Using Coal Fly Ash in Agriculture: An Innovative Approach
Amna FAISAL / Sana HASSAN / Shazray KHAN
Management and Recycling of Municipal Fly Ash Solid Waste through Concrete Production
Oday Ali AZEZ /Hatice ÖZNUR ÖZ / Kasım MERMERDAŞ
Shear Response and Frictional Properties of Soil Mixtures at Different Dry Weight Proportions
Tanay KARADEMIR

The Polluter Should ... Pay?

Funda Yetgin Baykal

Abstract

The Polluter Pays Principle (PPP) is among the core international instruments for environmental protection. It appears to be excessively economy- focused at initial sight. To evaluate the moral validity of this, I visited four different justification possibilities: 1. Economically preferable equals environmentally preferable; 2. Economic development is a satisfactory aim; 3. Environmental problems arise from economic goals; 4. Economy represents the power needed for solutions. After evaluating each of these, I confirmed that the focus of the PPP on economy does not allow for sufficient protection of the Nature, as also expressed in the literature.

Keywords: *"Polluter Pays Principle" , the Nature, market, economy, environmental ethics*

1. Introduction

This study aims at analyzing and discussing the "Polluter Pays Principle" (PPP). The OECD is reported to be the first to explicitly mention the PPP in 1972 (Sands 2012, p. 230). In its Recommendation (OECD 1972 Annex A.a.4), it was written that; the PPP is there "to encourage **rational use of scarce environmental resources and to avoid distortions in international trade and investment**", that it covers the expenses for the measures "to ensure that the environment is in an acceptable state". The PPP was also adopted as Principle 16 of the United Nation's Rio Declaration, which mentions that "the polluter should, in principle, bear the cost of pollution", again **"without distorting international trade and investment."** The Environmental Liability Directive (ELD) is the EU's major legal tool based on the PPP, which mentions (Article 1.3.3 of Annex II) that **complete remediation is not compulsory if the environmental benefit is not worth the economic costs**. Moreover; the ELD reveals that protected species and natural habitats, water and lands are considered as **"natural resources"**. Article 2.16 of ELD cites the following cost items within the PPP: "the costs of assessing environmental damage, an imminent threat of such damage, alternatives for action as well as the administrative, legal, and enforcement costs, the costs of data collection and other general costs, monitoring and supervision costs".

An expected function of the PPP's payments is deterrence or induction. The main principle of ELD is mentioned as: "that an operator whose activity has caused the environmental damage or the imminent threat of such damage is to be held financially liable, in order to induce operators to adopt measures and develop practices to minimize the risks of environmental damage so that their exposure to financial liabilities is reduced." On the other hand, Hulme and Short (2014) and Tekayak (2016) argue that PPP fines are not deterrent for companies. They defend that financial means are not satisfactory for environmental protection and propose a strict international law which would regard environmental damages as criminal activity instead.

The expressions about the PPP given in the first paragraph seem to be excessively economy-oriented. This is problematic because if the focus point is economy, it means that it is not exactly the Nature. The goal hence may seem like protecting or aligning with the economic framework and the free market, which does not sound prima facie to be exactly good or sufficient for the Nature. The economy-focus (or, excessive focus on or overemphasis of economy) is not confined to the word "Pays". Naming some parts of the Nature as "natural resources" implies that these parts, which also include living beings, can be used and traded based on market values. Meanwhile Redford and Adams (2009) have a remark about ignorance of the non-market-based value of Nature in market policies. Moreoever, even the decision regarding whether to conduct remediation is allowed to be made based on whether or not it is economically costly. This alone could be enough for demonstrating the preference of the economy over the environmental protection. Whenever made, the extent of the remediation to be made is subjective, as revealed by the term "acceptable state". The defined extent of remediation is also proportional to the scope of the "defined" damage (Zhu and Zhao 2015). Zhu and Zhao also mention (ibid) that, the harms of environmental damage are not confined to the reasonable costs of remediation, which is relevant to what acceptable state is. The anthropocentric and non-anthropocentric approaches in the environmental ethics literature bring further different perspectives to these aspects. Based on all these, in this study, I would like to explore in the Discussion if the economy-focus of the PPP could indeed be justified. The possibilities I will evaluate for the justification are listed below:

1) Economically preferable = Environmentally preferable
2) Economic development is a satisfactory aim
3) Environmental problems arise from economic goals
4) Economy represents the power needed for solutions

2. Discussion

I will visit every possible justification in different sections in the order above.

1) Economically Preferable = Environmentally Preferable

Here we may initially think of two subpossibilities (I will present a possible amendment in the coming paragraphs):

i) the scope of Nature to be protected = $\sum$ (natural resource of economic worth)j

ii) Even if not i) , it is for the benefit of Nature to treat it as such
(protecting the natural resources leads to protection of the Nature)

The equality in the first subpossibility would hold true if those termed as environmental resources were truly merely resources and furthermore, if environment consisted of nothing more than those so-called resources. This is against many non-anthropocentric views and I will start with these. They are not omittable, because at least some of the living beings have sentience or are subject-of-a-life, which make them morally considerable, with respect to the different criteria of Peter Singer's animal welfare or Tom Regan's animal rights approaches respectively. We can also say not omittable because all living beings have intrinsic value (defended by e.g. Kenneth Goodpaster). There are some beings which have a right or at least need to -but cannot- object economy-focused interactions with the Nature. Deep ecology also regards exclusion of some non-economically valuable entities as totally unacceptable. This list of criteria and approaches can be extended[1], but the point is that the non-anthropocentric views would reject this possibility of justification.

They would also reject the second subpossibility. Because these beings worthy of consideration outside the focus would be ignored (thus could be harmed) whilst "natural resource" focused endeavors. The Nature is an integration of many subsystems, species (and their individual members and colonies etc.), as well as non-living parts. Acting with the natural resource perspective may not protect the parts of the Nature that are generally not required to be protected for the sake of economics, such as areas with low-economic-value "natural resources" or economically-dispensable areas or non-humans[2].These are however parts that are of concern for non-anthropocentric views.

Anthropocentric views focus on the value of and aim the good for the humans, not attributing much worth to the non-humans and the Nature. The first subpossibility may thus prima facie fit those views. Keeping in mind that the

1 There are possible additional criteria. But selection of criteria is a deep issue and it suffices for the purposes of this paper to mention that non-anthropocentric views would oppose the omission, protesting against the look at humankind as holder of the right to freely utilize the rest of beings as resources.

2 This claim is also used for poor humans and future humans in various studies in the literature.

Nature has many parts additional to those with economic worth, let us analyze if this view really serves humans.

I argue that this view is in reality self-damaging for the human population. Because the humanity is not at the top of the possible level of knowledge (e.g. please consider the knowledge deficits about ocean life Appeltans et.al 2012) or the general knowledge deficits about the ecosystems arising from insufficiency of Newtonian framework (Miller and Rees 2013, p.9)). We would not be able to tell with utmost accuracy which resources should be used carefully or freely or instead totally preserved, and which factors they depend on in the complex web of nature. When it comes to interdependencies in this web, we do not have a strong enough habit of thinking integrally about the Nature either (some of the problems regarding anticipation or implementation of Industrial Emissions Directive or regulatory impact assessments could be given as examples). E.g. it is possible to act without real knowledge on the value of a plant species that could be pharmaceutically useful[3] or which factors its wellbeing depends on. We may discard this "ignorable" plant species while protecting the "collection of natural resources" there. If we do not have these necessary knowledge or habits at a sufficient level, an ignorant look to the Nature as a set of resources would actually mean an ignorant look to the future of the humanity[4]. Thus "rational use of natural resources" may not be a very realistic perspective.

The objection above also holds true for the second sub-possibility in the anthropocentric domain, for similar reasons. This subpossibility could be formulated in this domain as taking care of the essential parts of the Nature for the sake of humans, by sustainably taking care of the natural resources against depletion or deterioration. The same objection is valid, the Nature being an integration of many subparts and the humankind lacking some skills and knowledge to sufficiently address this whole matrix.

We may amend the two subpossibilities by including some additional parts that are necessary for protection of the parts of economic worth. For example, the parts that connect and/or support and/or are inseparable from the parts of economic worth can thus be included within the considerations. This amendment however may still not cover all the non-anthropocentrically-valuable parts of the Nature, e.g. some sentient non-humans or the parts that do not demonstrate clear ecological significance. Thus the non-anthropocentric view would still object the first justification possibility (the two subpossibilities). When we consider the

3 This instrumental example is given to represent the anthropocentric perspective mentioned.
4 While the environmental protection field also includes the Precautionary Principle for new array of activities posing uncertainties, still, whether or not we know enough about how much we know and how much we lack information in which fields is also questionable.

anthropocentric views, we reach the same conclusion of objection. This is due to lack of knowledge and skills to target the parts that are necessary for the parts of economic worth.

Still a better approach could be to make the amendment in a very broad sense, so that the context includes all the parts and beings that should not be left aside. Perhaps, it is better to focus on the whole matrix. This means the whole web of Nature, the whole ecosystem. Meanwhile finally this is a point where the justification possibility satisfies both anthropocentric and non-anthropocentric approaches. But then the justification possibility loses its point: Why should we regard the Nature with a focus on the economically valuable parts, if we are finally to take into account the whole Nature?

Actually it is not a surprise that this first justification possibility fails. As also mentioned by Zhu and Zhao (2015), harmful impacts of environmental damage cannot be assumed to be identical to economic harm. While it is true that many aspects have economic outcomes, this does not mean that everything can or should be viewed in economic terms. An issue may be really insignificant as a whole in terms of economics, despite not being so in terms of environment. Furthermore; some economic results of the environmental changes cannot be accurately quantified. This gap of information can lead to omission or exaggeration of the real economic result. In a world where the economic area receives an excessive attention and because that the Nature as a whole (and its many parts) are not integral parts of economic calculations, probably the effects of these is generally in the direction of omission of real value rather than exaggeration.
Note that this possibility for justification about limitation of the scope of the Nature to protect is also relevant to the discussion below within the context of the possible justification 3, as the limitation is linked to "preferences" and "priorities" that may obviously bring barriers to environmental protection.

2) Economic Development is a Satisfactory Aim

The economy-focus could be regarded as an aim (end) in the form of economic development. Aim possesses significance, and is more than a tool ("mean"). This possibility may provide answers to many criticisms. But when viewed together with some other aims such as happiness, wellbeing, freedom, strength or so on, the economic development does not necessarily shine out as the ultimate aim. Economic development should perhaps be regarded as a tool for such other (higher level) aims. Probably it is one tool that is successful to some extent for attaining such higher aims. There is no single reason to think that a good economic status is still worthy even when it does not facilitate attaining such a higher aim.

Human development can be considered as an intermediate level aim in the objective tree (aim with respect to the aims below, tool with respect to those higher level aims). Human development is definitely important but economic development is not the only means to reach it and the latter does not guarantee the first. Failure could be due to several factors, one being simply the mentioned fact that human development is more than economic development of the humans, being measurable by life expectancy and literacy (Streeten 1994). Here life expectancy of humans is associated with not just the economic development status of the humans but also many other factors including, inter alia, the status of the environment they directly or indirectly interact with. While environmental status deterioration could be partly prevented with a sustainable economic development approach, still no reason could be found to focus more on the economy than the Nature.

Another factor to consider is whether or not an additional aim of "development" of the humankind (in a broader sense than the above "human development") can be considered as a valid higher aim by itself too, rather than merely a tool for higher aims. It is the state of progress of the humankind. Meanwhile, the development is not always in positive direction: would or would not the World be better without inventions of atom bomb or biological weapons? On the other hand, if "development" is still to be taken as a higher aim, it is much wider a concept than economic development. If economic development fits into it, so can environment-friendliness development of the humankind fit into it. Based on all above, overemphasis on economic development is still not justified.

3) Environmental Problems Arise from Economic Goals

The economy-focus may be based on the grounds that crimes committed by companies are generally committed with aims of financial profit and by the effect of the competitive nature of the market. Here the idea is that the PPP can "induce operators to (...) minimize the risks of environmental damage" as mentioned in ELD and transform the highly competitive market where companies are after economic gains to a market where companies also consider protection of the environment. I would like to call the PPP in this context as a potential "shaping" tool[5] to shape the market.

5 While my understanding is that within the framework of the PPP the market could in theory be shaped as an environment-friendly market by both sanctions and consumers, I will not go into detail about the role of the consumers in this short paper. Let me only mention that the major handicaps mentioned in the paper against the success of the PPP in shaping the market (e.g. highly competitive conditions, strength of freely acting companies relative to the fines) are also barriers for the role the consumers can perform to shape the market as an environment-friendly one (accompanied with other barriers such as information and awareness gap, social constructs and alike) within the framework of the PPP.

If wrong action is not economically punished, due to the economic revenues gained by the wrongdoers, there will be an economic inequality between these companies and the innocent companies, to the benefit of the first. In this way, no economic punishment to the damager companies seems to be an economic punishment to the companies which do not damage. This inequality can adversely shape the market as a non-environment friendly market, by not just weakening the environmentally innocent companies, but also leading them to commit the same crimes. Because it would seem possible to them to escape from justice like those free riders. Thus, effective punishment of the environmental harms is relevant to justice as well as effectiveness (providing deterrence). But there are problems. The problems are such that, the shaping tool can shape the market towards one with lower environmental priorities and more ambitious pursuit of self-interests. Below I will discuss this and additionally the option of elevation of fines.

Regarding lowered environmental priorities, it should first be reminded that even without the PPP, when companies have to be in a continuous and possibly harsh race with each other, their attention to moral concerns (justice or others) and sensitivities (towards other humans, the Nature or its components) may decrease. They may proceed to a consequentialist summation to decide on whether or not a considered environmental damage would be worth the harms of it, simply focusing narrowly on only the harms and benefits to themselves. These companies could otherwise perish. In that case, through increased and rather free consideration of the possible consequences for the self, the acts obviously would not be determined by environmental sensitivities[6]. These companies may choose to give more environmental damage. Because anything with a price tag is not completely prevented: there is a choice of violation depending on economic strength and priorities. As a result of this freedom, the market would be ironically shaped as a market with weakened environmental priorities for the Nature or its parts.

Meanwhile, under effect of the abovementioned continuous harsh competition, the market may be undergoing another shaping procedure, eliminating the weaker ones. Since the same amount of sanction have different levels of effects on environmental damagers of different economic strengths, justice questions come to mind. But I do not believe that every company has to exist or maintain the same financial strength forever. The companies facing difficulty should in deed be able to shoulder their own responsibilities with respect to the Nature, as a minimum. In this respect; the capability (financial and else) relative to the risk of the task has importance: Because that the financially insufficient companies

6 Such as those deriving from animal rights, ecological or deep ecological, virtue-oriented approaches or, as another but still non-anthropocentric form of consequentialism, from animal welfarism.

may not have the power to account for their environmental damage, it does not have to be morally wrong by itself that they face difficulties and even closure and insolvency, when attention is paid to not these companies alone but also all potential victims of possible environmental damage.

A negative environmental consequence of insolvency however is that some companies fail to afford the recovery of the damage they had caused (e.g. Luppi et. al. 2012 mentions this problem about the duty of compensation towards the human victims). Some authors propose guarantee mechanisms to prevent this situation (e.g. Zhu and Zhao (2015) propose pre-collected funds). The EU (European Parliament and the Council 2017, Article 16) similarly proposes financial security instruments, meanwhile stating a belief that the demand is low yet. If feasible, such measures could be a solution.

As another important aspect, does it morally suffice to cover only the remediation[7] to account for the damage? I believe not, because remediation does not undo some harms of the environmental damage such as lost or harmed lives. Then, whenever the PPP fines should be given, they should involve additional amounts to account for the irremediable harms given. The decision on additional amounts however brings the difficulty of how the value of lives would be estimated, when there is such a wide spectrum of non-anthropocentric approaches. One way is to overcome this difficulty by setting the PPP fines at astronomic amounts. But even an astronomic amount is still an amount to pay. Thus, the price-tag freedom again holds true for some (this time "very") strong companies. It is still not a state of total justice or a totally effective measure if the strongest can breach. The most appropriate alternative to the PPP from this point of view appears to be non-financial measures (e.g. criminal law, praising and shaming).

All in all, although environmental problems frequently arise from economic pursuits, an economy-focused instrument is not enough[8], can bring inequalities and fails as a shaping tool due to what I explained as price-tag freedom. While elevation of fines seems necessary, it is not an exact solution either.

4) Economy Represents the Power Needed for Solutions

The market, the platform of money exchanges, can represent the energy flow and has many influences. The money can represent the energy (or let's say the

7 We can consider the costs mentioned in abovementioned Article 2.16 of ELD within this context.

8 In fact another objection is that economics oriented environmental solutions exclude other necessities (an example could be lifestyle change), as mentioned by York and Rosa (2003). There are additionally numerous studies on whether or not and how important a role individuals have, as consumers and citizens. As mentioned before, I will not elaborate on consumers in this short paper.

power, forgetting about the technical difference of these two terms for our purposes). These can affect, influence, and perhaps even control many things. Thus if an instrument is in harmony with free market or allows utilization of money for environmental protection, this seems beneficial. But seeking harmony as a means for success may sometimes be against the aim for which we would like to succeed with the means. If a moral aim is of concern, this would resemble the situation of submitting to the power and forgetting about morality. To check, we can observe progress towards the aim for example, in addition to possible moral problems.

In European Parliament's resolution on the ELD (European Parliament and the Council 2017, particularly through Articles 9-11), it is mentioned that significance of environmental damage is defined differently across EU Member States and regrettably by excluding concerns about the Nature, and that ELD is not applied to some important environmental damages. Thus the ELD (the widest legal instrument of the PPP) does not sufficiently serve environmental protection goals and fails to address the Nature sufficiently. Thus; in addition to the moral problems mentioned in the preceding parts, the excessive reliance on economy for power is not justified on grounds of success either.

Conclusions

The PPP is a global environmental protection instrument. It is clearly an instrument with economy-focus -not limited to "Pay" in its name, but also involving the economy-focus much in other additional ways. The intensity of this focus makes the PPP's fit into the environmental protection picture questionable. In this short paper, I visited four different possibilities for justification of the economy-focus. It was seen in the preceding parts that these justification possibilities do not work.

The idea that the polluter should "pay" for the environmental damage and that economic expenditure is the mechanism for the punishment and deterrence does not suffice for environmental protection. It does not allow sufficient address of the Nature. It is not good for us humans either. But it allows the potential damagers to utilize a price tag freedom and involves moral problems.

To conclude, I agree with the claims that financial punishments do not constitute the best option. Yet they should be implemented fairly and with goals of protecting Nature whenever they are implemented. As long as the current system is valid, the following should be addressed: establishment of a payment-guarantee system, elevation of fines to account for all damages including those to the

lives in the Nature.

Recommendation topics for further studies involve the following:

• Could a strict international law really be an alternative? For this, how will countries unite to enact such a law that may also bring them disadvantages?

• Could praising and shaming be an alternative? For this, how should the following problems be overcome?: Lack of awareness, non-standardized environmental claims of companies, abundance of breachers and free riders who elevate the psychological and social limit for shame.

Acknowledgement

This paper is based on part of an MA thesis study conducted in 2015-2016 in LiU (Sweden) with the EU's Jean Monnet Scholarship Programme (coordinated in Turkey by the Ministry of Foreign Affairs – Directorate for EU Affairs). The thesis for this MA Applied Ethics was titled "Moral Evaluation of the PPP" and supervised by Prof. Dr. Anders Nordgren.

References

• Appeltans, W., Ahyong, S.T., Anderson, G., Angel, M.V., Artois, T., Bailly, N. et. al. The Magnitude of Global Marine Species Diversity. Current Biology 22, December 4, 2012: 2189–2202.

• European Parliament and the Council of the European Union 2017. European Parliament Resolution of 26 October 2017 on the application of Directive 2004/35/EC of the European Parliament and of the Council of 21 April 2004 on environmental liability with regard to the prevention and remedying of environmental damage (the 'ELD') (2016/2251(INI)).

• European Parliament and the Council of the European Union 2013. Directive 2004/35/CE of the European Parliament and of the Council of 21 April 2004 on Environmental Liability with Regard to the Prevention and Remedying of Environmental Damage - consolidated version. Available at: http://eurlex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:02004L0035-20130718 (accessed May 19, 2016).

• Goodpaster, K. 1978.On Being Morally Considerable. The Journal of Phil 0022-362X/78/7506/0308$01.80: 308-325.

• Hulme, K. and Short, D. 2014. Ecocide and the 'Polluter Pays' Principle: the Case of Fracking. Environmental Scientist April 2014: 7-10.

• Luppi, B., Parisi, F. and Rajagopalan, S. 2012. The Rise and Fall of the Polluter-Pays Principle in Developing Countries. International Review of Law and Economics 32(2012):135– 144.

• Miller, P. and Rees, W.E. Introduction. In: Pimentel, D., Westra, L. and Noss, R.F., editors. Ecological Integrity: Integrating Environment, Conservation, and Health. Island Press, April 22, 2013 - Health & Fitness - 448 pages. Available at: https://books.google.com.tr/books?id=2IKPN4gMnTkC.

• OECD Environment Committee 1972. Recommendation of the Council on Guiding Principles Concerning International Economic Aspects of Environmental Policies. 26 May 1972 - C(72)128.

• Redford, K. H. and Adams, W. M. 2009. Editorial: Payment for Ecosystem Services and the Challenge of Saving Nature. Conservation Biology 23-4: 785-787.

• Regan, T. 2004. The Case for Animal Rights. California: University of California Press.

• Sands, P. and Peel, J. 2012. Principles of International Environmental Law. Cambridge University Press.

• Singer, P. 2003. Practical Ethics. In: Armstrong, S. J. and Botzler, R. G. (eds.). The Animal Ethics Reader. London: Routledge, pp. 33-44.

• Streeten, P. Human Development: Means and Ends. The American Economic Review, Vol. 84, No. 2, Papers and Proceedings of the Hundred and Sixth Annual Meeting of the American Economic Association (May, 1994), pp. 232-237

• Tekayak, D. 2016.Critical Review: From 'Polluter Pays' to 'Polluter Does Not Pollute'.Geoforum 71(2016):62–65.

• UNDP 1992. Rio Declaration on Environment and Development. Available at: http://www.unep.org/documents.multilingual/default.asp?documentid=78&articleid=1163 (accessed May 19, 2016).

• York, R. and Rosa, E. A. 2003. Key Challenges To Ecological Modernization Theory – Institutional Efficacy, Case Study Evidence, Units of Analysis, and the Pace of Eco-efficiency. Organization & Environment, 16(3): 273-288.

• Zhu, L. and Zhao, Y. C. 2015. A Feasibility Assessment of the Application of the Polluter-Pays Principle To Ship-Source Pollution In Hong Kong. Marine Policy 57(2015): 36–44.

Green Production-Clean Technology and Eco-Efficiency Keys for Sustainability

***[1]Zeynep Ceylan and [2]Şeyda Deniz Aydın**

*[1]Faculty of Engineering, Department of Environmental Engineering Ataturk University, Turkey

[2] Faculty of Engineering, Department of Environmental Engineering Ataturk University, Turkey

Abstract

Preserving their place on the agenda of international platforms in recent years, green (clean/eco efficiency) technologies are one of the basic components of the important concept of achieving sustainable development. Eco efficiency associates economic production with environmental factors in an internal union of economic development and protecting the ecosystem, in addition to revealing the importance of sustainable development and green economy in all stages of economic production. Green production controls the effects of process, product and services on human health and the ecosystem, while also being an approach to increase the sustainable efficiency of production. Changes to production and product development stages affect the whole value chain of products and steps taken within the scope of green technologies in this situation should be evaluated with the holistic approach of Life Cycle Analysis (LCA). LCA within this scope assesses the total environmental effect to prevent transfer of environmental load from one stage to another.

In this study, to leave a livable world for future generations, all aspects of the absolute relationships between green technologies and eco efficiency are dealt with and analysis of the current status in Turkey is performed.

Key words: *Green production, eco efficiency, clean technologies, life cycle analysis*

1. Introduction

In spite of significant difficulties in economic markets, interest in clean technologies including green energy (wind, solar, water, biomass, biofuel, hydrogen, geothermal, fuel cells), green transport, green chemistry, green production, information technology, eco-productivity and energy-saving devices has begun to increase further with every passing day [1]. The beginnings of demand for products causing less damage to the ecosystem has created a new area of competition for many industrial sectors. In current work processes, in addition to economic growth, the 'green work' concept including terms like clean technology, low carbon footprint, renewable resources, and recycling have gained importance [2]. Green production, clean technologies and eco-productivity are an ecosystem-sensitive waste management approach aiming to use less raw material and energy, increase reuse and recycling, create less waste and reduce amounts of dangerous waste [3]

*Corresponding author: Address: Faculty of Engineering, Department of Environmental Engineering Ataturk University, 25240, Erzurum TURKEY. E-mail address: zceylan@atauni.edu.tr, Phone: +904422314817

The keys to the transition to sustainability are linked to progression in direct clean technologies, green production and eco-productivity fields. In sustainability, clean production represents prevention at the source before environmental effects occur, rather than being a 'pollution control' approach aiming to resolve environmental problems after they occur. It requires the inclusion of every parameter in planning processes in the design stage for all types of human efficacy like industrial, urban, agricultural etc. in terms of environmental topics. As a result, instead of pollution control approaches, green production approaches have begun to be used [4]. The differences between clean production approach and pollution control approach are given comparatively in Table 1.

Pollution Control Approaches	**Clean Production Approaches**
Pollutants are controlled by filters and waste treatment techniques and technologies; in other words, attempts are made not to solve the problem itself, but to resolve negativities occurring as a result.	Pollutants are prevented from forming, at the source with integrated precautions.
Pollution control are applications coming to the agenda after processes and products are developed and pollution problems have occurred.	Prevention of pollution is an inseparable part of the process and product development process; as a result, it is more effective.
Environmental improvements with pollution control are seen as an additional cost factor for organizations.	Pollutants and waste are seen as potential resources that can be transformed into beneficial products or by-products by being rendered harmless.
Application of pollution control technologies is the duty of environmental experts like waste managers, etc.	Implementing environmental improvement and clean production requirements is the responsibility of all employees in an organization including design and process engineers.
Environmental improvements require application of a variety of techniques and technologies.	Environmental improvements include not just techniques but also non-technique approaches.
Environmental improvement precautions are taken to abide by a series of standards set by the authorities.	Clean production is a continuous process targeting achievement of better environmental standards.
Quality is defined as responses to the needs of customers.	Quality is defined as production of products responding to the needs of customers in addition to minimizing effects on human health and the environment.
There are continuous costs of technologies used for pollution control and these costs increase over time.	Clean production approaches to solve the same problem may have high initial costs; however, in the long term implemented operation and maintenance costs are lower in total because consumption of inputs like raw material, water and energy are reduced as a result of clean production applications.

Table 1. Differences between clean production approach and pollution control approach [5]

In this review, all aspects of the absolute relationship between green technologies and eco-productivity will be dealt with and information will be given about the present situation in Turkey.

2. Important keys in the transition to Sustainability

Since the 20th century, rapid industrial development, increases in population, production and consumption have caused the depletion or pollution of unrenewable natural resources. This situation has made sustainability a global topic debated by governments, manufacturers and society in the last 50 years [6].

Sustainable development is encountered as significant target that can be achieved dealing with protection and sustainability of the environment along with sustainable economic growth and social sustainability dimensions. Protection of the ecologic balance is necessary for sustainability of society by assessing the complementary targets of both economic growth and environmental quality. In this context, the important focal points in the successful transition to sustainability are the concepts of green production, clean technology, eco-efficiency and life cycle analysis.

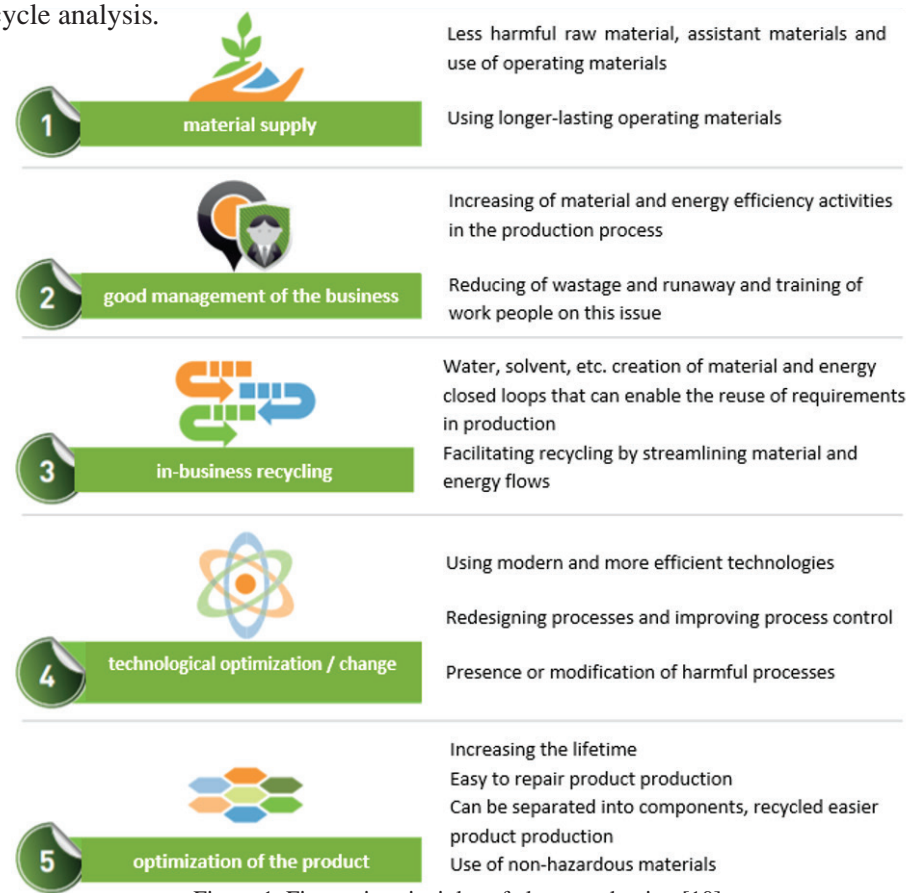


Figure 1. Five main principles of clean production [10]

2.1. Green (Clean) Production

The term green has an uncertain definition in daily life [7]. Green production comprises redevelopment of production processes and environmentally-friendly processes in production areas. This involves use of less natural resources, reduced amount of waste and recycling, reuse and disposal of material [8]. The United National Environmental Program (UNEP) defines clean production as 'continuous application of an integrated and preventive environmental strategy to increase total efficiency and minimize risks to humans and the environment in processes, products and services' [9].

Different methods in green production ensure the reuse of products to reduce raw material use and lower negative effects on living organisms to minimum levels. The 5 main principles of green (clean) production are given in Figure 1.

The advantages of green (clean) production are as follows [8]:

- No release of waste that can cause air pollution
- May ensure economic benefit in some situations
- Production with fewer resources and as a result ensures an improvement in costs
- Renewable alternatives mean undepleted raw material resources.
- Reducing CO2 greenhouse gas may slow the effects of global warming
- May ensure efficient energy use.

2.2. Clean Technologies

While clean technologies offer solutions for global sustainability, they are new technologies offering competitive feedback to investors/innovators and users and work models designed related to this. They include applications focusing on operational performance, productivity and efficiency, reducing costs, use of input resources, energy consumption, and waste amounts while improving

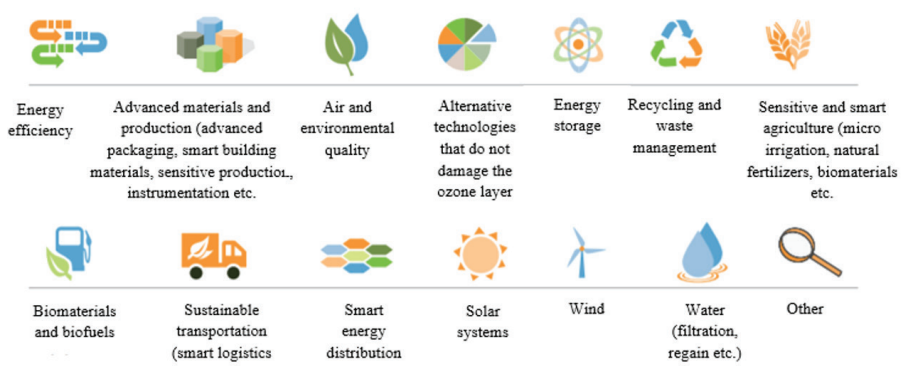


Figure 2. Categories included in clean technologies [11]

information, intensive products and services, widespread market economy, sustainability and opportunities offered by these returns [11]. Clean technologies encompass 14 categories including energy production, water treatment and efficient production techniques (Figure 2).

2.3. Eco-efficiency

Eco-efficiency includes innovative approaches and concepts mentioned in recent periods especially about industrial environmental management. Eco-efficiency related to product development targets improvement of the environmental performance of operations. Eco-efficiency is based on the principle of producing the same amount with less natural resources, renewable energy use and less waste production through the use of high efficiency production technology and methods. With this quality, it appeals to many areas, not just environmental concerns, like 'protecting natural resources', 'industrial efficiency' and 'economic development' (Figure 3). In short, eco-efficiency increases efficiency in production meaning both environmental and economic benefit is provided [12].



Figure 3. Eco-efficiency cycle

2.4. Life Cycle Analysis (LCA)

Life cycle analysis (LCA) is a method to assess the environmental effects caused during the life duration of the product and processes encompassing obtaining the raw material, production, use, final disposal and all intervening transport stages. All energy, water and material inputs in these stages and all waste and emissions are collected in a comprehensive inventory and assessed together and potential environmental impacts of products are calculated (Figure 4).

Different to environmental impact analyses with narrow scope, the integrative method of LCA prevents transfer of environmental problems from one stage of a product's life to another with the 'cradle to the grave' approach [13].

Industrial symbiosis brings a system approach to businesses. Refers to symbiotic relationships between living things and industrial systems. The main application of industrial symbiosis is substance (waste, by-product, water), energy exchange and reuse among businesses close to each other. It is in elbow contact with cleaner production, eco-efficiency and many other concepts. It can focus on both pollutant and process, and the entire life cycle (Figure 5). The integrity and hierarchy of cleaner production and industrial symbiosis should not be overlooked. First, waste should be minimized within the enterprise, and then symbiotic possibilities should be evaluated [14].

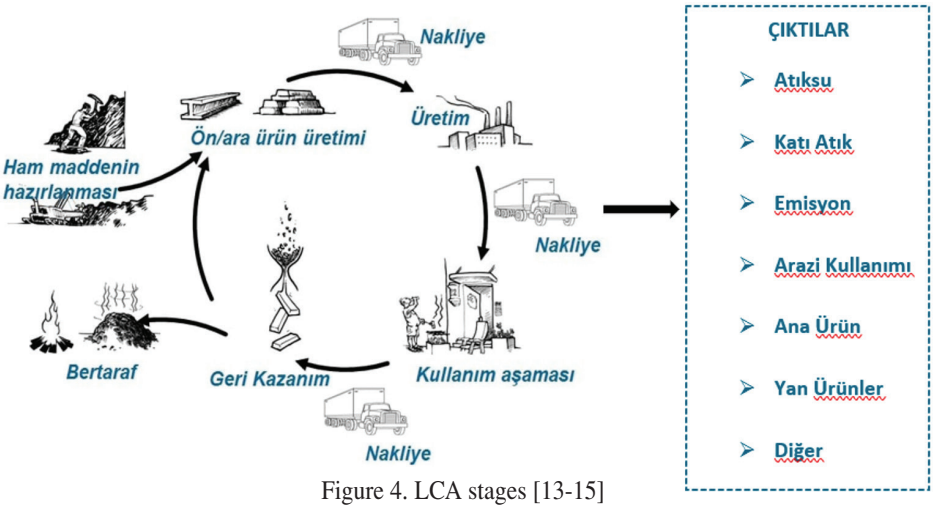


Figure 4. LCA stages [13-15]

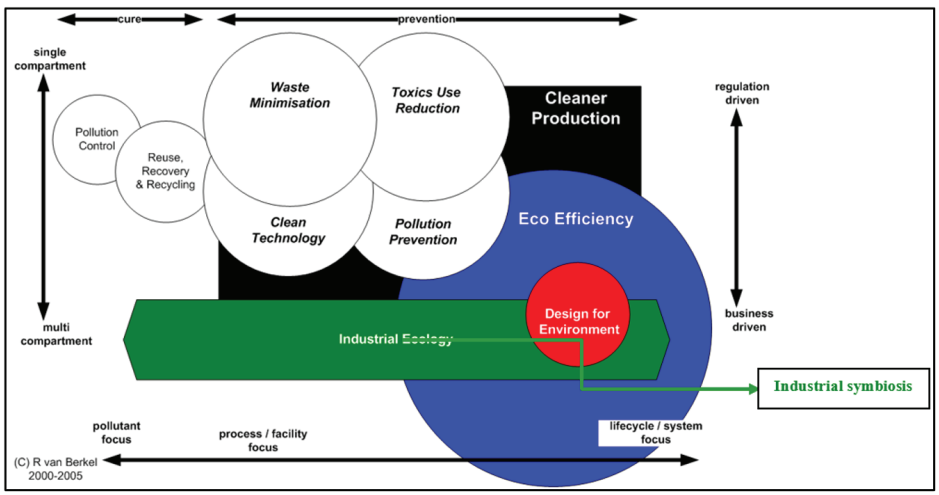


Figure 5. Industrial symbiosis [14]

2.4.1. Life Cycle Analysis Methods and Stages

The standard LCA method defined by ISO documents comprises four main stages; determination of purpose and scope; inventory analysis of life cycle; impact analysis; and interpretation of results and improvement. The relationships between the stages are stated in Figure 6.

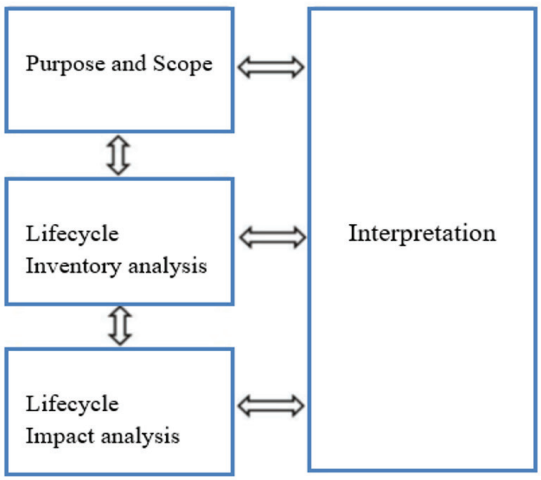


Figure 6. LCA methodology [16]

Determination of purpose and scope: This stage determines the functional units of the product/service to be evaluated and draws the system boundaries. In other words, within the scope the system/s processes, functional units, system to be studied, system boundaries, sharing procedures, impact variety, impact assessment method, interpretation stage, data requirements, assumptions, limits, quality requirements for initial data, critical review, report type and format necessary for studies are considered and clearly stated [17].

Inventory analysis: Energy, water and raw material use that will occur within system boundaries and linked emission levels, determination of water and soil requirements, and creation of a process flow diagram. Inventory analysis directly affects the accuracy of the other stages in LCA analyses, and the accuracy level and details of the collected data [18].

Impact analysis: Grouping of resource use and emission impacts, division into certain impact groups and giving points according to degree of importance. Impact analysis is the most important stage in creating the connections between product/process and their possible environmental effects [18-19]. After these three stages of LCA comes the interpretation and improvement stage.

Interpretation and improvement: This is the stage where subunits of the effective system with high impact share have materials or processes identified and scenarios developed to improve the environmental performance of the system. In addition to being consistent with the purposes and scope section, it is important that this be easy to understand, with nothing missing and be presented consistently [20].

2.4.2. Application areas for Life Cycle Analysis

LCA is one of the methods to assess environmental impact and has a broad area of application for a variety of products, services and systems in the private sector, public sector and academics. Allowing the possibility for integrated analysis of different performance criteria, LCA has important areas of use like strategic planning, developing public sector policies and performance markers, determination of priority products and processes in production, identification of possibilities for improvement, providing important inputs in product development or redesign stages, supporting a variety of sustainability statements and eco-labelling programs, and comparing different production alternatives.

Among these, environmental declarations with importance for sustainable consumption and production are summarized below.

2.4.2.1. Environmental Declarations and Life Cycle Analysis

To document and declare the environmental performance of a variety of product groups, LCA allows the possibility to obtain data in accordance with ISO standards based on scientific principles in advanced environmental labelling programs. An eco-labelling system is a certification program developed in line with sustainable environmental targets to encourage products/services with reduced environmental effects during the life cycle and to provide accurate and scientific information to consumers with a voluntary environmental labelling system [21]. Eco-labels are also one of the three labelling types defined by the International Standardization Organization (ISO) [22-23] (Table 2).

TYPE 1: Programs rewarding products with environmental selectivity for product categories abiding by life cycle principles which are voluntary, based on multiple criteria and by a third party.

TYPE 2: Programs documenting environmental claims declared by manufacturers and suppliers themselves and mostly used in promotions.

TYPE 3: Programs determining numerical criteria at the basis of life cycles or permitted by another third party which are voluntary with the scope of numerical criteria previously determined by a qualified third party.

Currently, the frequently-used Eco-Label concept enters the Type 1 label class. Inclusion of a second party in the labelling process in Type 1 and Type 3 labelling types have criteria and compliance determined by industry representatives or third parties. The inclusion of a third party in the labelling process in Type 1 labels occurs by an independent party/stakeholder outside the relevant industrial sector. The parties responsible for organizing labelling are responsible

for determining the criteria. Due to being independent, the scenario where a third party is responsible for the labelling pattern is more reliable and more effective. The common feature of all label varieties is to create market demand for environmentally-friendly products. These types of labels have the quality of declaring sufficiency in relation to topics encompassing elements like environment, food quality and health and can be seen in Type 2 labels [15].

Type	Explanation	Example
	Guidelines for all label types	ISO 14020
Type 1	Environmental labels which are voluntary, leading in terms of the environment, and represented by the emblem of the third party in most cases. Criteria are determined by a third party, and labels are given to products that abide by previously-determined requirements.	ISO 14024:ISO 1999a AB Eco-Label Turkey Environmental Label
Type 2	Self-declared environmental labels based on explanations given by manufacturers, importers and distributors. Generally, involve only one quality, sometimes like a company environmental emblem.	ISO 14021:ISO 1999b
Type 3	Labels given based on quantitative environmental information according to ISO life cycle analysis parameters related to products. Generally environmental declarations are in the form of a matrix containing detailed information.	ISO 14025:ISO 2006 ISO 14040

Table 2. Environment Labelling types [22-23]

Most eco-labelling programs do not include only the use stage of products and services but criteria encompassing the whole value chain. In this context, the LCA method plays an important role in R&D studies about producing products and services in accordance with the requirements of the Eco-Label program or making current products appropriate [24].

3. Relationships between Keys

3.1. Relationship between Clean Production and Eco-efficiency

Clean production concept was first used by the United Nations Environment Program (UNEP) Industry and Environment Department in 1989, while the eco-efficiency concept was used by the World Business Council for Sustainable Development (WBSCD) in 1992.

• Eco-efficiency concept means obtaining more products and services with less renewable energy and less natural resources. Clean production is a strategy targeting continuous development of processes, products and techniques to reduce waste at the source (waste minimization) while also increasing efficiency.

• Eco-efficiency targets increasing economic profits and efficiency while using resources more efficiently and minimizing damage to the environment. For an operation to ensure eco-efficiency, clean production techniques come into play to reduce the resources and energy amount used per unit product, to reduce

waste amount per unit product, to increase recycling and reuse rates and reduce dissemination of dangerous material.

• Clean production firstly prevents or reduces waste formation, ensuring less consumption of the resource and energy used to protect environment and biological diversity; in short, the target is sustainable production. Clean production applies preventive environmental strategies to processes, products and services to increase eco-efficiency and thus ensure reduction of risks to humans and the ecosystem.

• Clean production like eco-productivity requires integration of sustainable development with economic and environmental development.

• The eco-efficiency concept firstly addresses work environments emphasizing efficiency, profitability, competition, etc.

• Considering the methods used and targets to be achieved (reduction of raw material and energy use), these two concepts appear to be in continuous compliance with each other [25].

3.2. Relationship between Clean Production and Life Cycle Analysis

Clean production is a preventive approach to reduce the impacts of processes, products and services on human health and the ecosystem and to increase efficiency in production. With this approach, changes are made to production systems to improve energy, water and resource efficiency in production, to reduce waste and emissions, and to obtain economic benefit by increasing the competitive power of products. Clean production applications include changes made to technology, equipment, process inputs-outputs, facility management and maintenance, waste management and product design. Changes made to the production and product development stages affect the whole value chain of the products and in this context, it is important to assess steps taken within the scope of clean production with the integrative approach of the LCA method. We can see this concept more clearly in the following examples.

• Transitioning to sustainable raw material in production, improving the 'raw material supply' stage

• Increasing the energy efficiency of electronic goods produced with R&D studies and lowering the carbon footprint 'during use'

• Changing product packaging, making 'product delivery' or logistic stages more efficient and linked to this lowering air emissions.

• Designing more easily recyclable products to reduce environmental impacts in the 'final disposal' stage.

LCA studies encompass all stages of the product value chain, assess the cumulative environmental impacts together and by considering cross-media effects, prevent transfer of environmental load from one stage to another [26].

3.3. Three-way relationship between Eco-efficiency, Clean Production and Life Cycle Analysis

The final target in combining eco-productivity, clean production and life cycle analysis is to minimize negative impacts of products and services on human health, ecosystem pollution and country economy and maximize efficiency in production. In this context, changes made in the product/production development stages with eco-productivity and clean production should be made in compliance with LCA stages (Figure 7).

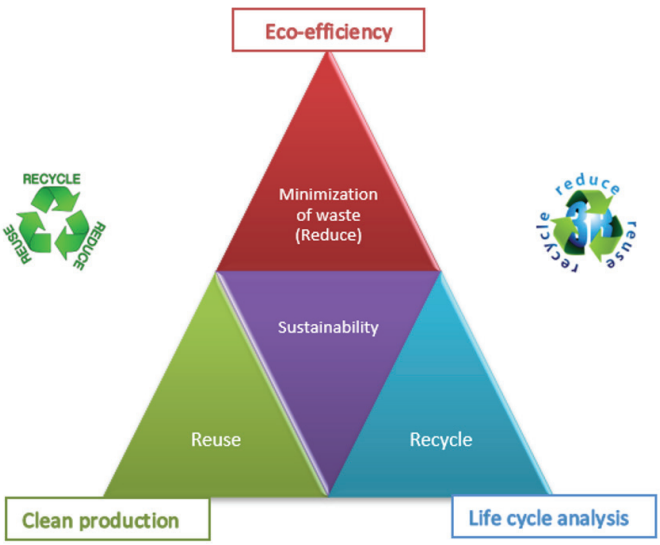


Figure 7. Relationship pyramid between three basic keys and 3R

4. Current Status in Turkey

In Turkey, the first steps towards the clean production/eco-productivity concepts began to be taken at the end of the 1990s and a variety of organizations and institutions have completed studies about this topic in the intervening period. Item (f) in article 2 in the Decree Law (Law provision decree) numbered 635, dated 03/06/2011 states 'with the aim of development in accordance with the principles of efficiency in economy, to prepare efficiency policies and strategies, to increase and develop efficiency of industrial operations and to support clean production projects' are included in the duties of the Republic of Turkey Ministry of Science, Industry and Technology. Decree Law number 649 dated 17 August 2011 added to KHK no. 635 abolished the National Productivity Center,

a service unit in the Republic of Turkey Ministry of Science, Industry and Technology, and restructured it as the General Directorate of Productivity (GDP). Studies about clean production continue in the Republic of Turkey Ministry of Science, Industry and Technology and one of the duties of the General Directorate of Productivity was defined in KHK no. 635 with the statement 'to complete activities about preparation and applications of clean production programs and projects by businesses' [2].

In Turkey, public organizations and institutions playing a key role in the determination, implementation and popularization of policies about clean production note the importance of small-medium enterprises and include the Ministry of Environment and Urbanization, Ministry of Health, Ministry of Industry and Commerce, State Planning Organization, Small and Medium Industry Development Organization (KOSGEB), National Productivity Center, Scientific and Technological Research Council of Turkey Marmara Research Center (TÜBİTAK-MAM) and municipalities [27].

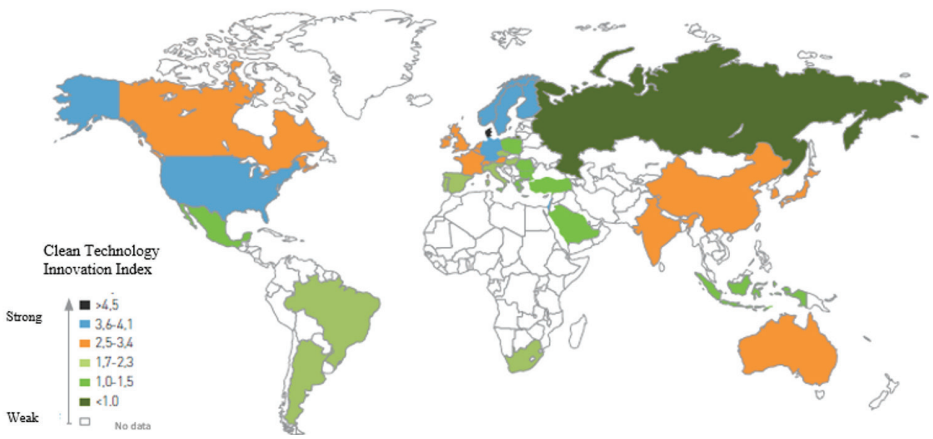


Figure 8. Clean Technology Innovation Index [28-29]

Global consumption and production cannot be reduced due to many reasons like rapid industrialization, population increase, urbanization and environmental degradation and external dependence on many industrial inputs. With the use of production technologies and methods with high efficiency, based on the principle of producing the same amount with less natural resources and energy use and lower waste production, sustainable consumption and production is known and applied at very limited levels, contrary to the great importance for our country. Turkey is behind many countries in the categories of 'evidence of innovation development' and 'innovation impacts' about clean technology. In developed countries, the clean technology innovation index is above 4.5, while the innovation index for Turkey is from 1.0-1.5 [28-29] (Figure 8).

Turkey's strategies for green jobs and renewable energy is given in Figure 9. The purpose of these strategies or action plans is as follows [30]:

Action plan between 1998-2018; Promoting the use of clean and renewable energy sources.
Action plan between 2005-2015; To encourage all investments to prevent environmental pollution, to determine environmentally friendly and efficient technologies, to create planning to reduce greenhouse gas emissions.
Action plan between 2008-2012; Dissemination of energy recovery activities from wastes within the structure of sustainable development principles.
Action plan between 2010-2020; Using clean production technologies, climate-friendly and innovative technologies, conducting R&D studies in this field and supporting the domestic industry
Action plan between 2010-2023; Improving the use of renewable energy sources in settlements
Action plan between 2011-2014; By 2020, with measures to be taken regarding energy efficiency; increasing the share of renewable energy resources in energy production, supporting the transition to low carbon economy and cleaner production processes in industry, introducing new business models, providing of new employment and green jobs opportunities.
Action plan between 2012-2023; Increasing the number of sustainable environmentally friendly buildings using renewable energy sources, increasing the number of original designs and products in the renewable energy sector.
Action plan 2023; Building green railway and green stations by establishing an environmental management system on railways, bringing all airports to green airport status, making arrangements on green ships, giving importance to green logistics, developing environmentally friendly vehicles, efficient energy use.
Action plan 2050; Emphasizing climate change, on the road map drawn for ''living within the boundaries of the planet'' ; including the costs of externalities, starting with carbon, water and ecosystems, Stoping deforestation and increase the efficiency of planted forests; to maximize low-carbon energy systems and demand-side energy efficiency, thus halving greenhouse gas emissions by 2050, which will peak in the 2020s (by 2005 level) worldwide; "To list objectives related to direct climate change, such as providing universal access to low-carbon mobility", and "plays a key role in the development of business world, policy and innovations" to realize this roadmap.

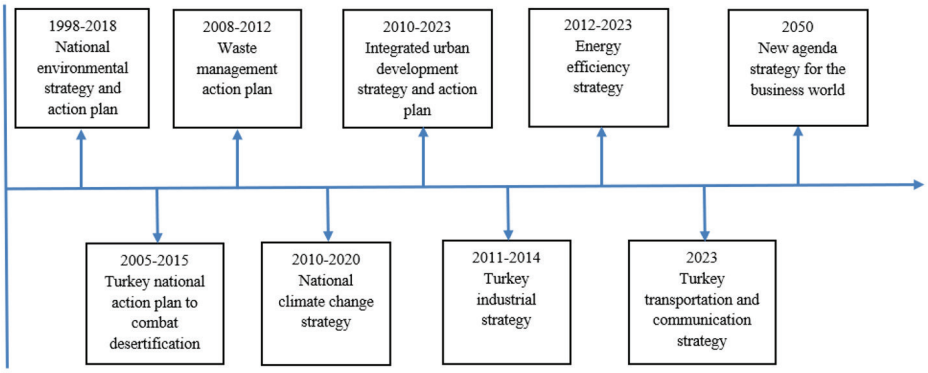


Figure 9. Turkey's strategies for green jobs and renewable energy [30]

Conclusions and Recommendations

In the near future, it is unavoidable that studies related to concepts like clean production, eco-productivity and clean technologies in environmental management and efficiency will gain a more spiral structure. International projects, regulations, precautions taken on a country basis, incentives, and developments about this topic will reveal the importance of use of clean technologies and clean production processes for sustainable development. The development process of policies about sustainability over time is summarized in Figure 10.

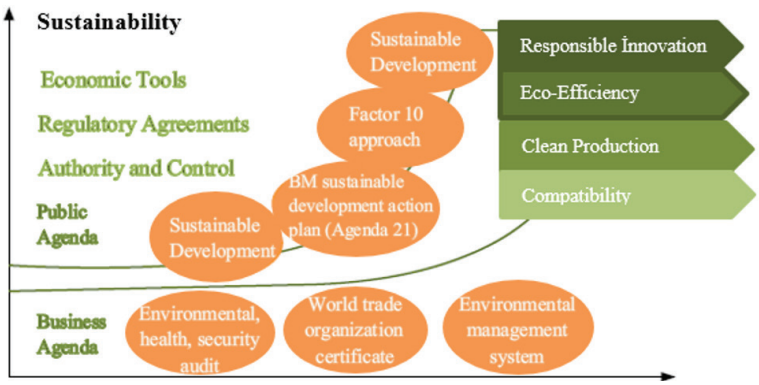


Figure 10. Development of policies about sustainability against time [31]
* Factor 10 approach: an approach predictive lowering per person energy and material consumption of humanity by 10 times within 30-50 years and additionally increasing resource productivity and efficiency by 10 times [31]

• We can summarize the elements recommended to popularize the concepts of clean production, eco-efficiency and clean technology as follows;

• Increase the determinative role of topics related to the environment in economic and social policies

• Ensure increases in the supply, recycling and efficiency of use of resources

• We can summarize the elements recommended to popularize the concepts of clean production, eco-efficiency and clean technology as follows;

• Increase the determinative role of topics related to the environment in economic and social policies

• Ensure increases in the supply, recycling and efficiency of use of resources

• Encourage new work areas and increased employment in developing countries especially

• When developing approaches evaluating economic, social and environmental requirements together, sensitive observation of the topics of 'environment' and 'ecosystem' without ignoring the concepts of innovation, increased productivity, competitiveness and entrepreneurship.

• Pioneering incentives and regulation that will speed up the use of clean technologies in the market by public and private sector organizations

• Providing continuous training to necessary units in the area of green growth strategies

• Incentive packets developed and applied in many countries to enliven the economy should definitely include precautions about popularizing clean technologies.

References

[1] Erzurumlu SS, Erzurumlu YO. Development and deployment drivers of clean technology innovations. Journal of High Technology Management Research 2013; 24:100–108.

[2] Uygun Z. Proaktif çevre yönetim yaklaşımı: eko-verimlilik (temiz üretim). Anahtar 2012; 280: 26-31.

[3] Çelik E, Akar D, Ayköse B. Eko-verimlilik, bölgesel eko-verimlilik/temiz üretim uygulamaları ve endüstriyel simbiyoz. Anahtar 2019; 368: 19-24.

[4] Demirer GN. Kirlilik önleme yaklaşımlarının temel prensipleri. Çevre ve Mühendis 2003; 25: 13-20.

[5] Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı (TTGV). Türkiye'de Temiz Üretim Uygulamalarının Yaygınlaştırılması için Çerçeve Koşulların ve Ar-Ge İhtiyacının Belirlenmesi Projesi - Sonuç Raporu. 2010; 8-11.

[6] Sungur HU. İzmir kalkınma ajansı sürdürülebilir üretim çalışmaları. Anahtar 2019; 367: 20-26.

[7] Elsayed K. Reexamining the expected effect of available resources and firm size on firm environmental orientation: an empirical study of UK firms. Journal of Business Ethics 2006; 65 (3): 297-308.

[8] Aydın N. Yeşil Üretim Uygulamaları. International Conference on Eurasian Economies 2017; 356-360.

[9] Atalay N. Türkiye'de Temiz Üretim (Eko-Verimlilik) Alanında Mevcut Durum. Durum. Anahtar 2012; 280; 6-11.

[10] Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı (TTGV). Sürdürülebilir Rekabet için Temiz Üretim. Temiz Üretim. Ekoskop 2014; 12-17.

[11] Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı (TTGV). Sürdürülebilir Rekabet için Temiz Üretim. Temiz Teknolojiler. Ekoskop 2014; 38-39.

[12] Çelik E, Akar D, Ayköse B. Eko-Verimlilik, Bölgesel Eko-Verimlilik/Temiz Üretim Uygulamaları ve Endüstriyel Simbiyoz. Anahtar 2019; 368: 19-24.

[13] Environmental Protection Agency (EPA). Life Cycle Assessment: Principles and Practice. U.S. Environmental Protection Agency. Washington, DC, EPA/600/R-06/060, 2006.

[14] Ulutaş F. Endüstriyel Simbiyoz Kavramı ve Dünyadan Uygulama Örnekleri. Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı Kalkinma Ajanslari Ve Bölge Planlari İçin Endüstriyel Simbiyoz Çalıştayı, 2013.

[15] Omurca A. Yaşam Döngüsü Analizi Nedir? Malzeme Bilimi.net 2018; https://malzemebilimi.net/yasam-dongusu-analizi-nedir.html

[16] ISO, 2006a. Environmental management - Life cycle assessment: principles and framework. ISO 14040:2006, ISO, Geneva, Switzerland; 2006.

[17] Çokaygil Z. Atık Yönetimi Planlamasında Yaşam Döngüsü Analizi. Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi 2005, 162s. Eskişehir.

[18] Demirer GN. Pratik Yaşam Döngüsü Analizi Kılavuzu AB Sürecinde İşletmeler ve Kamu için Yaşam Döngüsü Analizi Yöntem ve Örnekleri. Sürdürülebilir Üretim ve Tüketim Yayınları 2017; 1: 44s.

[19] Taygun T. Yapı Ürünlerinin Yaşam Döngüsü Değerlendirmesine Yönelik Bir Model Önerisi. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi 2005, 213s. İstanbul.

[20] International Standard Organization (ISO). ISO 14043, Environmental Management-Life Cycle Assessment-Life Cycle Interpretation; 2000.

[21] Aydın-Şişman G. Eko-Etiketleme ve Türkiye Çevre Etiketi, Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi 2019; 4(1): 40-47.

[22] Kara H. Eko-Etiket. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. Sürdürülebilir Üretim ve Tüketim Yayınları III 2011. ISBN: 978-975-6180-42-6.

[23] Curran MA. Life Cycle Assessment Student Handbook. Massachusetts, USA: Wiley-Scrivener, 2015.

[24] European Communities (EC). Commission Decision on establishing the ecological criteria for the award of the EU Ecolabel to lubricants. Official Journal of the European Union, 2011.

[25] Demirer GN. Sanayide Temiz Üretim ve Eko-Verimlilik: Örnek Uygulamalar. Unido eko-verimlilik (temiz üretim) programı bilgilendirme toplantısı 2009.

[26] Yılmaz O, Anctil A, Karanfil T. LCA as a decision support tool for evaluation of best available techniques (BATs) for cleaner production of iron casting. J. Clean Prod.2015; 105: 337-347.

[27] Özbay A. Temiz Üretim Yaklaşımı ve Türkiye Açısından Değerlendirilmesi. Planlama Uzmanlığı Tezi. 2005.

[28] Parker N. Cleantech Investments: Global Patterns, Performance and Prospects. Financing Eco-Innovation. EU Conference 2006.

[29] Coming Clean: The Global Cleantech Innovation Index 2012. Cleantech Group, WWF 2012.

[30] Yılmaz SA. Yeşil İşler ve Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Alanındaki Potansiyeli. Sosyal Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü. Uzmanlık Tezi, 2014; 2887.

[31] Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı (TTGV). Sürdürülebilir Rekabet için Temiz Üretim. Dünya'da Trendler. Ekoskop 2014; 47-53.

Sıfır Atık Uygulamalarında İçecek Ambalajlarının Yönetimi İçin Avrupa'daki Depozito İade Sisteminin İncelenmesi ve Türkiye için Öneriler

*[1]Aybike Mısır, [1]Mislina Maraşlıgil, [1,2]Cevat Özarpa

[1]İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, 34469 Maslak, İstanbul, Türkiye
[2]Karabük Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, 78050 Karabük, Türkiye

Özet

Endüstrileşme, nüfus artışı, tüketim alışkanlıklarının değişmesi ile birlikte kaynak tüketimi ve atık üretimi günden günde artmaktadır. Oluşan atıkların çevre ve insan sağlığına tehdit oluşturmadan değerlendirilmesi için her geçen gün yeni atık yönetimi ilkeleri benimsenmeye başlanmıştır. Atık yönetiminin ilk adımının atığı kaynağında azaltmak olduğu ilkesi günümüzde oldukça yaygınlaşmış, bunun da ötesinde atık olarak nitelendirilen birçok şeyin aslında değerli bir kaynak, hammadde olarak kabul edilmeye başlamasıyla atık yönetiminde önemli bir noktaya gelinmiştir. Her geçen gün yeni gelişmeler olmakla birlikte, günümüz dünyasında döngüsel ekonomi gündeme gelmeye başlamıştır. Avrupa Komisyonu 2020 yılının Mart ayında "Yeni Döngüsel Ekonomi Aksiyon Planı"nı devreye almıştır. Bu planda atık olan bir materyalin döngüsel ekonomi kapsamında değerlendirilebilmesi için öncelikle yine aynı ürünün üretiminde hammadde olarak kullanılması, bu mümkün değilse başka bir üretim prosesine girdi olması gerekmektedir. Bu materyal yakma tesislerinde enerji üretimi olarak kullanıldığında tekrar üretim prosesine dâhil edilemediği için döngüsel ekonomi kavramı ile çelişmektedir. Hammadde olarak tekrar kullanılmaya en elverişli atık türlerinden biri de ambalaj atıklarıdır. Uygun koşullarda ayrı toplandığında ve diğer atıklarla karışıp kontamine olmadığında ambalaj atıkları ekonomik değerini korumakta ve yeni ambalaj üretiminde veya farklı üretim alanlarında kullanılabilmektedir. Bu çalışmada ambalajların tekrar ekonomiye kazandırılması için Depozito İade Sistemi kapsamında yönetilmesi konusu incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Sıfır atık, döngüsel ekonomi, depozito iade sistemi, atık hiyerarşisi, geri dönüşüm*

Investigation Of The European Deposit Return System For Management Of Beverage Packages In Zero Waste Applications and Suggestions For Turkey

Abstract

The resource consumption and waste production increase day by day with industrialization, population growth, changing consumption habits. New waste management principles are being adopted every day in order to evaluate the wastes generated without threats to the environment and human health. The principle that the first step of waste management is to reduce waste at its source has become quite widespread nowadays, and beyond that, many things that have been described as waste have actually started to be accepted as a valuable resource and raw material

1İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, 34469 Maslak, İstanbul, Türkiye, misir20@itu.edu.tr (aybikehashas@gmail.com); marasligil19@itu.edu.tr (mislina.marasligil@hotmail.com); 2Karabük Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, 78050 Karabük, Türkiye, cevatozarpa@karabuk.edu.tr (ozarpac@itu.edu.tr)

and have reached an important point in waste management. Circular economy has begun to be added to the agenda in today's world with new developments. The European Commission put plan into operation that the "New Circular Economy Action Plan" in March 2020. In order to evaluate a waste material in this plan within the scope of the circular economy, it must first be used as a raw material in the production of the same product, if this is not possible, it must have entered another production process. When this material is used as energy production in incineration plants, it contradicts the concept of circular economy as it cannot be included in the reproduction process. One of the most suitable types of waste to be reused as raw materials is packaging waste. Packaging waste maintains its economic value and can be used in new packaging production or in different production areas when it is collected separately under appropriate conditions and is not contaminated with other wastes. In this study, the issue of managing the packages within the scope of the Deposit Return System to regain the economy has been examined.

Key Words: *Zero waste, circular economy, deposit return scheme, waste hierarhcy, recycling*

1.Giriş

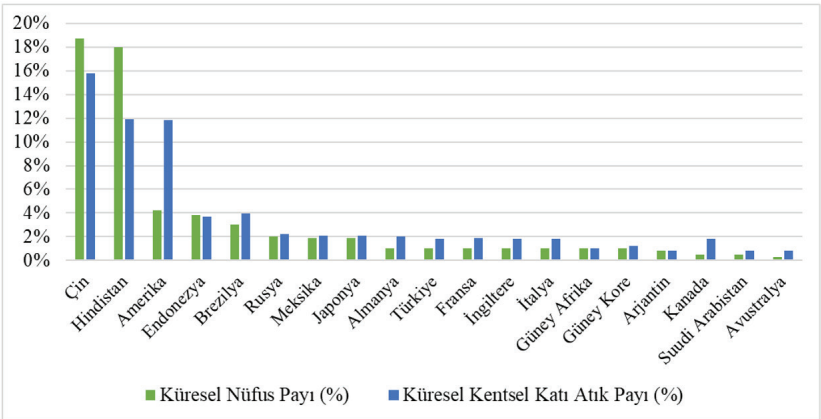
Atık, üretim ve kullanım faaliyetleri sonucu ortaya çıkan, insan ve çevre sağlığına zarar verecek şekilde doğrudan veya dolaylı biçimde alıcı ortama verilmesi sakıncalı olan her türlü maddedir. Diğer bir tanımla, sosyal ve ekonomik faaliyetler sonucunda işe yaramaz hale gelen, kullanım süresi dolmuş yaşadığımız ortamdan uzaklaştırılması gereken maddelere genel olarak atık denmektedir. Atık ile çöp birbirinden farklı ve karıştırılmaması gereken kavramlardır. Çöp, içinden kâğıt, karton cam, metal, plastik gibi maddeler ayrıldıktan sonra geride kalan ve hiçbir şekilde geri kazanımı veya geri dönüşümü mümkün olmayan malzemeye denmektedir. Yani çöp, düzenli depolanması veya bertaraf edilmesi gereken bir kısım iken; atık, ihtiva ettiği maddelerin ayrıştırılması ve özelliklerine göre geri dönüşüm veya geri kazanım işlemlerine tabi tutulması gereken, ülke ekonomisine ve çevreye emisyon ve etkileri bakımından katma değer sağlayabilecek kısımdır. Özellikle kullanılmış ambalajlar kaynağında temiz bir şekilde toplandığında yeni üretim proseslerinde hammadde olarak kullanılabilmektedir. Bu sayede hem bu ambalajların sebep olacağı çevre kirliliği önlenmekte hem de ekonomik bir katma değer sağlanabilmektedir.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada, öncelikle atık yönetimine dair literatür araştırması yapılmıştır. Literatür araştırması ardından atık yönetiminde sıfır atık ve döngüsel ekonomi kavramlarının desteklendiği bir atık yönetim modeli araştırılmıştır. Öncelikle Avrupa'daki uygulamalar incelenmiştir. Yapılan incelemelerde kaynak korunumu, ayrı toplanan materyalin ekonomik değerini kaybetmeden yeni üretim proseslerine hammadde olarak girdisinin sağlanması için en çok tercih edilen yöntemlerden birinin depozito iade sistemi olduğu görülmüştür. Çalışmada, öncelikle mevzuat taraması yapılmıştır. Depozito iade sisteminin uygulanma öncelikle mevzuat taraması yapılmıştır. Depozito iade sisteminin uygulanma prensibi araştırılmıştır. İncelenen Avrupa örnekleri üzerinden paydaş analizi yapılmıştır. Sistemin ana gelir ve gider kalemleri incelenmiştir.

2.1 Teori/Hesap

Sosyo-kültürel aktiviteler, hem bireysel hem de endüstriyel faaliyetler; atık oluşumunun en önemli zincirini oluşturmaktadır. İnsan nüfusunun bugüne göre çok daha az olduğu eski çağlarda, önem teşkil etmeyen atık miktarı ve yönetimi; son yıllarda nüfus artışı, tüketim ürünlerine olan taleplerin artışı, şehirleşme ve artan endüstriyel etkinliklere dayanarak ortaya çıkardığı problematik etkilerden dolayı büyük bir önem arz etmektedir. Kentselleşme, endüstriyelleşme ve popülasyondaki büyük artış, atık üretim miktarında aynı oranda yükselişe sebep olmaktadır. Arz-talep sonucunda artan atıkların yönetiminin doğru şekilde uygulanamamasının sonucunda; su, toprak, atmosfer gibi doğal yaşamın kalitesini belirleyen çevre unsurları negatif yönde etkilenerek, çevre ve insan sağlığında istenmeyen sonuçlara yol açmaktadır. Atık yönetim disiplininin sağlanması ile insanların ve çevrenin maruz kalabileceği atık etkilerinin en aza indirilmesi amaçlanır [1]. 2019 yılı Global Waste Index verilerine göre, yaklaşık 7,6 milyar insanın yılda ürettiği atık miktarı 2 milyar ton şeklindedir. Atık yönetiminin doğru yapılmadığı takdirde, atıkların Dünya için global ölçüde ve çevresel bakış açısıyla, büyük bir tehdit oluşturduğu gözlemlenebilmektedir [2]. Bununla beraber, ekonomik bakış açısıyla yaklaşıldığında; atık yönetiminin ve atık yönetim planları oluşturulmasının en temel ve önemli amaçları; çevre sağlığını korumak, kentsel çevre kalitesini yükseltmek, ekonomi verimliliğini desteklemek, istihdam sağlayarak ekonomiye katkıyı ve sürdürülebilirliği arttırmak olarak belirtilebilir. G20 ülkeleri için yapılan bir çalışmada küresel nüfus ve kentsek katı atıklarının payı belirtilmiştir. Çalışmaya dair grafik Şekil 1 ile verilmiştir. Grafikten de görüldüğü üzere nüfus ve atık miktarında Çin en büyük orana sahiptir. En düşük nüfus oranına sahip ülke Avustralya iken en düşük atık miktarına ise Suudi Arabistan sahiptir. Türkiye'ye bakıldığında atık miktarı oranının nüfus oranının yaklaşık 2 katı olduğu görülmektedir. Bu grafik Türkiye'de atık minimizasyonunun gerekliliğini göstermektedir.



Şekil 1 G20 Ülkeleri Kapsamında Küresel Nüfus ve Kentsel Katı Atıklarının Payı [3]

2.1.1 Entegre Atık Yönetimi

Entegre atık yönetimi, atık yönetimini bir bütün olarak değerlendirdiğini ve bu bütünün elemanlarını birer birer verimlilik ve etkinlik açısından irdelediğini bir kavram olarak kabul ettikten sonra amaç ve hedeflerini tanımlandığı sistemlerdir. Entegre atık yönetiminde, atık yönetiminin öğelerini bir bütün olarak değerlendirilerek hem çevresel hem de ekonomik açıdan sürdürebilirliğin sağlanması hedeflenir. Bu çerçevede, atık yönetiminin sadece bir tek atık türüne veya bir tek kaynağa yönelik olması beklenemez [4].

Verimli ve entegre bir atık yönetim sistemi, bir yerleşim merkezinde oluşan katı atığın bileşimini oluşturan bütün maddeleri ve üretim kaynaklarını ihtiva edecek şekilde planlanmalıdır. Katı atık sisteminden sağlanabilecek ekonomik değerler iyi analiz edilmelidir. Katı atık yönetim sistemi, çevresel, mekânsal ve atık özelliklerinde zamana bağlı olarak meydana gelebilecek çeşitli değişikliklere belirli oranda uyum sağlayabilecek esneklikte olmalıdır. Toplanacak atık miktarının büyüklüğü, planlamanın o oranda verimli olmasını sağlamaktadır. Atık oluşum miktarı ise öncelikle nüfusa bağlıdır. Bazı araştırmacılar entegre bir yönetime bağlı nüfusun 500.000 kişiden az olmamasını tavsiye etmektedir [5].

2.1.2 Entegre Atık Yönetim Hiyerarşisi

Entegre atık yönetimi, belli bir atık yönetimi hedefine yönelik olarak gerekli uygun yöntem, teknoloji ve yönetim programlarının seçilmesi ve uygulanması olarak tanımlanabilir. Entegre atık yönetimi aynı zamanda ilgili yasal mevzuatta öngörülen hususların sağlanmasını da kapsar [6]. Geçmişte atığın büyük bir kısmı nihai bertarafa gönderilirken yeni atık yönetimi stratejilerinde öncelikli olarak atığın minimizasyonu önem kazanmıştır. Bu doğrultuda atık yönetimi hiyerarşisi de yön değiştirmiştir. Geçmişten bugüne atık yönetimi hiyerarşisindeki değişim Şekil 2 ile gösterilmiştir. Şekilden de görüldüğü üzere yeni atık yönetimi modellerinde atığın büyük bir kısmının henüz oluşmadan önlenmesi, oluşması



Şekil 2 Entegre Atık Yönetimi Hiyerarşisi [7]

önlenemeyen atığın azaltılmasının sağlanması, sonrasında mümkün olduğunda yeniden kullanım, geri dönüşüm ve geri kazanımının sağlanması gerekmektedir. Nihai bertaraf en son seçenek olup bu aşamaya getirilen atığın çok az miktarda olması hedeflenmektedir.

2.1.3 Atık Yönetimini Etkileyen Faktörler

Atık yönetimini etkileyen faktörlerin en temelini oluşturan unsurların başında, bölgenin sosyal-demografik özellikleri gelmektedir. Aynı zamanda toplumun sosyal-ekonomik durumu da o bölgenin atık yönetimi ve buna bağlı olarak atık oluşum miktarları hakkında bilgi verir. Toplumun duyarlılığı, çevre ve atıklar konusunda bilinçli bir yaklaşım izlemeleri de bu faktörler arasındadır. Örneğin, katı atıkların minimizasyonu hakkında bilgi birikimi ve pratikte de uygulaması olan toplumlarda, diğer toplumlara göre atık oluşma miktarında farklılıklar gözlemlenebilecektir. Ayrıca, katı atıkların en aza indirilmesi yönünde, toplumun katı atıklarını ne sıklıkla geri dönüştürdükleri de bu sürecin yönetimini etkilemektedir. Tüm paydaşların, atık yönetimi sürecine dahil edilmesi gerekmektedir. Entegre yönetim sistemlerinin başarısındaki temel unsurlar; atık yönetimi süreç ve kararlarındaki programlara halkın katılımı ve yetkilendirilmesi, karar şeffaflığı, ağ & bağlantı oluşturma, iş birliği sağlanması, toplu organizasyon, iletişim ve bilgiye erişilebilirlik gibi sınıflandırılabilir. [7]

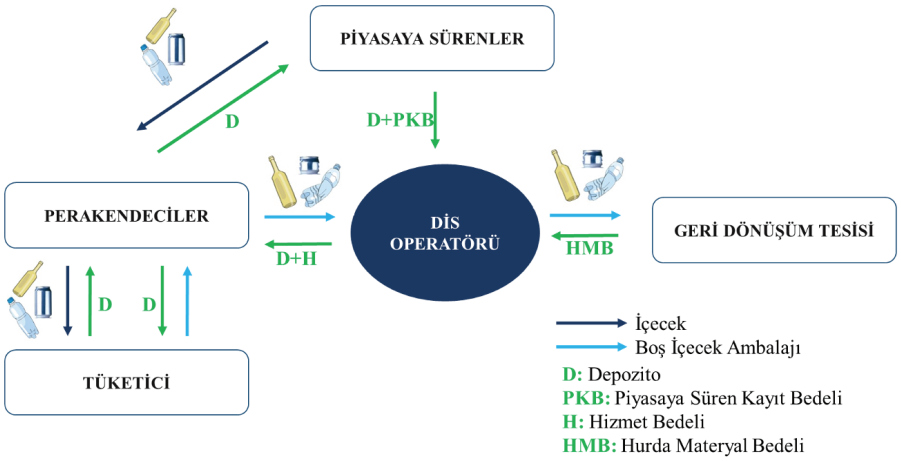
3. Bulgular

Hızlı ekonomik büyüme, nüfus artışı, yaşam standartlarının yükselmesi artan miktarda atık üretimine sebep olmaktadır. Sürdürülebilir bir çevre için; atık yönetiminde yeni bir bakış açısı SIFIR ATIK kavramı ve DÖNGÜSEL EKONOMİ'dir. Döngüsel ekonomi; Neredeyse hiç atık üretmeyen ve hammaddeleri kapalı devrede geri dönüştürülerek yeniden kullanılan ekonomi modeli olarak tanımlanmaktadır. Bu model kısaca geri dönüşüm ekonomisi olarak ifade edilebilmektedir. Entegre atık yönetiminde birçok bileşenin göz önünde bulundurulması ve tüm atık türlerinin kendi çerçevesinde değerlendirilmesi gerekmektedir. Sürdürülebilir çevre ve ekonomi için doğrusal ekonomiden döngüsel ekonomiye geçiş çok önemlidir. Atıkların "çöp" olarak değil bir kaynak olarak benimsenmesi, kaynağında ayrı toplanan atıkların özellikle de ambalajların tekrar aynı amaçla kullanım yollarına gidilmesi gerekmektedir. Bu konuda Avrupa ülkeleri, depozito iade sistemi uygulamasını benimsemiştir. Depozito kavramına damacana, ahşap palet ve bazı içecek ambalajlarından ülkemizde de aşina durumdadır. Ancak henüz geniş çerçevede bir uygulama söz konusu değildir. Avrupa, ikincil hammadde olarak verimli bir şekilde değerlendirilebilen içecek ambalajlarının en uygun şekilde yönetilmesi konusunda bu ambalajlar özelinde depozito iade sistemi uygulamasına geçmiştir. Depozito İade Sisteminin

uygulanmasıyla Genişletilmiş Üretici Sorumluluğu kapsamında belirlenen ambalaj geri dönüşüm hedeflerine de kolaylıkla ulaşılabilmektedir. Hali hazırda efektif olarak 10 Avrupa ülkesinde uygulanmakta olan depozito iade sistemi ile içecek ambalajları %90'ların üzerinde toplanabilmektedir. Depozito iade sistemi özellikle içecek ambalajlarının yönetiminde en temiz toplama seçeneği sunan sistemlerden biridir. Tüketici bu sistemde ürün fiyatına ek olarak ambalajı için bir depozito bedeli ödediğinden, depozitosunu iade almak için boş ambalajını iade noktalarına götürme konusunda daha istekli olmaktadır. Sistem bu yönüyle de diğer birçok alternatifinden daha ön plana çıkmaktadır. Plastik içecek ambalajlarında döngüsel ekonomi kapsamında şişeden şişeye geri dönüşün sağlanması nihai hedeftir. Ancak bu ambalajların tekrar yeni içecek ambalajı üretiminde kullanılması için bazı kriterlerin sağlanması gerekmektedir. Bu kriterler ambalajın insan sağlığına zarar veren kirleticiler içermemesi, ambalajın doğrudan veya dolaylı olarak bu kirleticilerle kontamine olması durumunda ise istenen ölçüde bu kontaminasyondan arındırılması gerekmektedir. Depozito İade Sistemi'nde içecek ambalajları diğer ambalajlardan tamamen ayrı bir şekilde toplandığı için söz konusu kontaminasyon riski minimize edilmekte ve Depozito İade Sistemi, döngüsel ekonomi konseptinin ideallerinden biri olan şişeden şişeye dönüşümü elverişli kılmayı desteklemektedir.

3.1 Depozito İade Sistemi Uygulaması

Geri dönüşüm oranlarının sağlanabilmesi ve ambalajların geri dönüşüm proseslerinin verimli olması için ayrı toplama önem arz etmektedir. Ambalajlar (cam, PET, alüminyum vb.) kentsel katı atıklara karıştırılmadan toplandığında kontamine olmaları önlenir. Bu nedenle ekonomik değerlerini kaybetmezler. Bu ambalajlardan verimli bir şekilde yeni malzeme üretimi mümkün hale gelir. Depozito İade Sistemi (DİS), geri dönüşüm hedeflerine ulaşmak ve ambalajların ayrı toplanmasını sağlamak için etkili bir uygulamadır. DİS, tüketicilerden boş ambalajların toplanmasının kolaylığı açısından çoğunlukla sadece içecek kapları için tasarlanmıştır. DİS ile yüksek geri dönüşüm oranlarına ulaşmanın nedenlerinden biri de tüketicilerin motive edilmesidir. Tüketiciler içecek kapları için belirli bir depozito değeri öderler. Daha sonra daha önce ödedikleri depozitoyu almak için boş içecek ambalajlarını iade ederler. Tüketiciler tarafından iade edilen konteynerler özel DİS poşetinde toplanır. Diğer ambalajlara ve belediye atıklarına karıştırılmazlar. Bu nedenle temiz bir şekilde muhafaza edilebilirler. Bu ambalajlar yeni içecek ambalajı üretiminde veya diğer birçok üretim alanında kullanılabilirler. İşlenmemiş hammadde kullanma ihtiyacı azalır, böylece kaynaklar korunur. Depozito iade sistemine dair kurgu şeması Şekil 3 ile verilmiştir. Şemadan da görüldüğü üzere sistemin ana paydaşları piyasaya sürenler, perakendeciler, DİS operatörü, geri dönüşüm tesisi ve tüketicilerdir.



Şekil 3 Depozito İade Sistemi Şeması

Tüketiciden boş içecek ambalajlarını toplamaktan perakendeciler sorumludur. Bu nedenle, geri dönüşüm hedeflerine ulaşmak tüketicilerin ambalajlarını geri getirme oranına bağlı olduğu için perakendecilerin operasyonları DİS üzerinde kilit rol oynamaktadır. Daha fazla tüketici boş içecek kaplarını geri getirirse, daha yüksek geri dönüşüm oranı elde edilir. Bu nedenle tüketicilerin iade noktalarına erişiminin kolay olması için genellikle tüm perakende satış noktaları boş içecek kaplarını kabul etmek zorundadır. Birbirine yakın birden fazla perakende mağazası olduğunda bazıları ambalaj iade almaktan muaf tutulabilir. Bu kararı vermek için en önemli kriter tüketicinin en yakın iade noktasına erişebilmesidir. İade için iki seçenek vardır: Manuel İade ve Depozito İade Makineleri. Manuel iadede içecek ambalajları perakende personeli tarafından tüketiciden iade alınır. Ambalajların sayılması ve kayıt altına alınması için barkodlar kasada okutulurlar. Ambalajların iade edilmesinde makineler kullanıldığında, tüketici ambalajları makineler aracılığıyla iade edebilir. Makinelerin çoğunda, PET ve metal içecek ambalajları sıkıştırılmaktadır. Camlar kırılmadan muhafaza edilmektedir. Tüketicilere depozito bedelinin ödenmesi için iki geri ödeme seçeneği vardır. Depozito bedeli tüketiciye nakit olarak ödenir. Tüketicinin tercihine bağlı olarak depozito bedeli, aynı mağazada başka bir alışverişte kullanılmak üzere fiş olarak da iade edilebilir. DİS Operatörü düzenli olarak perakendecilerden iade edilen içecek ambalajlarını toplar ve bunları sayma merkezine taşır. Sayma merkezine sıkıştırılmamış olarak makinelerden gelen ve manuel iade noktalarından gelen ambalajlar sayma merkezinde sayılır. Perakende mağazasında iade sırasında bazı dolandırıcılık durumlarıyla (sahte şişe, çoklu barkod taraması vb.) karşılaşılabilmektedir. Bu durumların önüne geçilmesi için sistemin yazılım üzerinden kontrol edilmesi çok önemlidir. Sayımdan sonra, sıkıştırılmamış PET ve metal kaplar sıkıştırılır ve balyalanır, cam kaplar kırılır ve hepsi yeni üretimlerde

kullanılmak üzere geri dönüşüm tesisine satılır. Depozito bedeli miktarının doğru belirlenmesi DİS'in önemli bir parametresidir. Bazı DİS uygulamalarında, farklı türde içecek ambalajlarının malzemesi ve / veya hacimleri için farklı depozito değerleri belirlenir. Bazı ülkelerde sistemi kolaylaştırmak için tüm ambalaj türleri için sabit depozito bedeli tercih edilir. Burada önemli husus, depozito değerinin tüketiciyi iadeye motive edecek kadar yüksek ve sahteciliği önleyecek kadar düşük olması gerektiğidir [8]. Ülkeler bu durumu göz önünde bulundurarak kendilerine özgü depozito bedeli değerlerine karar verirler.

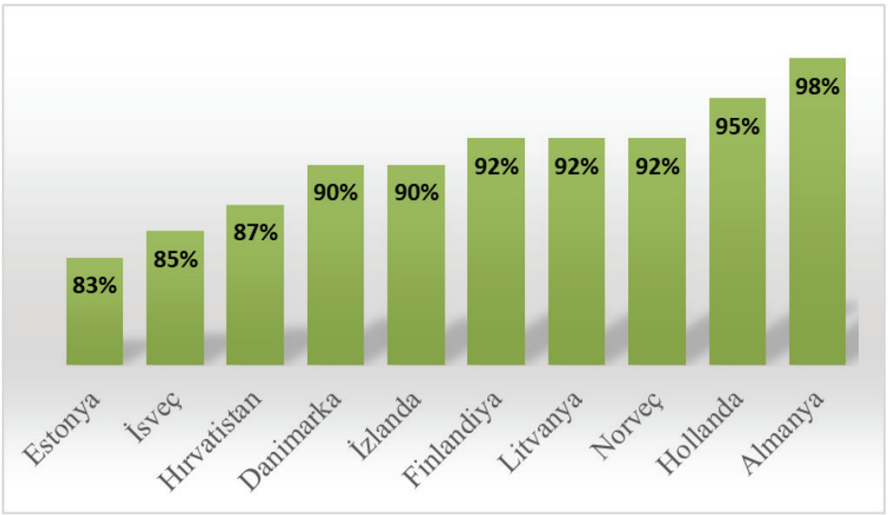
3.1.1. DİS ve Döngüsel Ekonomi

Döngüsel ekonomi, atık ve kirliliği önleyen, ürün ve malzemeyi koruyan ve kullanımda tutan, doğal sistemlerin iyileştirilmesini sağlayan ilkelere dayanmaktadır [9]. Başka bir deyişle, kaynakları daha sürdürülebilir olarak döngüsel ekonomi kapsamında yönetilmesi için, atık olarak tanımlanan mevcut malzemelerin yeniden değerlendirilmesi için yeni yollar sağlanmasıdır. Döngüsel ekonominin arkasındaki temel ilkede; belirli bir malzeme sadece hammadde veya farklı bir işlemde girdi olarak kullanılamazsa atık olarak kabul edilebilir. Temel olarak, döngüsel ekonomi kavramı herhangi bir süreçte uygulanacaksa, söz konusu sürecin neredeyse tüm çıktıları ikincil bir süreçte kullanılmalıdır. Bazı çıktılar aynı hizmet seviyesi için veya daha iyi kullanım alanı için kullanılabilir ve diğer bazı çıktılar daha düşük kaliteli malzeme veya hizmet üretmek için kullanılabilir. Bu sayede, tüm üretim aşamasını döngüsel bir şekilde planlarken ekonomik ve çevresel sürdürülebilirliğe ulaşılması sağlanır. Her ülke döngüselliği kendi yollarıyla uygulamaya çalışmaktadır. Bu amaçla, doğrusaldan döngüsele yavaşça ve güçlü bir geçişi sağlamak için devlet çapında programlar geliştirilmektedir. DİS, çoğu Avrupa ülkesinde görülen yaygın bir uygulamadır. DİS, içecek ambalajlarını toplamak ve yeni malzemelere geri dönüştürmek için etkili bir şekilde kullanılmaktadır. DİS aynı amaçla kullanılacak malzemeleri ve kaynakları yeniden kullanmak ve geri dönüştürmek için döngüsel ekonomiye uyumlu en etkili yöntemlerden biridir.

3.1.2. Avrupa Ülkelerinde DİS Uygulamaları

DİS genel olarak Avrupa'da genişletilmiş üretici sorumluluğunun yerine getirilmesi amacıyla uygulanmaktadır. Hırvatistan, Danimarka, Estonya, Finlandiya, Almanya, İzlanda, Litvanya, Hollanda, Norveç ve İsveç'te DİS uygulanmaktadır. Bazıları farklı tür içecek ambalajlarını kapsama almışken içerir, bazıları sadece tek tür ambalajı dâhil etmiş durumdadır. Bu ülkeler DİS ile yüksek geri dönüşüm oranlarına ulaşabilmektedir. Genellikle üreticiler ve perakendeciler tarafından kurulan ve kâr amacı gütmeyen kuruluşlar DİS operasyonlarını yürütmektedirler. Farklı şekilde, Hırvatistan'da hükümet sorumluluk almaktadır [10]

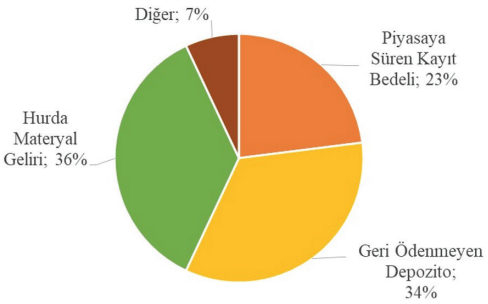
Avrupa ülkelerinde DİS ile geri toplama oranları Şekil 4 ile verilmiştir.



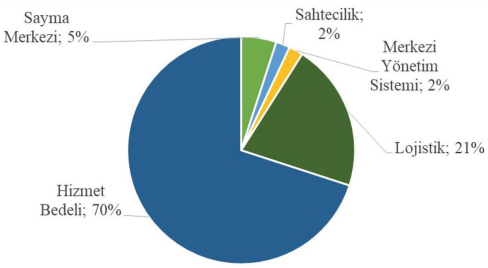
Şekil 4 Avrupa'da DİS ile Geri Dönüşüm Oranı [10]

3.1.3.DİS Gelir ve Giderleri

DİS uygulamalarında genel olarak 3 Ana gelir kalemi bulunmaktadır. Bunlar piyasaya sürenlerin ödediği kayıt bedeli, hurda material geliri ve geri ödenmemiş depozito bedelidir. DİS giderlerine bakıldığında ise hizmet bedeli ve lojistik giderleri en önemli yeri almaktadır. Ülkeden ülkeye değişmekle beraber DİS gelirleri ve giderlerinin dağılımı sırasıyla Şekil 5 ve Şekil 6 ile gösterilmiştir.



Şekil 5 DIS Gelirleri [11].



Şekil 6 DİS Giderleri [11].

3.1.4. DİS'in Çevresel ve Ekonomik Faydaları

DİS'in birçok çevresel ve ekonomik faydası vardır. DİS, içecek ambalajlarının ayrı toplanması için en iyi yöntemlerden biridir. İçecek ambalajları başka atıklara karıştırılmadan toplanabilmektedir. Bu nedenle ekonomik değerlerini herhangi bir kontaminasyondan dolayı kaybetmezler. Düzenli depolama alanlarına daha az miktarda atık gönderilir, böylece kullanım ömürleri uzatılabilir. Karbon emisyonları azalır. Atık yönetimi hizmet ücretleri azalır. Malzemeler korunur, kaynak geri kazanımı sağlanır. İşlenmemiş hammadde kullanımı ihtiyacı için madencilik faaliyetleri azalır. Yeni üretimlerde geri dönüşümlü malzeme kullanılması için atık malzeme ithalatı azalır veya tamamen biter. Çünkü gerekli malzeme DİS ile toplanabilir. Mevcutta ülkemizde, tekstil ve plastik endüstrisinde kullanılmak üzere atık PET ithalatı yapılmaktadır. Bu durum ülke ekonomisi açısından ciddi bir kayıptır.

4. Sonuç

Günümüzde Avrupa'da Depozito İade Sistemi (DİS) uygulamaları yaygınlaşmaktadır. Sistemin geri dönüşüm hedeflerine ulaşma konusundaki başarısının yanı sıra, DİS ayrıca döngüsel ekonomiye uyum sağlanması için etkili bir yöntemdir. DİS ile farklı alanlarda hammadde olarak kullanılmak üzere temiz malzeme elde etmek daha kolay olmaktadır. Atık plastiğin ithalat oranları düşeceğinden üretim maliyetlerinin de azalacağı düşünülmektedir. Değerli malzemelerin çöp olarak atılmayıp kaynak olarak kullanılabilmesine imkân verilmektedir. Denizlerdeki ambalaj kaynaklı kirlilik azalır. Atık bertaraf faaliyetlerinden kaynaklanan emisyon önemli ölçüde düşer. Sonuç olarak DİS birçok çevresel ve ekonomik faydaya sahip bir yöntemdir. Döngüsel ekonomiye geçiş sırasında insanların katılımının sağlanmasına da olanak verilmesiyle sistem sürdürülebilirliği sağlanmaktadır. Bu sebeple geri dönüşüm oranlarının artması, ambalajların ekonomik değerlerini kaybetmeden toplanması ve yeni ambalaj üretiminde kullanılması, döngüsel ekonomi konseptine uyum sağlanması için depozito iade sisteminin en verimli sonuçların alınabileceği sistemlerden biri olduğu düşünülmektedir.

Ülkemizde de depozito iade sistemine geçiş kapsamına önemli adımlar atılmaya başlanmıştır. 2872 Sayılı Çevre Kanunu Ek Madde 12'de depozito iade sistemi uygulamasının zorunlu olacağına dair ifadeye yer verilmiştir. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ülkemizde uygulamaya geçilmesi planlanan depozito iade sistemi kurgusuna dair konunun uzmanlarına çalışma yaptırmıştır. Sistemin ülkemizde uygulamaya geçirilmesiyle döngüsel ekonomiye geçişte bir öncü olacağı düşünülmektedir. Bunun yanı sıra yeni ambalaj üretiminde geri dönüştürülmüş hammadde kullanılması için ihtiyaç duyulan kaynağında temiz olarak toplanmış ambalaj ithalatının önemli ölçüde azalacağı öngörülmektedir. DİS'in sürdürülebilir olması için en önemli faktör iyi bir denetim mekanizması kurulmasıdır.

Sistem paydaşlarının sorumluluklarının iyi tanımlanması, sistemin teknik, idari ve mali kurgusunun uygulanabilir olmasına dikkat edilmesi önerilmektedir. Bu sistemde hedeflenen geri dönüşüm oranlarına ulaşılabilmesi için halkın eğitilmesi konusuna da dikkat edilmesi gerektiği düşünülmektedir. Tüketiciler ürün fiyatına ek olarak ambalajı için depozito bedeli ödeyeceklerinden depozito bedelini iade almak için boş içecek ambalajını iade etmeyi tercih edecek olsalar da sistemin sürdürülebilir olması için geri dönüşümün çevreye ve ekonomiye olan katkılarının kamuoyuna sıklıkla duyurulması önerilmektedir.

Kaynaklar

[1] J. Singh, R. Saxena, V. Bharti ve A. Singh, «The Importance of Waste Management to Environmental Sanitation: A Review,» Advances in Bioresearch, 2018.

[2] Sensoneo, «Sensoneo-Global Waste Index 2019,» 2019. [Çevrimiçi]. Available: https://sensoneo.com/sensoneo-global-waste-index-2019/. [Erişildi: Mayıs 2020].

[3] V. Maplecroft, «Waste Generation and Recycling Indices 2019 Overview and findings,» 2019.

[4] A. A. G. * ve S. G. **, «Atık, Çeşitleri, Atık Yönetimi, Geri Dönüşüm ve Tüketici: Çankaya Belediyesi ve Semt Tüketicileri Örneği».

[5] A. KEMİRTLEK, «ENTEGRE KATI ATIK YÖNETİMİ,» İstaç A.Ş..

[6] G. ULUSOY, «Belediye Atıkları Yönetimi,» T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Atık Yönetimi İdaresi Başkanlığı.

[7] C. Fagariba ve S. Song, «Assessment of Impediments and Factors Affecting Waste Management: A Case,» Academia Journal of Environmental Science, 2017.

[8] W. Ringel, How Can Deposit Return Systems Help to Collect Packaging to A Large Extent, 2019.

[9] E. M. Foundation, «Ellen MacArthur Foundation,» 2017. [Çevrimiçi]. Available: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/what-is-the-circular-economy. [Erişildi: 16 May 2020].

[10] R. P. CM Consulting Inc., «DEPOSIT SYSTEMS FOR ONE-WAY BEVERAGE CONTAINERS: GLOBAL OVERVIEW,» 2018.

[11] C. Sherrington, Deposit Return Systems Design Options and Implications, Eunomia, 2019.

[12] «The Concept of Waste and Waste Management,» School of Engineering and Built Environment, Glasgow Caledonian University, Glasgow, UK, 2016.

Eğitim Kurumlarında Atık Yönetimi ve Sıfır Atık Uygulamaları

[1]Asude Hanedar, [1]Burak Gül, [1]Elçin Güneş, [1*]Gül Kaykıoğlu ve [1]Yalçın Güneş

[1]Tekirdag Namik Kemal University, Çorlu Engineering Faculty, Environmental Engineering Department, Corlu-Tekirdağ-Turkey

Özet

Çalışma kapsamında, atık yönetimi ve sıfır atık uygulamalarının eğitim kurumlarındaki durumu araştırılmıştır. Bu amaçla Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Çorlu Mühendislik Fakültesi'nde (ÇMF) sıfır atık kapsamında toplanan ve ayrıştırılan atıklar ve çöp kutularında ayrıştırılmadan toplanan atıklar belirli periyodlarda ayrım yapılıp tartılarak, fakültede birim zamanda ve kişi başına oluşan toplam ve geri dönüşebilir potansiyele sahip atık miktarları belirlenmiştir. Aynı zamanda Tekirdağ'da bulunan 1 Meslek Yüksekokul, 1 lise ve 1 ilkokulda toplanan ve ayrıştırılan atık miktarı belirlenerek karşılaştırmalı değerlendirme yapılmıştır. ÇMF'de atık yönetimi ile ilgili ayrıntılı bilgiler elde etmek amacıyla fakültede eğitim gören öğrencilerin sıfır atık yönetimine bakış açılarını belirlemeye yönelik bir anket çalışması yürütülmüş ve sıfır atık uygulamaları ile ilgili bir maliyet çalışması gerçekleştirilmiştir. Elde edilen verilere göre ÇMF'de toplanan atık miktarı yaklaşık 184 kg/gün'dür ve bu değerin yalnızca 27 kg/gün'ü ayrıştırılarak geri dönüştürülmektedir. Tüm okulda tüm atık türleri hesaba katıldığında kişi başına günlük atık miktarı 113 g/kişi-gün olarak bulunmuştur ve bu değer eğitim kurumları için literatürde elde edilen değerlerle uyumludur. Diğer eğitim kurumları ile karşılaştırıldığında en fazla atık ÇMF'de toplanmaktadır. Anket sonuçlarının değerlendirmesine göre fakülte öğrencilerinin sıfır atık ve geri dönüşüm konusunda belirgin bir bilgi birikimine ve isteğe sahip olduğu ve çevre mühendisliği ve kadın fakülte öğrencilerinin, oluşturdukları atıkların geri dönüşümü hususunda daha hassas davrandığı sonuçlarına ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Atık yönetimi, Sıfır atık, Eğitim Kurumu*

Abstract

In this study, the situation of waste management and zero waste applications in educational institutions was investigated. For this purpose, the wastes collected and separated within the scope of zero waste and the wastes collected without separation in waste bins were separated and weighed in certain periods and the total amount of waste generated per unit time and per person was determined in Corlu Engineering Faculty (CEF). At the same time, a comparative assessment was made by determining the amount of recyclable and total waste collected in 1 vocational high school, 1 high school and 1 primary school in Tekirdağ. A questionnaire study was conducted to determine the viewpoints of the students studying at the CEF on zero waste management and a cost study related to zero waste practices was also conducted. According to the obtained data, the amount of waste collected in the CEF was calculated as 184 kg/day. Only 27 kg/day of this value is recycled. Considering all types of waste in the whole school, the per capita daily waste amount was found to be 113 g/person-day, which is consistent with the values obtained in the literature for educational institutions. Compared to other educational

*Corresponding author: Address: Tekirdag Namik Kemal University, Çorlu Engineering Faculty, Environmental Engineering Department, 59860 Corlu,Tekirdağ-Turkey. E-mail address: gkaykioglu@nku.edu.tr, Phone: +902822502369

institutions, the highest amount of waste is collected in the CEF. According to the results of the survey, it can be said that faculty students have a significant knowledge and desire about zero waste and recycling. It was concluded that environmental engineering and female faculty students were more sensitive about recycling of wastes.

Key Words: *Waste management, Zero waste, Educational institution*

1.Giriş

Atık Yönetimi Yönetmeliği'ne göre atık, üreticisi veya fiilen elinde bulunduran gerçek veya tüzel kişi tarafından çevreye atılan veya bırakılan ya da atılması zorunlu olan herhangi bir madde veya materyali ifade etmektedir [1]. Atık üretimi, insan varlığının bir parçasıdır ve atığın kalite, miktar bileşimindeki farklılıklar, çalışılan alanda yaşayan insanların kültürel, ekonomik, sosyal ve finansal durumları gibi çeşitli faktörlerle ilişkilendirilir [2]. Atık yönetimi temel olarak; atıkları sınıflar halinde ele alarak, toplama, taşıma, depolama, işleme, geri kazanım, bertaraf gibi adımların her birinde zararlı çevresel etkileri minimize edecek yöntemlerin kullanılması ile geçekleştirilir.

Gelişmiş ülkelerde, atık yönetimi stratejileri geliştirmek bir zorunluluktur. ABD'de kolejlerin ve üniversitelerin %80'inde atık karakterizasyonu çalışmalarına dayanan atık azaltma ve geri dönüşüm stratejileri uygulanmaktadır. Örneğin Brown Üniversitesi'nde, 1972'den beri bir atık yönetimi programı uygulanmakta ve halihazırda atıkların %31'i geri dönüştürülmektedir. Yine ABD'de Colorado State Üniversitesi ve Florida Üniversitesi'nde toplam atığın sırasıyla %53 ve %30'unun geri dönüştürüldüğü belirtilmiştir [3]. Gelişmekte olan ülkelerde ise atık yönetimi çoğu zaman ihmal edilen temel bir halk sağlığı hizmetidir ve bir dizi sorunla karşı karşıya bulunmaktadır. Çeşitli araştırmacılar, gelişmekte olan ülkelerde katı atık yönetiminin karşılaştığı en sorunlu fonksiyonel unsurun atık üretiminin artması, yüksek atık yönetimi maliyetleri, hızlı nüfus artışı, yetersiz altyapı ve yetersiz uzmanlık ile ilgili olduğunu belirtmişlerdir [2,4,5,6,7,8,9].

Türkiye'de atıkların yönetimi konusunda 1991 yılından itibaren mevzuat-uygulama, AB ve uluslararası kuruluşlar nezdinde kalıcı düzenleme ve çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Ülkemizde hızlı şehirleşme, nüfus artışı ve refah seviyesinin yükselmesi sonucu atık türleri ve miktarındaki artışla, her bir atık türü için ayrı yönetim sistemi kurmak yerine tüm atıkları içine alan entegre bir yaklaşımın gerekliliği ortaya çıkmıştır. Türkiye'de 2001 yılında 2.950 belediyeden 1.842'si belediye çöplüğünde düzensiz depolama yaparken, 2016'ya gelindiğinde bu miktarın 742'ye düştüğü görülmektedir. TUIK verilerine göre Türkiye'de atık hizmeti verilen belediye nüfusunun toplam nüfusa oranı 2004 yılında %77 civarında iken, 2016'da %93'e çıkmıştır [10]. Orta ve uzun vade hedeflerine göre, 2023 yılında oluşan atığın; %35'inin geri kazanım ve %65'inin düzenli depolama yönetimi ile bertaraf edilmesi hedeflenmektedir [11].

Günümüzde atık yönetiminin önemli bir bileşeni olan "Sıfır Atık", atığın oluşması durumunda kaynağında ayrı toplanarak geri kazanımının sağlanmasını kapsayan hedefi ifade eden, kaynaktan bertarafa kadar atık yönetimini bütüncül olarak sağlayan bir felsefedir. Sıfır atık felsefesinin yirmi birinci yüzyılın gerçek bir sürdürülebilir atık yönetim sistemi anlayışına ulaşması için en bütünsel yenilik olduğu düşünülmektedir. İlk olarak 1973 yılında, doğal kaynakların kimyasallar maddelerden kurtarılması için ortaya atılan "sıfır atık" terimi günümüzde atık sorunlarının üstesinden gelmek için hem hedef hem de amaç haline gelmiş bir yönetim anlayışı olmuş ve dünyada birçok şehir, atık yönetimi stratejilerinin bir parçası olarak sıfır atık hedefini benimsemiştir [12].

Ülkemizde 22.10.2018 tarihinde 29314 sayısı "Sıfır Atık Yönetim Taslağı" oluşturulmuştur [13]. Taslağın amacı; atık oluşumunun minimizasyonu ve önlenmesi, atığın kaynağında ayrı toplanması için etkin toplama sisteminin kurulması ve atıkların geri dönüşümü/geri kazanımının sağlanması için etkin sıfır atık yönetim sisteminin kurulmasına ilişkin usul ve esasları düzenlemektir. Yönetmelik taslağında belirtilen "uygulamaya geçecek noktalar" takviminde bu çalışmanın konusunu oluşturan "100'den fazla öğrencisi olan eğitim kurumları" için uygulamaya geçiş yılı 2019 olarak belirtilmiştir. Ülkemizdeki uygulamalara bakıldığında söz konusu eğitim kurumlarında bu anlamda çalışmaların ve bilinçlendirme faaliyetlerinin gerçekleşmeye başladığı görülmektedir.

Literatürde evsel ya da belediye atıklarının yönetimi ile ilgili çok sayıda çalışma olmasına rağmen eğitim sektörü ile ilgili çalışma sayısı sınırlıdır [2, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21]. Esas olarak kurum ve kuruluşlar arasında, özellikle eğitim kurumları, etik ve ahlaki kaygıları nedeniyle çevreye karşı sorumlu davranma zorunluluğu olan ve çevre koruma hareketinde lider olmaları beklenen kurumlardır. Dikkatli bir şekilde planlandığında, kampüs atığı karakterizasyon çalışmaları nispeten düşük maliyetlidir. Yapılmış çalışmalarda, eğitim kurumlarında oluşan atıkların çok yüksek geri dönüşüm potansiyeli olduğu ve üniversitelerdeki atık akışının %55–90'ının geri dönüştürülebileceği belirtilmiştir [20, 22, 23, 24, 25].

Çalışma kapsamında Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Çorlu Mühendislik Fakültesi'nde "Sıfır Atık Uygulaması" kapsamında ayrıştırılan geri dönüşüm özelliğine sahip atıklar ve çöp kutularında ayrıştırılmadan toplanan atıklar belirli periyodlarda ayrım yapılıp tartılarak, fakültede birim zamanda ve kişi başına oluşan toplam atık miktarları ve geri dönüşebilir potansiyele sahip atık miktarları belirlenmiştir. Ayrıca Tekirdağ'da bulunan 1 Meslek Yüksekokul, 1 lise ve 1 ilkokulda toplanan geri dönüşebilir ve toplam atık miktarı belirlenerek karşılaştırmalı değerlendirme yapılmıştır. Bu sayede "Sıfır Atık Uygulaması" nın kurumlarda ne seviyede uygulandığı ve atıkların doğru şekilde ayrıştırılıp ayrıştırılmadığı sorgulanmıştır. Çalışma kapsamında aynı zamanda ÇMF'de eğitim

gören öğrencilerin sıfır atık yönetimine bakış açılarını belirlemeye yönelik bir anket çalışması yürütülmüş ve yine ÇMF'de sıfır atık kapsamında toplanan atıkların geri dönüşüme kazandırılması aşamasında yapılan harcamalar ve elde edilecek maliyetler hesaplanmıştır.

2. Materyal ve Metod

2.1. Çalışma alanı ve kurumlar

Çalışma, Marmara Bölgesi'nde bulunan Tekirdağ ilinde gerçekleştirilmiştir. Tekirdağ, Türkiye'nin Kuzeybatısında, Marmara Denizinin kuzeyinde, Trakya topraklarında yer alan bir ildir. Gelişmiş bir ulaşım ağına sahip il, 1970 senesine kadar tarıma dayalı sanayiye sahipken, 1970'ten sonra özellikle Çerkezköy, Çorlu ve Tekirdağ merkez ilçelerinde olmak üzere hızla sanayileşmiştir. 2017 verilerine göre nüfusu 1.005.441 olan ilde 2007 yılından beri kentsel nüfusta artış gözlenmektedir [26]. Tekirdağ'da evsel nitelikli katı atıklar 2018 yılından beri Tekirdağ Büyükşehir Belediye Başkanlığı'na ait Demirli Katı Atık Düzenli Depolama Tesisi'nde depolanmaktadır. İlde atık kompozisyonu Tablo 1'de verilmiştir.

Tekirdağ'da 32 anaokulu, 149 ilkokul, 137 ortaokul, 95 lise ve 44 özel okul bulunmaktadır [27]. İl sınırları içinde aynı zamanda nüfus hareketlerinde de önemli bir rol oynayan Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi (TNKU) toplam 44 birim ile eğitim faaliyetlerini sürdürmektedir. Çalışma kapsamında Tekirdağ sınırları içinde bulunan 1 ilkokul, 1 lise ve TNKU'ya bağlı 1 meslek yüksekokulu ve bir mühendislik fakültesi olmak üzere farklı öğrenci profiline sahip 4 eğitim kurumunda atık yönetimi incelenmiş, ayrıntılı değerlendirmeler mühendislik fakültesinde yapılmıştır. Bu kurumlara ait genel ve atık yönetim bilgileri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 1. Tekirdağ İli Atık Komposizyonu [26]

Atık kompozisyonu	Miktar (%)
Mutfak atıkları	34
Kağıt	11
Karton	1
Hacimli karton	4
Plastik	2
Cam	6
Metal	1
Diğer yanabilenler	19
Diğer yanmayanlar	22

Tablo 2. Çalışılan eğitim kurumlarında atık yönetimi ile ilgili bilgiler

Eğitim Kurumu	Öğr. sayısı	Personel Sayısı (Hizmetli sayısı)	Sıfır Atık Seti sayısı	Geri dönüşüm kutusu sayısı	Çöp kutusu sayısı	Sıfır atık kutuları boşaltma sıklığı
Çorlu Mühendislik Fakültesi (ÇMF)	3911	149 (4)	7	13	243	Haftada 1 kez
Çorlu Meslek Yüksekokulu (ÇMYO)	600	63 (3)	6	-	35	10 günde 1 kez
Özel Çerkezköy OSB Mesl. ve Tek. An. Lis. (ÇOSB)	853	60 (11)	7	-	48	Haftada 1 kez
Kapaklı Sanayiciler İlkokulu (KSİ)	1178	52 (5)	-	4	60	Haftada 1 kez

2.2 Atık tartım işlemleri

ÇMF'de 8 kez tartım yapılmış ve tartımlar sınav haftası ve ders haftası olmak üzere farklı özelliğe sahip haftalarda gerçekleştirilmiştir. Diğer 3 okulda ise 1'er haftalık tartım işlemi gerçekleştirilmiş, toplanan atıkların ilgili haftanın sonunda tartımı yapılmış ve tartım yapılan haftaların tümü ders olan ve öğrenci popülasyonunun yoğun olduğu haftalardan seçilmiştir. Tartım işlemleri 1.000 kg kapasiteli 200 g hassasiyete sahip 80x90 cm platform boyutlarında Kuleli Tartım Baskülü 7516-1000 ile yapılmıştır.

Çalışmada hem sıfır atık setlerindeki atıklar hem de çöp kutularındaki atıklar 4 kategori altında değerlendirilmiştir. Tablo 3'de ayrımda dikkate alınan kategoriler verilmiştir. Organik atık ölçümleri yalnızca ÇMF'de gerçekleştirilmiştir. ÇMF'de 15 noktada, ÇMYO ve ÇOSB'de 6'şar noktada, KİS'de 7 noktada ayrım ve tartım işlemleri gerçekleştirilmiştir.

Tablo 3. Kullanılan atık kategorileri

Kategori	Tanımlama
Kağıt	Renkli ve renksiz kağıt, defter, kitap, karton
Plastik	PET şişe, HDPE ve diğer plastikler
Cam	Tüm cam materyal
Metal	Aluminyum kutu, teneke kutu, demir ve aluminyum olmayan malzemeler
Diğer	Diğer tüm atıklar ayrıldıktan sonra kalan atıklar

Tartım sırasında izlenen adımlar ve atık oluşum hızı için kullanılan formül (Eş. 1) aşağıda verilmiştir:

- Uygun bir kap ve tartı aletinin hazırlanması
- Boş kutunun ağırlığının belirlenmesi (Wb)
- Kutunun ayrıştırılmış çöp ile doldurulması
- Kutunun çöple birlikte ağırlığının tartılması (Wt)
- Atığın toplandığı sürenin belirlenmesi (ts)
- Atığın toplandığı sırada kişi sayısı (p)

$$W_G = \frac{(W_T - W_b)}{p \times t_s} \text{ (kg/kişi-gün)} \qquad \text{(Eş. 1)}$$

3. Bulgular

Çalışma kapsamında elde edilen veriler için şu belirlemeler yapılmıştır:

• Kurumlardan birim zamanda oluşan toplam atık miktarları ve kişi başına düşen atık miktarları

• Sıfır atık setleri/Geri dönüşüm kutularına atılan atık miktarları

• Sıfır atık setleri/Geri dönüşüm kutularına atılan atıkların ilgili kutulara atılıp atılmadığı

• Çöp kutularına atılan atıkların miktarları ve kişi başına günlük oluşan atık miktarı

• Çöp kutularına atılan geri dönüşebilir atıkların miktarları

3.1. Eğitim kurumlarında elde edilen bulgular

Çorlu Mühendislik Fakültesi (ÇMF) Sonuçları: ÇMF'de 8 farklı tarihte mevcut sıfır atık setlerinde, geri dönüşüm kutularında ve çöp kutularında atık miktarları belirlenmiştir. Her bir tarihte ve farklı noktalarda yapılan ölçüm sonuçlarının günlük ortalama değerleri atık türü baz alınarak hesaplanmış ve Tablo 4'te verilmiştir. Buna göre okulda günde toplam yaklaşık 184 kg atık toplanmakta ve bunun yalnızca 33 kg'ı ayrıştırılmaktadır.

Görüldüğü üzere ÇMF'de toplanan kâğıt-karton atıkların halihazırda sıfır atık ve geri dönüşüm kutularında toplam ayrıştırılabilme oranı, fakültedeki tüm karton-kâğıt atıkların yalnızca %26'sıdır. Plastikler %39, metaller ise %42 oranında ayrı toplanabilmektedir. Cam atıkların ayrıştırılabilme oranı ise %97 ile oldukça yüksektir. Bunun nedeni cam atıkların ağırlıkların fazla olmasıdır.

Tablo 4. Toplam günlük atık miktar ve türleri-ÇMF

Atık türü	Sıfır atık setleri (g/gün)	Geri dönüşüm kutuları (g/gün)	Çöp kutuları (g/gün)	Toplam (g/gün)
Kâğıt	5975	1494	21612	**29080**
Plastik	5401	1350	10819	**17570**
Cam	13535	3384	611	**17530**
Metal	1054	264	1837	**3154**
Diğer	763	191	115300	**116255**
Toplam	**26727**	**6682**	**150180**	**183590**

Çalışmada her bir atık kutusuna atılan atıkların doğru kutularda bulunup bulunmadığının belirlenmesi yapılmıştır. Şekil 1'de her bir atık kutusunda tespit edilen atık türlerinin atık kutuları ile eşleştirmeleri verilmiştir. Şekillerde mavi ile boyalı yüzdeler doğru kutulara atılan atıkları, kırmızı ile boyanan yüzdeler ise yanlış kutulara atılan atıkları ifade etmektedir. Buna göre kâğıt kutusunda toplanan atıklar %68-100 oranında kâğıt atık olmuştur. Kâğıt kutularında bulunan

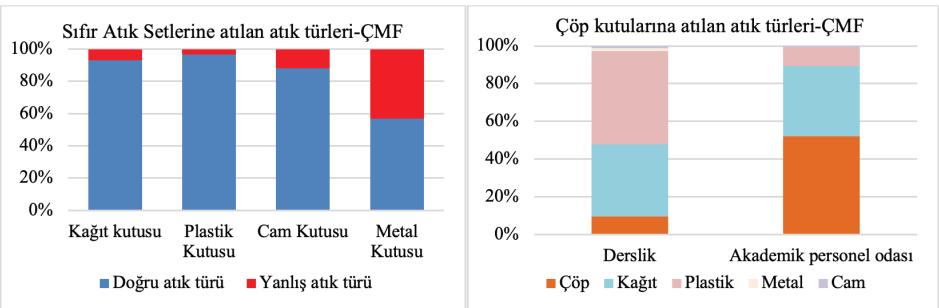
atıklar kâğıt dışında sırasıyla "Diğer" grubu ve "Plastik" grubu atıklar olmuştur. Plastik kutusunda ise toplam atığın %80-100 arasında plastik olduğu belirlenmiştir. Bu kutulara plastik dışında en fazla kâğıt atık atılmaktadır. Cam kutularında ise %63-100 oranında doğru ayrım sağlandığı ve bu kutulara cam atıktan sonra en fazla plastik atık ve kâğıt atık atıldığı belirlenmiştir. Metal kutularında doğru toplanma oranları %30'lara kadar düşmüş ve bu kutulara en fazla plastik atıklar atılmıştır.

Çöp kutularına atılan atık türlerinin tartım noktasına göre ayrımı Şekil 1'de verilmiştir. Çöp kutularında da geri dönüşebilir potansiyeli olan atıklar bulunduğu, sınıflarda özellikle kâğıt ve plastiklerin çöp kutularına atıldığı gözlenmiştir. Çöp kutularındaki kâğıt atıkların genellikle ders notları, plastik atıkların ise PET su şişeleri olduğu belirlenmiştir. Şekil 2'den görüldüğü gibi dersliklerde çöp kutularına atılan atıkların %38'i kâğıt atık iken %49'u plastik geri dönüşebilir atıklar ve yalnızca %10'u geri dönüşebilir özelliği olmayan atıklardır. Akademik personel odalarında ise atıkların %52'si geri dönüşebilir özelliği olmayan atık iken %38'i kâğıt ve yaklaşık %10'u plastik atık olarak belirlenmiştir.

Çorlu Meslek Yüksekokulu (ÇMYO) Sonuçları:

ÇMYO'da sıfır atık ve çöp kutularında toplanan atıkların karakteristiği ve günlük toplam miktarları Tablo 5'te verilmiştir. Görüldüğü gibi sıfır atık setlerine "elektronik+pil atıklar" da dahildir. Buna göre okulda toplam yaklaşık 38 kg atık toplanmakta ve bunun 11 kg'ı ayrıştırılmaktadır. Toplanan atıkların ağırlıkça %60'ı cam atık, %10'u kağıt atıktır.

Şekil 1. Sıfır atık setlerinde doğru ayrıştırma ve Çöp kutularında ayrıştırma oranları-ÇMF



Tablo 5. Toplam günlük atık miktar ve türleri-ÇMYO

Atık türü	Sıfır atık setleri (g/gün)	Çöp kutuları (g/gün)	Toplam (g/gün)
Kâğıt	1209	5325	6534
Plastik	694	2500	3194
Cam	7589	-	7589
Metal	23	-	23
Elektronik+Pil	200	-	200
Diğer	1591	18358	19950
Toplam	**11306**	**26183**	**37489**

Şekil 3'de ÇMYO'nda sıfır atık kutularında tespit edilen atık türlerinin ilgili atık kutuları ile eşleştirmeleri verilmiştir. Buna göre okulda kâğıt kutusunda toplanan atıkların %40-%90 arasında kağıt atık olduğu ve bu kutularda kağıt dışında en fazla plastik atık atıldığı tespit edilmiştir. Plastik ve cam kutularında toplanan atıkların ise genel olarak büyük miktarının doğru kutuda toplandığı görülmektedir. Tüm kutularda doğruluk oranı en yüksek atık türü cam atıklar için olmuş metal ve elektronik+pil kutuları ise genellikle en başarısız ayrımın gerçekleştiği kutular olmuştur. ÇMYO'da çöp kutularında da çöp dışında geri dönüşebilir potansiyeli olan atıklar tespit edilmiştir. Ortalama değerlere göre çöp kutularında biriken atıkların %20'si kâğıt ve %10'u plastik atık olmuştur.

Çerkezköy OSB Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi (ÇOSB) Sonuçları:

ÇOSB Lisesi'nde sıfır atık ve çöp kutularında toplanan atıkların karakteristiği ve günlük toplam miktarları Tablo 6'da verilmiştir. Buna göre okulda toplam yaklaşık 15 kg atık toplanmakta ve bunun 6 kg'ı ayrıştırılarak geri dönüştürülmektedir. Okulda sıfır atık kutularında plastik ve metaller ortak toplanmaktadır. Tüm sıfır atık kutularında toplanan atıkların ağırlıkça %60'ı cam, %15'i kâğıt ve %22'si plastik atıktır. Çöp kutularında da çöp dışında geri dönüşebilir potansiyeli olan atıklar tespit edilmiştir. Ortalama değerlere göre çöp kutularında biriken atıkların %55'i kâğıt ve %24'ü plastik atıktır.

Sıfır atık setlerine atılan atıkların doğru kutularda olup olmadığı belirlemesi sonucu Şekil 3'de verilmiştir. Buna göre ÇOSB Lise'sinde kâğıt kutusunda %70-%100 arasında doğru ayrım sağlanmış, plastik+metal kutusunda ise %98 oranında doğru ayrım yapılmıştır. Cam kutusunda doğru ayrım oranı %80ve üzeri olmuştur.

Tablo 6. Toplam günlük atık miktar ve türleri-ÇOSB

Atık türü	Sıfır atık setleri (g/gün)	Çöp kutuları (g/gün)	Toplam (g/gün)
Kağıt	928	4851	5780
Plastik	1373	2091	3465
Cam	3735	-	3735
Metal	105	-	105
Diğer	0	1817	1817
Toplam	**6142**	**1817**	**14902**

Kapaklı Sanayiciler İlkokulu (KİS) Sonuçları:

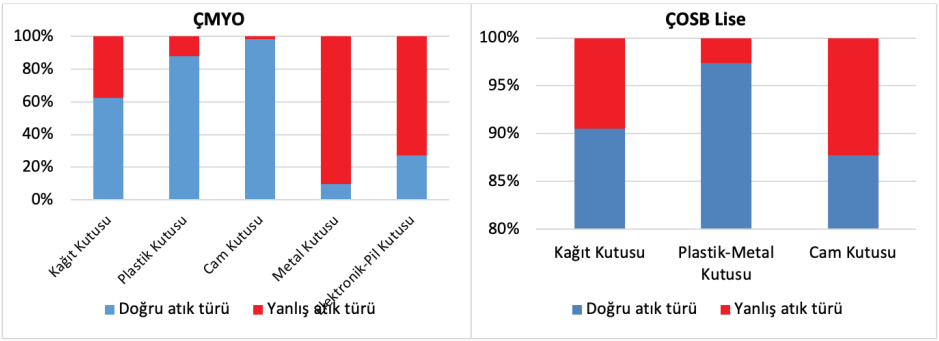
KİS İlkokulu'nda sıfır atık setleri ve çöp kutularında tüm kutularda toplanan atıkların karakteristiği ve günlük toplam miktarları Tablo 7'de verilmiştir. Tüm

okulda geri dönüşebilir atıklar tek bir kutuda toplanmaktadır. Buna göre okulda toplam yaklaşık 13 kg atık toplanmakta ve bunun yalnızca 9 kg'ı ayrıştırılarak geri dönüştürülmektedir. Toplanan atıkların ağırlıkça %51'i kâğıt atık, %24'ü plastik ve %18'i cam atıktır. Okulda doğru atık ayrımı çalışması tek bir kutu olduğundan yapılamamıştır.

Tablo 7. Toplam günlük atık miktar ve türleri-KİS İlkokul

Atık türü	Geri dönüşüm kutusu (g/gün)	Çöp kutuları (g/gün)	Toplam (g/gün)
Kâğıt	4654	1743	6398
Plastik	2211	697	2908
Cam	1607	-	1607
Metal	579	1260	1839
Diğer	0	237	237
Toplam	**9051**	**3937**	**12988**

Şekil 3. Sıfır atık kutularında ayrıştırma oranları-ÇMYO ve ÇOSB Lise



3.2. Genel değerlendirme

Ölçüm yapılan 4 eğitim kurumundan elde edilen günlük toplanan atık miktarları ve hesaplanan kişi başına günlük değerler Tablo 8'de verilmiştir. Elde edilen günlük toplam veriler, okul popülasyonuna bölünerek kişi başına günlük oluşan atık miktarı elde edilmiştir. Hesaplamanın yapıldığı tarihlerde kurumlarda bulunan kişi sayıları eğitim dönemine göre (sınav, ders, resmî tatilin olduğu hafta vb.) değiştiğinden bu tüm okullar için %60-80 olarak alınmıştır. ÇMF için tüm okulda tüm atık türleri hesaba katıldığında kişi başına günlük atık miktarı 113 g/kişi-gün olarak bulunmuş bu değer ÇMYO, ÇOSB ve KİS için sırasıyla 93,7; 32,3 ve 17,6 olarak hesaplanmıştır. Mbuligwe, 2002 [22] tarafından yapılan çalışmada farklı 3 eğitim kurum için hesaplanan kişi başına atık oluşum değerleri 0,1990; 0,193 ve 0,083 kg/kişi-gün olup ÇMF ve ÇMYO için belirlenen değerler bu aralıkta bulunmuş, lise ve ilkokuldaki değerler bu seviyelerin altında tespit edilmiştir.

Tablo 8. Okullardaki toplam ve kişi başına atık miktarları

Okul	Toplama Şekli	Toplam Atık (kg/gün)	Kişi başına atık (g/kişi-gün)
ÇMF	Sıfır atık setleri	26,7	16,5
	Geri dönüşüm kutuları	6,7	4,1
	Çöp kutuları	150,2	92,5
	Toplam	**183,6**	**113**
ÇMYO	Sıfır atık setleri	11,3	28,3
	Çöp kutuları	26,2	65,5
	Toplam	**37,5**	**93,7**
ÇOSB Lise	Sıfır atık setleri	6,1	13,3
	Çöp kutuları	1,8	19
	Toplam	**14,9**	**32,3**
KİS İlkokul	Geri dönüşüm kutuları	9,1	12,3
	Çöp kutuları	3,9	5,3
	Toplam	**12,9**	**17,6**

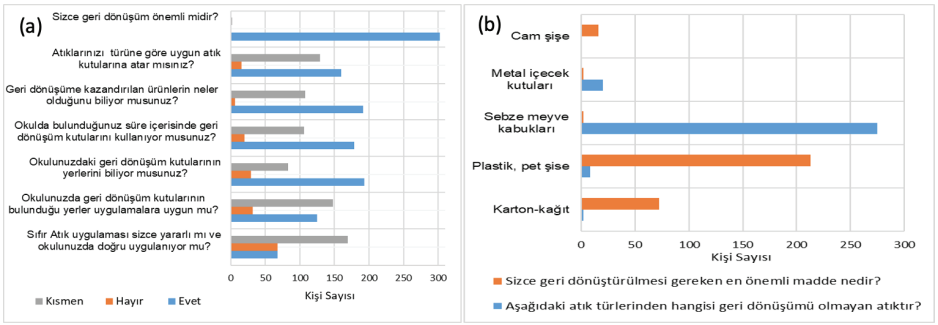
Görüldüğü üzere kişi başına en fazla atık ve kişi başına toplanan günlük atık miktarı en yüksek ÇMF için elde edilmektedir. Lise ve özellikle ilkokul için elde edilen değerler oldukça düşüktür. Bunun nedeni olarak, özellikle ilkokuldaki öğrencilerin yaş grupları gereği vakitlerinin büyük çoğunluğunu ders saatlerinde geçirmeleri, ders bitiminde okulu terk etmeleri, sosyalleşme imkanlarının düşük olması ve dolayısıyla ortak alanlarda bireysel atık oluşturmamaları olarak düşünülmüştür.

3.3. Anket sonuçlarının değerlendirilmesi

Anket çalışması ÇMF'nde gerçekleştirilmiştir. 15 sorudan oluşan ankete 8 farklı bölümden 103 kadın ve 202 erkek öğrenci olmak üzere toplam 305 öğrenci katılmıştır. Ankette iki grup soru oluşturulmuştur. 1. Grup soruya Evet-Hayır-Kısmen cevapları verilmiştir. Sorular ve tüm popülasyonun verdiği yanıtlar Şekil 5'te verilmiştir. Buna göre katılan kişilerin %99'u geri dönüşümün önemli olduğunu, %53'ü atıklarını uygun atık kutularına attıklarını ve %59'u okulda bulundukları süre içerisinde geri dönüşüm kutularını kullandıklarını belirtmişlerdir. Katılımcıların %55'i sıfır atık uygulamasının okulda doğru uygulanmadığını düşünmektedir. Anketin 2. kısmına verilen cevaplara bakıldığında ise (Şekil 5) katılımcıların %90'ı geri dönüştürülmesi mümkün olmayan atıkların "Sebze meyve kabukları"; %70'i ise geri dönüştürülmesi gereken en önemli maddenin "plastik pet şişe" olduğunu belirtmişlerdir.

Anket cevaplarında öğrencilerin okudukları bölüm ile kadın-erkek cevapları arasında karşılaştırma da yapılmıştır. Genel olarak bakıldığında fakülte öğrencilerinin sıfır atık ve geri dönüşüm konusunda belirgin bir bilgi birikimine ve isteğe sahip olduğu, çevre mühendisliği öğrencilerinin özellikle bilgiye dayalı bazı sorularda beklendiği üzere daha doğru cevaplar verdiği ve çevre mühendisliği ve kadın katılımcıların oluşturdukları atıkların geri dönüşüm kutularına atılması hususunda daha hassas davrandığı söylenebilir.

Şekil 5. Anket cevaplarının değerlendirmesi (a): 1. Kısım (b): 2. Kısım



Maliyet hesaplamaları

ÇMF'nde sıfır atık kapsamında toplanan atıkların miktar ve karakterizasyonundan sonra bu atıkların geri dönüşüme kazandırılması aşamasında yapılan harcamalar ve elde edilecek maliyetler hesaplanmıştır. Ambalaj atıklarının kg bazında satış fiyatları geri dönüşüm tesislerinden temin edilmiş ve Tablo 9'da verilmiştir. Ancak bu noktada, belediye mücavir alanlarında bulunan fakülte gibi kurumların sıfır atık yönetimi kapsamında oluşan atıkları değerlendirme aşamasında belediye "Ambalaj Yönetim Planı" kapsamında uzaklaştırması gerektiği ve ilgili atıkların belediye bilgisi olmadan farlı kurumlara ücret karşılığında verilmesinin yasak ve cezaya tabi olduğu göz önüne alınmıştır. Bu hesaplamadaki amaç, oluşan geri dönüşüme uygun atıklar pazarlanabilseydi ilgili atık toplanmasında oluşacak maliyetlerin (personel giderleri, atık toplama torbaları vb. giderler) ne ölçüde karşılanabileceğini hesaplamak olmuştur.

ÇMF'de geri dönüşüm özelliğine sahip atıkların sistemli olarak toplanması için bu işi yapacak personel istihdamı ve ilgili atık kutuları için düzenli periyotlar ile atık torbaları alınması ana gider kalemleri olarak kabul edilmiştir. Fakültede sıfır atık kapsamında ayrı bir istihdam kalemi bulunmamaktadır. Bu durumda sarf olarak torbalara harcanan yıllık ücret ise 2.000 TL/yıl alınmıştır. Gelir hesabında ise mevcut durumda ilgili atık grubunun %20 olan ayrı toplanma oranına göre tüm ayrılmış atıkların lisanslı bir şirkete satıldığı durumda elde edilecek gelir birim maliyetlerden yola çıkılarak hesaplanmıştır.

Tablo 9. Sıfır atık uygulaması maliyet hesabı (ÇMF)

Atık türü	Birim fiyat (TL/kg)	Mevcut durum (kg/gün)	Senaryo (kg/gün)	Mevcut durumda gelir(TL/ay)	Senaryo durumunda gelir(TL/ay)
Kağıt	0,25	7,5	23,3	37,3	116,3
Plastik	1	6,8	14,1	135,0	281,1
Cam	0,4	16,9	16,9	135,3	135,2
Metal	1	1,3	2,5	26,3	50,5
Toplam (TL/ay)				**334**	**583**
Toplam (TL/yıl)				**4.000**	**7.000**
Toplam Kar (TL/yıl)				**2.000**	**5.000**

Fakültede sıfır atık uygulamasının sistematik olarak uygulanabilmesinden sonra ayrı toplanma oranının %80'e çıkacağı öngörülmüş ve bu durum "Senaryo" olarak kabul edilerek bu durum için de gelir hesabı yapılmıştır (Cam atıklarının toplanma yüzdesi sabit bırakılmıştır). Hesaplama sonuçları Tablo 9'da verilmiştir. Hesaplama sonuçlarına göre mevcut durumda yılda 4.000 TL'lik bir gelir oluşturulurken, ayrılmanın iyileştirilmesi durumunda bu miktar yaklaşık yılda 7.000 TL'ye çıkacak ve giderlerden sonra elde edilecek kar, ayrı toplama başarısı arttırıldığında yılda 5.000 TL'ye varacaktır.

4. Sonuçlar

Sıfır atık yönetim sistemi, atık oluşumunun önlenmesinden başlayarak oluşan tüm atıkların özelliğine ve türüne göre kaynağında ayrı toplanması ve çevre lisanslı atık işleme tesislerine gönderilmesine kadar geçen süreci içeren bir sistemdir. Ülkemizde Ekim 2018'de "Sıfır Atık Yönetim Taslağı" oluşturulmuş ve henüz taslak aşamasında olmasına rağmen ilgili pek çok adım devlet kurumlarından başlayarak atılmıştır. Yönetmelik taslağına göre, eğitim kurumları öncelikli olarak sıfır atık uygulamasına geçmesi gereken kurumlar arasında yer almaktadır. Halihazırda yapılan çalışmalar da eğitim kurumlarının gerek oluşan atık türleri gerek eğitimli personel ve öğrenci mevcudiyeti, gerekse toplumlara öncülük etmesi gereken kurumlar olmaları göz önüne alınarak, atık yönetim çalışmalarının pek çok açıdan diğer kurumlara göre daha önemli ve uygulanması daha kolay olduğu belirtilmişlerdir.

Bu çalışma kapsamında farklı seviyede 4 eğitim kurumunda sıfır atık uygulaması, bu uygulamanın gelinen noktada atık ayrımı açısından ne seviyede olduğu ile ilgili araştırma yapılmıştır. Elde edilen bilgilere göre kişi başına atık üretimi ve bununla birlikte doğru atık ayrımındaki başarı, eğitim seviyesi arttıkça artmaktadır. Bu noktada öğrencilerin okulda kalma ve sosyalleşme sürelerinin, atık oluşturma süresi ile doğrudan ilişkili olduğu düşünülmüştür. Diğer taraftan çalışma yapılan ilkokul, ortaokul ve lise düşünüldüğünde özellikle devlet okullarında sıfır atık uygulamasına yönetimsel düzeyde daha düşük bir seviyede katılım olduğu anlaşılmaktadır.

Elde edilen bir diğer sonuç da kaynağında atık ayrımı uygulamasında belirlenecek stratejilerin uygulamanın verimi açısından oldukça önemli olduğudur. Sıfır atık uygulamasının başlayacağı kurumda gerekli eğitim ve farkındalık çalışmalarının yapılması, tüm atıkların bir arada atıldığı çöp kutularının sayılarının azaltılması ve özellikle derslikler gibi, oluşan atık türlerinin önemli bir kısmının geri dönüşebilir özellikte olduğu noktalara hiç çöp kutusu konulmaması, sıfır atık kutularının yerlerinin doğru tespiti en önemli hususlardır. Atıkların geri kazanımı

ile kurumlara bir gelir sağlanması ve elde edilecek gelirin öğrencilerin farkındalıklarını arttıracak aktivitelerde kullanılmasının da yine bu uygulamanın verimliliğinin artmasına olanak sağlayacağı düşünülmektedir.

Teşekkür

Bu Çalışma Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde yürütülen Yüksek Lisans Tezi çıktılarıyla gerçekleştirilmiştir.

Kaynaklar

[1] Resmî Gazete (2015). Atık Yönetimi Yönetmeliği, Resmî Gazete Sayı: 29314, 02.04.2015, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.

[2] Coker AO, Achi CG, Sridhar MKC, Donnett CJ. Solid Waste Management Practices at a Private institution of Higher Learning in Nigeria. Procedia Environmental Sciences 2016; 35:28-39.

[3] VegaCA, Ojeda-Benítez S, Ramirez-Barreto ME. Solid waste characterization and recycling potential for a university campus. Waste Management 2008; 28:21-26.

[4] Addo-yobo Felix N., Mansoor A. Households: passive users or active managers? The case of solid waste management in Accra Ghana. Int. Development Planning Review, Liverpool University Press 2003; 25(4):373–389.

[5] Kasseva ME, Mbuligwe SE. Ramifications of solid waste disposal site relocation in urban areas of developing countries: a case study in Tanzania. Resour. Conserv Recycl. 2000; 28:147–61.

[6] Manaf LA, Samah MAB, Zukky NIM. Municipal solid waste management in Malaysia: Practices and challenges, Waste management 2009; 29:2902-2906.

[7] Saeed MO, Hassan MN, Mujeeb MA. Assessment of municipal solid waste generation and recyclable materials potential in Kuala Lumpur, Malaysia. Waste management 2009; 29: 2209-2213.

[8] Al-Khatib IA, Monou M, Abu Zahra ASF, Shaheen HQ, Kassinos D. Solid waste characterisation, quantification and management practices in developing countries. A case study: Nablus district–Palestine. Journal of Environmental Management 2010; 91: 1131-1138.

[9] Adeniran AE, Nubi AT, Adelopo AO. Solid waste generation and characterization in the University of Lagos for a sustainable waste management. Waste Management 2017; 67: 3–10.

[10] TUIK, Türkiye İstatistik Kurumu URL: http://tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist. (Erişim zamanı; 20 Nisan 2019).

[11] ÇŞB, Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı. 2016-2023. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2016.

[12] Zaman AU. A comprehensive review of the development of zero waste management: lessons learned and guidelines. Journal of Cleaner Production 2015; 9: 12-25.

[13] Sıfır Atık Yönetim Taslağı, 22.10.2018, Sayı: 29314, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2018.

[14] Baldwin E, Dripps W. Spatial characterization and analysis of the campus residential waste stream at a small private Liberal Arts Institution. Resources, Conservation and Recycling 2012;65: 107– 115.

[15] Boysan F, Özer Ç, Has M, Murat M. Project on Solid Waste Recycling Plant in Sakarya University Campus. Procedia Earth and Planetary Science 2015; 15: 590–595.

[16] Fagnani E, Roberto Guimaraes J. Waste management plan for higher education institutions in developing countries: The Continuous Improvement Cycle model. Journal of Cleaner Production 2017; 147:108-118.

[17] Lozano R, Lukman R, Lozano FJ, Huisingh D, Lambrechts W. Declarations for sustainability in higher education: becoming better leaders, through addressing the university system. J. Clean. Prod. 2013; 48: 10-19.

[18] Felder MAJ, Petrell RJ, Duff SJB. A solid waste audit and directions for waste reduction at the University of British Columbia, Canada. Waste Manage. Res. 2001; 19: 354-365.

[19] Mason IG, Brooking AK, Oberender A, Harford JM, Horsley PG. Implementation of a zero waste program at a university campus. Resour. Conserv. Recy. 2003; 38: 257-269.

[20] Armijo de vega C, Benitez SO, Ramirez-Barreto ME. Solid waste characterization and recycling potential for a university campus. Waste management, 2008; 28: 21-26.

[21] Armijo de vega C, Benitez SO, Ramirez-Barreto ME. Mexican educational institutions and waste management programmes: a university case study. Resource Conservation and Recycling 2003; 39: 283-296.

[22] Mbuligwe SE. Institutional solid waste management practices in developing countries: a case study of three academic institutions in Tanzania. Resources, Conservation and Recycling 2002; 35: 131–146.

[23] Mason IG, Oberender A. Brooking Source separation and potential re-use of resource residuals at a University campus. Resources, Conservation and Recycling 2004; 40:155–72.

[24] Smyth DP, Fredeen AL. Booth Reducing solid waste in higher education: The first step towards 'greening' a university campus". Resources, Conservation and Recycling 2010; 54:1007–1016.

[25] Moreira R, Malheiros TF, Alfaro JF, Cetrulo TB, Ávila LV. Solid waste management index for Brazilian Higher Education Institutions. Waste Management 2018; 80: 292–298.

[26] Tekirdağ İÇD, Tekirdağ İli 2017 Yılı Çevre Durum Raporu. Tekirdağ, 2018.

[27] MEB, Milli Eğitim bakanlığı web sitesi URL: https://www.meb.gov.tr/ (Erişim zamanı; 10 Mayıs 2019).

Waste Management in a University Campus

***[1,2]İbrahim Uyanık*, and [1,2]Oktay Özkan, and [1]Hamdi Mıhçıokur**

*[1]Faculty of Engineering, Department of Environmental Engineering Erciyes University, Turkey

[2] Research and Application Centre For Environmental Problems and Cleaner Production, Erciyes University, Turkey

Abstract

In this study, we discussed how can be the management hierarchy and management process in a university campus. Erciyes University is in the middle of Anatolia Region that has about 60.000 population. The university have faculty /institutional administrations (29) and hospital related buildings (9) and research centers (39) It has an area about 20 m2 for each person in the campus. The university is responsible in terms of legislative directives that are in operation. Waste directive is published by the university in 2017 that share the responsibilities and distribute the tasks for each unit in the university campus. In Turkey, zero waste project and zero waste legislation is also in operation by 2019.

The importance of waste management strategy is important for Sustainable Development Goals (SDG) that is published by United Nations and put in consideration of Times Higher Education (THE) which is one of the most confidential ranking systems for universities. There is also, environmental assessment system for university campuses, the Green-Metric. One of the grading subjects of Council of Higher Education (YÖK) in Turkey is the zero waste strategy in campus. Therefore, the operation of zero waste strategy gains importance.

Key words: *Zero waste, University, Campus, Management*

1. Introduction

Zero waste is a defined target that covers; recycling, preventing waste, making resources more efficient use, reducing the amount of waste generated, effective establishment of collection system and recovery of waste as a waste prevention approach [1]. With the high acceleration in the world population, industry and the development of the economy has also increased consumption, this situation also increased the need for our limited resources and our need to use our natural resources more efficiently.

In Turkey, therefore, government improved a strategy targeting the zero waste all around Turkey, starting firstly in Environment and Urbanism Ministry and in the Presidential Complex of Turkey [2]. Zero waste regulation is published in Turkey in July of 2019 [3]. This regulation pushes the municipalities, governmental institutions, and universities to convert waste management strategies to zero waste strategy.

*Corresponding author: Address: Faculty of Engineering, Department of Environmetnal Engineering Erciyes University, 38280, Kayseri TURKEY. E-mail address: iuyanik@erciyes.edu.tr, Phone: +90352-2076666

Universities and their departments in Turkey have lots of responsibilities in terms of environmental and waste management and have many regulations (zero waste, waste management, hazardous waste, waste batteries, medical waste, excavation wastes, etc.). Also, universities are attending ranking systems that includes waste and other environmental management strategies such as Times Higher Education (THE) Sustainable Development Goals (SDG) and Green Metric [4]. While SDG aims lots of problems the earth is faces, Green Metric mostly focused on environmental parameters such as water and waste management, setting and infrastructure, and energy.

In this study; waste management strategies are discussed with the current legislations and ranking systems at university campuses in Turkey.

2. Materials and Method

2.1. Erciyes University

Erciyes University has 29 academic units (faculty, college, institute etc.) and 39 research centers and 70.000 people including students, academic and administrative staff [5].

2.2. Method

In this study, waste management strategies are evaluated in the light of zero waste regulation, and other regulations in Turkey, while aiming the goals in ranking of universities like THE-SDG and Green Metric. Erciyes University has also a waste management directive published 3 years ago.

3. Results and Discussion

3.1 Erciyes University Waste Management Directive



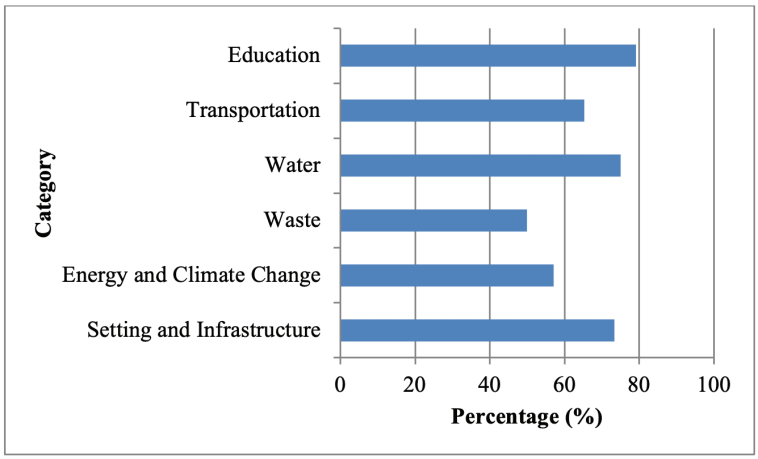
Figure 1. Erciyes University waste management hierarchy

Erciyes University waste management directive has a management hierarchy as shown in Figure 1. In this Figure 1, main coordination is operated by Environmental Problems and Cleaner Production Research Center. There are responsible personals in departments and other research centers. There are also responsible personals in sub-divisions in these coordination units.

3.2 University rankings, Green Metric and THE-SDG

Erciyes University is 3rd in 2019 Green Metric in Turkey and 133 in total. Most of the points for green metric is coming from education activities and water management (79% and 75 % to maximum points, respectively) while the least point are coming from waste and energy and climate change (50 and 57%, respectively). Figure 2 is shown for each category that the green metric rankings are calculated. These results showed that it has a capacity in terms of waste management in the university [6].

Figure 1. Green Metric Performance of Erciyes University



THE-SDG has several environmental goals to reach such as clean water and sanitation, affordable and clean energy, responsible consumption and production, sustainable cities and communities, and climate action. Erciyes University ranked between 101-200 ranges in all universities while it is 7th in Turkish universities. Although the ranking details was not known, the range it has implies that a lot of actions could be taken (Table 1).

Table 1. Erciyes University SDG rankings

SDG Number	Sustainable Development Goal (SDG)	Rank
3	Good Health and Wellbeing	101–200
4	Quality Education	201–300
5	Gender Equality	101–200
8	Decent Work and Economic Growth	101–200
9	Industry, Innovation and Infrastructure	81
10	Reduced Inequalities	201+
11	Sustainable Cities and Communities	101–200

SDG Number	Sustainable Development Goal (SDG)	Rank
12	Responsible Consumption and Production	88
13	Climate Action	101–200
16	Peace, Justice and Strong Institutions	101–200
17	Partnership for the Goals	101–200

3.3 Zero waste regulation in Turkey

Zero waste regulation was published in July of 2019 and it had policies to prevent and reduce the amount of waste. Zero waste regulation expectations for universities are;

- To collect all types of wastes separately and properly,
- Education, and
- Composting.

Zero waste certification award is given to universities who; i) reduce the wastes by 15%, ii) other activities to prevent and reduce the wastes [3].

It is important to collect data and make waste amount inventory to manage and calcualate the waste minimization, reduction, and prevention. In this manner, education activities are important for the proper waste separation. One of the grading subjects of Council of Higher Education (YÖK) in Turkey is the zero waste strategy in campus since universities in Turkey graded as "research university". If the zero waste strategy is good for a university, it is a plus for selection as a research university in Turkey.

Conclusions

Since Erciyes University is like a big district that has a population more than 60.000 daily, it is very hard to put new rules for waste management and following the new rules without any qualified personals.

In Erciyes University, recyclable wastes are now separated and collected by municipalities. Medical wastes are managed and sterilized properly. There are individual initiatives to make compost and worm manure productions. However all the wastes like dining and cafeteria wastes are not converted to any useful products like biogas or compost.

References

[1] Murray, R., Zero waste. 2002: Greenpeace Environmental Trust London.

[2] Baba, A., İYTE Bülten: Sayı 37 (Ocak-Şubat-Mart 2019). 2019.

[3] Gül, B., Sürdürülebilir Sıfır Atık Yönetimi Için Eğitim Alanlarında Katı Atık Ve Karakterizasyonu. 2019, Namık Kemal Üniversitesi.

[4] Lauder, A., et al., Critical review of a global campus sustainability ranking: GreenMetric. Journal of Cleaner Production, 2015. 108: p. 852-863.

[5] Üniversitesi, E. Sayılarla ERÜ. 2020 [cited 2020 28.02.2020]; Available from: https://www.erciyes.edu.tr/kategori/ERU-HAKKINDA/Sayilarla-ERU/2/67.

[6] Üniversitesi, E. ERU was ranked 201-300 in the overall 2019 THE University Impact Rankings. 2020 28.02.2020]; Available from: https://en.erciyes.edu.tr/news/ERU-was-ranked-201-300-in-the-overall-2019-THE-University-Impact-Ranki/35.

Sürdürülebilir Yapı Malzemeleri Kullanımının Çevresel Etkileri

***[1]Celalettin Başyiğit, [1]Mehmet Hanifi Alkayış, *[2]Mutlu İrem Kartlı**

[1]Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Süleyman Demirel Üniversitesi, Türkiye

*[2]Yalvaç Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, İnşaat Bölümü, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Türkiye

Özet

Göç, genel olarak insanların köken yerinden başka bir yere giderek belli bir süre veya kalıcı yerleşmesi olarak tanımlanmaktadır. Tarih boyunca insanlık doğal afetler, din, yoksulluk, savaşlar gibi nedenlerle göç etmiş ve bu göç nüfus artışıyla birlikte kentselleşmeyi doğurmuştur. Nüfustaki artış ile göçün düzensiz ve aşırı olması kaynakların azalması, çarpık kentleşme, alt yapı sorunları, atık su hatları, içme suyu hatları, yağmur suyu toplama hattı, elektrik hatları ve doğalgaz boru hatlarının istenen yerlere ulaştırılamaması, trafik ve aşırı atık oluşumu gibi nedenlerle özellikle büyük şehirlerde çevre kirliliği ve sağlık sorunları ortaya çıkmaktadır. Günümüzde, tüm bunların yarattığı olumsuz çevresel etki nedeniyle insanlar daha duyarlı hale gelmiş ve sürdürülebilir yapılar, geri dönüşüm, atıkların yeniden kullanımı gibi alanlarla soruna çözüm yolu bulmaya yönelmişlerdir. Bu çalışmada inşaat sektörünün neden olduğu çevre kirliliğini azaltmak ve sürdürülebilirliğe katkı sağlamak için kullanılan geri dönüşüm agrega ile yapılan çalışmalar ve kazanımlar değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Göç, çevre kirliliği, sürdürülebilir yapı malzemeleri*

Environmental Effects of Utilization of Sustainable Building Materials

***[1]Celalettin Başyiğit, [1]Mehmet Hanifi Alkayış, *[2]Mutlu İrem Kartlı**

[1]Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, Süleyman Demirel University, Turkey

*[2]Yalvaç Vocational School of Technical Sciences , Department of Construction, Isparta University of Applied Sciences, Turkey

Abstract

Migration is generally defined as a period of time or permanent settlement of people by moving from place of origin to another place. Throughout history, humanity has migrated due to natural disasters, religion, poverty ,wars and this migration has caused urbanization with population growth. With the increase in population, irregular and excessive migration, decrease in resources, unplanned urbanization, infrastructure problems , wastewater lines, drinking water lines, rainwater collection lines, power lines and natural gas pipelines cannot be delivered to desired places, traffic and excessive waste generation increased. Therefore environmental pollution and health problems arise in cities. Today, due to the adverse environmental impact of all these, people have become more sensitive and have tended to find solutions to the problem with areas

*Corresponding author: Mutlu İrem Kartlı Address: Yalvaç Vocational School of Technical Sciences, Department of Construction, Isparta University of Applied Sciences, Isparta TURKEY. E-mail address: mutlukartli@isparta.edu.tr, Phone: +902464414334

such as sustainable structures, recycling and reuse of waste. In this study, the studies and gains made with the recycling aggregate used are evaluated in order to produce solutions for environmental pollution caused by the construction sector.

Keyword: *Migration, enviroment pollution, sustainable structure meterials*

1. Giriş

Göç, insan veya insan topluluklarının bir yerden bir yere taşınması şeklinde tanımlanabilir. Geçmişten günümüze göçler; doğal afetler, savaşlar, verimsiz topraklar, açlık, yoksulluk ve daha iyi bir yaşam koşulu gibi birçok sebeple gerçekleşmiştir. Meydana gelen bu göç hareketliliğinin ekonomik, kültürel, ahlaki ve çevresel etkilerinin yanı sıra özellikle göçün büyük bir bölümünün kentlere yapılması sonucunda kentleşmeye olan etkisi büyük ölçüdedir [1].

Göç alan şehirlerde ani nufus artışı ile birlikte konut, sağlık, eğitim, üstyapı ve altyapı ulaşım hizmetlerinde aksaklıklar, hava, su, toprak kirliliğinde artış, yakıt ve çöp atığı artışı, fazla konut ihtiyacı ile inşaat malzemesi üretim atıklarında artış, karbon salınımı artışı ve inşaat yıkıntı atıklarının artışı gibi temel çevre sorunları olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çevre sorunlarının büyük bir bölümü inşaat sektörü ile doğrudan ilişkilidir [1-2-3].

Günümüzde inşaat sektörünün çevresel etkileri ele alındığında, enerji verimliliği ve CO_2 salınımı büyük önem taşımaktadır. Avrupa Birliği ülkelerindeki yapıların, toplam enerji tüketiminde %40 ve toplam CO_2 salınımınında ise %36 oranında pay sahibi olduğu düşünülmektedir. Ayrıca, Birleşmiş Millletler Çevre Programı'nın yayınladığı raporda, dünya toplam enerji tüketiminin %33'ten fazlasını yapıların sürekli ihtiyaçları (ısınma, soğutma ve havalandırma, aydınlatma vb.) için harcadığı buna ek olarak inşaat malzemesi imalatı ve yıkımı için ise, yapıların sürekli enerji harcamalarının yaklaşık %10-20 olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, inşaat sektörünün temel malzemesi olan çimento ise üretimi aşamasındaki yüksek enerji tüketimi ile toplam CO_2 salınımının %5'inde pay sahibidir. Bu olumsuz etkilerin en aza indirilmesi için inşaat sektöründe sürdürülebilirlik kavramı ön plana çıkmaktadır [4].

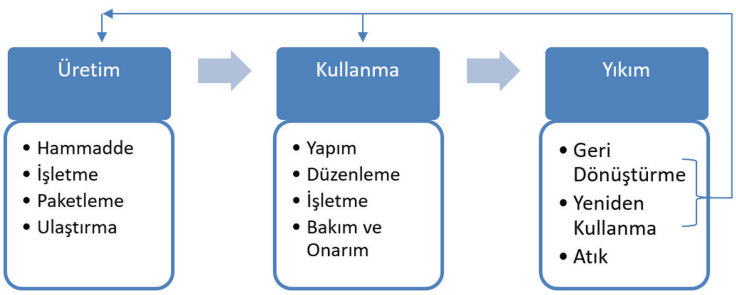
Sürdürülebilirlik bilim dalına göre farklı tanımlanmasına rağmen, sözcük tanımı belirsiz bir zaman içerisinde bir olay veya işlevin devam edebilme (sürdürülebilme) kapasitesini ifade etmektedir. Sürdürülebilirliğin sosyal (toplumsal), çevresel ve ekonomik olarak üç temel etkisi vardır. Çevresel sürdürülebilirlik etkisi, doğal kaynakların, çevresel mirasın devamlılığını ve yenilenmesini temin ederken çevre özelliklerinin iyileştirmesi gayretidir. Ekonomik sürdürülebilirlik ise nufüs sürekliliği için gelir ve istihdam sağlamak, toplumsal sürdürülebilirlik ise sağlık, eğitim, güvenlik, refah ve diğer toplumsal konularda kişi farkı gözetmeksizin eşit ve dengeli bir sistem sağlamaktır [5-6-7].

İnşaat sektöründe sürdürülebilir yapı, malzemede kötü veya zayıf bir özellik oluşturmadan, onu oluşturan malzemede miktarı azaltmaksızın, sürekliliği olan bir sistem olarak adlandırılmaktadır. Sürdürülebilir yapı malzemesi ise, insan sağlığına ve çevreye etkisi en az olan, minimum enerji tüketimi ve az CO_2 salınımı yapan malzemelerdir. Ayrıca, yapı malzemesi üretim sürecinin de sürdürülebilir olması önem taşımaktadır [7].

Dünyada yılda 6 milyar tondan fazla beton üretilmektedir. Bu üretime paralel, sektörün doğal kaynak tüketimi ve yüksek miktarda enerji ihtiyacı nedeniyle çevreye olan etkiside oldukça fazladır. Ayrıca inşaatın kullanım ömrü sonunda oluşan atıkların yaklaşık %75'inin beton olmasından dolayı geri dönüşüm agregalı beton ön plana çıkmaktadır. Geri dönüşümlü agreganın betonda kullanımının karbon salınımını azaltabilecek, doğal kaynakların sürdürlebilirliğini sağlayabilecek ve maliyeti azaltacak en etkili yöntemlerden biri olduğu düşünülmektedir.Bu nedenle bu çalışmada, geri dönüşüm agreganın betonda kullanımının sürdürülebilirliğin çevresel bileşenine etkisi araştırılmıştır [8]

2.Materyal ve metot

Sürdürülebilir yapı malzemeleri, kullanım ömrü süresince boyunca minumum enerji harcayan, üretimi, kullanımı ve kullanım sonrası atık oluşumu boyunca çevreye ve insana olumsuz etkisi olmayan malzemelerdir. Sürdürülebilir yapı malzemesi kısaca çevreye en az etkisi olan ve üretim aşamasında minimum tükenebilir kaynaklar kullanılararak imal edilen malzemelerdir. Doğru yapı malzemesi seçiminde; emniyet, ekonomi, estetik özelliliklere ek olarak sürdürülebilirliğin de eklenmesi doğru bir yaklaşımdır [8-9]. Sürdürülebilir malzemenin zehirli maddeler içermemesi, tekrar kullanıma elverişli olması, kullanım ömrü sonunda çevreye zararı olmaması ve yerel kaynaklardan üretilebilir olması gerekmektedir. Sürdürülebilir yapı malzemelerinin yaşam ömrü; hammaddenin elde edilmesi, nakliyesi, depolanması, yapıda kullanımı, kullanım ömrü sonunda geri dönüştürülmesi, geri dönüştürülemiyorsa farklı malzemelere ek olarak kullanılması veya zararsız şekilde yok edilmesi adımlarından oluşmaktadır. Yapı ve yapı malzemeleri için yaşam döngüsü aşamaları Şekil 1'de verilmiştir [10-11].

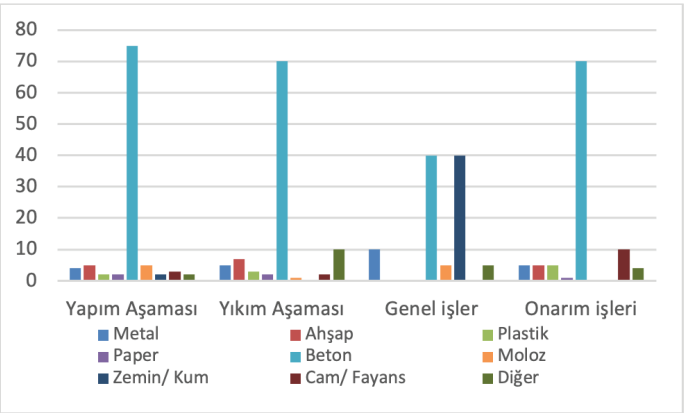


Şekil 1. Yapı ve yapı malzemeleri için yaşam döngüsü aşamaları [10-11]

Sürüdürülebilirlik, yapı malzemesinin yaşam döngüsü boyunca kullanılan enerji ve malzeme israfını, özellikle de imalat aşamasındaki israfı azaltmayı amaçlamalıdır. Ayrıca, atık azaltımı da sürüdürülebilirlik için önemlidir. Kullanım ömrü sonunda en az atık oluşturan ve ortaya çıkan atık malzemenin imalat aşamasında kullanılması atık miktarını etkin bir şekilde azaltmaktadır.

Günümüzde yapı malzemesinin sürdürülebilirliği için birçok çalışma yapılmaktadır. Çimento üretimi gibi alanlarda CO_2 salınımının azaltılması için gereken temel önlemlerden biri olan enerji verimliliğinin arttırılması ve alternatif kaynakların kullanılmasının yanı sıra klinker yerine bağlayıcılık özelliği olan, çimento yerine kullanılabilen malzemelerin (özellikle atık malzemeler) kullanılması da hem sürdürülebilirlik hem de atık malzemelerin geri dönüşümü açısından oldukça etkin bir yöntemdir [8-9] Sürdürülebilir yapı malzemesi kullanımında diğer bir uygulama ise endüstriyel atık kullanarak üretilen sürdürülebilir alkali tuğlalardır. Portland çimentosuz alkali ile aktive edilen ürünlerin sürüdürülebilir ve daha az maliyetli olduğu bilinmektedir. Özellikle Jeo polimerik tuğlalar yüksek miktarda atık içerebildiklerinden en avantajlı ürün olarak görülmektedir [12]. Sürdürülebilir yapı malzemelerinin imalatı için tarımsal atıklar da aktif olarak araştırılmaktadır. Tarımsal atıklar genel olarak şeker kamışı küspesi, pirinç kabuğu, jüt lifi, hindistan cevizi kabuğu, pamuk sapı gibi kullanım dışı malzemelerdir. Buna benzer tarımsal atıkların sürdürülebilir bir inşaat malzemesi olarak tekrar kullanılması, çevre kirliliği ve atık miktarı azlatımının yanında inşaat maliyetlerinide azaltmaya yardımcı olmaktadır [13].

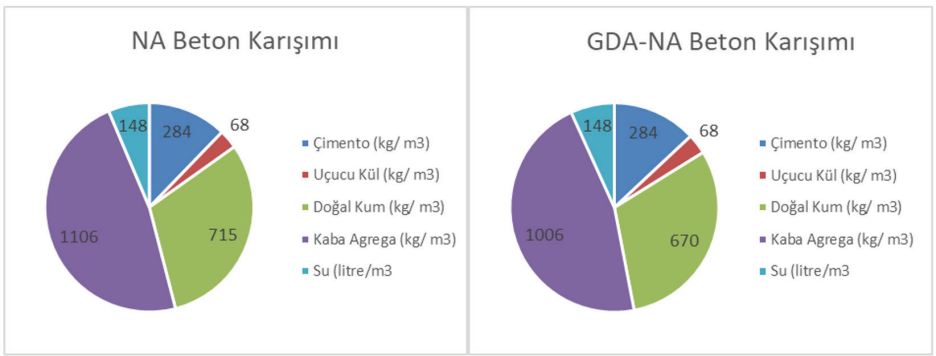
Sürdürülebilirlik için kullanılan geri dönüşüm agregalı (GDA) beton, beton kalıntılarını bir agrega olarak geri dönüştürerek kaynak tasarrufu sağlayan çevresel yükleri azaltmada önemli bir teknolojidir. Sürdürülebilirlik ile ilgili yapılan çalışmalarda yaşam ömrü boyunca inşaat atıklarının oranları Şekil 2' de



Şekil 2. Yaşam ömrü boyunca inşaat atıklarının oranları [15]

verilmiştir. Bu atıkların geri kazanımı sürdürülebilirlik ve daha az çevre kirliliği için en etkili çözüm yolu olduğu öngörülmektedir. Japonya'da, yüksek kalitede betonda kullanım için uygun geri dönüşüm agregası kullanılmış ve üretilen beton ile binaların üst yapısına uygulanmıştır. Ancak, geri dönüşüm agrega kullanıldığında daha fazla kaba agrega gerektirdiği için üst bina yapılarında daha fazla enerji gerektirmektedir. Dolayısıyla üst yapıda kulanımı sınırlı kalırken özellikle kaldırım, kaplama sistemler, kazıklar ve yeraltı yapıları için uygulanmıştır. Ancak, daha iyi bir geri dönüşüm teknolojisi ile geri dönüşüm agrega üretiminin üst yapıda daha da verimli olabileceği görülmektedir[14].

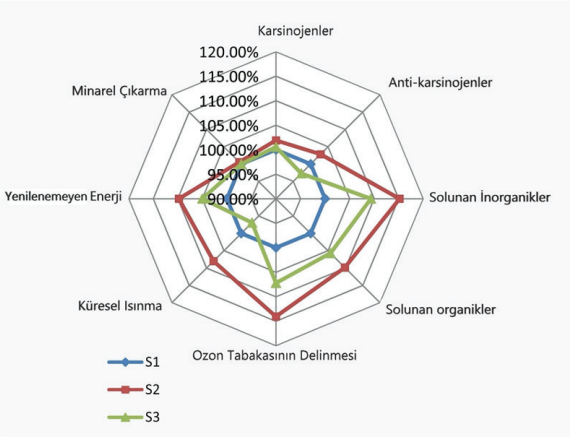
Agregalar, otoyol kaplamasının temel malzemesidir. Ancak, sadece alt kaplama yüzeylerinde kullanılmaktadır. Agreganın otoyol kaplamalarında yaygın kullanımı geri dönüşüm agregası kullanımımın sürdürülebilirlik için oldukça önemli olduğunu göstermektedir [7]. Şekil 3'te NA ve GDA-NA kullanımına göre malzemelerin beton karışım miktarları verilmiştir.



Şekil 3. NA ve GDA-NA kullanımına göre malzemelerin beton karışım miktarları [16]

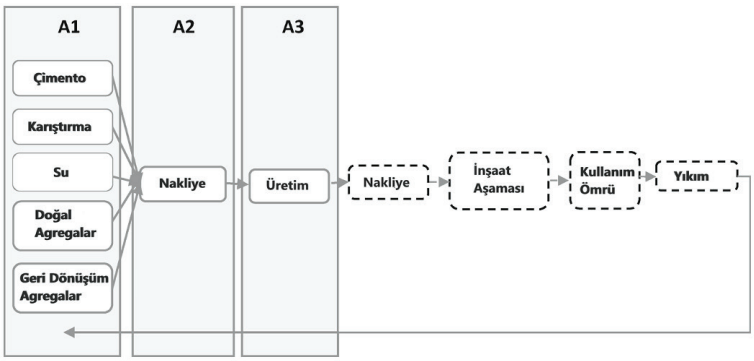
Sürdürülebilir otoyol kaplaması ile ilgili yapılan bu çalışmada kullanılan geri dönüşüm agrega (GDA) ve normal agregalı (NA) betonun toplam ömrü boyunca çevresel ve ekonomik sürdürülebilirliği değerlendirilmiştir [16]. GDA-NA ile yapılan beton kaplamanın sosyal ve çevre yükünü azalttığı ancak maliyette artış meydana getirdiği görülmektedir. GDA-NA kaplamasının üretimi toplam maliyette %0,11 artış, %0,29 daha az enerji tüketimi, % 0,26 daha az hava kirliliği ve % 0,07 daha az sera gazı %0,30 daha az arazi, % 0,44 daha az toksik madde üretimi, ulaşımda % 0,01 daha az nakliye ve %0,42 su tasarrufu sağladığı görülmüştür. GDA kullanımının imalat, geri dönüşüm, nakliyat bazında ayrı ayrı bakıldığında yerelde daha fazla tasarruf sağladığı ortaya çıkmaktadır. Değerlendirmeler çalışmada uygulanan yol örneği üzerinden yapılmaktadır. Ancak, GDA kullanımına sürdürülebilirlik bakış açısıyla yaşam ömrü boyunca bakıldığında ve evrensel olarak düşünüldüğünde daha etkili sonuçları öngörülmektedir [16].

Singapurda yapılan bir bina yaşam döngüsü analiz çalışmasında, yerel geri dönüşüm agreganın imalatı, malzeme nakliye ve ithalatının çevresel etkileri incelenmiştir. Üç farklı senaryo için yapılan analizlerde S1 tüm kaynakların yerel olarak üretildiği, S2 tüm malzemelerin ithal edildiği ve S3 ise S2' deki ithal agregalar yerine %100 GDA kullanımının yapıldığı analizlerdir. Tüm yapı için etki değerlendirmesi Şekil 4'te verilmiştir. Bu değerlendirmede malzeme ithalat ve nakliye süreci çevre kirliliği açısından önemli farklar ortaya koyduğu gözlemlenmiştir. Singapurda potansiyel çevre yükünü azaltmak ve sürdürülebilir inşaatı sağlamak için geri dönüşüm agregaların kullanımının faydalı olacağı belirtilmiştir [17].



Şekil 4. Yapının tamamı için etki değerlendirmesi [17]

Avrupa'da NA ve GDA kullanılanılarak yapılan beton üretimi aşamalarının çevresel ve ekonomik olarak en iyi beton üretimi için yaşam döngüsü etki analizleri yapılmıştır. Bakım çalışmaları ve şirketlerden veri toplanamayan alanlarda Avrupa yaşam döngüsü veri tabanından yararlanılmıştır. Şekil 5'de gösterilen tüm yaşam ömrünün sadece üretim süreci olan hammadde temini (A1), nakliye (A2) ve üretim (A3) aşamalarında çevresel ve ekonomik etkiler incelenmiştir [18].



Şekil 5. Betonun üretim süreci ve yaşam döngüsü [18]

İmal edilen beton imalatlarının mekanik, çevresel ve ekonomik olarak incelendiğinde çevresel etkilerin azaltılmasının maliyeti arttırmadığı, CEM I yerine CEM II tipi çimento kullanımının maliyeti ve çevresel etkiyi azalttığı gözlemlenmiştir. Malzemenin çevresel ve ekonomik etkileri incelendiğinde geri dönüşüm agrega kullanımının beton üretim sürecinde hem çevresel hem de ekonomik faydalarının önemli ölçüde olduğu görülmektedir [18].

Geri dönüştürülmüş agreganın betonda normal agrega ile yer değiştirebilme olasılığı da incelenmiştir. Farklı atık agregalar kullanılarak yapılan çalışmada numuneler üzerinde çimento dozajı, akışkanlaştıcı kullanımı ve silis dumanının etksi araştırılmıştır. Mekanik deneyler sonucunda, betonda %100 atık agrega kullanımı dayanımda düşüşe neden olurken, %75 normal agrega %25 geri dönüştürülmüş agrega kullanımının dayanımda kontrol numunlerine yakın değerler verdiği görülmüştür [19].

Atık agrega kullanılarak üretilen betonlarda agregaların kalitesi de önem taşımaktadır. Atık agregaların kalitesini artırarak kullanım olasılığı değerlendirildiğinde, agregalar öncelikle asetik asit çözeltisinde bekletilerek ve yüzeyi arındırılmış atık agregalar beton üretiminde kullanılmıştır. Üretilen numunelerde %25 oranında atık agrega kullanımının olumlu sonuçlar verdiği görülmüştür. Ayrıca, atık agreganın işlenmesi sonucu daha düşük su emme oranına sahip olduğu ortaya koyulmuştur [20].

İri doğal agreganın% 100'ünün kaba geri dönüştürülmüş beton agregası ile değiştirilmesi, enerji tüketimi, küresel ısınma, ötrofikasyon ve asitlenme için% 6'ya kadar ve fotokimyasal ozon oluşumu için% 10'a kadar bir artış gözlemlenmiş ancak atık oluşumu %35 ve abiyotik tüketim %50 azalmıştır [21].

Çin'de beton üretimi için geri dönüştürülmüş iri agreganın potansiyel çevresel etkisini incelenmiştir. Çimento içerikleri, agrega ikame, nakliye, üretim ve beton üretiminden kaynaklanan atık depolama alanlarının çevresel etkisi için yaşam döngüsü analizi yapılmıştır. GDA betonlarda nakliye aşamasında çevreye faydalı bir etkisi olduğu ancak GDA betonlarda çimento dozajının artışının çevresel etkiyi en çok etkilediği ve arttırdığı gözlemlenmiştir. Çin'de inşaat sektöründe çevresel etkiye ragmen GDA kullanımının kaynakların azalması üzerinde olumlu etkisi olacağı ve yeni tekniklerin geliştirilmesi gerektiği önerilmiştir [22].

GDA betonun CO2 emüsyonunu ölçmek için 61 ayrı çalışmadan oluşan ve 624 geri dönüştürülmüş agrega beton karışımı için yaşam döngüsü değerlendirmesi yapılmıştır. Büyük ölçekli yaşam döngüsü değerlendirmesine dayalı

olarak, GDA beton için emisyon faktörleri tanımlanmıştır ve hacim, mukavemet ve dayanıklılığı içeren genişletilmiş bir fonksiyonel analiz sonucunda genel olarak benzer emüsyom sonuçları elde edilmiştir. Ancak yüksek karbonatlaşma nedeniyle betonun agrega boyutuna öğütülmesi ve dolgu olarak kullanılmasının tercih edilebileceği önerilmiştir [23].

GDA betonun karışım tasarım yöntemi, fonksiyonel birimlerin seçimi, geri dönüştürülmüş agreganın alımı ve taşıma mesafesi, envanterin tahsisi, CO_2 dahil olmak üzere farklı yönlerden sorunları tanımlamıştır. Betonun toplam çevresel etkisi ile GDA taşıma mesafesi arasındaki bir ilişki kurulmuştur. Betonun mekanik özellik değişkenliğinin GDA'nın çevresel etkisi üzerindeki etkisi dikkate alınması gerektiği, ulaşım mesafesini belirlemek ve en uygun ulaşım planını vermek için Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) tabanlı bir yöntem kulllanılması önerilmiştir [24].

Yüksek miktarda uçucu kül (UK) ve GDA içeren beton karışımlarının mekanik davranışlarını, çevresel etkilerini ve kaynak kullanımını anlamak için kapsamlı bir deneysel çalışma yapılmıştır. Ayrıca imal edilen betonların çevresel etkisi de incelenmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre, NA'ya göre nakliye mesafesi nispeten kısa olmasına rağmen, karışımlara GDA ve UK dahil edilmesininin çevresel etkileri önemli ölçüde etkilememiştir [25].

3.Sonuç ve Değerlendirme

Günümüzde çimento ve beton üretiminde farklı atık kullanımları görülmektedir. Bu atıklar üretim sonucu ortaya çıkan veya doğrudan kullanılan yan ürünler olabildiği gibi işlenerek kullanılan atıkların sayısı da oldukça fazladır.
Ülkemizde gelecek on yılda sadece İstanbulda 600 milyon ton inşaat yıkıntı atığı beklenmektedir ayrıca buna ek olarak kentsel dönüşüm projelerinden oluşacak inşaat yıkıntı atıklarının, geri dönüştürme veya yeniden kullanıma çalışmaları ile inşaat sektörünün çevresel yükleri en aza indirilmelidir. Atık yönetimi ve geri kullanımı ülkemiz için bir zorunluluk haline gelecektir.

Geri dönüşüm agrega kullanımının küresel ısınmayı, havanın asitlenmeyi insan sağlığı için zehirli havayı biraz da olsa azalttığı ve özellikle azalmanın bakir agrega üretimi ve nakliye kısmında daha etkili olduğu görülmektedir. Ancak tamamen GDA kullanılan betonda üretim enerjisi sebebiyle çevresel etkiler artmaktadır. Bu sebeple GDA ve NA'nın optimizasyonu ile imal edilecek betonların hem mekanik özellikler hemde çevresel etkiler için faydalı çözümler üretilmelidir.

Tamamen GDA kullanımı daha fazla enerji gerektirdiğinden,yüksek yapılarda tavsiye edilmemekte ancak özellikle altyapı, dolgu gibi projelerde kullanımı önem arz etmektedir. Ülkemizde ulaştırma faaliyetlerinin yoğun olduğu bu dönemde GDA teknolojisine yönenilmeli, böylece hem çevresel hem de ekonomik kalkınma için fayda sağlanmalıdır.

Doğal agregaların geri dönüştürülmüş agregalarla ikame edilmesinin, doğal kaynak tüketimi ve atık oluşumunun azaltılması açısından teknik olarak uygun bir seçenek olmasına rağmen, sürdürülebilirlikte bir iyileşme iddiasında bulunmadan önce çevresel etkinin derinlemesine analiz edilmesi gerektmektedir. Şuan için yapılan çalışmalar GDA kullanımının çevresel olarak aşırı bir faydasının olmadığı ancak doğal kaynak tüketimini önemli ölçüde azaltmasından dolayı önemle araştırmalar sürmektedir.

Doğal kaynakların azalması ve nüfusun artmasıyla birlikte ortaya çıkan hammadde sorunu atık malzemelerin yeniden değerlendirilmesiyle en aza indirilebilecektir. Atık malzeme kullanımı hammadde arayışına katkı sağlarken diğer yandan da üretimde açığa çıkan CO2 salınımının önüne geçilebilir.

Kaynakların azalması, nakliye maliyetleri ve inşaat atıkları bertarafı sebebiyle inşaat sektöründe sürdürülebilir yapı malzemeleri daha da önem kazanacaktır. Gelecek nesillere kendilerine yetecek kadar kadar kaynak bırakma gerekliliği ancak doğru ve çevre bilinci yüksek projelerle gerçekleştirilebilir.

Kaynaklar

[1] Güven, S. (2016, November). Göç, Çevre ve İletişim. In 3rd International Symposium on Environment and Morality (ISEM2016) 4-6 Nov 2016 Alanya/Antalya-Turkey.

[2] Bardakçıtosun, S. (2016, November). Göçün çevre sorunlarina etkileri. In 3rd International Symposium on Environment and Morality (ISEM2016) 4-6 Nov 2016 Alanya/Antalya-Turkey.

[3] Kayan, A . (2018). Kentleşme sorunlari kapsaminda şanliurfa'nin çevre sorunlari ve çözüm önerileri. Yönetim Bilimleri Dergisi , 16 (32) , 299-328 .

[4] Candemir, B., Candemir, B., Beyhan, B., Karaata, E. S., & Karaata, E. S. (2012). İnşaat sektöründe sürdürülebilirlik: yeşil binalar ve nanoteknoloji stratejileri. İMSAD (İnşaat Malzemesi Sanayicileri Derneği Yayınları) & TÜSİAD (Türk Sanayicileri ve İş Adamları Derneği).

[5] Kilinçarslan, Ş., Şimşek, Y., Uygun, E., Akoğlu, M., Cesur, B., Tufan, M. Z., & Turan, U. Sürdürülebilir Yapi Malzemeleri Açisindan Bina Sertifikasyon Sistemlerinin İncelenmesi. Uluslararası Sürdürülebilir Mühendislik Ve Teknoloji Dergisi, 3(1), 1-14.

[6] Tufan, M. Z., Özel, C. (2012). Sürdürülebilirlik kavrami ve yapi malzemeleri için sürdürülebilirlik kriterleri. Uluslararası Sürdürülebilir Mühendislik ve Teknoloji Dergisi, 2(1), 6-13.

[7] Öcal, C., & İnce, H. H. (2012). Sürdürülebilir Yapı Tasarımı ile Değişen İhtiyaçlar. In International Construction Congress.

[8] Nwakaire, C. M., Yap, S. P., Onn, C. C., Yuen, C. W., & Ibrahim, H. A. (2020). Utilisation of recycled concrete aggregates for sustainable highway pavement applications; a review. Construction and Building Materials, 235, 117444.

[9] Terzi, S. (2017). Sürdürülebilir kalkınma çerçevesinde Türkiye'de uygulanan çevre politikası araçlarının değerlendirilmesi. Uzmanlık Tezi, TC Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara, http://webdosya. csb. gov. tr/db/strateji/icerikler/sumeyra_terz--tez-20180323112614. pdf (02.10. 2018).

[10] Yüksek, İ., & Mıhlayanlar, E. (2015). Yaşam Döngüsü Sürecinde Yapı Malzemesi Çevre Etkileşimi. In 2nd International Sustainable Buildings Symposium.

[11] Bayraktar, F. T. (2011). Türkiye'de yapı malzemesi yaşam döngüsü değerlendirmesi için bir sistem önerisi (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).

[12] Gavali, H. R., Bras, A., Faria, P., & Ralegaonkar, R. V. (2019). Development of sustainable alkali-activated bricks using industrial wastes. Construction and Building Materials, 215, 180-191.

[13] Madurwar, M. V., Ralegaonkar, R. V., & Mandavgane, S. A. (2013). Application of agro-waste for sustainable construction materials: A review. construction and Building materials, 38, 872-878.

[14] Yoda, K., & Shintani, A. (2014). Building application of recycled aggregate concrete for upper-ground structural elements. Construction and Building Materials, 67, 379-385.

[15] Arabani, M., & Azarhoosh, A. R. (2012). The effect of recycled concrete aggregate and steel slag on the dynamic properties of asphalt mixtures. Construction and Building Materials, 35, 1-7.

[16] Shi, X., Mukhopadhyay, A., Zollinger, D., & Grasley, Z. (2019). Economic input-output life cycle assessment of concrete pavement containing recycled concrete aggregate. Journal of cleaner production, 225, 414-425.

[17] Shan, X., Zhou, J., Chang, V. W. C., & Yang, E. H. (2017). Life cycle assessment of adoption of local recycled aggregates and green concrete in Singapore perspective. Journal of Cleaner Production, 164, 918-926.

[18] Braga, A. M., Silvestre, J. D., & de Brito, J. (2017). Compared environmental and economic impact from cradle to gate of concrete with natural and recycled coarse aggregates. Journal of Cleaner Production, 162, 529-543.

[19] Wagih, A. M., El-Karmoty, H. Z., Ebid, M., & Okba, S. H. (2013). Recycled constructionand demolition concrete waste as aggregate for structural concrete. HBRC journal, 9(3), 193-200.

[20] Wang, L., Wang, J., Qian, X., Chen, P., Xu, Y., & Guo, J. (2017). An environmentally friendly method to improve the quality of recycled concrete aggregates. Construction and Building Materials, 144, 432-441.

[21] Martínez-Lage, I., Vázquez-Burgo, P., & Velay-Lizancos, M. (2020). Sustainability evaluation of concretes with mixed recycled aggregate based on holistic approach: technical, economic and environmental analysis. Waste Management, 104, 9-19.

[22] Ding, T., Xiao, J., & Tam, V. W. (2016). A closed-loop life cycle assessment of recycled aggregate concrete utilization in China. Waste management, 56, 367-375.

[23] Visintin, P., Xie, T., & Bennett, B. (2020). A large-scale life-cycle assessment of recycled aggregate concrete: The influence of functional unit, emissions allocation and carbon dioxide uptake. Journal of Cleaner Production, 248, 119243.

[24] Zhang, Y., Luo, W., Wang, J., Wang, Y., Xu, Y., & Xiao, J. (2019). A review of life cycle assessment of recycled aggregate concrete. Construction and Building Materials, 209, 115-125.

[25] Kurda, R., de Brito, J., & Silvestre, J. D. (2020). A comparative study of the mechanical and life cycle assessment of high-content fly ash and recycled aggregates concrete. Journal of Building Engineering, 29, 101173.

Pollution Loads from Leather Tanning Processing in Palestine

Hassan Sawalha*[1], Maher Al-Jabari[1], Israa Nammoura[1], Mariam Sbaih[1], Heba Al-Houriny[1], Eldon R. Rene[2]

*[1] Renewable Energy and Environment Research Unit, Mechanical Engineering Department, Palestine Polytechnic University, P.O. Box: 198, Wadi Al-Haria, Hebron, Palestine.

[2] Department of Environmental Engineering and Water Technology, IHE Delft Institute for Water Education, P.O. Box 3015, 2601 DA Delft, The Netherlands.

Abstract

The present study aims determining the pollution loads from the wastewater (WW) released from the leather tanning industry in Palestine. WW samples were collected from all leather manufacturing processes from seven tanneries located in Hebron, Palestine. The physicochemical characteristics of the WW including, chemical oxygen demand (COD), total solids (TS), total dissolved solids (TDS), total suspended solids (TSS), pH and chromium, were analyzed and compared.

The results showed that approximately 10 m^3 of WW is generated per processing of one ton of hide. The physicochemical characteristics of the released WW vary according to the manufacturing process and differ from tannery to tannery. For instance, the COD of the WW released form hair removal and liming process was the highest amongst other leather manufacturing processes, with an average value of about 8000 mg/L. The pH of the WW was greatly dependent on the manufacturing process. The WW from pickling and tanning processes was rather acidic with pH values (2-4), whereas, liming and de-liming processes generated alkaline WW with pH values ranged between 8-12. WW resulting from washing process have the highest value of TS, TSS and TDS. The chromium was mainly present in the WW generated from tanning operation with an average chromium of approximately 3500 mg/L. It was mostly existed in the form of trivalent chromium (Cr+3) and only traces of the hazardous hexavalent (Cr+6) could be detected. The pollution loads discharged from leather making processes was rather high. The whole leather tanning sector releases about 29 ton of organic pollutants, 365 ton of total solids and 6 ton of chromium every year.

Key Words: *Leather industry, Tannery, Wastewater Characterization, Pollution Load*

1. Introduction

Leather manufacturing industry involves conversation of cow or goat raw hides into leather. The raw hides are subjected to a series of chemical and physical processes including soaking, liming, deliming, pickling, tanning and retanning to produce stable and high-quality leather. The salted hides are firstly soaked in water and detergents to remove salts and dirt. Then, the hair is removed through

*Corresponding author: Address: Renewable Energy and Environment Research Unit, Mechanical Engineering Department, Palestine Polytechnic University, P.O. Box: 198, Wadi Al-Haria, Hebron, Palestine. E-mail address: hsawalha@ppu.edu, Phone: +972569181861

liming the hides with lime and sodium sulfide. After that, a deliming step is applied to remove the lime through the addition of ammonium sulfide. The hides are then pickled in an acidic liquor to lower the pH of the hides to be prepared for the tanning step. During tanning process, tanning agent (i.e. chromium sulfate) is added to create crosslinking between collagen fibers of the hides, which increases the durability, flexibility and resistance of the hides to putrefaction. Finally, the tanned hides are subjected to retanning during which dyes and auxiliaries for softening the produced leather [1, 2].

Various types of chemicals (about 130 chemicals) are used during the aforementioned leather manufacturing processes [3]. Most of these chemicals end up in the WW effluents from this industry. The discharged WW is characterized with high chemical oxygen demand (COD), biochemical oxygen demand (BOD), total solids (TS), chromium, chloride, ammonia and others [4-6]. It is worth mentioning that the type of technology, chemicals and amount of process water used during leather production vary from country to country and tannery to tannery, which consequently affect the pollution loads released from this industry. The amount of WW generated from processing one ton of hides ranging from 12-35 m3 [7]. In terms of pollutants, the chromium concentration also varies (1500-3000 mg/L) [8]. The COD ranges from 3000-10000 mg/L. The leather tanning industry produces large amount of solid wastes consists mainly of flesh and hide splits, trimmings and hair. Approximately 850 kg of solid waste is produced per processing one ton of raw hides [9, 10].

Leather manufacturing industry is an important industrial sector in Palestine with a total investment of about 7 million USD (Palestine Federation of Industries, 2011). In total, thirteen tanneries are currently working in Palestine, of which, twelve are located in Hebron and the other one in Nablus. Water availability is one of the major challenges and limitation that the local industry is currently encountered. leather manufacturing sector consumes about 70,000 m3 of water /year [11]. During processing, most of this water is ended up as WW contaminated with various biodegradable and organic maters, chromium, salts and suspended solids. The generated WW is eventually discharged into the sewer system and open environment without proper treatment [3]. In a study that was recently published, the WW from all leather manufacturing processes obtained from tow tanneries in Hebron (cow hides tannery and goat skins tannery) was characterized for the purpose of identifying cleaner production options [12]. The study showed that the WW produced in these local tanneries is much more concentrated with pollutants than tanneries worldwide.

The current study aims at evaluating the pollution loads from leather manufacturing industry through extending the previous characterization work and cover most of the tanneries in Hebron district. WW samples were collected from al

manufacturing processes from six different tanneries of various production capacity. The physicochemical characteristics of WW including, chemical oxygen demand (COD), total solids (TS), total dissolved solids (TDS), total suspended solids (TSS), pH and chromium, were analyzed and compared and the pollution loads were eventually determined.

2. Materials and Method

2.1 Materials

Real samples of industrial WW from all of the leather manufacturing processes were collected from seven local cow-hides tanneries in Hebron, Palestine. The samples were collected in polyethylene bottles and stored at 20oC until testing. Chemicals used during the tests include silver sulfate (Sigma-Aldrich, USA), mercury (II) sulfate (Acros organics, USA) sulfuric acid (Dasitgroup, Italy).

2.2. Wastewater characterization

The COD of the samples was measured using titrimetric method (5220 C. closed reflux titrimetric method). In this method, potassium dichromate was used as a strong oxidizing agent to oxidize the organic content of the sample under acidic conditions. The pH Bench Meter (Milwaukee MI150, US) was used to measure the pH of the samples. To measure the TS, the samples were dried in the oven at 105°C for 48 hours and the material left after evaporation and drying was determined. The TDS were measured using TDS meter (JENWAY 4510 bench conductivity meter, UK). The TSS values were than calculated from the difference between TS and TDS. The total chromium was measured by ICP-MS (Agilent Technologies 7500 Series, Agilent, Santa Clara, CA, USA). The samples for all aforementioned WW characteristics, except for COD, were measured in triplicates and average values were depicted.

3. Results

Tannery effluent is generally a dark brown-greenish liquid, characterized with high COD, TDS and chromium content and with great variation in the pH. The average pH values of the WW released from all processes from the seven factories are shown in Table 1. The pH values varied with the manufacturing process. For instance, the beamhouse operations (i.e. liming and deliming) generated highly alkaline effluents with pH ranges 8-12. Whereas, the WW released from tanning processes (i.e. pickling, tanning and retanning) was highly acidic with pH values of around 3. Comparing the pH results between the seven tanneries, one could conclude that the behavior was rather similar and the variation in pH values was minor as can be seen from the standard deviation values in Table 1.

Table 1: The average pH values of the WW generated from various leather processes. Data were obtained from the seven different tanning factories and averaged.

Table 1: The average pH values of the WW generated from various leather processes. Data were obtained from the seven different tanning factories and averaged.

Process	pHave	Standard deviation
Washing	6.35	± 0.11
Liming	11.48	± 1.86
Deliming	8.71	± 0.44
Tanning	3.26	± 0.39
Re-tanning	3.54	± 0.22

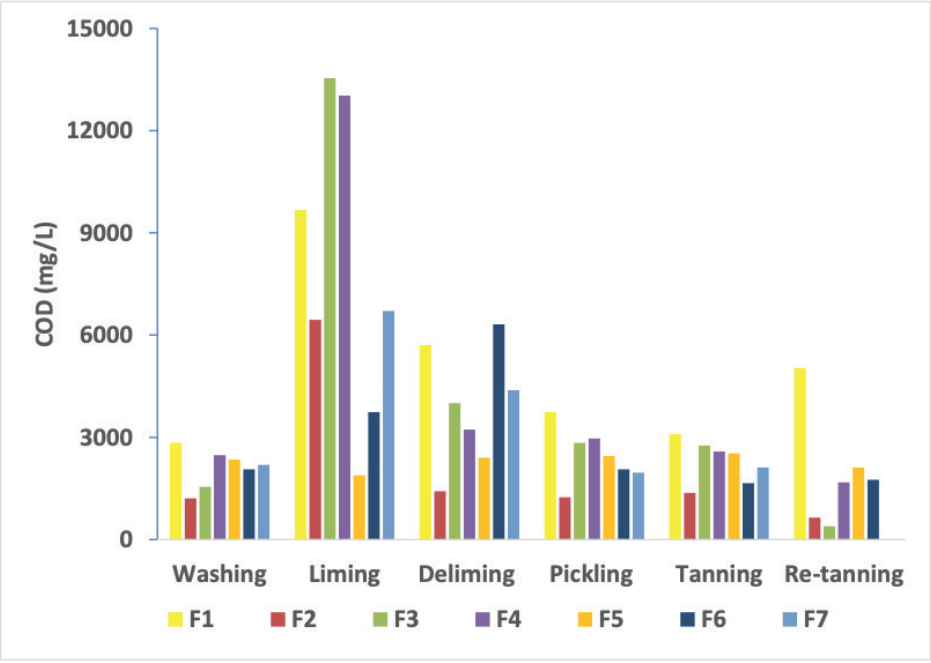


Figure 1

Figure 1 shows the COD of the WW generated from all processes in the seven tanneries, with "F" denotes for the factory number (1-7). Significant differences in the organic load generated from the various tanning processes could be noticed. The average COD of the WW released from beamhouse operations, mainly liming and deliming, was the highest at around 8000 mg/L and 4000 mg/L, respectively. The subsequent tanning processes gave relatively lower COD values of approximately 2000 mg/L. Clear variation in the COD from various tanneries was observed (see figure 1).

The TS, TDS and TSS from all processes are shown in figures 2, 3 and 4, respectively. Large amounts of solids in all forms were present in the WW generated from first steps of the beamhouse operations (i.e. washing and liming)

Whereas, the WW released from the final tanning operations (i.e. Re-tanning) seem to have lowest amounts of solids.

The results showed also that the chromium was mainly present in the WW generated from tanning operation, as chromium is only added during this production stage. The average chromium concentration in the WW obtained from tanning process was approximately 3500 mg/L. The chromium was mostly existed in the form of trivalent chromium (Cr+3) and only traces of the hazardous hexavalent chromium (Cr+6) could be found.

The total average pollution loads generated from processing of one ton of hides from all manufacturing processes in the seven tanneries were measured and results are shown in Table 2. Based on the results obtained in Table 2, the annual pollution loads released from the leather tanning sector in Palestine was estimated (see Table 3), assuming a total manufacturing capacity of 1000 ton raw-hides/year. The results show that the pollution resulting from this industrial sector is remarkably high, especially the amount of chromium, organics and solid pollutants released to the environment.

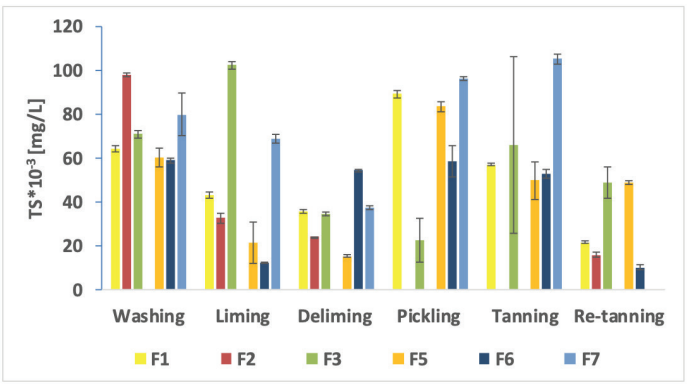


Figure 2

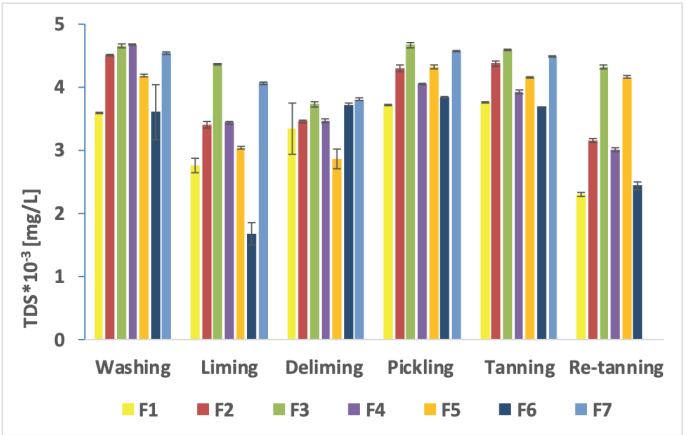


Figure 3

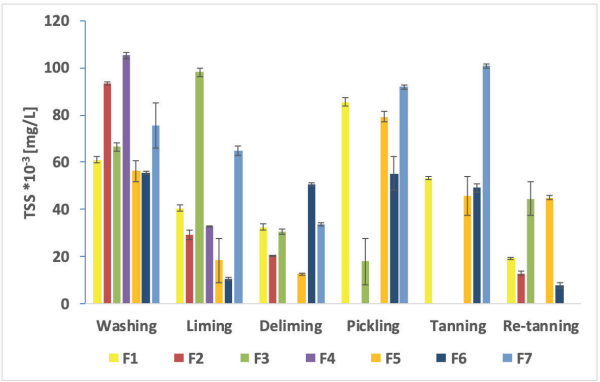


Figure 4

Table 2: The average pollution loads generated from processing of one ton of hides from each leather making process. Data were obtained from seven different tanneries and averaged.

Process	Volume WW [m^3]	kg COD/ton hide	kg TS/ton hide	Kg TDS/ton hide	kg TSS/ton hide	kg Cr/ton hide
Washing	1.40	2.94	101.03	5.95	102.65	
Liming	1.7	13.09	77.90	5.41	69.95	
Deliming	1.7	6.53	55.96	5.81	50.02	
Tanning	1.7	3.83	91.96	6.90	83.00	5.84
Re-tanning	1.25	2.42	36.34	4.04	32.26	

Table 3: The total annual pollution loads released from the leather tanning sector in Palestine, assuming a total manufacturing capacity of 1000 ton raw-hides/year

Pollution parameter	**Pollution load [kg/year]**
COD	28809
TS	363201
TDS	28111
TSS	337886
Chromium	5840

4. Discussions

The variation in the characteristics of the WW generated from various processes is ascribed to the difference in the function of each process and the chemicals added during operations. For instance, the low pH values obtained from the pickling and tanning process is due to the use of acids during these operations to

enhance the chromium uptake during tanning and retanning processes. On the other hand, the addition of lime and other alkaline chemicals during liming step, results in high pH of the released WW (see Table 1).

In the same manner, the high COD from the liming and deliming operations is attributed to the fact that the alkaline medium helps in the removal of most of the organic materials from the hides including hair, epidermis, protein, and fats, hence, resulting in organic levels in the released WW.

The discharged WW from soaking and washing step contains high levels of TS, TSS and TDS because most of extraneous organic and inorganic matters are removed during these operations, including, salts, dirt (blood and other foreign materials), and soluble non-fibrous proteins and residuals. Besides, the use of detergents and fat remover chemicals during soaking and washing contributes to the high solid levels in the discharged WW. As most of the solids and dirt were already removed during the initial beamhouse operations, the TS in the final operations, i.e retanning, were quite low.

The difference in the WW characteristics between various tanneries might be related to the variation in the operational procedures, types of added chemicals and quality of the salted raw hides. For example, some of the tanneries may conduct some of the processes at several stages (i.e. two or three stages), while, others perform same processes in a single stage. Furthermore, the amount of process water varies from factory to factory and from process to process, which considerably affects the pollutants concentration in the resulting WW. In general, the amount of process water used in tanning industry in Palestine is much lower than other tanneries worldwide, which explains the high values of pH, COD, TS, TDS and TSS as compared with literature. It is worth mentioning, that the measured WW characteristics from various processes in the local tanneries, exceed most of the standard allowable limits including Palestinian, Jordanian, and WHO standards limits. This is agreement with the results obtained in the previous publication [12].

The WW generated from tanning industry is among the highly polluted WW compared to other industrial sectors. This is clear from the high pollution loads from each process (Table 2) and from the whole leather tanning sector (Table 3). This is due to the variety of toxic chemicals used during leather manufacturing such as chromium, detergents, ammonium, sulfides, acids, chlorophenols, biocides and dyes. In addition, the raw-hides release large amount of organic and biological maters during hide processing, which may provide a chance to a variety of pathogenic bacteria to grow and contaminate the released WW.

The discharge of the WW from leather industry without proper treatment may result in significant levels of water and soil pollution. For instance, the high salt content in the WW can increase the salinity of the water and soil which deteriorates the fertility of the soil. Besides, high sulfide loads in the WW can lead to deficiency of some micronutrients in soil such as Zn, Cu and Fe [13]. Furthermore, the release of chromium contaminated WW into the surrounding open environment and valleys, may give the opportunity for the oxidation of (Cr+3) into the more toxic and hazardous chromium (Cr+6). This critical environmental problem requires urgent mitigation measures to reduce the environmental impacts from this industry. In Palestine and most of the developing countries, the leather making processes are rather traditional and poorly controlled. Advanced and effective WW treatment techniques should be applied to reduce the pollution load in the discharged WW. Besides, optimization of chemical and water consumption as well as implementation of cleaner production strategies are needed to make this sector more sustainable and environmentally sound.

5. Conclusions

Physicochemical characteristics of WW characteristics from all manufacturing operations from seven leather tanning factories were measured. The pollution load resulted from each production process and from the whole tanning sector was determined. The beamhouse operation generated high alkaline WW with high COD, TS, TDS and TSS loads, whereas, subsequent processes i.e. tanning operation, gave acidic WW with high chromium content. The pollution loads discharged from leather making processes and from whole tanning sector is quite high. Approximately, 29 ton of organic pollutants, 365 ton of total solids and 6 ton of chromium are released from this industry every year. This requires immediate actions to reduce the resulting environmental pollution.

Acknowledgements

This study was funded by the Palestinian-Dutch Academic Cooperation Program (PADUCO) under the project neme: “Managing heavy metals contaminated industrial WW from inorganic chemical industries in the West Bank: Implementing cleaner production for sustainability”. The authors would like to thank leather manufacturing companies in Hebron for their limitless cooperation. The authors also thank project partners: Prof. Amer El-Hamouz and Dr. Abdrahim Abu Safa from An-Najah National University, the Palestinian Environment Quality Authority, the Leather and Shoes Association in Palestine for their cooperation.

Figure captions:

Figure 1: The COD in mg/L of the WW generated from various leather man

ufacturing processes. Data were obtained from seven different tanning factories.

Figure 2: The average TS values in mg/L of the WW generated from various leather manufacturing processes. Data were obtained from seven different tanning factories.

Figure 3: The average TDS values in mg/L of the WW generated from various leather manufacturing processes. Data were obtained from seven different tanning factories.

Figure 4: The average TSS values in mg/L of the WW generated from various leather manufacturing processes. Data were obtained from seven different tanning factories

References

1. Mwinyihija, M., Main Pollutants and Environmental Impacts of the Tanning Industry, in Ecotoxicological Diagnosis in the Tanning Industry. 2010, Springer New York: New York, NY. p. 17-35.

2. Covington, A.D., Tanning chemistry: the science of leather. 2009: Royal Society of Chemistry.

3. Dandira, V., K. Mugwindiri, and T. Chikuku, A cleaner production exercise of a leather manufacturing company: a zimbabwean experience. International Journal of Scientific & Technology Research, 2012. 1(11): p. 1-5.

4. Chowdhury, M., et al., Characterization of the Effluents from Leather Processing Industries. Environmental Processes, 2015. 2(1): p. 173-187.

5. de Aquim, P.M., É. Hansen, and M. Gutterres, Water reuse: An alternative to minimize the environmental impact on the leather industry. Journal of Environmental Management, 2019. 230: p. 456-463.

6. Tamersit, S., K.-E. Bouhidel, and Z. Zidani, Investigation of electrodialysis anti-fouling configuration for desalting and treating tannery unhairing wastewater: Feasibility of by-products recovery and water recycling. Journal of Environmental Management, 2018. 207: p. 334-340.

7. Islam, B., et al., Evaluation and characterization of tannery wastewater. Journal of Forest Products & Industries, 2014. 3(3): p. 141-150.

8. Sabur, M., M. Rahman, and S. Safiullah, Treatment of Tannery Effluent by Locally Available Commercial Grade Lime. Journal of Scientific Research, 2013. 5(1).

9. Dandira, V. and I. Madanhire, Design of a Cleaner Production Framework to Enhance Productivity: Case Study of Leather Company. International Journal of Science and Research (IJSR), India, 2013.

10. Pantazopoulou, E. and A. Zouboulis, Chemical toxicity and ecotoxicity evaluation of tannery sludge stabilized with ladle furnace slag. Journal of Environmental Management, 2018. 216: p. 257-262.

11. Nazer, D.W. and M.A. Siebel, Reducing the environmental impact of the unhairing–liming process in the leather tanning industry. Journal of cleaner production, 2006. 14(1): p. 65-74.

12. Sawalha, H., et al., Wastewater from leather tanning and processing in Palestine: Characterization and management aspects. Journal of Environmental Management, 2019. 251: p. 109596.

13. Saxena, G., R. Chandra, and R.N. Bharagava, Environmental pollution, toxicity profile and treatment approaches for tannery wastewater and its chemical pollutants, in Reviews of Environmental Contamination and Toxicology Volume 240. 2016, Springer. p. 31-69.

Fitoremediasyon yöntemi ile topraktan kurşun giderimi

***[1]Fatma Ekmekyapar Torun, [1]Şahset İrdemez, [2]Sinan Kul and [3]Yaşar Nuhoğlu**

*[1] Faculty of Engineering, Department of Environmental Engineering Atatürk University, Turkey
[2] Faculty of Applied Science, Department of Emergency Aid and Disaster Management Bayburt University, Turkey
[3] Faculty of Engineering, Department of Environmental Engineering Yıldız Technical University, Turkey

Özet

Toprakların ağır metallerle kirlenmesinin önlenmesi ve kirliliğin giderilmesi amacıyla günümüzde birçok kontrol yaklaşımı kullanılmaktadır. Bu yaklaşımlardan biri de kirleticilerin yerinde arıtımına yönelik olan fitoremediasyon'dur. Fitoremediasyonda ağır metalleri adsorbe eden, dokularında yüksek seviyelerde biriktirip çeşitli süreçlerden sonra etkisiz hale getirebilen hiperakümülatör bitkiler kullanılmaktadır. Bu çalışmada, ağır metallerin bitkilerin büyümesi üzerindeki etkilerini ve bitkilerin ağır metal tutma kapasitelerini belirlemek amaçlanmıştır. Fitoremediasyon yöntemi kullanılarak kanola bitkisinin büyüme süreci ve topraktan kurşun giderme kapasitesi incelenmiştir. Çalışma, bitkilerin sera koşullarında sadece çeşme suyuyla ve farklı konsantrasyonlarda kurşun içeren çeşme suyuyla sulanmasıyla 3 tekrarlı olarak yürütülmüştür. Hazırlanan toprak karışımı saksılara 2 000 g/saksı olacak şekilde yerleştirilmiştir. Ekilen tohumlar bitki büyütme odasında çeşme suyu kullanılarak çimlendirilmiş ve daha sonraki büyüme periyodu boyunca bitkilerin su ihtiyacı belirli konsantrasyonda kurşun içeren çeşme suyuyla karşılanmıştır. Bitkiler 3 aylık büyüme periyodu sonunda hasat edilmiştir. Kurşun çözeltisiyle sulanan bitkiler sadece çeşme suyu ile sulanan bitkilerle karşılaştırılarak kök ve gövde boylarındaki uzama miktarları belirlenmiştir. Kuru ağırlıkları tespit edilen bitki örnekleri mikrodalga yöntemi kullanılarak belli kimyasallarla yakılmış ve ardından ICP-MS cihazı ile bitkilerin bünyesindeki kurşun miktarı ölçülmüştür.

Anahtar Kelimeler: *Ağır metal, fitoremediasyon, kanola bitkisi, kurşun, toprak kirliliği*

Abstract

Many control approaches are used today to prevent contamination of soils with heavy metals and to remove pollution. One of these approaches is phytoremediation for the on-site treatment of pollutants. In phytoremediation, hyperacumulator plants are used, which absorb heavy metals, accumulate at high levels in their tissues and neutralize them after various processes. In this study, it was aimed to determine the effects of heavy metals on plant growth and the heavy metal accumulation capacity of plants. Using the phytoremediation method, the growth process of the canola plant and its lead removal capacity from the soil were investigated. The study was carried out in 3 replicates by watering the plants only with tap water and tap water containing different concentrations of lead in greenhouse conditions. The prepared soil mixture was placed in pots as 2 000 g/pot. The sown seeds were germinated using tap water in the plant growing room and the water requirement of the plants was met with tap water containing a

*Corresponding author: Address: Faculty of Engineering, Department of Environmental Engineering Atatürk University, 25240, Erzurum TURKEY. E-mail address: fyapar@atauni.edu.tr, Phone: +904422314816

certain concentration of lead during the next growing period. Plants were harvested at the end of the 3-month growth period. The plants irrigated with lead solution were compared only with the plants irrigated with tap water, and the elongation amounts of root and stem lengths were determined. Plant samples with dry weights determined were burned with certain chemicals using the microwave method, and then the amount of lead in the plants was measured with the ICP-MS device.

Keywords: *Heavy metal, phytoremediation, canola plant, lead, soil pollution.*

1. Giriş

Dünyada ve ülkemizde yaşam standartlarının artması sonucu gerçekleşen sanayi alanlarının genişlemesi, ağır metal içeren kömürlerin yakılması ve her geçen gün artan trafik yoğunluğu birçok kirleticiyle beraber ağır metallerin de çevredeki miktarlarının aşırı boyutlara ulaşmasına neden olmuştur. Bu maddeler, sadece organizmalarda birikmekle kalmayıp, aynı zamanda gıda zincirlerini dolaşarak ekosistemlerde tehlikeli yoğunluklarda uzun süre kalabilirler. Bu yoğunluk neticesinde doğada bulunan canlılar olumsuz yönde etkilenmekte ve elde edilen ürünler sağlık açısından son derece tehlikeli olmaktadır. Çevre, birbirleriyle sürekli etkileşim halinde olan toprak, hava ve su bileşenleriyle ayrılmaz bir bütündür. Herhangi bir bozunmanın diğerini de etkilediği bu döngü içerisinde toprak kirliliği önemli çevre sorunlarından biridir. İnsanların, hayvanların ve bitkilerin yaşamlarını kaliteli bir şekilde sürdürebilmeleri için kaliteli bir toprağa ihtiyacı vardır. Cu, Zn, Mn, Fe ve Mo gibi ağır metaller bitkiler için gerekli besin maddeleri olup toprakta doğal olarak bulunurlar. Fakat gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde bazı elementlerin üretiminin ve gereksinimin sürekli artış göstermesi, tarımsal atıklar ve diğer katı atıkların karada düzenlenmesi için açılan biriktirme sahaları da toprağın metal yükünü artırabilmektedir. Çeşitli yollarla toprağa giren Hg, Cd, Ni gibi ağır metaller toprak tarafından tutunurlar ve toprak mikroorganizmaları üzerinde toksik etki oluştururlar. Dolayısıyla toprağa tutunan bitkiler hatta bu bitkilerle beslenen tüm hayvanlar da bu durumdan etkilenirler.

Toprağa doğal olmayan yollarla karışan bazı ağır metaller ve kaynaklarını şu şekilde sıralayabiliriz [1].

a) Birincil kaynaklar

- Gübreler (Cd, Pb, As, Se)
- Kireç (As, Pb)
- Pestisitler (Pb, As, Hg)
- Atık çamur (Cd, Pb, As)
- Sulama (Cd, Pb, Se)

*Corresponding author: Address: Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering Sakarya University, 54187, Sakarya TURKEY. E-mail address: caglar@sakarya.edu.tr, Phone: +902642955752 Fax: +902642955601

b) İkincil kaynaklar

- Otomobil aerosolleri (Pb)
- Maden eritme alanları (Pb, Cd, Sb, As, Se, Hg)
- Atık yakma tesisleri (Pb, Cd)
- Maden sahaları (Pb, Cd, As, Hg)
- Dış lastik (Cd)
- Boya (Pb, Cd)
- Deniz (Se)
- Çöp döküm alanları (Pb, Cd, Se)
- Uzun yayılma alanı olan aerosolleri (Pb, Cd, As, Se)
- Kömürün yanması (Pb, Cd, As, Se)
- Alkali piller (Hg)

Cu, Zn, Mn, Fe ve Mo gibi ağır metaller bitkiler için gerekli besin maddeleri olup toprakta doğal olarak bulunurlar. Fakat bunların dışında da gerek insan faaliyetleri gerekse endüstriyel faaliyetler sonucunda toprağa ağır metal girişi olmaktadır. Hg, Cd ve Ni gibi ağır metaller genellikle üst toprakta ve humusta tutunurlar. Bu ağır metaller toprak mikroorganizmaları için toksik etkiye sahiptir ve zamanla bu mikroorganizmaların yok olmasına neden olurlar. Bu nedenle toprağın canlılığının kaybolması sonucu hem bitkiler hem de diğer canlılar bu durumdan etkilenirler.

Ağır metal kirliliğinin başlarında üst toprakta tutunan metaller ilerleyen zamanlarda toprağın asitleşmesiyle daha derinlere nüfuz ederek yeraltı sularına da karışabilirler. Bu nedenle ağır metaller hem içme suyundan hem de bazı bitkiler yoluyla insan vücuduna geçerler. Ağır metallerin iyon olarak etkilerinin yanında organometal bileşiklerinin toksik etkisinin daha yüksek olduğu bilinmektedir [2].

Bugüne kadar ağır metallerle kirlenmiş toprağın iyileştirilmesi için çeşitli remediasyon yöntemlerine başvurulmuştur [3,4]. Fakat bu yöntemler pahalı olması ve fazla uğraş gerektirmesinin yanı sıra toprak kirliliğinin tam olarak giderilmesinde kesin sonuçlar vermemiştir. Bu nedenle son yıllarda daha düşük maliyetli yeşil ıslah yani fitoremediasyon teknikleri geliştirilmiştir [5].

Fitoremediasyon tekniğinde ağır metalleri absorbe eden ve dokularında yüksek seviyede biriktirip çeşitli süreçlerden sonra etkisiz hale getirebilen hiperakümülatör bitkiler kullanılmaktadır [6]. Farklı ıslah yöntemleri ile kıyaslandığında oldukça düşük masraflı, uygulaması kolay ve estetik olarak oldukça güzel olması en önemli avantajları olarak dikkat çekmektedir [7].

Fitoremediasyon kirletici çeşitlerine göre sınıflandırılmaktadır. Bu kirleticiler metal içerikli ise; fitoekstraksiyon, fitostabilizasyon ve rizofiltrasyon, organik içerikli ise de; fitodegradasyon, rizodegradasyon ve fitovolatizasyon şeklinde altı farklı sınıfa ayrılır.

Fitoekstraksiyon; toprakta kirlilik yaratan metal bileşiklerinin bitkinin köküyle alınması yöntemine verilen isimdir. Bitkiler topraktaki zararlı maddeleri bünyelerine almakta farklı özellikler gösterirler. Bu nedenle yüksek miktarlarda kirleticiye dayanıklı bitkiler kullanılmalıdır.

Fitostabilizasyon; genellikle erozyonun olduğu bölgelerde erozyonu önlemek amacıyla yeraltısularına kirleticilerin sızmasını engellemek ve toprakla doğrudan teması engellemek amacıyla kullanılmaktadır. Bu yöntemde toprak yüzeyi alana uygun olan hiperakümülatör bitkilerle örtülmektedir [8]. Bu yöntemle bitkiler kökler vasıtasıyla kirleticileri fiziksel ve kimyasal olarak sabitlerler [9]. Bu yöntem için ağır metallerle kirlenmiş topraklarda büyüyüp gelişebilen ve toksik maddeleri daha az toksik formlarına dönüştürebilmek için toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini değiştirebilen bitkilere ihtiyaç duyulur.

Rizofiltrasyon ise; bu yöntemde toprağın ıslahından çok kirlenmiş sulardaki ağır metallerin alandan uzaklaştırılması amaçlanmaktadır. Bu yöntemde kullanılacak bitkilerde filtre görevi yapabilen iyi gelişmiş bir kök sistemine ihtiyaç duyulmaktadır. Kirleticiler ya bitkilerin kök yüzeyinde absorbe edilir ya da kökler aracılığı ile emilerek bitkinin diğer organlarına taşınmakta olup fitoremediasyonun avantaj ve dezavantajları aşağıda sıralanmaktadır [10].

a) Fitoremediasyonun avantajları

- Diğer ıslah türlerine göre daha ekonomiktir,
- Sahayı tekrar istila etmekte yeni bir bitkiye ihtiyaç duyulmaz,
- Atık dökümü için ektra bir sahaya ihtiyaç duyulmaz,
- Estetik bir görüntüsü vardır ve memnun edicidir,
- Yerinde ıslah nedeniyle kirleticinin başka alana taşınıp yayılmasına engel olunur,
- Tek bir kirleticiyle değil de bir çok kirleticiyle aynı anda mücadele edilebilir.

b) Fitoremediasyonun dezavantajları

- Yapraklarda biriken kirleticiler sonbaharda tekrar toprağa karışabilir,
- Yakacak odun olarak kullanılan bitkilerin dokularında kirletici birikmiş olabilir,

- Islah süresi uzun sürebilir,
- Kirleticilerin çözünerek yıkanma ile tekrar toprağa karışması mümkündür.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışmada hiperakümülatör bitki olarak "kanola" toprak kirleticisi olarak ise kurşun kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan saksı ve topraklar ise çiçekçiden temin edilmiştir. Çalışmalar bitki büyüme kabinde gerçekleştirilmiştir.

Topraklar 1/3 oranında ince taneli kum, 1/3 oranında tarla toprağı ve 1/3 oranında gübre karıştırılarak hazırlanmıştır. Hazırlanan karışım 20 cm çapında 12 saksıya 2 000 gr/saksı olacak şekilde konularak her bir tohum 5 cm aralıklarla dikilmiştir.



Şekil 1. Kanola tohumunun ekimi



Şekil 2. Kanola tohum çimlemesi

Deneme 4 sera koşullarında bir bitkiye 4 farklı kurşun konsantrasyonunda su verilerek gerçekleştirilmiştir. Denemeler 3 tekerrür yapılarak toplam 12 saksıda gerçekleştirilmiştir. Saksılara belirtilen tekerrür ve konsantrasyonlarda kurşun içeren saf suda çözünmüş $Pb(NO_3)2$ çözeltisi toprak kapasitesinin %100 kadarının uygulanmasıyla sağlanmıştır. Çalışma saksılara ilave edilen ağır metallerin toprak tarafından absorpsiyonu için gece sıcaklığı 10-12°C, gündüz sıcaklığı 25-30°C, 12 sa aydınlatma, 12 sa karanlık periyotta ve %30-40 neme sahip büyütme kabininde bir ay süreyle gerçekleştirilmiştir. Bitkinin su ihtiyacı farklı konsantrasyonlarda kurşun içeren çeşme suyuyla karşılanmıştır. Bu su bitkinin ölmemesi için çimlenmeden sonra toprağa verilmiştir.

Bitkiler 3 aylık büyüme periyodu sonunda hasat edilerek kök ve gövde aksamı saf su ile yıkanarak yaş ağırlıkları tartılmış sonra 68°C'de 24 sa süreyle kurumaya bırakılmıştır. Kuru ağırlıkları tespit edilen bitki

örnekleri mikrodalga yöntemi ile 3 ml H2O2 (hidrojen peroksit), 2 ml HNO_3 (nitrik asit) ilave edilerek ağızları sıkıca kapatılıp reaksiyonların gerçekleşmesi için beklemeye alınmış ve sonrasında yakılarak Agilent 7800 ICP-MS cihazı ile kurşun analizleri yapılmıştır.



Şekil 3. Sulama işleminin yapılması



Şekil 4. Hasat işleminin yapılması



Şekil 5. Kurutmaişleminin yapılması

3. Sonuçlar ve Tartışma

Hiç kurşun verilmeyen bitkilerin kök ve gövde boyları Tablo 1'de farklı konsantrasyonlarda kurşun verilen bitkilerin kök ve boyları ise Tablo 2, 3, 4 de verilmiştir.

Tablo.1 Kurşun ilavesi yapılmayan bitkilerdeki uzama

	Kök (cm)	**Gövde (cm)**
1. Saksı	13.3	5.10
2. Saksı	14.4	6.05
3. Saksı	12.68	5.41
Ortalama uzunluk	13.46	5.52

Tablo.2 25 ppm Kurşun ilavesi yapılan bitkilerdeki uzama

	Kök (cm)	Gövde (cm)
1. Saksı	13	4.5
2. Saksı	16.33	4.85
3. Saksı	13.89	5.52
Ortalama uzunluk	14.41	4.96

Tablo.3 50 ppm Kurşun ilavesi yapılan bitkilerdeki uzama

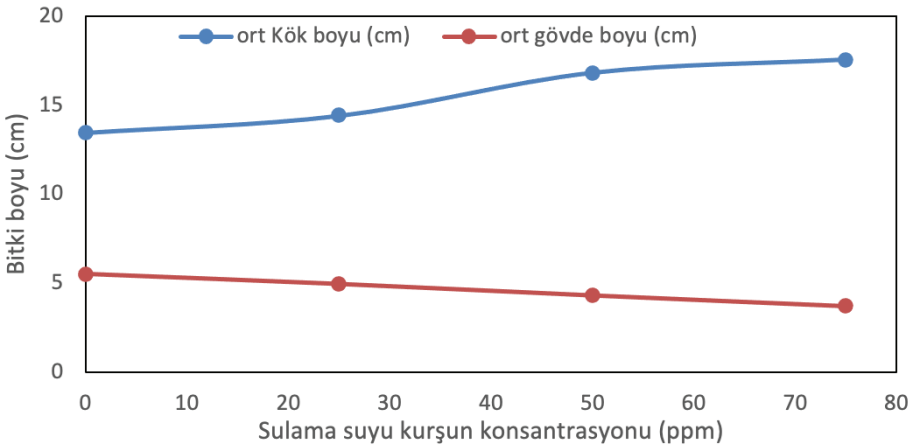
	Kök (cm)	Gövde (cm)
1. Saksı	15.18	3.5
2. Saksı	14.44	4.2
3. Saksı	20.83	5.25
Ortalama uzunluk	16.82	4.32

Tablo.4 75 ppm Kurşun ilavesi yapılan bitkilerdeki uzama

	Kök (cm)	Gövde (cm)
1. Saksı	20.625	4.125
2. Saksı	17.5	3.875
3. Saksı	14.56	3.16
Ortalama uzunluk	17.56	3.72

Tablo 1, 2, 3 ve 4'deki sonuçlar kurşun miktarının artmasının bitki gövdesinde kısalmaya neden olduğunu göstermektedir. Köklerde ise bunun tam aksine uzama olduğu görülmektedir. Bu durum bitkinin toprak üstünde kalan ve fotosentez yapan kısmının kurşuna karşı daha hassas köklerin ise daha dayanıklı olduğunu göstermektedir. Elde edilen bu sonuçlar Şekil 6'da şematik olarak gösterilmiştir.

Şekil 6. Bitki kök ve gövde boylarının şematik gösterimi



Bu bitkiler hasat edilip daha sonra ısıl işleme tabi tutularak yapılan kurşun analizlerinde bitki bünyelerinde biriken kurşun miktarları Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo.2 25 ppm Kurşun ilavesi yapılan bitkilerdeki uzama

	Kurşun ilavesiz	25 ppm kurşun	50 ppm kurşun	75 ppm kurşun
1. Saksı	1.05	11.01	14.45	18.32
2. Saksı	1.1	14.83	16.22	20.89
3. Saksı	0.95	12.02	15.50	18.35
Ortalama	1.033	12.63	15.39	19.18

Sonuçlar incelendiğinde bitkiler 25 ppm'lik kurşunun ortalama 12.63 ppm 'ini bünyesine almıştır. Buda toplam kurşunun yaklaşık %50.52'sine eşittir. Aynı şekilde 50 ppm kurşun çözeltisiyle sulanan bitkilerin yapısında ortalama 15.39 ppm kurşuna rastlanılmıştır. Buda verilen kurşunun %30.78'ine denk gelmaktedir. 75 ppm kurşun içeren su ile sulanan bitkilerdeki kurşun miktarı ortalama 19.18 ppm'dir. Yani %25.6'si bitki bünyesine geçmiştir. Daha uzun süreli çalışmalarda bu değerlerin daha fazla olması beklenmektedir.

4. Tartışma

Bu çalışma sonucunda elde edilen sonuçlar Kanola bitkisi kullanılarak doğal ortamlarda fitoremediasyonla topraktan ve atıksulardan kurşun gideriminin yapılabileceğini göstermiştir.

Çalışmada kurşun içeren su ile sulanan kanola bitkisi köklerinin boylarının kurşun konsantrasyonunun artmasıyla arttığı fakat gövde boylarının azaldığı gözlemlenmiştir. Bu durum kanola bitkisi köklerinin kurşuna karşı daha dayanıklı olduğunu fakat toprak üzerinde kalan ve fotosentez yapan kısmının daha hassas olduğunu göstermektedir. Bu tip ağır metal içeren suların bu şekilde uzaklaştırılması çevreye estetik bir görünüm kazandırması nedeniyle tercih edilebilir.

References

[1] Fergusson, J.E., 1990, The heavy elements: Chemistry, environmental impact, and health effects, ISBN 0080348602, 614p, Newyork.

[2] Tolunay, D. Aladağ (Bolu) Kartalkaya Bölgesinde Büyük Saha Siperinde Yetiştirilmiş Sarıçam Meşcerelerinin Toprak Özellikleri Üzerine Araştırmalar, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Toprak İlmi ve Ekoloji Programında Hazırlanmış Yüksek Lisans Tezi (142 Sayfa), 1992.

[3] Salt D.E., Rauser W.E., (1995), MgATP-Dependent Transport of phytochelatins across the tonoplast of oat roots, Plant Physiology, 107, 1293-1301.

[4] Glass D.J., (2000), The 2000 Phytoremediation industr, Glass Associates, Needham, MA.

[5] Arshad M., Silvestre J., Pinelli E., Kallerhoff J., Kaemmerer M., Tarigo A., (2008), A field study of lead phytoextraction by various, Scented Pelargonium Cultivars, Chemosphere, 71, 2187-2192.

[6] Raskin I., Smith R.D., Salt D.E., (1997), Phytoremediation of metals using plants to remove pollutants from the environment, Curr. Opin. Birstechnol, 8, 221-226.

[7] Glass D.J., (1999), Economic patential of phytoremediation, Phyforemediation of Toxic Metals: Using Plants to Clean Up the Environment, (Raskin I., Ensley B.D., Eds.), John Wiley&Sans, New York, ss.15-31.

[8] Bert V., Girondelot B., Quatannens V., Laboudigue A., (2005), A phytostabilisation of a metal polluted dredged sediment deposit—Mesocosm experiment and field trial, Proceedings of the 9th International FZK/TNO Conference on soil–water systems remediation concepts and technologies'in İçinde, (Uhlmann O., Annokkee G.J., Arendt F. eds), Bordeux, ss.1544-50.

[9] Berti W.R, Cunningham S.D., (2000), Phytostabilization of Metals, Phytoremediation of Toxic Metals: Using Plants to Clean-up the Environment'ın içinde, (Raskin I., Ensley B.D., Ed.), New York, Wiley, ss.71-88.

[10] EPA, (1995), Contaminants and remedial options at select metals-Contaminated Sites, EPA/540/R-95/512.6.

Metal Kaplama Atıksuyu Arıtma Çamurunun Kurutulmasında Sıcaklık ve Vakum Etkilerinin Kıyaslamalı İncelenmesi

Bahar Akyüz, Arslan Saral, Yaşar Avşar

Yıldız Teknik Üniversitesi, Davutpaşa Kampüsü, İstanbul, Türkiye

Özet

Atık çamur bertarafı her geçen gün artan çevresel bir sorun olduğundan bu konuyla ilgili dünya genelinde çok fazla çalışma yapılmaktadır. Bertaraf sürecinin önemli bir aşaması olan çamur kurutma konusunda ise, vakumla kurutma konusunda çalışma yok denecek kadar azdır. Literatürdeki bu boşluğu doldurmaya katkı sağlamak amacıyla, metal kaplama atıksuyu arıtma çamurunun vakum ile kurutulmasında sıcaklık ve vakum etkisi birlikte incelenmiştir. Bu çalışmada vakum değerleri olarak 10mbar, 30mbar ve 1000mbar ile sıcaklık değerleri olarak 50^{O}C, 100^{O}C ve 200^{O}C kullanılmıştır. Sonuçta çamurun kurutulmasında vakum ile sıcaklık etkisinin hangi seviyelerde etkili olduğu ortaya çıkarılmıştır. Bu sonuçlara göre, en etkili kuruma yüzdesi yüksek sıcaklıklarda (200 ^{O}C, 100 ^{O}C) ve 30mbar vakum altında görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: *Arıtma çamuru, vakum, kurutma, sıcaklık, basınç*

Abstract

Since sludge disposal is an increasing environmental problem, numerous studies have been conducted in this field worldwide. Sludge drying is the crucial steps of disposal and there is almost no study on vacuum drying of sludge. The effect of temperature and vacuum level on drying of the treatment sludge of metal plating process wastewater was investigated to contribute this concept in the literature. Simultaneous effects of various vacuum levels (10mbar, 30mbar and 1000mbar) and temperatures (50^{O}C, 100^{O}C and 200^{O}C) were studied to understand the effective ranges of each parameter. According to these results, the most effective drying percentage was observed at high temperatures (200^{O}C, 100^{O}C) and under 30mbar vacuum.

Keywords: *treatment sludge, sludge drying, vacuum drying, temperature, pressure*

1.Giriş

Bilindiği üzere atık çamur bertarafı, dünya genelinde her geçen gün artmakta olan bir çevresel problem haline gelmiştir. Bu atık çamurların bertaraf edilmeden önce, ilk adım olarak su muhtevasının azaltılması oldukça önem taşımaktadır. Susuzlaştırma işlemi, atıksu içeriğindeki partikül maddelerin filtrepreste

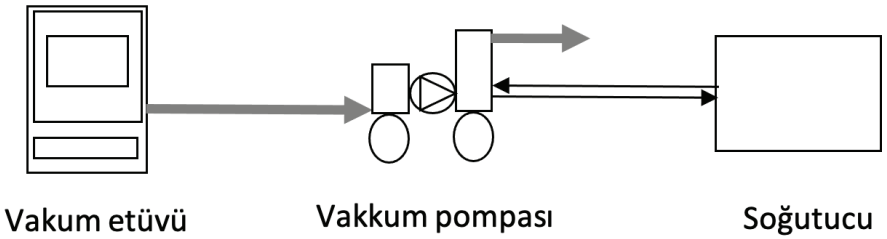
uzaklaştırılarak bir kek haline getirilme prosesidir. Çamur kurutma ise susuzlaştırılmış çamurun sonraki aşamalarda farklı işlemlerden geçirilerek su muhtevasını yaklaşık %5 seviyelerine düşürme işlemidir. Böylece çamurun kütlesinin ve hacminin azaltılması sağlanarak depolama ve taşıma maliyetlerinin minimuma indirilmesi sağlanmış olmaktadır [1-2-3]. Öte yandan kurutma prosesi ile çamur, biyolojik ve patojen mikroorganizmalardan arındırılarak, stabilizasyonu sağlanarak çamurun yapısı iyileşmekte ve pazar değeri artmaktadır [4-5].

Her çamur kurutma prosesi, çamur kompozisyonu ve çamurdaki suyun dağılımı nedeniyle farklılıklar göstermektedir. Çamura uygulanacak bertaraf yöntemine göre farklı nem muhtevasına sahip çamurların kurutma işlemleri için hem doğal hem de mekanik susuzlaştırma ve kurutma yöntemleri geliştirilmiştir. Çamur içerisindeki suyun özellikle solar şartlar altında buharlaştırma ile uzaklaştırıldığı doğal kurutma prosesleri, mekanik kurutma proseslerine göre daha az karmaşık, işletilmesi kolay ve enerji ihtiyacı daha düşüktür [7]. Mekanik kurutma proseslerinin ise, yüksek ilk yatırım, işletme ve enerji maliyetleri bulunmaktadır [6].

Endüstriyel arıtma çamurlarının vakum kurutma sistemi ile kurtulması literatürde henüz yaygın çalışma alanı bulmuş bir yöntem değildir. Vakum kurutma ile yapılan çalışmalar genelde gıda kurutulması ve ilaç sanayii gibi kısıtlı sektörlerde kullanılmaktadır. Vakum kurutma, nemli gıdaların düşük basınç altında dehidrasyonu için kullanılan etkili bir kurutma yöntemidir. Vakum kurutma geleneksel atmosferik kurutma yöntemleri ile karşılaştırıldığında daha yüksek kurutma hızı, daha düşük kurutma sıcaklığı ve oksijensiz proses ortamı sağlamaktadır ve bu özellikler sayesinde kurutulan gıdaların kalitesinde ve besin değerinde daha az kayıp olmaktadır [8-9-10-11-12-13]. Vakum kurutmanın atık çamurdaki suyun uzaklaştırılmasında kullanılabilecek olması bu çalışmanın en önemli özgün değerini oluşturmaktadır.

2. Materyal ve Metot

Çalışmada, KNF markalı SC920-G modelli vakum pompası, Nuve marka EV018 model vakum etüvü ve S&A marka CW-5000 model soğutucu kullanılmıştır. Deney düzeneğinin şeması Şekil 2.1'de verilmiştir. Deneysel çalışmalarda incelenmek üzere, metal kaplama sanayi atıksu arıtma tesisinden oluşan endüstriyel arıtma çamuru kullanılmış ve rastgele gevşek bir şekilde cam bir petri kabına konulmuştur (Şekil 2.2).



Şekil 2.1. Deney düzeneği şeması

Vakum etüvü, borular yardımıyla vakum pompasına; vakum pompası da aynı şekilde borular ile soğutucuya (yoğuşturucu) bağlanmıştır. Her ölçüm için cam petri kabı içerisindeki çamur, vakum etüvü içerisine konulmuş, etüv gereken sıcaklık ayarına getirilmiştir. Aynı anda vakum pompasında çalışılacak basınç değeri ayarlanmış ve yoğuşturucu da 5^{O}C'de çalıştırılmıştır. Yoğuşturucu, çamurun kuruması sırasında buharlaşan suyun, yoğuşarak vakum pompasındaki balonlarda birikmesini sağlamıştır.

Çalışmada, 10mbar, 30mbar ve 1000mbar basınç altında 50^{O}C, 100^{O}C ve 200^{O}C sıcaklık ve 120 dakikada çamurun kuruma verimleri tek tek incelenmiştir. 1000mbar basınç değeri bir vakum değeri olmayıp, yaklaşık atmosferik basıncı temsil etmektedir. Bu değerin uygulanmasının sebebi ise, vakum etkisinin tamamen devre dışı bırakılıp sıcaklığın etkisini ortaya koymaktır. Seçilen sıcaklık ve vakum değerlerinde çalışılmasının nedeni, yapılan ön çalışma sonuçlarında elde edilmiş uygun değerler olmasındandır.



Şekil 2.2. Deneylerde kullanılan arıtma çamuru

3. Bulgular ve Tartışma

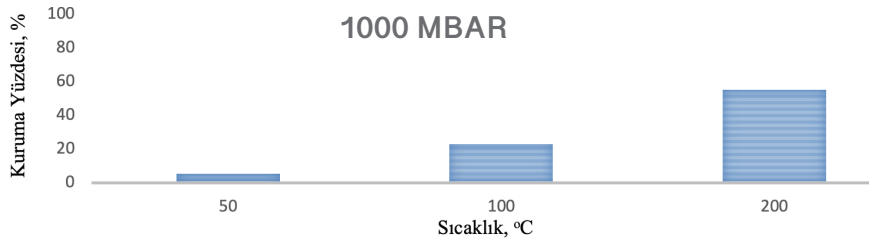
Deneysel çalışmalarda kullanılan vakum ve sıcaklık değerleri; sabit vakum değerinde sıcaklığın etkisi ve ile sabit sıcaklık değerinde vakumun etkisi olmak üzere iki bakış açısından karşılaştırmalı olarak değerlendi rilmiştir.

3.1. Sabit vakum ve farklı sıcaklıklarda kurutma

3.1.1. 1000mbar'da farklı sıcaklıklar

1000mbar'da, yani yaklaşık atmosfer basıncında, yapılan çalışmanın temel amacı vakumun etkisini net bir şekilde ortaya koyabilmekti. Bu çalışmada sıcaklıklar 50^{O}C, 100^{O}C ve 200^{O}C şeklinde seçilmiştir. Kuruma yüzdelerini

karşılaştırmak adına 120dk süre esas alınmıştır. Çamurların 120. dakikadaki kuruma yüzdeleri incelendiğinde; 50^{O}C<100^{O}C<200^{O}C olduğu görülmüştür (Şekil 3.1).



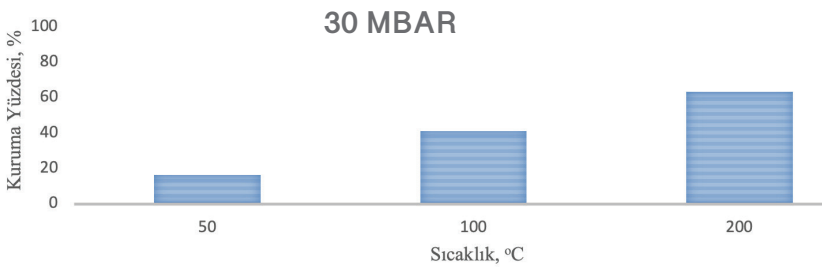
Şekil 3.1. 1000mbar basınç altında ve farklı sıcaklıklardaki çamurların kuruma yüzdelerinin kıyaslanması

Çamur sıcaklığı 50^{O}C'den 100^{O} C'ye yükseltildiğinde kuruma değerinde %78 oranında bir artış görülürken, 50 ^{O}C'den 200 ^{O}C'ye yükseltildiğinde % 91 oranında bir artış olduğu görülmüştür.

1000mbar atmosfer basıncında kurumada yalnızca sıcaklık etkili olduğundan, sıcaklık artırıldığında kuruma yüzdesindeki artış da bu kadar yüksek oranda oluşmuştur.

3.1.2. 30mbar vakumda farklı sıcaklıklar

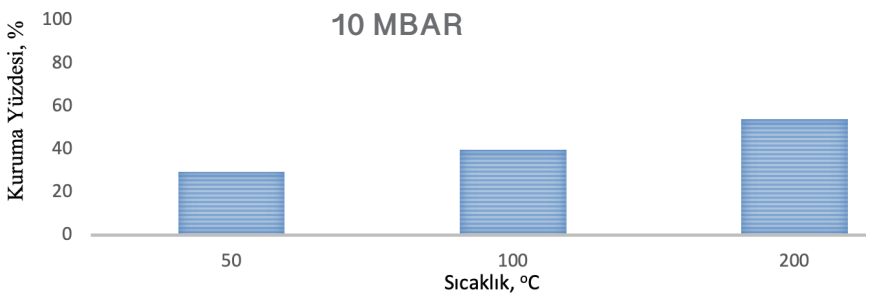
30mbar vakum altında yapılan çalışmalarda, 50^{O}C, 100^{O}C ve 200^{O}C'de kurutma yapılmıştır. Kuruma yüzdelerini karşılaştırmak adına 120 dk esas alınmıştır. Çamurların 120. dakikadaki kuruma yüzdeleri incelendiğinde, bu deney süresince de yine yüksek sıcaklıklardaki kuruma oranlarının en yüksek seviyede olduğu belirlenmiştir. Buna göre; kuruma değerleri 50^{O}C<100^{O}C<200^{O}C olduğu görülmüştür (Şekil 3.2). Çamur sıcaklığı 50 ^{O}C'den 100 ^{O}C'ye yükseltildiğinde kuruma değerinde %61 oranında bir artış görülürken, 50 ^{O}C'den 200^{O}C'ye yükseltildiğinde %75 oranında bir artış olduğu görülmüştür.



Şekil 3.2. 30mbar basınç altında ve farklı sıcaklıklardaki çamurların kuruma yüzdelerinin kıyaslanması

3.1.3. 10mbar vakumda farklı sıcaklıklar

10mbar vakum altında çamur, 50oC, 100oC ve 200oCde kurutulmuştur. Kuruma yüzdelerini karşılaştırmak adına 120 dakikalık deney süresi esas alınmıştır. Çamurların 120. dakikadaki kuruma yüzdeleri incelendiğinde; 50oC<100oC<200oC olduğu görülmüştür (Şekil 3.3). Çamur sıcaklığı 50oC'den 100oC'ye yükseltildiğinde kuruma değerinde %25 oranında bir artış görülürken, 50oC'den 200 oC'ye yükseltildiğinde %44 oranında bir artış olduğu görülmüştür.



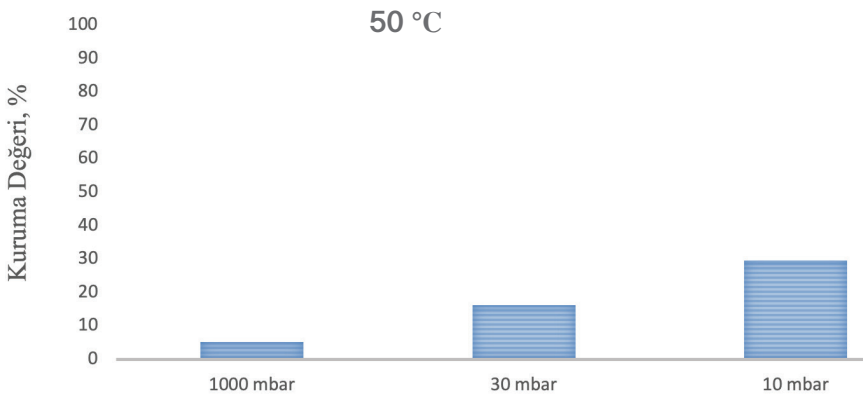
Şekil 3.3. 10mbar vakum altında ve farklı sıcaklıklardaki çamurların kuruma yüzdelerinin kıyaslanması

3.2. Sabit sıcaklık ve farklı vakumlarda kurutma

3.2.1. 50°C sıcaklıkta farklı vakum değerleri

Çamurların, 50oC sıcaklıkta; 1000mbar, 30mbar ve 10mbar basınç değerlerinde kuruma yüzdeleri karşılaştırılmıştır (Şekil 3.4). Uygulanan basınç değerlerine göre kuruma yüzdelerinin, 1000mbar<30mbar<10mbar olduğu görülmüştür. Basınç 1000mbar'dan 30mbar'a düşürüldüğünde kuruma değerinde %69 oranında bir artış görülürken, 1000mbar'dan 10mbar'a düşürüldüğünde ise kuruma değerinde %83 oranında bir artış olduğu görülmüştür.

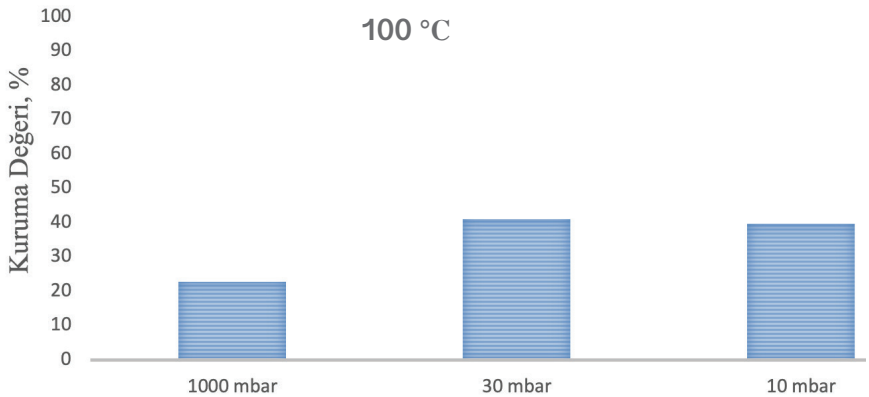
50oC sıcaklıkta da Şekil 3.4'te görüldüğü üzere; 10mbar vakum değerindeki kuruma oranının, 30mbar ve 1000mbar değerlerindeki kuruma oranının üzerine çıktığı görülmüştür. Sıcaklığın kuruma üzerindeki etkisi azaldıkça, vakum değerinin etkisinin arttığı görülmektedir.



Şekil 3.4. 50°C sıcaklıkta farklı vakum değerlerinde kuruma yüzdelerinin karşılaştırması

3.2.2. 100ºC sıcaklıkta farklı vakum değerleri

Çamurların, 100oC sıcaklıkta; 1000mbar, 30mbar ve 10mbar basınç değerlerinde kuruma yüzdeleri karşılaştırması Şekil 3.5'te gösterilmiştir. Uygulanan basınç değerlerine göre kuruma yüzdelerinin, 1000mbar<10mbar<30mbar olduğu görülmüştür. Basınç 1000mbar'dan 30mbar'a düşürüldüğünde kuruma değerinde %44 oranında bir artış görülürken, 1000mbar'dan 10mbar'a düşürüldüğünde ise kuruma değerinde %42 oranında bir artış olduğu görülmüştür.

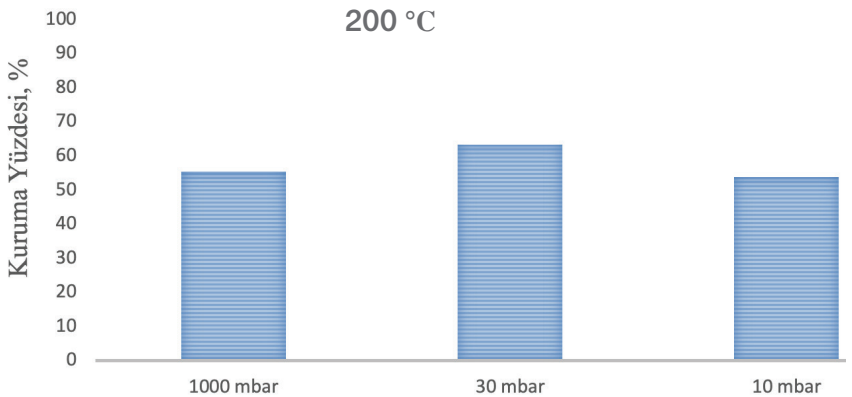


Şekil 3.5. 100°C sıcaklıkta farklı vakum değerlerinde kuruma yüzdelerinin karşılaştırması

100oC sıcaklıkta, 30mbar vakum değeri kuruma üzerinde daha etkilidir. Fakat 200oC sıcaklıkta 10mbar ile 30mbar vakum değerlerinde kuruma oranları arasındaki fark %14 iken, 100oC'de bu oran %2'dir. Burada, sıcaklık azaldıkça vakum koşullarının etkisinin arttığı söylenebilir.

3.2.3. 200°C sıcaklıkta farklı vakum değerleri

Sabit sıcaklık olarak 200°C değeri dikkate alındığında farklı vakum değerleri için elde edilmiş olan kuruma oranları Şekil 3.6'da karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Uygulanan basınç değerlerine göre kuruma yüzdelerinin, 10mbar<1000mbar<30mbar olduğu görülmüştür. Basınç 1000mbar'dan 30mbar'a düşürüldüğünde kuruma değerinde %11 oranında bir artış görülürken, 1000mbar'dan 10mbar'a düşürüldüğünde ise kuruma değerinde %4 oranında bir azalış olduğu görülmüştür.



Şekil 3.6. 200 °C sıcaklıkta farklı vakum değerlerinde kuruma yüzdelerinin karşılaştırması

3.3. Vakum ve Sıcaklık etkilerinin kıyaslamalı değerlendirilmesi

Bilindiği üzere, vakum değeri yükseldikçe (basınç düşürüldükçe) çamurdaki suyun buharlaşma hızının artması ve daha yüksek kuruma oranının elde edilmesi gerekir. Şekil 3.4'te bu durum net olarak oluşmuştur. Ancak, Şekil 3.5'te ve 3.6'da 10mbar vakum değerindeki kuruma oranlarının 30mbar'a göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Şekil 3.5 ve 3.6'da nispeten yüksek sıcaklıklar (>100°C) uygulanmış olup, kuruma prosesinde sıcaklığın baskın etkisinin ortaya çıktığı görülmektedir. Bununla beraber, sıcaklığın baskın etkisi ile buharlaşan ve gaz fazına geçen su moleküllerinin gaz fazı kısmi basıncını da oldukça yükselttiği, hatta ortam yüksek vakum değerinde olduğu için gaz fazı basıncının neredeyse tamamının su buharı basıncı olarak oluştuğu, diğer bir gerçektir. Özellikle daha düşük basınç değeri olan 10 mbar çalışmaları için, bu durum, gaz-sıvı dengesi sebebiyle buharlaşma üzerinde azaltıcı etki meydana getirmektedir.

Diğer bir durum ise, deney düzeneğinde kullanılan vakum pompasının (KNF SC920-G) emme debisi basınç düştükçe azalmaktadır. Pompanın atmosferik basınçtaki debisi 21 L/dk'dır. Emme hattında vakum oluştukça doğal olarak bu debi değeri de düşmektedir. 10mbar vakum değerinde minimum debi ile emme yapılmaktadır. Bu vakum şartını oluşturmak bile, basınç düştükçe debi de azaldığı için, kullanılan vakum pompası ile oldukça uzun bir süreyi gerektirmektedir. 10mbar değerlerindeki emme debisi, bu vakum seviyelerinde ve yüksek sıcaklıklarda (>100^{O}C) çok düşük kalmakta; hatta buharlaşma hızından da düşük kaldığı için bu deney şartlarında ayarlanan 10mbar vakum seviyesi sabit kalmamakta ve artmaktadır. Tablo 3.1'de vakum değerleri için ayarlanan ve gerçekleşen değerler görülmektedir. Tablodan da görüleceği üzere, düşük basınç ve yüksek sıcaklık değerlerinde, ayarlanan basınç değeri sabit kalmamakta, pompanın emme debisi buharlaşma debisinden düşük kaldığı için basınç yükselmektedir. Oluşan bu basıncın neredeyse tamamı su buharı kaynaklı basınç olduğu için de, gaz-sıvı dengesi sebebiyle buharlaşma hızını, yani kurumayı baskılamaktadır.

Vakum pompasının emme debisindeki bu yetersizlik ve oluşturduğu durum bir kenara bırakılırsa; 10-30mbar gibi düşük basınç değerlerinde yüksek vakum etkisiyle buharlaşma hızı artmakta ve kuruma oranı yükselmekle beraber, bu vakum değerlerinde uygulanan yüksek sıcaklıklar (>100ºC) vakum etkisinin de önüne geçerek kurumada en etken parametre olmaktadır.

Tablo 3.1. Deney düzeneğinin ayarlanan ve gerçekleşen basınç değerleri

Ayarlanan basınç değeri	Farklı sıcaklıklar için gerçekleşen basınç değeri, mbar		
	50ºC	100 ºC	200 ºC
10mbar	10-20	10-20	10-20
30mbar	30	30-40	30-40
1000mbar	1000	1000	1000

4. Sonuç

Çalışmada, metal kaplama sanayi atıksu arıtma çamurunun kurutulmasında sıcaklık ve vakum değerlerinin etkisi incelenmiştir. 10mbar, 30mbar ve 1000mbar basınç değerlerinde; 50^{O}C, 100^{O}C ve 200^{O}C sıcaklıklarda çamur kurutulması gerçekleştirilmiştir.

Kurutma çalışmaları sonucunda sabit basınç değerlerinde sıcaklığın etkisi incelendiğinde;

• 1000 mbar atmosfer basıncında, çamur sıcaklığı 50 ^{O}C'den 100 ^{O}C'ye yükseltildiğinde kuruma değerinde %78 oranında bir artış görülürken, 50 ^{O}C'den 200 ^{O}C'ye yükseltildiğinde % 91 oranında bir artış olduğu görülmüştür.

• 30 mbar vakum altında, çamur sıcaklığı 50 ^{O}C'den 100 ^{O}C'ye yükseltildiğinde kuruma değerinde %61 oranında bir artış görülürken, 50 ^{O}C'den 200 ^{O}C'ye yükseltildiğinde %75 oranında bir artış olduğu görülmüştür.

• 10 mbar vakum altında, çamur sıcaklığı 50 ^{O}C'den 100 ^{O}C'ye yükseltildiğinde kuruma değerinde %25 oranında bir artış görülürken, 50 ^{O}C'den 200 ^{O}C'ye yükseltildiğinde %44 oranında bir artış olduğu görülmüştür.

Sabit sıcaklık değerlerinde, basıncın etkisi incelendiğinde ise;

• 200 ^{O}C sıcaklıkta, basınç 1000mbar'dan 30mbar'a düşürüldüğünde kuruma değerinde %11 oranında bir artış görülürken, 1000mbar'dan 10mbar'a düşürüldüğünde ise kuruma değerinde %4 oranında bir azalış olduğu görülmüştür.

• 100 ^{O}C sıcaklıkta, basınç 1000mbar'dan 30mbar'a düşürüldüğünde kuruma değerinde %44 oranında bir artış görülürken, 1000mbar'dan 10mbar'a düşürüldüğünde ise kuruma değerinde %42 oranında bir artış olduğu görülmüştür.

• 50 ^{O}C sıcaklıkta, basınç 1000mbar'dan 30mbar'a düşürüldüğünde kuruma değerinde %69 oranında bir artış görülürken, 1000mbar'dan 10mbar'a düşürüldüğünde ise kuruma değerinde %83 oranında bir artış olduğu görülmüştür.

Sonuç olarak, yüksek sıcaklık ve vakum değerlerinde çalışıldığında, sıcaklığın vakum değerinden daha baskın olduğu görülmüştür. Fakat düşük sıcaklık değerlerinde ise vakum parametresinin kuruma üzerinde etkinliğinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Fakat bu durumda da yalnızca vakum değerinin azaltılarak çamurun kurutulmasının tam anlamıyla söz konusu olmayacağı ortaya çıkarılmıştır. Bu amaçla vakum ile kurutma, sadece termal kurutma sistemleri için kurumaya yardımcı bir işletme parametresi olarak düşünülmesi gerektiği ortaya çıkarılmıştır. Bu çalışmada elde edilen verileri daha detaylı bir şekilde ortaya koymak adına tarafımızca daha detaylı çalışmalar sürdürülmektedir.

Kaynaklar

[1] Leonard A, Blacher S, Pirard R, Marchot P, Pirard JP, Crine M. Multi-scale texture characterization of wastewater sludges dried in a convective rig. Dry Technol 2003;21:1507–26.

[2] Leonard A, Meneses E, Trong E.L, Salmon T, Marchot P, Toye D, Crine M. Influence of back mixing on the convective drying of residual sludges in a fixed bed. Water Res. 2008; 42 (10-11), 2671-2677.

[3] Bennamoun L, Solar drying of wastewater sludge: A review, Renew. Sust. Energ. Rev 2012;1061:1073-16

[4] Flaga A, Sludge Drying. Institute of Heat Engineering and Air Protection. Cracow University of Technology, Poland, 2007, pp. 73-82.

[5] Chen G, P.L. Yue and A.S. Mujumdar. Sludge dewatering and drying. Drying Technology 2002; 20(4), 883- 916.

[6] Bux M, Baumann R, Quadt S, Pinnekamp J, Mühlbauer W, Volume reduction and biological stabilization of sludge in small sewage plants by solar drying, Dry Technol. 2002; 20 829–837

[7] U.S.E.P.A, Dewatering Municipal Wastewater Sludges, U.S. Environmental ProtectionAgency, Office of Research and Development, 1987; EPA625/1-93/014.

[8] Arevalo-Pinedo, A, ve Murr F. E. M, "Kinetics of vacuum drying of pumpkin (Cucurbita maxima): Modeling with shrinkage.", Journal of Food Engineering, 2006; 76(4): 562–567.

[9] Arevalo-Pinedo, A, ve Murr F. E. M, "Influence of pre-treatments on the drying kinetics during vacuum drying of carrot and pumpkin.", Journal of Food Engineering, 2007; 80(1): 152–156.

[10] Bazyma L. A, Guskov V. P, Basteev A. V, Lyashenko, A. M, Lyakhno, V, ve Kutuvoy V. A, "The investigation of low temperature vacuum drying processes of agricultural materials.", Journal of Food Engineering, 2006; 74(3): 410–415.

[11] Cui Z. W, Xu S. Y, ve Sun D. W, "Microwave-vacuum drying kinetics of carrot slices.", Journal of Food Engineering, 2004; 65(2): 157–164 .

[12] Giri S. K, ve Prasad S, Drying kinetics and rehydration characteristics of microwave-vacuum and convective hot-air dried mushrooms. Journal of Food Engineering, 2007; 78(2), 512–521.

[13] Kompany E, Benchimol J, Allaf K, Ainseb A.B, ve Bouvier J.M, "Dehydration kinetics and modeling", Drying Technology, 1993; 11: 451– 470.

Dewatering of Mine Tailings and Reducing Environmental Impact

***[1]Salih Yüksek [1]Merve Ercins**

***[1]**Faculty of Engineering, Department of Mining Sivas Cumhuriyet University, 58140, Turkey

Abstract

Minerals are mostly subjected to ore processing or ore enrichment processes to make them usable and salable raw materials. Firstly, ore is minimized by crushing-grinding process, and after the use of water and chemical additives according to the characteristics of the mineral, beneficial mineral is taken, while unwanted minerals are stored in waste (tailings) pools. In a study, approximately 26 million tons of mineral waste are generated annually from the mineral processing facilities in Turkey. Construction of waste pools, stability of waste sludge and ensuring the safety of dams is a burdensome situation that miners face. In ore processes, an average of 3 tons of water is used to enrich 1 ton of ore, and most of the waste water cannot be removed with traditional methods and causes various economic and environmental problems. In this paper, the dewatering of an iron ore process waste by electro-osmosis method was investigated in a laboratory environment. Parameters such as amount of water removed, density, void ratio, water content and power spent in dewatering experiments were determined and the relationships between them were discussed in the graphics. Among these parameters, the water content of the waste material, which was 84,8% at the beginning, was reduced to 18,4% by the electro-osmosis method.

Key words: *Dewatering, Electro-osmosis, ore, tailings, water content*

1.Introduction

Mineral wastes (tailings) ; It is exposed after mineral processing methods such as triage, gravity, heavy environment, shaking table, jig, magnetic, electrostatic and flotation. In the process, non-economical and unrecoverable metals, minerals, chemicals, organics and process water are transported from the facility to the waste pool through channels or pipes. The role of water is important in mineral processing and an average of 3 tons of water is used to enrich 1 ton of ore and sometimes used water is recycled to the facility. High frequency screens, thickeners, filter presses, centrifuges and geosynthetic tubes are widely used in the facility to remove water from tailings and reuse water in some tailings [1,2,3,4,5]. Of these methods, sieves are used for solid liquid mixtures with a particle size

*Corresponding author: Address: Faculty of Engineering, Department of Mining Engineering Sivas Cumhuriyet University, 58140, Sivas TURKEY. E-mail address: 58sy01@gmail.com, Phone: +903462191010ext1330

greater than 0.3 mm, while other methods are used in mixtures with finer grain sizes. The water content of mineral wastes made into pulp-slam or paste by thickening in thickeners or filters is reduced to 65-75% or even 35-45% [6,7, 8,9]. Before the disposal of tailings, dewatering, thickening, lowering the water content, increasing the shear strength resistance and unit volume weight, both the pool closing costs are reduced, and these wastes are transported to the place that will not pollute the environment. Dewatered, thickened or putty waste can also be used as filling material in underground mining cavities produced [10]. On the other hand, it is possible to store wastes in suitable environments without building a waste dam, since the volumes of dewatered mineral wastes are reduced and their shear strength increases [11].

Traditional dewatering methods can reduce the moisture or water content of mine wastes to 35% at most. On the other hand, these methods are not effective in dewatering materials with a size smaller than 0.002mm (20μm). As the size reduction is made in the mills for enrichment of the minerals, many materials are exposed under the clay size. The hydraulic conductivity of clayey materials found in gangue minerals in wastes is very low. Electrokinetic or electro-osmotic dewatering method is one of the potential technologies in the dewatering of such very fine material wastes. Two-dimensional and three-dimensional experimental and field studies started to be carried out on the dewatering of mine wastes with this method [12, 13, 14, 15,16,17,18].

Electro-osmosis is actually one of the electro-kinetic phenomena and it is called the movement of very fine grained waste or water in the ground from anode to cathode with the help of direct current. When direct current (DC) is given to the system, electrophoresis and electro-migration events occur together with electro-osmosis in the ground environment. Electrophoresis is defined as the movement of charged suspended solids in a fluid due to the applied electrical potential gradient. Ion migration is defined as the movement of charged soluble ions in the pore fluid caused by the applied electrical potential. The conceptual model of the electrokinetic events can be seen in Figure 1. In this study, it was investigated that the sludge taken from an iron ore enrichment facility waste pool was dewatered by applying different voltages in the laboratory environment by electro-osmosis method.

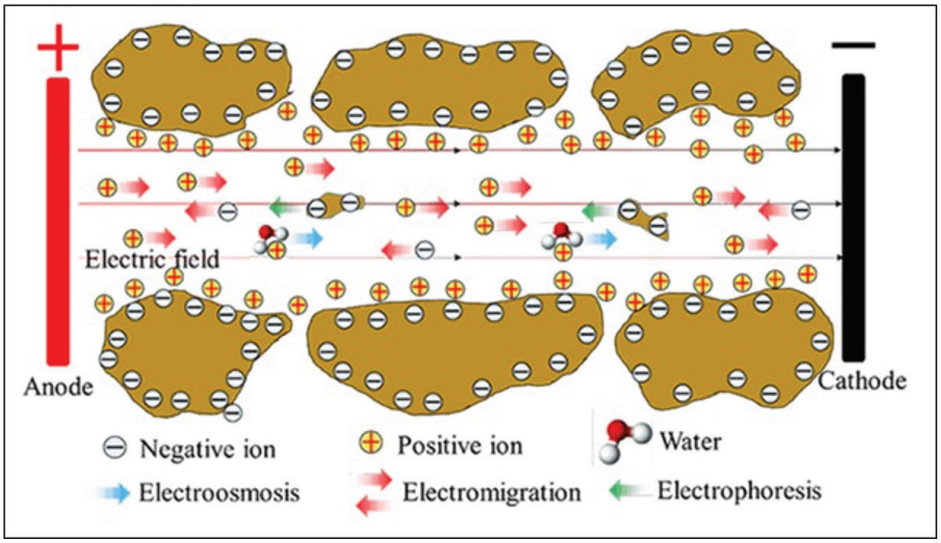


Figure 1. Electro-kinetics processes [18].

2. Materials and Method

Iron mineral tailings to be used in electro-osmosis experiments were supplied from an ore processing waste pool near Sivas province. Iron ore, which is in the form of magnetite and hematite, was formed at the contact of syenite and limestone. 56% Fe grade ferrous iron ore brought from the mine quarry is grinded to below 2mm in milled and rod mills and fed to magnetic separators by hydrating up to 65% Fe concentrate grade and the remaining material is discharged out of the system with water. The waste of the facility, which is approximately 300,000 tons per year, is stored in the existing waste pool, solid substances are settled and the surfaced waste water is removed [20]. Figure 2 shows the discharge of waste from the facility into the waste pool.



Figure 2. Discharge of the tailings to waste pool [20].

Before electro-osmosis experiments, SEM, EDX, XRD analysis, master sizer and Atterberg limits analysis of iron ore waste sample were carried out in Sivas Cumhuriyet University Advanced Technology Research and Application Center and Civil Engineering Laboratory. A series of electro-osmosis experiments were then carried out in the mining engineering laboratory with the electro-osmosis cell made to order.

2.1. SEM and EDX analysis of the iron ore waste

SEM and EDX analysis used TESCAN MIRA3 XMU device. and model. In the Scanning Electron Microscope (SEM), the image focuses on high-voltage accelerated electrons on the sample, collects the effects that occur as a result of various interferences between electron and sample atoms during scanning of this electron beam on the sample surface, and transfer them to the screen of a cathode ray tube after passing through the signal amplifiers. obtained. Samples used in the experiment were covered with Au.

2.2. Size analysis of the iron ore waste

In the particle size analysis, Malvern Mastisizer 3000 brand device was used. With this device, it offers the opportunity to determine the particle sizes in both dry and wet samples from nanometer to millimeter. Master Sizer Hydro 3000 device analysis process is based on the determination of the particle sizes by considering the scattering angle and intensity of the light obtained as a result of the reflection and refraction of the laser light sent to the sample from the particles in the sample. Iron waste sample was prepared appropriately and size analysis was done.

2.3. X-RD analysis of iron ore waste

RIGAKU miniflex 600 device was used in X-Ray diffraction (X-RD) analysis. In this method, each crystalline is based on the principle of breaking the X-rays in a characteristic order depending on the atomic sequences of the phase. For each crystalline phase, these diffraction profiles define that crystal like a fingerprint. The X-Ray Diffraction analysis method does not destroy the sample during analysis and enables the analysis of even a small amount (liquid, powder, crystal and thin film). Qualitative and quantitative investigations of rocks, crystalline materials, thin films and polymers can be done with the X-Ray Diffraction device.

2.4. Atterberg Limites of the iron ore waste

On fine grained soils (cohesive), the softness and hardness of the floor is indicated by consistency. As the amount of water in these floors increases, it changes in a very wide range from a very rigid condition to a fluid fluid consistency. Accordingly, large differences occur in engineering properties such as strength, strain deformation and compression. In order to experimentally determine the changes in the consistency of water content in the consistency of fine grained soils, some limit water content values have been defined. Experiments developed by Swedish scientist Atterberg are used to determine liquid limit (LL), plastic limit (PL) and plasticity index (PI) values known as consistency limits.

2.5. Electro-osmosis experiments in dewatering iron ore waste

Since electro-osmosis tests are not routine laboratory tests, a glass aquarium device of appropriate size was prepared. The glass assembly was placed on a table to remove the water drain from below (Figure 3). The perforated copper cathode (-) rod, which will be used as a drainage well, is mounted in the middle of the aquarium with silicone sealed gaskets. A ball valve is also attached to the end of the cathode copper pipe to ensure water discharge. Perforated steel plate was used as an anode (+) bar to allow water to pass through. Outside the cathode

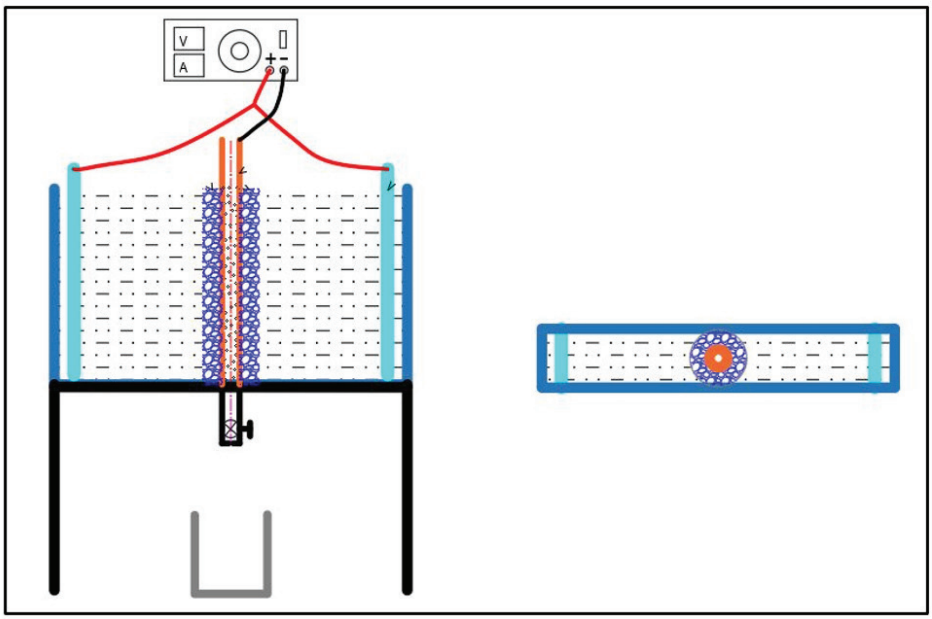


Figure 3. Electro-osmosis test setup-section and plan view

pipe to be used as drainage well, the 6mm diameter area is filled with gravel. The waste material was placed in the aquarium and the valve was opened before starting the electro-osmosis experiment, and the water was discharged by gravity. After the water flow was completely finished, a sample was taken to determine the initial water content and density of the material. In electro-osmosis experiments, separate experiments were carried out for 0, 15, 30, 45, 60, 75 and 90 volts using adjustable power supply and water discharges and other parameters were recorded in the test form.

3. Results

SEM, EDX, XRD analysis, size analysis, density, water content and consistency limits of the waste material were determined before the electro-osmosis tests and the results of the electro-osmosis experiment are summarized in the following paragraphs.

The SEM image of the iron ore waste and the EDX analysis chart are shown in Figure 4. Accordingly, iron ore waste is usually distributed under 20 µm. It is understood that the material is generally massive and large in size. There are also small 2 µm grains as small as large sized grains. According to EDX analysis, iron waste contains 0.72% Ti, 1.46% Si, 61.30% Fe, 1.0% Mg, 0.87% Al and 4.21% C.

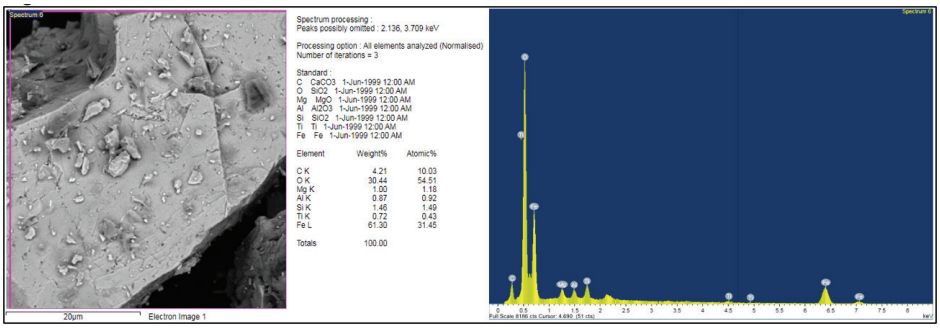
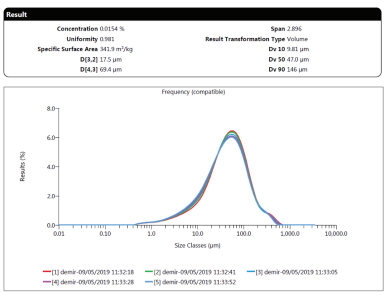


Figure 4. SEM and EDX analysis results



Size analysis-Master sizer results and distribution graph of five iron ore waste samples are shown in Figure 5. Accordingly, the specific surface area of the iron waste grains is 341.9 m2 / kg and the grain size distribution; 10% are larger than 9.81 µm and 90% are less than 146 µm.

Figure 5. Master sizer analysis results

Iron ore waste X-RD analysis results are given in Figure 6. Magnetite and zeolite minerals were determined in the waste and X-RD analysis was found to be compatible with chemical analysis and EDX analysis.

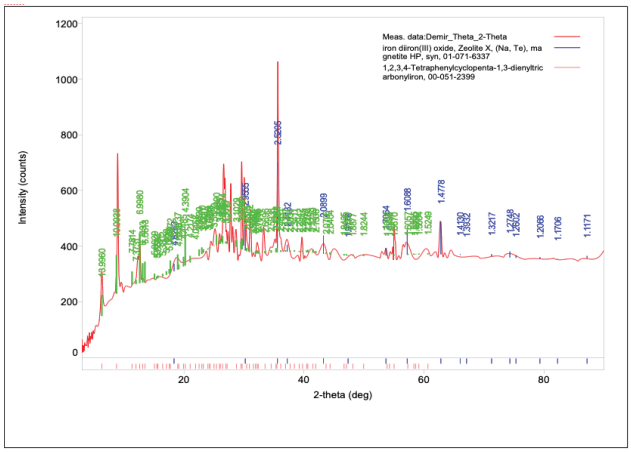


Figure 6. X-RD analysis results

As a result of Atterberg experiments, the liquid limit of iron ore waste was determined as 25%, the plastic limit was 18.75% and the plasticity index was 6.25. According to the plasticity grading classification of the IAEG [21] soils, the plasticity index of the iron ore waste sample is classified as "low plasticity". In the iron ore waste electro-osmosis method, the amount of water removed for the beginning and 15 volts, 30 volts, 45 volts, 60 volts, 75volts and 90 volts, average temperature, electrical current, electrical resistance, electrical conductivity, energy spent and dry and saturated the waste material. Parameters such as unit volume weights, porosity, void ratio and water content are determined and summarized in Table 1.

Voltage (volts)	Dry unit volume weight (gr/cm³)	Saturated unit volume weight (gr/cm³)	Dry weight (gr)	Wet weight (gr)	Porosity, n, (%) (V_{void}/ V_{total})	Void ratio, e (n/1-n) (%)	Water content ω (W_{water} / W_{solid}) (%)	Total discharge (cm³)	Total discharge time (dk)	Average discharge rate (cm³/dk)	Average temperature, T (⁰C)	Average electric current, i (amper)	Average resistance, R (ohm)	Average conductivity (ohm⁻¹)	Average consumed power, P (watt)
0	1,488	2,336	37,2	58,4	84,8	5.58	56,99	0	0	0	0,00	0	0	0	0
15	1,488	2,25	37,2	56,3	76,4	3.24	51,34	31,6	180	0,1756	19,58	0,09	166,667	0,0060	1,35
30	1,488	2,048	37,2	51,2	56	1.27	37,63	35,2	165	0,2133	22,36	0,153	196,08	0,0051	4,59
45	1,488	2,004	37,2	50,1	51,6	1.07	34,68	38,8	180	0,2156	20,33	0,176	255,68	0,0039	7,92
60	1,488	1,932	37,2	48,3	44,4	0.80	29,84	40,6	180	0,2256	22,66	0,293	204,78	0,0049	17,58
75	1,488	1,78	37,2	44,6	29,6	0.42	19,89	51	195	0,2615	26,07	0,39	191,327	0,0052	29,40
90	1,488	1,67	37,2	41,8	18,4	0.23	12,37	77,4	225	0,3440	32,33	0,46	193,97	0,0052	41,76

Table 1. Electro-osmosis Test results-Measured and Calculated Parameters for Different Voltages

4. Discussion

According to the results obtained from the experiments, relationships between electro-osmotic parameters were developed. Electro-osmotic time increased with the voltage applied in the experiments and the highest electro-osmotic time was 225 minutes for 90 volts. It was observed that electro-osmotic discharge gradually decreases at all voltages over time, cumulative discharge increases gradually, and the highest cumulative discharge occurs when 90 volts of electricity are given (Figure 7). The cumulative discharge and discharge rate increases as the voltage increases, the discharge rate and discharge amount are at the highest level at 90 volts. In other words, electro-osmotic dewatering up to 90 volts appears to be efficient. The results obtained were similar to those previously done in the literature [12, 22], but in this study, while experiments were carried out in 6 different voltage ranges, discharge and other parameters were measured for one or 2 different voltage ranges in previous studies.

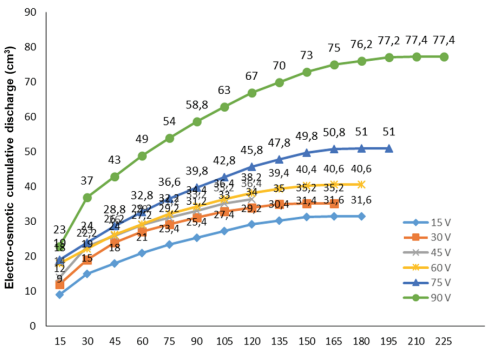


Figure 7. Cumulative discharge relationship between electro-osmotic time for different voltages

As a result of electro-osmosis tests, the porosity and water content of the iron waste was calculated for each voltage range. According to the obtained result, as the potential gradient applied increased, the porosity and water content of the medium decreased (Figure 8 and Figure 9). It was observed that there is a high negative correlation linear relationship between voltage and porosity and water content.

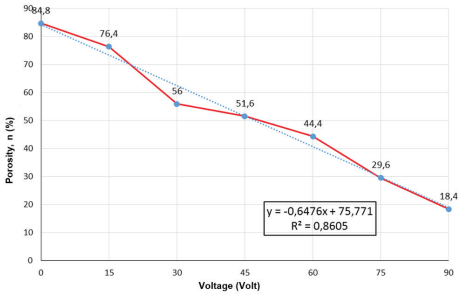


Figure 8. The relationship between porosity and voltage

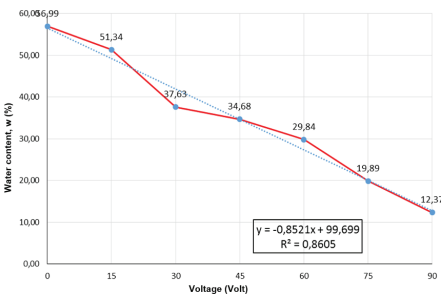


Figure 9. The relationship between water content and voltage

Conclusions

Mine tailings can be dewatered to a certain extent by conventional methods. Even in an atmospheric environment, the upper layer of the waste dries in the form of a shell, while the material with a high water content in the form of putty on the lower side often stands in a way that poses an environmental risk. In order to overcome this situation, it has been observed that the electro-osmosis method will be used efficiently, especially in dewatering fine grains. It was observed that as the potential gradient applied in the experiments increased, more water was removed from the environment while energy consumption increased. Tailings with an initial density of 2.33 g / cm3 after being dewatered by gravity in electro-osmosis experiments, has been performed as a result of electro osmosis tests from 1.78 g / cm3, porosity from 56.99% to 12.37%, water content from 84.8%. reduced to 18.4. Thus, it has been made possible that waste sludge can be disposed of safely in the laboratory environment without harming the environment. In this way, risky mine waste dams that may cause environmental pollution can be controlled by applying this method. There has been wear on the electrodes used in the experiments. It is necessary to investigate dewatering with other electrodes by electro-osmosis method. In addition, the efficiency of the electro-osmosis method on site waste dams should be investigated.

Acknowledgements

This work is supported by the Scientific Research Project Fund of Sivas Cumhuriyet University under project number M770.

References

[1] Slottee,S. Paste Thickeners for Coal Preparation Plants. Report. 2010. pp.7.

[2] Outotec, 2015b. Outotec Larox® Ceramic Filters, http://www.outotec.com/ last accessed date: 03.02.2020

[3] Outotec-Larox, 2015. Outotec Larox® PF filters., http://www.outotec.com/ last accessed date: 03.02.2020

[4] Tencate, 2015. Geotube® Dewatering Technology, http://www.tencate.com. last accessed date: 03.02.2020

[5] Ateşok, G. Kömür Hazırlama ve Teknolojisi, 2009. YMGV Yayını, İstanbul.

[6] İpekoğlu, Ü., 1994. Susuzlaştırma, Cevher Hazırlama El Kitabı, 15, 389-423.

[7] Metso, 2016. Tube press, http://www.metso.com last accessed date: 14.02.2020

[8] Outotec, 2015a. Thickening Technologies: Paste Thickeners, http://www.outotec.com/ last accessed date: 14.02.2020

[9] Parekh, B. K. Dewatering of fine coal and refuse slurries-problems and possibilities, Procedia Earth and Planetary Science, 2009. 621–626.

[10] Saw, H. & Villaescusa, E. 'Geotechnical properties of mine fill', in CF Leung, SH Goh & RF Shen (eds), Proceedings of the 18th Southeast Asian Geotechnical Conference: Advances in Geotechnical Infrastructure, Geotechnical Society of Singapore, Singapore, 2013. pp. 787–792.

[11] Jones, C. J. F. P., Lamont-Black, J., Glendenning, S., Bergado, D., Eng, T., Fourie, A., Yang-Feng, Z. 2008. Recent research and applications in the use of electro-kinetic geosynthetics. In N. Dixon (Ed.), Proceedings of the 4th European Geosynthetics Conference.

[12] Guo, Y., and Shang, J. Q. A study on electrokinetic dewatering of oil sands tailings. Environmental Geotechnics, 2014. 1, No. 2, 121-134.

[13] Lockhart, N.C. 'Electro-dewatering of fine suspensions', Advances in Solid-Liquid Separation, 1986. pp. 241–274

[14] Fourie, A. B., and Jones, C. J. F. P. Improved estimates of power consumption during dewatering of mine tailings using electrokinetic geosynthetics (EKGs). Geotextiles and Geomembranes, 2010. 28, No.2, 181-190.

[15] Fourie, A. B., Johns, D. G., and Jones, C. F. Dewatering of mine tailings using electrokinetic geosynthetics. Canadian Geotechnical Journal, 2007, 44, No. 2, 160-172.

[16] Small, C. C., Cho, S., Hashisho, Z., and Ulrich, A. C. Emissions from oil sands tailings ponds: Review of tailings pond parameters and emission estimates. Journal of Petroleum Science and Engineering, 2015. 127, 490-501.

[17] Sobkowicz, J. Oil Sands Tailings Technology Deployment Roadmap Proj. Report, 2012. V1.

[18] Lamont-Black, J, Jones, CJFP, Glendinning, S, Huntley, DT & Fourie, AB 'Laboratory evaluation of the potential for electrokinetic belt filter press dewatering of kimberlite slimes', in AB Fourie & RJ Jewell (eds), Proceedings of the Tenth International Conference on Paste and Thickened Tailings, Australian Centre for Geomechanics, Perth, 2007, pp. 147–152.

[19] Url-2 : https://www.multiphysics.us/electrokinetics.html last accessed date: 04.03.2020

[20] Karaca, E., Metalik Maden Zenginleştirme Tesislerinin Proses Atiklarinin Atik Barajlarinda Depolanmasi, Uzmanlik Tezi, Çevre Ve Orman Bakanliği Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara, Nisan 2010, 119s

[21] IAEG Classification of Rocks and Soils for Engineering Geological Mapping Part 1: Rock and Soil Materials. Bulletin of the International Association of Engineering Geology, 1979. 19, 355-371.

[22] Wu, P. Shi, ZhengWang, Y., Xiong, Z., Liua, D., Gerson, A.R., Pi, K. Effect of electric field strength on electro-dewatering efficiency for river sediments by horizontal electric field. Science of the Total Environment 647, 2019. 1333–1343.

Bioremediation of areas devastated by industrial waste

[1]Zehrudin Osmanovic, [*2] Nedzad Haracic, [*3] Ibrahim Sarajlic, [*4] Amila Dubravac, [*5] Eldin Halilcevic

[1, 3, 4] University of Tuzla, Faculty of Technology, Urfeta Vejzagica br.8, 75000 Tuzla, B&H

[*2] Kakanj Cement Factory D.D., Heidelberg Cement Group, Kakanj, B&H

[*5]University of Tuzla, RGGF, Urfeta Vejzagica br.2, 75000 Tuzla, B&H

Abstract

The object of research in this paper are industrial landfills, i.e. finding the best way to change their purpose and turning them into useful areas. As a method, bioremediation was chosen, i.e. planting of certain biological species in order to change the composition of the soil. Paulownia elongata was selected from the biological species. For the purpose of the research, the location was selected and the plant species planted in the appropriate industrial substrate (ash created by burning fossil fuels) and its change in chemical composition and morphology during the two years of vegetation was monitored.r.

Key words: *Industrial landfills. Bioremediation. Paulownia elongata*

1.Introduction

It is a common occurrence, whether due to poor planning or rapid growth of industrial capacities, the emergence of industrial landfills at sites near major cities.

In the beginning, this was not a big problem, when some alternative solutions were planned, but over time, as cities developed and with increasing needs for urbanization, the problem became bigger. There were generally no integrated solutions to the problems of industrial landfills near cities, there were only some partial solutions [1, 2, 3].

In this paper, an attempt was made to give a completely new approach, and that is that the material in landfills is not transferred to other locations, but that it

*Corresponding author: zehrudin osmanovic Address: University of Tuzla, Faculty of Technology, Urfeta Vejzagica br.8, 75000 Tuzla, B&H. E-mail address: zehrudinosmanovic@gmail.com, Phone: +38761954760

is used as a "substrate" for planting biological material. The task of biomaterials / trees, in addition to improving the appearance of surfaces, is also bioremediation, i.e. time cleaning of the soil from heavy metals. The ultimate goal is to use the same biomaterial after 7-10 years as an alternative fuel in the cement industry and incorporate it together with the absorbed metals into the building material [4, 5].

In previous analyses, a number of professional and scientific papers have been published that have treated the problem of the use of alternative materials in the cement industry, ie the possibility of reducing gas emissions [6, 7, 8]. One of the studies analyzed the possibility of re-engineering the plant itself in order to adapt to modern trends of "green economy" [9]. Part of the research, as an object of observation, had the possibility of waste separation and application as a raw material component in cement production [10]. It is especially worth mentioning the applicable research in the formation of bio-parks on devastated areas in order to improve the environment in urban areas [11, 12, 13].

2. Materials and Method

The paper presents the experimental results of the analysis of the "Black Sea" or ash resulting from the combustion of fossil fuel coal and the plant Paulownia elongata, which was planted in the mentioned substrate / industrial sludge.Sample analysis and preparation was performed according to ISO 11466 [14]. Paulownia soil and sample analyses were performed on an Optima 2100 DV based on optical emission spectrometry (OES).



Figure 1. ICP-OES Instrument

2.1. Theory

There are a number of published papers that have the treatment of industrial waste as their object of research, i.e. its final purpose [15]. The goal of modern

industry is to return as much waste material as possible to the process or recycle it [16]. Those materials that failed to be recycled or separated mostly end up in industrial landfills. One of the methods of treatment of industrial waste located in landfills is the possibility of planting biomaterials or bioremediation. The plant Paulownia elongata was used for experimental research. The plant is characterized by exceptional properties, and it is especially worth noting the absorption of CO2 from the atmosphere and the ability of bioremediation of contaminated soil [17, 18].

Paulownia is a tree adaptable to the terrain, it is weather resistant, it recovers and regenerates the soil, very decorative and beautiful, environmentally non-aggressive planting, as well as it is an oxygen manufacture and a weapon against global warming, it is a producer of cellulose, fodder and excellent nectariferous plant, while Paulownia is growing rapidly and gaining weight.

3. Results

Seedlings of Paulownia elongata were prepared in exactly the same conditions for planting in the spring months. Figure 2 shows the preparation of planting material.



Figure 2. Planting material, seedlings of Paulownia elongata

The material that will play the role of compost in this case is the sediment of the "Black Sea" which was collected from the industrial sludge and shown in Figure 3.



Figure 3. Landfill and sample of the "Black Sea", location Lukavac Bosnia and Herzegovina

After planting, without any additional nutrients (water, fertilizer, etc.), the plant had a period of adaptation and growth. In fact, planting conditions at an industrial landfill were simulated. The morphological characteristics of the tree, height, tree circumference, number of leaves, leaf area, etc. were measured monthly. Figure 4 shows Paulownia elongate seedlings after 4 months of growth.



Figure 4. Paulownia elongate seedlings on the substrate of industrial sediment "Black Sea"

After the end of vegetation, for a period of 9 months, the period March-November for analysis, samples were taken from one tree and leaf seedling and prepared for analysis according to ISO 11466 on optical emission spectrometry (OES). Other seedlings were left for observation for another year of growth.

4. Discussion

The results of the analysis of the "Black sea" sediment of the Sisacam Soda Lukavac factory are shown in Table 1.

Element	mg/kg	Element	mg/kg
Ca	43173,33	Ti	448,00
Fe	28393,33	Na	442,00
Mg	7073,33	Mn	333,20
Al	20373,33	Sr	230,00
K	1704,00	Ni	177,23
Co	15,86	Ba	161,46
Cr	92,36	Cu	35,66
V	36,03	Zn	21,16

Table 1. Analysis of industrial sediment "Black Sea" factory Sisacam Soda Lukavac

Based on the data in Table 1, the large presence of Ca, Fe, Mg, Al, Ba, K, Mn, Ni in the industrial sediment is evident, which is a consequence of the combustion of fossil fuels, mostly coal. Data from the analysis of Paulownia elongate trees and leaves after a vegetation period of one year are given in Table 2. For comparison, columns 2 and 3 provide data from a reference sample, i.e. a Pulownia seedling that was not planted in industrial sludge.

Element mg/kg	Seedling Paulownia elongata		Paulovnia elongate tree sample.		Paulovnia elongata leaf sample.	
	Original sample	Ash	Original sample	Ash	Original sample	Ash
Al	14,88	51,34	28,34	55,67	62,15	97,37
Ba	10,53	11,60	12,68	15,58	42,57	47,04
Ca	1935,98	2313,49	1267,23	1621,70	1389,30	1395,31
Cu	10,76	12,51	11,92	9,97	9,44	8,96
Fe	64,24	89,76	53,48	59,53	161,33	139,04
K	5109,36	5203,48	3437,02	3524,85	3161,84	4186,02
Mg	662,50	761,11	649,77	850,97	3661,81	3728,36
Mn	13,62	16,36	10,15	11,60	30,47	29,61
Na	30,92	30,63	34,87	22,92	60,13	21,31
Ni	3,89	1,56	1,23	1,25	2,26	1,29
Sr	7,04	8,17	6,26	8,87	34,95	38,91
Ti	1,77	2,77	1,63	2,64	2,64	2,89
Zn	15,57	17,83	26,61	27,98	32,68	31,54

Table 2. Analysis of seedlings, trees and leaves of Paulownia elongate on industrial sediment "Black Sea" Sisacam Soda Lukavac

Based on the data in Table 1, the large presence of Ca, Fe, Mg, Al, Ba, K, Mn, Ni in the industrial sediment is evident, which is a consequence of the combustion of fossil fuels, mostly coal. Data from the analysis of Paulownia elongate trees and leaves after a vegetation period of one year are given in Table 2. For comparison, columns 2 and 3 provide data from a reference sample, i.e. a Pulownia seedling that was not planted in industrial sludge.

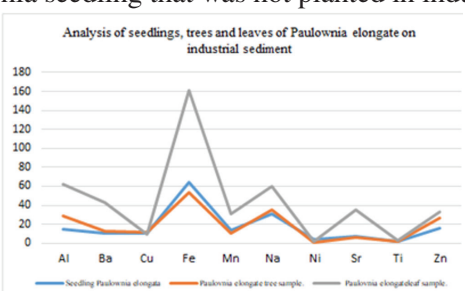


Figure 5. Analysis of seedlings, trees and leaves of Paulownia elongate on industrial sediment element concentrations up to 180 mg/kg

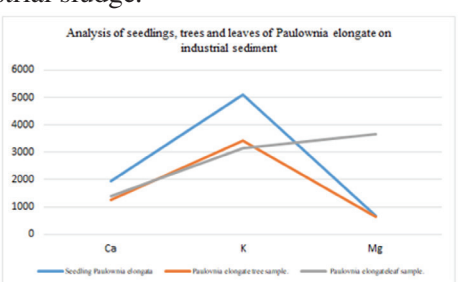


Figure 6. Analysis of seedlings, trees and leaves of Paulownia elongate on industrial sediment element concentrations more than 500 mg/kg

Figure 5 and 6 shows element concentrations up to 180 mg/kg and more than 500 mg/kg.

Based on the obtained results, it is evident that the plant Paulownia elongata has very good phytoremediation abilities.

From the data given in Table 2 end Figure 5, 6 it is clear that in relation to the reference sample in the samples of trees and leaves, there is undoubtedly a higher presence of metal originating from the substrate or industrial sediment. "Black Sea". It is especially worth noting the absorption power of Paulownia according to K, Mg, Ca, Sr, Al, Ba.

Based on the intensity of bioremediation in the first year, it can be assumed that the plant after 7-10 years will collect a significant amount of metals present in the soil and thus achieve one of its tasks and that is to change the quality of soil composition. Taking into account its energy value of some 17, 68 kJ/kg, it will certainly represent a good biofuel in the cement industry.

Conclusions

Based on the conducted research, the following conclusions can be drawn:

• After direct planting in industrial "compost" containing only industrial sediment of the "Black Sea", the Paulownia elongata plant showed excellent adaptation and all seedlings of the plant developed quite normally.

• Growth in this type of compost, without additional fertilization and watering has shown that the plant is fully adaptable to different weather conditions and adaptable to industrial landfills that are usually outside urban areas and where there is no possibility of constant irrigation.

• Growing in a time interval of 9 months in compost from industrial waste, the plant Paulownia elongata showed good phytoremediation properties, especially in the absorption of Ca, K, Mg and other heavy metals.

• Similar experiments need to be done in natural conditions and with other industrial wastes for comparison. The fact is that after a year of research, good results are obtained, and it is known that only after the seventh year, the tree is cut down to a height of about 18 meters and a more intensive process of metal absorption from the soil is expected.

References

[1] Zhu, L., Dong, Y., Li, L., Liu, J., & You, S. J. (2015). Coal fly ash industrial waste recycling for fabrication of mullite-whisker-structured porous ceramic membrane supports. RSC advances, 5(15), 11163-11174.

[2] Baas, L., Krook, J., Eklund, M., & Svensson, N., (2010). Industrial ecology looks at landfills from another perspective. Regional development dialogue, 31(2), 169-183.

[3] Chandra, R., (Ed.). (2015). Advances in biodegradation and bioremediation of industrial waste. CRC Press.

[4] Wang, X., Feng, Z., (1995). Atmospheric carbon sequestration through agroforestry in China. Energy, 20(2), pp.117-121.

[5] Захаринов, Б., Пейчинова, М., (2014). Биоенергетични и почвено-екологични характеристики на биогаз и биошлам получени в процес на анаеробно разграждане.

[6] Haracic, N., Osmanovic, Z., Petrovski, P., The usage of alternative materials in cement industry in order to reduce CO2 emissions, 3rd International Conference reserch and Education in natural Sciences, HERTSPO 2015, Proceedings book,Vol. 1., 232–240.

[7] Osmanovic, Z., Petrovski, P., Smailhodzic, H., Omerdic Dc., (2008). Effect of Alternative Energents Usage on Cement Production Parameters in the Cement Factory Lukavac. J Environ Prot Ecol, 9 (1), 119

[8] Osmanovic, Z., Haracic, N., & Zelic, J. (2016). Analysis of use of Paulownia elongata as an alternative fuel in the cement industry to reduce emissions of pollutans. XI th Scientific – Research Symposium with International Participation, Metallic and nonmetallic inorganic materials, preoduction–properties–application, Proceedings, Electronic edition, Zenica (B&H).355 – 361.

[9] Osmanovic, Z., Cipurkovic, A., Catic, S., & Imamovic, I. (2009). Decreasing pollutant emissions by re-engineering the production process in FC Lukavac. Journal Of Environmental Protection and Ecology, 10(1), 56-64.

[10] Osmanovic, Z., Haracic N., Avdic N., Development Of Industrial Waste Separation Methodology, Environment and Morals , Proceeding Book, ISEM 2018.,pg. 71-81 .

[11] Osmanovic, Z., Huseinovic, S., Bektic, S., & Ahmetbegovic, S. (2017). Construction of bioparks on devastated land in urban areas. Periodicals of engineering and natural sciences, 5(1).

[12] Huseinovic, S., Osmanovic, Z., Bektic, S., & Ahmetbegovic, S. (2017). Paulownia elongata sy hu in function of improving the quality of the environment. Periodicals of Engineering and Natural Sciences, 5 (2).

[13] Osmanovic, Z., Osmanovic, S., Ahmetbegovic, S., Construction of bioparks on devastated land in urban areas, 3rd International symposium on environment and morality, ISEM 2016, Proceedings, Alanya, Turkey, 2016., 1293 – 1299.

[14] ISO, DIN. "11466 (1995) " Soil quality-Extraction of trace elements soluble in aqua regia (1999).

[15] Frosch, R. A., (1994). Industrial ecology: Minimizing the impact of industrial waste. Physics Today, 47(11), 63-68.

[16] Sims, B. H., Philipp, C. T., (1996). U.S. Patent No. 5,496,392. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.

[17] Ortega-Calvo, J. J., Posada-Baquero, R., Garcia, J. L., Cantos, M., (2017). Bioavailability of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Soil as Affected by Microorganisms and Plants. In Soil Biological Communities and Ecosystem Resilience (pp. 305-319). Springer, Cham.

[18] Lazcr, G. C. B., Stctescu, F., Toma, D., (2020). Study of Heavy metal dynamics in soil. Environmental Engineering & Management Journal (EEMJ), 19(2).

Petrolün Ekolojiye Etkisi

*[1]Qezale Kheyrabadi

[1] Azerbaycan Devlet Petrol ve Sanayi Üniversitesi

Abstract

The oil industry is one of the main environmental pollution enterprises. The potential sources of environmental pollution - the processes of oil extraction, transportation, its processing, and the delivery of refined products to the consumer. 2-3% of the total oil produced in the year is lost, and 0.23% of the total pollution is contaminated by the oceans entering the world. Hydrocarbons arising from the processing of oil and oil and gas products economic damage caused by waste to the environment.

Keywords: *Petroleum, Ecology, Sea, Environment*

Özet

Petrol endüstrisi ana kirleticilerden biridir. Uygulamada, petrol endüstrisinin ana hedefleri - petrol çıkarma, taşıma, rafine etme, rafine ürünlerin tüketicilere ulaştırılması süreçleri, potansiyel çevre kirliliği kaynaklarıdır. Yılda çıkarılan toplam petrol miktarının% 2-3'ü kayboluyor ve bu kaybın % 0.23'ü dünya okyanuslarına girerek okyanusları kirletiyor.

Petrol ve petrol ve gaz ürünlerinin rafine edilmesi sürecinde oluşan hidrokarbonlar ve atığın çevreye verdiği ekonomik zarar hesaplanmıştır.

Anahtar kelimeler: *Petrol, Ekoloji, Deniz, Çevre*

1. Giriş

Petrolün çıkarılması, kullanılması, depolanması, rafine edilmesi sürecinde, genel olarak petrol işinin tüm aşamalarında çevre kirliliği oluşur. Bunun yanında deniz ve okyanus kirliğine yol açabilmektedir; bu üretim sırasında veya tanker kazaları gibi sebeplerle olabilmektedir. Enerjiye dolayısıyla petrole sahip olan güce sahip olur ilkesi gereği siyasi istikrarsızlık ve savaşlar gibi durumlarda çevreye olumsuz etki yapmaktadır.

Petrolün Bileşimi:

Petrol, organik ve inorganik kimyasallardan oluşan kompleks bir yapıya sahip viskoz bir sıvıdır. Kendine özgü bir kokusu vardır ve rengi açık kehribardan koyu siyaha kadar değişir. Petrolün elementer bileşimi nispeten sabit olup her bir bileşeni yapının % 3-4'ünü oluşturur. Sıvının ana bileşenleri ise karbon (% 83-87) ve hidrojendir (% 12-14) ayrıca kükürt % 6'ya kadar çıkabilir. Petrol sıvısındaki azot ve oksijen içeriği % 0,1'dir ve bazen bu miktar % 2,0'a kadar çıkabilir. Neftin % 0,1 ile % 0,01'i eser elementlerden oluşur. Bunlar metal tuzları ve organik asitlerdir.

İçerisindeki 60 mikroelementin yarısından fazlası metallerdir. Bu metallerden vanadyum ve nikel - % 10-3-10-2; demir - % 10-4-10-3; çinko % 10-5-10-3; % 10-5 civa; sodyum, potasyum, kalsiyum, manganez - % 10-4-10-3 [1] teşkil eder.

Metal içeren bileşiklerin büyük kısmı reçine ve yağın alfa kısımlarında yoğunlaşır ve içerikleri hidrokarbon fraksiyonunda çok küçüktür. Temel bileşimin aksine, ham petrolün hidrokarbon içeriği büyük ölçüde değişir. Hidrokarbonlar, basit metandan (CH4) çok karmaşık bir yapıya sahip olan porfirinlere (C90H23N4) kadar yaklaşık 1000 ayrı organik madde içerir. Yağın ana bileşenleri hidrokarbon (CH) bileşikleridir. Farklı yağ türlerindeki içeriği % 90 ile % 95 arasındadır. Yağ, metan, paften ve aromatik hidrokarbonların yanı sıra bunların oksijen, kükürt ve nitrojen türevlerinden oluşur. Yağdaki aromatik hidrokarbonlar, farklı yağlarda % 15 ile % 50 arasında değişir. Ortalama içerikleri farklı parafin yağlarında aşağıdaki gibi değişir: düşük parafinlerde -% 37.4; orta parafinlerde - % 30.6; yüksek parafinlerde - % 20,8.

Yağdaki toplam parafin hidrokarbon miktarı esas olarak% 25-30'dur. Bu yüzde, hesaba katılmadan yağdaki çözünmüş gaz miktarını gösterir. Yağdaki çözünür gazların miktarı hesaba katıldığında, parafin miktarı% 40-50'ye ve bazı yağlarda - % 50-70'e ulaşır. Ayrıca sadece % 10-15 parafin içeren yağlar vardır. Yağın ayrıca etil grubundan daha büyük bir alkil grubu içeren az miktarda dallı parafin içerdiği de bulunmuştur.

Gaz hidrokarbonları, saf gaz, gaz yoğunlaşması ve petrol ile birlikte petrol sahalarından çıkarılır. Çeşitli gaz kondensat alanlarından çıkarılan stabil gaz parafin hidrokarbon miktarı 5-10 sm3/m3 ile 300-500 sm3/m3 arasında değişmektedir. Gaz kondensat alanlarındaki gazlar, benzin, gazyağı ve dizel kısımlarını oluşturan yüksek miktarda metan ve ayrıca yüksek moleküler ağırlıklı kaobhidrojen içerir [3-2]:

Tablo 1. Petrol ile Salınan Gazların Kimyasal Bileşimi (hacim %)

Madencilik	**CH_4**	**C_2H_6**	**C_3H_8**	**C_4H_8**	**C_5H_{12}**	**CO_2**	**N_2-nadir gazlar**
Batı Absheron Yarımadası	90,94	0,1-3	0,1-0,8	1,6	0,3-2,0	1-8	-
Kuş-Dağ Anastasiyev	86,8	4,5	3,0	2,0	3,2	0,4	0,1
Troitsky	85,1	5,0	1,0	1,0	2,8	5,0	0,1
Sokolovo-Korski	53,0	9,0	11,2	10,0	5,8	1,0	10,0
Shpakov	41,2	15,0	15,8	6,9	4,0	0,1	17,0
Romashkin	46,5	21,4	14,4	4,5	2,2	-	11,0
Bavlin	38,5	21,0	20,0	8,0	3,5	0	9

Şu anda, çeşitli alanlardan çıkarılan yağ, 30'dan fazla metalik ve yaklaşık 20 metal olmayan element içermektedir. Yağdaki elementler şu şekilde gruplandırılabilir [2]:

- Alkali ve alkali toprak metaller – Li, Na, K, Ba,Ca, Sr, Mg;
- Bakır alt grup metalleri – Cu, Ag, Au;
- Çinko alt grup metalleri - Zn, Cd, Hg;
- Bor alt grup metalleri - B, Al, Ga, In, Ti;
- Vanadyum alt grubunun metalleri - V, Nb, Ta;
- Değişken değerli metaller - Ni, Fe, Mn, Co, W, Cr, Sn, vb.

Görüldüğü gibi petrol, oldukça kompleks bir yapıya sahip doğal bir üründür. İşlemesi çok dallı. Fiziksel ve kimyasal özelliklerini doğru bir şekilde belirlemeden yağı rafine etmek için hazırlamak imkansızdır. Aynı zamanda atıkların çevre üzerindeki olumsuz etkilerini de özelliklerini incelemeden değerlendirmek mümkün değildir.

Petrol ürünleri üretimi sırasında çevre kirliliğini önlemek için yapılan harcamalar üç gruba ayrılmaktadır [8]:

1.Çevre kirliliğini gerekli düzeye indirmek için gereken maliyetler;

2.Çevresel atıklardan kaynaklanan olumsuz sosyal dezavantaj kavramı için gerekli maliyetler;

3. Çıkan gazlar ve kirli su birlikte kayıp olan ürün ve hammaddelerin telafi edilmesi için gereken maliyetler.

Çevre korumanın temel sorunlarından biri petrolün çeşitlendirilmesidir. Petrol üretim kuruluşlarından kaynaklanan kirliliği azaltmanın yollarınınbelirlenmesi.

Diğer bir yaklaşım, hava kalitesinin minimum maliyetle normalleştirilmesini sağlayan münferit maddelerin emisyonlarını azaltmak için kirlilik azaltma yöntemlerinin bir kombinasyonuna dayanmaktadır. Bu yaklaşım, kirletici emisyonları azaltmanın birim maliyetinin tüm kaynaklar için aynı olmamasıyla açıklanmaktadır. Burada, her bir kirlilik kaynağından gelen atığın boyutunu ve herhangi bir kaynağın kirlilik parametreleri ile havadaki dağılım modelini bilmek gerekir. Bu modeli oluşturmak için veri tabanı, çeşitli atıkların azaltılması maliyetlerinin tahminleri şeklinde bilgilendirilir. Böylece kükürt dioksit, hidrokarbonlar, karbon monoksit, nitrojen oksijen vb. güçlü kirleticilerdir.

Petrol istihsali [4] sırasında çevre kirliliğinin neden olduğu hasarı hesaplamanın birkaç yolu vardır:

1. Doğrudan hesaplama yöntemi.
2. Analitik yöntem.
3. Ampirik yöntem.

Doğrudan hesaplama:

Ekonomiye verilen zarar, ekonomiye verilen zararın toplamına eşittir:

Z = Ze+ Zt/z+ Zk/t+ Zsag

buraya; Ze – endüstriye zarar;

Zt/z – tarıma zarar;

Zk/t – konut ve toplumsal hizmetlere verilen hasar;

Zsag – sağlığa zarar.

Hava kirliliğinin tarım ve ormancılığa verdiği zarar, ayrı ayrı kayıplarının toplamına eşittir.

Z = Zt/z+ Ze

Tarıma verilen zarar aşağıdaki şekilde hesaplanır

Zt/z = Zk + Zm + Zh

buraya; Zk – kirlenme sonucu toprağa sirkülasyon kaybı nedeniyle;

Zm – tarım ve mahsul üretimine verilen zarar (azalan üretkenliğin bir sonucu olarak);

Zh – çiftlik hayvanlarına verilen zarar;

Arazi kaybının neden olduğu hasar şu şekilde hesaplanabilir:

Zk = S . G

buraya: S – kirlilik nedeniyle dolaşımdan çekilen arazi alanı (ha);

G - hektar başına yıllık mahsul (adam / ha)

Hasarın özgül ağırlığını hesaplama tekniği aşağıda verilmiştir. Örneğin, yoğunlaştırıcıların neden olduğu ekonomik hasar aşağıdaki formül [7] ile belirlenir:

$$Z = \sum Zsag.i\ Ri + \sum Zti Ri + \sum Zçi Si + \sum Ze.i\ Fi$$

buraya:

Zsag.i – bölge i'de sağlığa özel hasar ağırlığı;

Ri – bölge i'de yaşayan insan sayısı;

Zti – bölge i'de tarım ve ormancılığa verilen hasarın özgül ağırlığı;

Zçi – bölge i'de çevreye verilen hasarın özgül ağırlığı;

Ze.i – bölge i'de endüstriye verilen hasarın özgül ağırlığı;

Fi - i bölgesindeki sanayinin sabit varlıklarının maliyeti;

n – hasar bölgesi sayısıdır.

Görüldüğü gibi, bu yöntem ekonomik hasar hesaplamasında bölgelerdeki kirlilik düzeyini ayırt etmek için büyük miktarda ön veri toplanmasını gerektirir.

PETROL KİRLİLİĞİ ve DENİZ- OKYANUSLAR:

Petrolle ilgili büyük çevre sorunları; denizlerin ve okyanusların kirlenmesinden kaynaklanmaktadır. Her Yıl çıkarılan toplam petrol miktarının % 2-3 'ü kayboluyor ve bu kaybın % 0.23'ü okyanusları kirletiyor.. Mevcut verilere göre, her yıl dünya okyanuslarına 10 milyon ton petrol akmaktadır. Uydu ve hava gözetleme verilerine göre denizlerin ve okyanusların 1/3'ünün yüzeyi ince renkli bir kaplama ile kaplanmıştır. Bu kaplamanın bir sonucu olarak su buharlaşması% 60 oranında azaltılır. Sonuç olarak suyun yüzeyi ısınır ve atmosfer ile su yüzeyi arasındaki gaz oranı artar, bu da deniz ve okyanuslardaki balıklar ve diğer canlılar için gerekli olan atmosfere giren oksijen miktarının azalmasına neden olur. Suyun yüzeyine dökülen 1 litre petrol 40 litre oksijenden mahrum eder ve 1 ton petrol okyanus yüzeyinin yaklaşık 12 km2'sini kirletir ve oradaki tüm canlıları yok edebilir.

Su yüzeyi kirliliğinin birçok nedeni vardır. Petrol, kıyı özçekimlerinden, yüzer ve sabit sondajlardan petrolün çıkarılması sırasında sıklıkla yüzeye akar. Diğer bir sebep ise deniz tankerlerinde meydana gelen kaza ve afetlerdir. Yüzyılın başında tanker kapasitesi 5-10 bin ton olsaydı, bugün yarım milyon insan denizlerde ve okyanuslarda hareket ediyor. Geçen yüzyılda her yıl en az 2 milyar ton yakıt üretilip yakılıyor ki bu, dünyadaki tüm insanların tükettiği oksijenden binlerce kat daha fazladır. Son bin yılda, atmosferik karbon% 9 arttı ve oksijen yüzde birkaç azaldı.

Petrol endüstrisinin bu kadar uzun bir gelişme tarihine rağmen, toplumun gelişimi (medeniyet), ayrı olarak alınan üründen daha fazla petrole bağlı olmaya devam ediyor. Kullanılmamış petrol ve gaz rezervlerinin uzun vadeli gelişimi ve sürekli nüfus artışı ciddi bir küresel çatışmaya yol açmaktadır. Bu çatışmanın nedeni beklenen kaynakların olmamasıdır.

Dünya, kaynakların herkese açık olmadığı bilgisinin 19. yüzyılın sonunda farkına varmanın eşiğindedir. Mevcut durumda, ülke petrolden tamamen izole bir şekilde gelişemez.

Durdurulamaz sürecin petrol ve doğalgazı geleneksel olmayan yakıtlarla değiştireceğini bekleyenlerin umutları henüz gerçekleşmedi. Petrol endüstrisinin uzun gelişim tarihine bakarsak, dünya toplumunun ayrı ayrı alınan daha fazla ürün için hala petrole bağımlı olduğunu görebiliriz. Böylelikle bugünün gerçekliği, kaynak "açlığının" artacağını göstermektedir. Bu sorunun zorluklarından biri, petrol ve gaz rezervlerinin dünyada eşitsiz dağılmış olmasıdır. En çok ihtiyaç

uyanlar için bu hammaddeler yeterli değil. Başka bir deyişle, ekonomik olarak gelişmiş ülkeler ve kaynaklarda bir eksiklik var, bu nedenle dikkatleri diğer ülkelerin kaynaklarına odaklanıyor. Bu durum geçmişte savaşlar için büyük bir uyarıcı olmuştur ve gelecekte göz ardı edilmeyecektir.

PETROL VE SİYASİ İSTİKRARSIZLIK-SAVAŞ-GÖÇ:

Petrol sebebiyle Kuveyt'teki olaylar ve Irak'taki savaş gibi birçok ülkenin siyasetine etkisi gözler önündedir. Meşhur "petrole sahip olan, dünyaya sahip olur" aforizması kendini kanıtlıyor. Dolayısıyla dünya devletlerinin siyasi yapıya göre bölünmediği, modern dünyanın iki ana bloğa bölündüğü daha açık: Birincisi petrol ve gaz rezervleri olanlar, ikincisi bu kaynakları kullanan ülkeler.

Güney Hazar Denizi'nin derin kısımlarındaki petrol yataklarının işlenmesi için gerekli teknolojilerin Azerbaycan'da olmaması nedeniyle Azerbaycan, kaynaklarını Batılı şirketlerle paylaşmak zorunda kaldı. Yabancı yatırım ve teknolojiyi çekme ihtiyacıyla karşı karşıya kaldı. Geçen yüzyılın başında olduğu gibi Azerbaycan dahil Hazar bölgesi keskin siyasi oyunların merkezi haline geliyor. Burada yirmiden fazla ülkenin çıkarları, karşıt görüşlerle güçlü bir düğüm oluşturmuştur. Pek çok uzmana göre, yeni yüzyılda Hazar bölgesi dünyanın en büyük hidrokarbon üreticisi haline gelebilir. Ancak tüm bunlar uzak bir gelecek için. Bugün Hazar petrolü, tüm ekonomik önemi ile küresel siyasi sorunları çözmek için bir araçtır.

Halihazırda 30'dan fazla petrol şirketi ve bir dizi küçük şirket, Azerbaycan'ın Hazar Denizi'ndeki petrol kaynaklarının sömürülmesinde yer alıyor.

Yabancı jeologlara göre Hazar bölgesinin derinliklerinde 40-200 milyar varil petrol bulunuyor. Karşılaştırma için, dünyanın en büyük tahmini petrol rezervi Suudi Arabistan'da 260 milyar varil petroldür. Bu nedenle, dünyadaki modern jeopolitikteki enerji kaynakları eğiliminin gelişimi yakın gelecekte.

Bu eğilimler şunları içerir:

1. Yüzyıllardır kolaylıkla çıkarılabilen petrolün sonu geliyor ve daha zorlu jeolojik koşullarda petrolün daha fazla keşfedilmesi ve çıkarılması bekleniyor. Dünya okyanuslarının derin sularında, Arktik ve Antarktika'da.
2. Petrol rezervlerinden farklı olarak, onu çıkarmanın maliyeti artacak ve bu da petrol fiyatlarında istikrarlı bir artışa yol açacaktır.
3. Dünya enerji dengesinde gazın rolü artacak, petrol çağı yerini gaz çağına bırakacaktır. BP, Exxon-Mobil ve Shell gibi önde gelen petrol şirketleri tarafından üretilen gaz hacmi, toplam hidrokarbon üretiminin% 40'ını aşıyor.

4. Sonunda, bilimsel ve teknolojik ilerleme geleneksel olmayan enerji kaynaklarının kullanımına yol açacak ve petrol şirketleri enerji şirketleri haline gelecektir.

Sonuç olarak;

1. Petrol üretiminde kullanılan teknolojiler ile üretim sırasında ortaya çıkan çevre etkisi azaltılmalıdır. Daha kaliteli yakıtlar, üretimde baca gazı salınımını azaltmak gibi

2. Petrol ürünlerinin sınırlı kulanım ile çevre kirliliği azaltılmalıdır. Pet şişe vb.leri

3. Geri dönüşüme önem verilerek petrol ürünlerinin daha az kullanılması sağlanmalıdır. Ve doğaya saygılı ürünlere önem verilmelidir.

Kaynaklar

1. AM Maharramov, MR Bayramov "Petrokimya ve petrokimya sentezi" 587 sayfa. 2006.

2. AM Maharramov, MR Bayramov, IG Mammadov "Genel kimyasal teknoloji" 308 sayfa, 2011.

3. SA Novruzov "Genel kimyasal teknoloji ve endüstriyel ekoloji" 384 sayfa. 1991.

4. AS Sadigov, IB Halilov "Ekoloji ve çevre koruma", 2004.

5. Q.T.Mustafayev, E.A. Alizade "Ekoloji" 2001.

6. GISafarov, ASMammadov "Petrol ve gaz arıtma teknolojisi" 464 sayfa. 2000.

7. BB Azizov, HB Kulieva "Uydu ekolojik ve coğrafi araştırma yürütme yöntemleri hakkında" Ekoloji, s. 122, 2012.

8. Akhmetov AS, M.Kh. Ishmiyarov, AP Verevkin, ES Dokugaev, YM Malyshev "Petrol ve gaz işleme proseslerinin ekonomisi ve otomasyonu teknolojisi" 735 s., Moskova, Kimya 2005.

9. AM Azimova, Kh. B. Guliyeva Uluslararası bilimsel-pratik konferansı "Küresel tüketimin modern durumu ve özü", "Küreselleşmeyle bağlantılı olarak olağanüstü halle mücadelenin modern sorunlarının çözümü". Bakü, s. 184, 2012.

Türkiye ve İstanbul'da Arıtma Çamuru Üretim Tahmini ve Bertaraf Alternatifleri

*Seferhan Yılmaz ve Kadir Alp

[1]İTÜ İnşaat Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Türkiye

Özet:

Arıtma çamurları atıksu arıtma proseslerinin sonucu olarak üretilmekte ve işlenerek bertarafı gerekmektedir. Özellikle hızlı nüfuş artışı yaşanan şehirlerde çamur üretimi artmakta, bununla birlikte üretilen çamur miktarı ve bertarafı problem haline gelmektedir. Bertaraf yöntemi seçiminde çamurun karakteri, uzun dönemde yönetim hedefi, koruma gereklilikleri, enerji geri kazanımı, yararlı ürün elde özelliği, oluşturabileceği koku problemleri ve ekonominin birlikte ele alınması gerekmektedir. İstanbul'da evsel atıksuların yaklaşık %33'ü ileri biyolojik arıtma işlemine tabi tutulmakta ve bu oranın önümüzdeki 10-20 yılda %100'e çıkarılması beklenmektedir. Bunun doğal sonucu olarak arıtma çamur miktarı da artış gösterecek ve çevresel açıdan yönetilmeleri gerekecektir. Dünyada bu alanda döngüsel ekonomi kavramı içinde ciddi yeni yöntemler öne çıkmaktadır. Bunların arasında enerji üretimi(yakma, piroliz, gazlaştırma), kompostlaştırma, anaerobik ayrıştırma ile biyogaz üretimi sonrası ayrıştırılmış çamurdan inorganik fosfor üretimi ve organik gübre üretimi gibi yöntemler yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. İstanbul'da arıtma çamurlarının mevcut bertaraf yöntemleri arasında yaygın olanları kurutma işleminden çıkan nihai ürünün çimento fabrikalarında yakılarak enerji elde edilmesi ve düzenli depolamadır. Anadolu yakasında bir çamur yakma tesisi projesi hazırlanmaktadır. Arıtma çamurlarının daha verimli geri kazanımı için İstanbul'da gelecek yıllardaki çamur üretim tahminleri ışığında mevcut bertaraf uygulamalarına alternatif olarak, dünyada uygulanan yeni geri kazanım yöntemlerinin irdelenerek yeşil ekonomi çerçevesinde İstanbul için uygun yeni bertaraf yöntemleri önerilmiştir.

Anahtar kelimeler: *arıtma çamurları, atık yönetimi, yeşil ekonomi*

Abstract:

Sewage sludges are produced as a result of wastewater treatment processes and must be treated and disposed of. Especially in cities with rapid population growth, Sludge production increases, however, the amount and disposal of sludge produced becomes a problem. In the selection of disposal method, the character of the sludge, long-term management objective, protection requirements, energy recovery, useful product obtaining feature, odor problems that may occur and the economy must be handled together. Approximately 33% of domestic wastewater in Istanbul is subjected to advanced biological treatment and this ratio is expected to increase to 100% in the next 10-20 years. As a natural consequence of this, the amount of sludge will increase and will need to be managed environmentally. In the world, serious new methods come to the fore in the concept of circular economy. Among these, methods such as energy production (combustion, pyrolysis, gasification), composting, anaerobic decomposition and inorganic phosphorus production and organic fertilizer production from decomposed sludge after biogas production are widely used. Among the current disposal methods of sewage sludges in Istanbul, the common ones are incineration the final product from the drying process at cement plants to obtain energy and regular storage. An incineration plant project is being prepared on

*Sorumlu yazar: Seferhan Yılmaz Adres: İTÜ Ayazağa Kampüsü, İnşaat Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 34469, Maslak, TÜRKİYE. E-mail adresi: yilmazsef@itu.edu.tr, Phone: +902122853416

the Asia side in Istanbul. As an alternative to the existing disposal practices in the light of the future sludge production estimates in Istanbul for more efficient recycling of treatment sludges, new recycling methods suitable for Istanbul within the framework of the green economy have been proposed.

Keywords: *sewage sludges, waste management, green economy*

1.Giriş

Kentsel nüfusun artması ile birlikte evsel atıksu miktarı ve bu atıksuların yönetimi önem kazanmıştır. Belediyelerin en önemli görevlerinin başında evsel atıksuların çevresel bakımdan uygun şekilde toplanması, iletilmesi ve arıtılarak deşarj standartlarına uygun olarak alıcı ortamlara verilmesinin sağlanması gelmektedir. Evsel atıksuların arıtımı atıksu debisi, kirletici yükleri ve seçilen arıtma teknolojilerine bağlı olarak belirlenen verimlerle gerçekleştirilir. Bu amaçlara yönelik düzenlemeler de ayrıca çevresel etkileri bakımından dikkatle planlanması ve yürütülmesi gerekli olan faaliyetlerdir.

Evsel atıksu arıtma tesisleri büyük arazilere ihtiyaç duyan yapıları dolayısı ile başlangıçta yerleşim yerlerine uzak yerlerde konumlandırılmalarına rağmen kentlerin hızla gelişmesi ile meskun bölgelerin içinde ve yakınında kalmaktadırlar ve çevresel olarak yeni problemlere yol açmaktadırlar. Arıtma işlemlerinin kendileri, arıtma işlemlerinden kaynaklanan çamurlar ve bu çamurların bertarafı işlemleri bu problemlerin başlıcalarıdır. Bu problemlerin sonuçlarından birisi kötü koku emisyonlarıdır. Koku emisyonlarının oluşumunda önemli bir paya sahip olan arıtma çamurlarının bertarafı işlemleri günümüzde sürdürülebilirlik ve döngüsel ekonomi yaklaşımı ile çok daha gerçekçi ve kaynakları koruyucu bir şekilde çözüme kavuşturulabilmektedir.

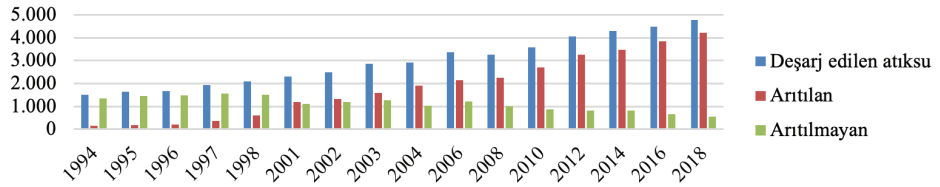
2. Materyal and Metot

2.1. Türkiye'de ve İstanbul'da Evsel Atıksu Arıtma Tesisleri Kapasitesi ve Çamur Üretimi

Türkiye'de atıksuların toplanması ve arıtılması ile ilgili en son rakamlar TUİK tarafından yayınlanmıştır [1]. 1994-2018 yılları arasında arıtılan ve arıtılmayan atıksu miktarlarının değişimi Şekil 1'de ve Türkiye'de kurulu atıksu arıtma tesislerinin arıtma derecelerine göre fiziksel, biyolojik ve ileri biyolojik olmak üzere arıtma miktarlarının değişimi ise Şekil 2'de verilmiştir.

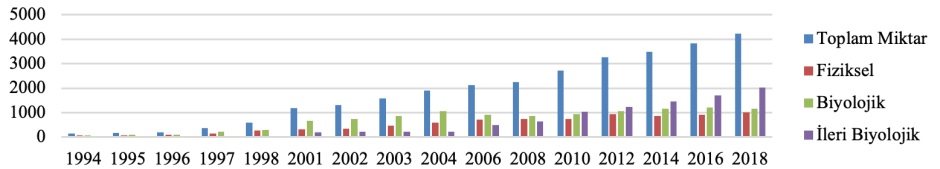
Şekil 1'den 2018 yılında toplam evsel atıksu debisinin 4.795.130.050 m^3/yıl, arıtılan evsel atıksu miktarının 4.236.418.820 m^3/yıl, arıtılan evsel atıksu miktarının toplam içindeki payının %88,3 olduğu anlaşılmaktadır. Şekil 2'den

2018 yılında evsel atıksu arıtma tesislerinde arıtılan 4,24 milyar m^3 atıksuyun 1,024 milyar m3'ü(%24,18) fiziksel, 1,17 milyar m^3'ü(%27,61) biyolojik ve 2,03 milyar m3'ü(%47,91) ileri biyolojik olarak arıtılmaktadır. Arıtma tesisleri kapasitelerinin toplamda % 66,54'ü, fiziksel arıtmada %58,93'ü, biyolojik arıtmada %68,08'i ve ileri biyolojik arıtmada ise % 70,35'i kullanılmakta geri kalan kapasite oranları ise atıl kalmaktadır. Burada



Şekil 1. Türkiye'de deşarj edilen evsel atıksu miktarı (milyon m^3)

fiziksel arıtma ile kastedilen anlamın atıksu arıtma sistematiğinde ızgara, kum tutucu, flotasyon ile yağ ve gres ayrılması, filtrasyon ile fiziksel partiküllerin tutulması ve havalandırmalı dengeleme işlemini kapsadığı anlaşılmaktadır [2]. Buna göre atıksudaki askıda maddelerin ve çözünmüş organiklerin giderilmesinde etkili değildir. Bu durumda Türkiye'de evsel atıksuların toplamının %24,18'lik kısmı sadece fiziksel arıtmadan geçirilerek alıcı ortama deşarj edilmektedir. Geriye kalan %75,82'lik oran ise biyolojik ve ileri biyolojik arıtma kademelerinden geçirilmektedir.



Şekil 2. Türkiye'de atıksu arıtma tesislerinde arıtılan atıksu miktarı (milyon m^3)

TÜİK verilerine göre kanalizasyon hizmeti verilen belediye nüfusunun ülke nüfusuna oranı %91, atıksu arıtma tesisi ile hizmet verilen belediye nüfusunun toplam nüfusa oranı ise %79' dur. Kişi başına belediyelerde deşarj edilen atıksu miktarı ise 2018 yılı için 188 litre/gün olarak verilmektedir.

İSKİ 2019 yılı faaliyet raporuna göre İstanbul'da evsel atıksu miktarı, arıtma tesisi tür ve kapasiteleri Tablo 1'de verilmiştir [3].

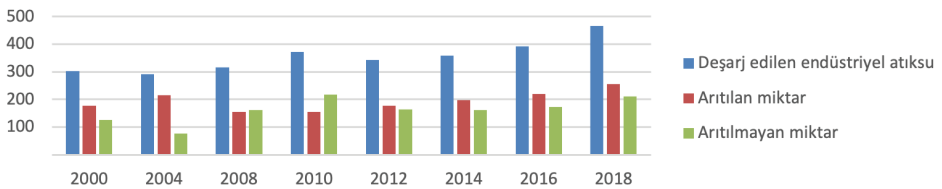
Özellikler	2018			2019		
	Tesis sayısı	Debi,m3/yıl	%	Tesis sayısı	Debi,m3/yıl	%
İleri biyolojik atıksu arıtma	10	529.321.729	36,93	10	510.020.466	36,96
Biyolojik atıksu arıtma	68	15.283.649	1,07	69	14.793.493	1,07
Ön arıtma	8	888.760.697	62	8	856.476.808	62
Toplam	86	1.433.366.075	100	87	1.381.290.767	100
Avrupa yakası tesisler	54	880.789.294	61,45	55	870.572.560	63,03
Asya yakası tesisler	32	552.576.783	38,55	32	510.718.207	36,97

Tablo 1. İstanbul'da Arıtma Kademelerine Göre Arıtılan Evsel Atıksu Miktarları

Tablo 1'de ön arıtma olarak verilen, teknik atıksu arıtımında "Preliminary treatment" olarak geçen ve ızgara ve kum tutucudan oluşan birimleri kapsamakta olup esas olarak organik yüklerin giderilmesinde etkili olmayan kademeyi oluşturmaktadır. Bu itibarla İstanbul'da atıksuların sadece %38'lik kısmı gerçek bir arıtma işlemine tabi tutulmaktadır.

2.2. Türkiye'de ve İstanbul'da Endüstriyel Atıksu Miktarı ve Arıtılması

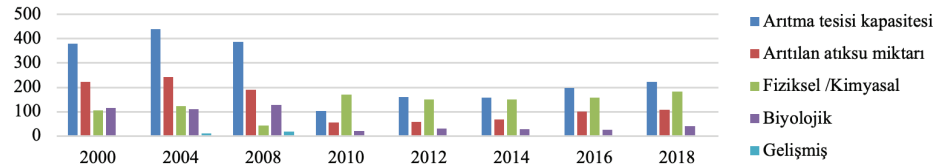
Türkiye'de soğutma suyu hariç endüstriyel atıksu üretimi ve arıtılan ve arıtılmadan deşarj edilen endüstriyel atıksuların kapasiteleri ise Şekil 3'de verilmiştir.



Şekil 3. Türkiye'de deşar edilen endüstriyel atıksu miktarı (milyon m^3)

Şekil 3'den toplam endüstriyel atıksuların %29'unun arıtılmadan deşarj edildiği anlaşılmaktadır. Endüstriyel atıksu arıtma tesislerinin kapasiteleri ve arıtılan atıksu miktarları ve arıtmada kullanılan tekniklere ait kapasiteler bin m^3/yıl birimi ile Şekil 4'de verilmiştir. Şekil 4'den endüstriyel atıksular için mevcut arıtma kapasitesinin yaklaşık %50'sinin kullanıldığı ve arıtılan atıksu miktarının ise %32,6 sının fiziksel, %54,96'ısının biyolojik ve %12,42'si ise ileri biyolojik arıtma kademelerinden geçirilerek deşarj edildiği görülmektedir. Türkiye'de endüstriyel arıtılmış atıksuların arıtılmış evsel atıksu miktarına orantısı %7,85 olarak bulunmaktadır.

İstanbul'da endüstriyel atıksu çeşitli sektörler arasında dağılmakta ve 28.789 m^3/gün veya 10.507.985 m3/yıl toplam debileri ile evsel atıksu miktarlarına göre %0,76 orana sahiptir. Bu nedenle hesaplamada ihmal edilmiştir.



Şekil 4. Türkiye'de endüstriyel atıksu arıtma tesislerinde arıtılan atıksu miktarı (milyon m^3)

2.3. Atıksu Arıtma Tesilerinde Çamur Üretim Miktarları

Atıksu arıtma tesislerinde çamur üretimi atıksu özelliklerine ve arıtma yöntemlerine bağlı olarak oluşumu hesaplanabilmektedir. Bu şekilde elde edilmiş bazı değerler Tablo 2'de verilmiştir [4].

Atıksu Arıtma Sistemi	Üretilen çamur miktarı			
	Kg SS/kg KOİ	Katı madde, %	Çamur miktarı, gSS/kişi.gün	Çamur hacmi, L/kişi.gün
Birincil arıtma(Klasik)	0,35-0,45	2-6	35-45	0,6-2,2
Birincil arıtma(septik tank)	0,20-0,30	3-6	20-30	0,3-1,0
Fakültatif havuzlar	0,12-0,32	5-15	12-32	0,1-0,25
Anaerobik havuz-fakültatif havuz				
-Anaerobik havuz	0,20-0,45	15-20	20-45	0,1-0,3
-Fakültatif havuz	0,06-0,10	7-12	6-10	0,05-0,15
-Toplam	0,26-0,55	-	26-55	0,15-0,45
Fakültatif havalandırmalı havuzlar	0,08-0,13	6-10	8-13	0,08-0,22
Tam karışımlı aerobik–çökeltim havuzu	0,11-0,13	5-8	11-13	0,15-0,25
Konvansiyonel aktif çamur				
-Birincil çamur	0,35-0,45	2-6	35-45	0,6-2,2
-İkincil çamur	0,25-0,35	0,6-1	25-35	2,5-6,0
-Toplam	0,60-0,80	1-2	60-80	3,1-8,2
Aktif çamur-uzun havalandırma	0,50-0,55	0,8-1,2	40-45	3,3-5,6
UASB reaktörü	0,12-0,18	3-6	12-18	0,2-0,6
UASB+Aerobik son arıtma				
-Anaerobik çamur(UASB)	0,12-0,18	3-4	12-18	0,3-0,6
-Aerobik çamur-son arıtma	0,08-0,14	3-4	8-14	0,2-0,5
-Toplam	0,20-0,32	3-4	20-32	0,5-1,1

Tablo 2. Değişik Atıksu Arıtma Sistemlerinin Çamur Üretme Miktarları [4].

Türkiye'de mevcut evsel atıksu arıtma arıtma tekniklerinin tam olarak analizi yapılamamıştır. Ancak biyolojik arıtma kademesinin Tablo 2'de verilen tekniklerden uzun havalandırmalı aktif çamur tekniği işlemi ile ve gelişmiş arıtma kademesinin de İstanbul'da azot ve fosfor gideriminde en yaygın ileri biyolojik atıksu arıtma tekniği olarak kullanılan A_2O prosesine en yakın alternatif olarak UASB +Aerobik son arıtma olarak seçilmesi benimsenmiştir. Bu seçim Ardışık Doldur Boşalt Reaktör tipi ile de uyumludur.

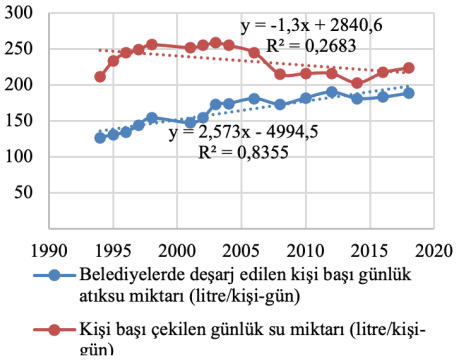
2.3. Arıtma tipine göre Türkiye'de ve İstanbul'da kişi başına çamur üretimini temsil edici rakamlar

Çamur miktarının hesaplanması atıksudaki organik madde yükünün KOİ cinsinden bilinmesi durumunda yapılabilir. Bu çalışmada ülkemizde ve İstanbul'da evsel atıksu karakteristikleri tam olarak bilinmemektedir. Ancak gelişmekte olan ülkeler için önerilen aralık ve ortalama değerler temsil edici olarak alınabilir [5].

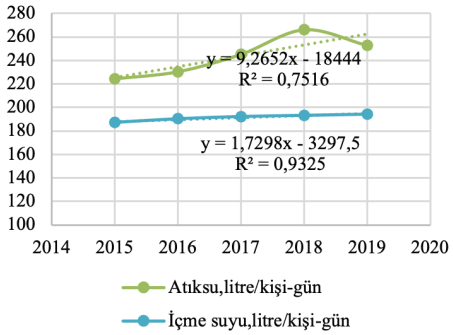
Parametreler	Kişi başına yükler ,g/kişi-gün		Konsantrasyon-mg/L,pH Hariç	
	Aralık	Tipik Değer	Aralık	Tipik Değer
ORGANIK MADDE				
-$BOİ_5$	40-60	50	250-400	300
-KOİ	80-120	100	450-800	600
-Nihai BOİ	60-90	75	350-600	450
TOPLAM AZOT	6,0-10,0	8,0	35-60	45
-Organiz azot	2,5-4,0	3,5	15-25	20
-Amonyak	3,5-6,0	4,5	20-35	25
-Nitrit	~0	~0	~0	~0
-Nitrat	0-0,3	~0	0-2	~0
FOSFOR	0,7-2,5	1,0	4-15	7
-Organik Fosfor	0,7-1,0	0,3	4-15	2
-İnorganik fosfor	0,5-1,5	0,7	3-9	5

Tablo 2. Tipik Ham Atıksu Konsantrasyonları [5]

Değerler Tablo 3'de verilmiştir. Tablo 3'den BOİ5 yükünün 50 g/kişi,-gün, KOİ yükünün 100 g/kişi-gün, TKN azotu yükünün 8 g/kişi-gün, fosfor yükünün 0,7 g/kişi gün değerleri tipik değerler olarak ülkemiz ve İstanbul için temsil edici olarak alınabilir.



Tablo 5. Türkiye'de kişi başına içme suyu tüketim ve atıksu oluşum miktarları



Tablo 6. İstanbul'da kişi başına içme suyu tüketim ve atıksu oluşum miktarları

Türkiye'de ve İstanbul'da kişi başına içme suyu miktarı ve kişi başına atıksu oluşumu miktarları Şekil 5 ve Şekil 6'da verilmiştir. Burada İstanbul için içme suyu ve atıksu miktarları İSKİ yıllık raporlarından, nüfus tahmini literatürden alınmıştır [3,6].

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Türkiye'de ve İstanbul'da Evsel Atıksu Arıtımından Üretilecek Çamur Miktarı Tahmini

Türkiye'de ve İstanbul'da 2055'e kadar nüfus projeksiyonu yapılarak Tablo 4'de verilen değerler elde edilmiştir [1,7]. Evsel arıtma çamuru üretimini gerek Türkiye için ve gerekse İstanbul için mevcut durumdaki arıtma tiplerinin oranlarından yararlanarak hesaplanabilir. Bu hesapta fiziksel arıtma dikkate alınmamakta biyolojik ve ileri biyolojik arıtmaların oranları kullanılmaktadır. 2020 yılı için değerler

Türkiye 0,2761*43 g/kişi-gün+0,4791*26 g/kişi-gün = 24,33 g/kişi-gün
İstanbul 0,0107x43 g/kişi-gün+0,3693*26 g/kişi-gün= 10,06 g/kişi-gün olarak hesaplanır.

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
İstanbul	15423309	16182211	16894944	17599492	18333093	19998881	20953565	21957124
Türkiye	8390073	88844934	93328574	97176768	100331233	102843989	104749423	106149786

Tablo 4. İstanbul ve Türkiye için nüfus projeksiyonları

Avrupa Birliğine üye ülkelerde kişi başına yıllık çamur üretimi 10-30 kg arasında değişmektedir. Buna göre günlük kişi başına atıksu arıtma çamuru miktarı 27,4-82,2 g olarak hesaplanır. Atıksu arıtımında arıtma teknikleri ve bunların oranlarının projeksiyonu için ülkede genel ekonomik durum, yatırımlar, çevresel duyarlılıklar gibi çok sayıda değişkenin dikkate alınması gerekir. Burada yatırımı belirli bir plana bağlanmış kapasite artırımları dışında meseleye kesin rakamlar koyarak değil tahmini olarak bir yaklaşım getirilecektir (Tablo 5). İSKİ 2019 yıllık faaliyet raporuna göre 2019 yılı için çamur miktarı 86186 ton/yıl olup çamur tahmininin 2020 yılı değeri bu miktarla uyumlu çıkmamıştır.

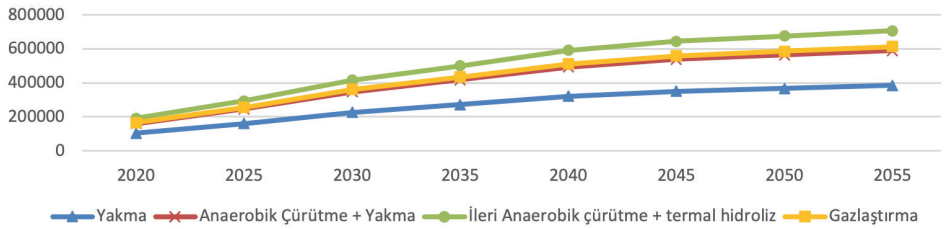
		2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055
Çamur üret, g/k.g	İst.	10,06	14,69	19,89	22,945	26	26	26	26
	Tür	24,33	24,78	25,23	25,68	26,13	26,44	26,00	26,00
Çamur miktarı, ton/yıl	İst.	56633	86767	122655	147394	173981	189789	198849	208373
	Tür	745073	803576	859458	910857	956904	992506	994072	1007361
Fosfor, ton/yıl	İst.	4786	7331	10363	12454	14700	16036	16801	17606
	Tür	62953	67897	72618	76961	80852	83860	83992	85115

Tablo 5. İstanbul ve Türkiye için oluşacak çamur tahmini

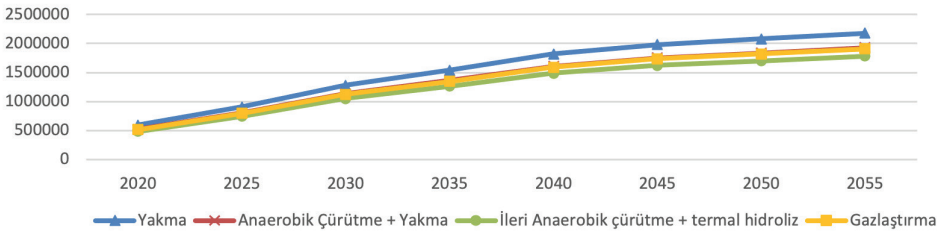
Arıtma çamurunda oluşacak fosfor miktarı Tablo 5'te verilmiştir. Bu hesap, Tablo 3'ten yararlanılarak çamura transfer edilen fosfor miktarı 0,85 g/kişi.gün kabul edilerek yapılmıştır.

3.2. Üretilen Çamurun Enerji Eşdeğeri

Arıtma çamurlarının enerji potansiyellerinden farklı teknolojiler ile yararlanılabilmektedir. Bu enerji potansiyeli elektrik ya da ısı enerjisi olarak geri kazanılıp değerlendirilebilmektedir. Enerji geri kazanımları ile tesislerin enerji ihtiyaçları %40-70 oranında karşılanabilmektedir. İstanbul için oluşacak çamurun farklı arıtma teknolojilerindeki ısı ve elektrik enerji geri kazanımları Şekil 7 ve Şekil 8'de verilmiştir. Yakma, anaerobik çürütme ve yakma, ileri anaerobik çürütme ve termal hidroliz, gazlaştırma teknolojileri olmak üzere 4 farklı alternatif değerlendirilmiştir. Hesaplamalarda literatürdeki farklı teknolojilerde birim çamur başına oluşacak enerji miktarları katsayı olarak kullanılmıştır [8]. 2020 yılında üreyen çamurlardan enerji geri kazanımı yapılması durumunda İstanbul'da seçilecek teknolojiye göre 104732-192397 kWh/gün elektrik enerji geri kazanımı sağlanabileceği görülmektedir. Isı enerjisi olarak geri kazanım yapılması durumunda bu değerler 484870-591930 kWh/gün değerlerine yükselmektedir. 2055 yılına gelindiğinde oluşacak çamurdan 385348-707898 kWh/gün elektrik enerjisi ve 1784016-2177927 kWh/gün ısı enerjisi geri kazanımı yapılabilecek potansiyele sahip olunacaktır. Geri kazanılan elektrik enerjisinin tesis toplam elektrik sarfiyatlarının ortalama yarısına denk gelmesi çamurun önemli bir enerji potansiyeli olduğunu açıkça göstermektedir.



Şekil 7. İstanbul için farklı çamur arıtım teknolojlerinde elektrik enerjisi geri kazanım potansiyeli (kWh/gün)



Şekil 8. İstanbul için farklı çamur arıtım teknolojlerinde ısı enerjisi geri kazanım potansiyeli (kWh/gün)

3.3. Ekonomik Değerlendirme

Çamur bertaraf yöntemlerinin ekonomik değerlendirmesi çıkan son ürün, prosesteki enerji tüketimi, faydalı geri kazanım gibi bileşenler dahilinde yapılabilmektedir. Bu amaçla, literatürdeki veriler yardımıyla ilk yatırım maliyeti, işletme giderleri ve kazanç olmak üzere üç bölümde hesaplar yapılmıştır [9]. Kaynakta çin yuanı olan değer 26.7.2020 tarihindeki çapraz kur üzerinden euroya çevrilmiştir. Maliyet karşılaştırması için şu bertaraf yöntemleri değerlendirilmiştir; düzenli depolamaya gönderim, yakma, çimento fabrikasında ek yakıt, hidrotermal piroliz, kompostlaştırma ile gübre eldesi ve yapı malzemesi için ham madde eldesi. Tablo 6'da İstanbul'da oluşacak çamurların bahsedilen farklı yöntemler ile bertarafı için yapılmış ekonomik değerlendirme sonucu Euro/yıl olarak verilmiştir. Tabloda ilk yatırım maliyeti değerleri, tespit edilen ilk yatırım maliyetlerinin tesislerin faydalı ömürlerine (yıl) bölünerek hesaplanmış, her yıla eşit miktarda yazılmıştır.

	Depolama	Yakma	Çimento Fab.	Piroliz	Arazi Uyg	Yapı Malz.
			2020			
İŞLETME	1.546.756	5.992.865	1.381.751	4.344.238	2.047.889	131.945.589
İLK YATIRIM	210.674	657.711	191.917	331.642	373.777	418.834
GELİR	0	5.918.110	679.594	4.723.180	3.807.426	132.520.865
TOPLAM MALİYET	1.757.431	732.467	894.074	-47.300	-1.385.760	-156.443
			2050			
İŞLETME	5.691.086	22.049.959	5.083.970	15.984.051	7.534.938	485.476.416
İLK YATIRIM	775.148	2.419.962	706.135	1.220.233	1.375.263	1.541.044
GELİR	0	21.774.906	2.500.477	17.378.317	14.008.924	487.593.070
TOPLAM MALİYET	6.466.234	2.695.014	3.289.628	-174.033	-5.098.723	-575.610

Tablo 6. İstanbul için çamur bertaraf yöntemlerinin ekonomik değerlendirmesi (Euro/yıl)

Tabloda görülen negatif değerler, nihai ürünün ekonomik fayda sağladığını, böylece faydanın maliyetten daha yüksek olduğunu göstermektedir. Çimento fabrikasına gönderimde kurulu bir sistem olması sayesinde en düşük ilk yatırım gerekirken, diğer teknolojiler için ekipman ve inşa maliyetleri olması nedeniyle yüksek yatırım maliyetlerini içermektedir. Ekonomik değerlendirmenin elde edilen sonuçlarına göre arazi uygulaması en iyi ekonomik faydaya sahipken, düzenli depolama en pahalı süreçtir. Kompost ürünlerinin arazi uygulaması ve yapı malzemeleri, enerjinin geri kazanımı ve nihai ürünlerin ikame edilmesinden dolayı ekonomik fayda göstermektedir. Arıtma çamurlarının depolanması, yakılması ve çimento fabrikasında ek yakıt olarak kullanılması hiçbir kar sağlamazken piroliz, kompost ve yapı malzemesi olarak kullanımda ekonomik fayda görülmektedir.

4. Sonuç

Arıtma çamurlarının kontrolü ve bertarafı her geçen gün önem kazanan bir problem haline gelmiştir. Bu çalışmada, Türkiye ve İstanbul için 2055 yılına kadar çamur üretimi tahmini yapılmıştır. Mevcut durumda biyogaz eldesi ve çimento fabrikalarında değerlendirmenin yaygın olduğu İstanbul için yeni teknolojilerin eldesi çamur yönetiminde ekonomik boyutta da konfor sağlayacaktır.

2055 yılında İstanbul için 208.373 ton/yıl ve Türkiye için 1.007.361 ton/yıl çamur üretimi ön görülmektedir. Çamur bertaraf seçenekleri içinde çamurun enerji potansiyeli ve nihai ürünün faydalı geri kazanımı değerlendirerek yönetim planı oluşturulmalıdır. Piroliz, kompost sonrası arazide uygulama ve yapı malzemesi olarak geri kazanım ekonomik olarak katkı sağlayan yöntemler olarak görülmüştür. Bunun yanı sıra, anaerobik çürütme, gazlaştırma ve yakma teknolojileri ile ısı ve elektrik enerjisi geri kazanımı yapılabilmekte, tesislerin enerji ihtiyaçları %40-70 oranında karşılanabilmektedir.

Kaynaklar

[1] Url <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=120&locale=tr>, erişim tarihi 15.07.2020.

[2] Url <http://web.deu.edu.tr/atiksu/ana52/wtreat.html#:~:text=While%20sedimentation%20is %20one%20of,in%20treatment%20consists%20of%20filtration.> , erişim tarihi 13.07.2020.

[3] Url <https://www.iski.gov.tr/web/assets/SayfalarDocs/faaliyetraporlari/faaliyetraporu/pdf/20 19-FAAL%C4%B0YET-RAPORU.pdf >, erişim tarihi 15.07.2020.

[4] IWA (2007). Biological Wastewater Treatment Series Volume 6 Sludge Treatment and Disposal. IWA Publishing.

[5] IWA (2007). Biological Wastewater Treatment Series Volume 1 Wastewater Characteristics, Treatment and Disposal. IWA Publishing.

[6] Url <https://www. macrotrends.net/cities/22691/istanbul/population>, erişim tarihi 10.07.2020.

[7] Arikan, O.A., Dereli, R.K., Ersahin, M.E. and Turan, F. (2019). Sludge Management Master Plan For Istanbul Metropolitan Municipality. WEF/IWA Residuals and Biosolids Conference, 161-166.

[8] Insel, G., Gezer Görgeç, A., Yağcı, N., Doğru, M., Erdinçler, A., Sanin, D., Filibeli, A., Keskinler, B. & Çokgör, E.U. (2016). Comparison of Energy Efficiencies for Advanced Anaerobic Digestion, Incineration, and Gasification Processes in Municipal Sludge Management. Journal of Residuals Science & Technology 13(1), 57-64.

[9] Zhou, G., Gu, Y., Yuan, H., Gong, Y. & Wu, Y. (2020). Selecting sustainable technologies for disposal of municipal sewage sludge using a multi-criterion decision-making method: A case study from China. Resources, Conservation & Recycling 161, 1-9.

Constraints of using Coal Fly Ash in agriculture: An innovative approach

[1]Amna Faisal [1*]Sana Hassan [1]Shazray Khan
[1]Institute of Quality and Technology Management (IQTM), University of the Punjab, Pakistan.

Abstract:

Sustainable waste management is complicated challenge for manufacturing industries, as tons of wastage cannot be handled without any justifiable disposal system. Due to increase in awareness among the society and strict government legislations, industrialists are finding the ways to fix the disposal of wastes instead of dumping and landfilling. This study addresses the problem of fly ash i.e. byproducts of coal combustion process in electricity generators and boilers of different industries. Most of the fly ash is disposed of by landfilling that causes a lot of money, effort and time wastage. Manufacturers are looking for their best alternatives for ecological and economical waste management.

This research is done in a leading paper and boards manufacturing industry of Pakistan. The work initiated by analysis of fly ash samples that uncover the composition of fly ash, which was the mixture of beneficial and hazardous elements for soil productivity and fertility. The purpose of this analysis was to find out the suitability of fly ash as fertilizer. Although the benefits of using fly ash as fertilizer is worthwhile in short term yet hazardous elements have small but noticeable impact on soil health in the long run. Experiment consisted of five different seeds with blended fly ash composition of 5%, 10%, 20%, 30%, 50% and pure soil. At the end of observation period, the results showed that blending up of 10% to 20% fly ash in soil gives the best results as compared to using pure soil. The coal used in Pakistan is not the high-grade quality that results in production of high proportion of harmful metals in fly ash. The further analysis is going on to find out the exact percentage of these hazardous elements especially in the coal available in Pakistan as well as to create an economic supply chain management system for the supply of fly ash all over the Pakistan. As companies can reduce or remove their expenses for disposal of fly ash in landfills by providing to farmers and fertilizer industries. Hence, this study can lead us towards sustainable disposal solution of fly ash.

Key Words: *Sustainability, Coal fly ash, Agriculture, Heavy metals leaching, Metal composition of fly ash.*

1. Introduction

In today's sustainable environment, short of aligning your work with all pillars of sustainability results in fractional accomplishment of objectives. Therefore, organizations are strategizing progressively and devoting their resources for sustainability of every element included in ecological and biome cycle as well as consequences of human activities. Numerous factors accelerates companies to invest for "corporate sustainability management" i.e. relationship among ecosystem's economic and social demands as well as human actions by all activists of

*Corresponding author: Address: Mechanical Engineering Department, Palestine Polytechnic University, Hebron, Palestine. E-mail address: mjabari@ppu.edu, Phone: +970-599723669

this cycle and movements about how companies should utilize the natural environs and public guidelines that necessitate or forbid business accomplishments towards ecosystems.[1]

Sustainable development at its heart is the belief that the development process will tackle cultural, economic and environmental issues simultaneously and holistically. Sustainability has been implemented to numerous areas, including agriculture, construction, manufacturing and architecture. For instance, finding the best relationships between basic manufacturing processes and natural environment is an important aspect in the industries' decision-making. Sustainable development is typically demanding and undertaking the integration of technological, economic environmental and societal stewardship as well as betterment of the people and their existing environments in which all are living and doing work. Moreover, doing manufacturing on the concept of sustainability depends upon having balance between economics and environmental issues as well as incorporating social and environmental priorities, their main policies and sustainable practices which support it. In addition, if sustainability is to be developed in manufacturing processes then accurate and reliable data on sustainable manufacturing must be present and should be used by organizations and their management. [2]

The globe has a very imperative and urgent need of environmental sustainability for many reasons. First, if depletion of ozone layer will be halted by stopping the damaging substances by today even then it will require as much as one whole century to achieve pre-CFC efficiency. Every passed year results in an increment of 100 million people that requires sustainability. From last millions of years, humankind is damaging vastly and resiliently environmental sources and sinks that have been nurturing humanity with their facilities. Although, these sources are transposable, its rate of substation is getting slow with the passage of time. Natural capital (agriculture) is not easily substitutable and its self-regenerating features are unhurried and cannot be ominously accelerated.[3]

2.Problem Statement

Keeping in view the importance of sustainability to meet national or international standards, there is a need to explore its potential in developing countries. In Pakistan, national level companies are not using a high-grade coal because of high price and non-availability of good grade coal. It is the main reason for the generation of a lot of degradable and non-degradable solid, liquid and vapor wastage. It contains many fruitful components (P, K, Zn, Mg, Na, Fe, and Ca) for agriculture along few critically harmful ingredients like (B, Pb and Cr). This

article addresses the problem of disposing off the solid waste in the form of fly ash from boilers and power plants because of burned coal in industry. During paper manufacturing, fly ash is producing as a fundamental wastage, a challenge for paper manufacturing industry. The company under consideration is the leading Paper and board manufacturing industries in Pakistan "Century Paper and Board Mills". Each year they produce almost 250,000 tons of papers and boards against which 18000 tons fly ash is produced for which they are seeking for a sustainable disposal solution. The company dispose of this ash in landfills resulting in high cost and effort. [4] This continuing research is trying to find out any sustainable and economic solution for the disposal of this fly ash.



Figure 1. Century paper and board mills

3. Objectives:

The objectives of the thesis are to:

3.1. Determine the chemical composition to find a sustainable disposal technique or any other utilization.

3.2. Segregation of beneficial and harmful components in fly ash and finding solutions for their elimination.

4. Background:

4.1.Fly Ash composition:

Fly ash is not a waste product, but a commodity. FA's potential as a raw material is now a well-established fact in farming, construction and other related areas. In India and around the world, major initiatives are needed to use this resource in large volumes. Chemically, fly ash contains elements such as Ca, Fe, Mg, and K, which are important for plant growth, as well as other elements such as B, Se, and Mo, and plant-toxic metals. Lime in fly ash usually reacts with toxic and acidic components of soil tends towards the release of such nutrients like S, Mo and B in a required quantity, which is beneficial to our crop and plants. It also consists of some useful elements' quantities such as K, MaO and CaO etc. Nevertheless, if fly ash contains high amount of B then it is very harmful to our plants. After applying the şy ash, all nutrients go down through the column of soil and this is the reason that the growth of plants becomes limited up to the depth of almost 70-80 cm from the surface of soil. As the şy ash concentration increases gradually in our Şeld soil like 10%, 20% and then up to 100% then the pH will increase, however the guarantee of having some elements like sulfate, chloride,

carbonates, P, K, Zn, Mg, Na and B. Fly ash takes the concentrations which as a magical effect on the germination, extracting of number of roots, length of shoots as well as the size of those roots. We can also measure the fresh weight as well as their dry matter of all the grown crops.[5] We cannot ignore the fact of contaminating metal particles i.e. Pb and Cr. The risk of metals leaching from soils can lead to pollution of land, groundwater, rivers and lakes. Studies shows that 5-30% of heavy metals especially Cd, Cr and Pb are leachable. Another potential hazard is leaching of toxic elements present in fly ash. Hence a careful analysis is required to avoid the risk of active and microbial activity in the soil.[6]

Fly ash and agriculture

To have enough food for todays' growing population, we have a need for a farming, which is based on sustainability, has minimum affect due to the factors of environment. Sustainable type of agriculture gives the basic components to conserve our agriculture and this use of continuously growth of crop cover and crop rotations. For the use of mycorrhiza technologies to have a green future, we should clearly know about mycorrhiza's contribution to have a maintained as well as sustainable agriculture. It is also used to evaluate the effect of some other factors which affect the mycorrhiza contributions in order to maximized crop yield as well as health and its productivity, also some soil properties and many other parameters related to agriculture.[7]

The texture and the main fact upon which it consists of, usually all of the important type of nutrients for plant except the hazardous for plants (organic Carbon and Nitrogen), is one of the main property that always allows to apply the fly ash in field of agriculture is suitable. Although, modifying the fly ash in normal soil will not replace any type of chemical fertilizers and any organic manure. The method and quantity for the application of fly ash in simple soil will differ with its different type of simple soil, the growing crop, the prevailing agriculture, condition of climate as well as the characteristics of fly ash. Many of the important areas which are related to fly ash utilization, for example, the long-term fly ash effect studies on soil health, quality of crops, and ongoing monitoring of soil characteristics and fly ash, should also be given attention [8].

4.3.Improvement of degraded lands by Fly-Ash

Often due to environmental factors and unmanaged degradation by humans, soil loses fertility and value. In order to increase soil productivity, waste FA could be used as an exploitable tool for degraded soil management, as FA has several similarities such as soil and contains essential micro-nutrients (Fe, Mn, Zn, Cu, Co, B and Mo) and macro-nutrients (P, K, Ca, Mg and S). FA can also be used

in wasteland reclamation (sodium soil, acid soil and mine spoil), because FA has many of the functional properties of lime and gypsum often suggested using FA in wasteland reclamation. Field studies have shown that FA's chemical components can enhance soil agronomy. For these materials, the most promising agronomic use may be to substitute lime or fertilizers as soil modifications. Innovative use options that can use a higher percentage of FA are being investigated and large-scale land use as a viable use choice has been advocated.[5]

As a nutrient supplement, fly ash has tremendous potential and plays a beneficial role in increasing growth performance. Fly ash constitutes more than 70 percent of the total quantity of residues produced by coal combustion in power plants. Adding Fly Ash to soil enhances or changes various soil physical, chemical and biological characteristics. Fly ash is used to enhance soil quality, ability to hold heat, weight, bulk strength, porosity, etc. by using soil in different ratios. For acidic soils, fly ash is used for the growth of plant and crop yield. It was found that the porosity percentage increased as the fly ash dose increased in each procedure and found that the porosity percentage decreased in both experimental years after harvesting each plant under crop rotation [9].

5.Methodology:

This study covers experimentation of Coal fly ash for the utilization within agriculture premises. Firstly, the samples were collected from Century Paper and Board Mills Limited, Pattoki, Pakistan. Those samples belongs to two different boilers having different capacities CoGen-1 (12.3 MW) and CoGen-2 (22 MW). [4] The purpose was to have a basic composition analysis of fly ash. Carbon and Sulphur percentages were analyzed which helped to proceed towards the running actual experiment. This analysis report is given in Fig 2. There was also a major composition test performed by the co-operation of D.G Khan Cement Company Limited, Khairpur. Report contains the detail of Parameters, ultimate analysis and Ash oxides analysis which shows all the components of fly ash. Fig.3 refers to the results of that analysis. After having a thorough analysis of fly ash, the next step was to decide the best method to run the experiment. The experiment

D.G. KHAN CEMENT COMPANY LIMITED, KHAIRPUR.
Quality Control Department

Report Date: June 18,2019

TEST REPORT

Sample Identification: QC / 324
Description of Sample: Coal Fly Ash
Name of Client / Supplier: Mr. Kashif Chughtai - Century Paper & Board Mills Lahore
Request Reference: General Manager (Works - Khairpur Plant)
No. of Sample(s): one (1)

Parameters	Unit	Basis	Analysis Results Sample - 1		
Moisture	%	ARB	0.34		
LOI at 950 °C	%	ARB	10.16		
Ash at 750 °C	%	ARB	90.17		
Ultimate Analysis					
Total Sulfur	%	ARB	0.66		
Total Carbon	%	ARB	9.26		
Ash Oxides Analysis					
SiO_2	%	LOI Free Basis	51.52		
Al_2O_3	%	LOI Free Basis	30.03		
Fe_2O_3	%	LOI Free Basis	3.47		
CaO	%	LOI Free Basis	6.96		
MgO	%	LOI Free Basis	1.10		
SO_3	%	LOI Free Basis	0.11		
K_2O	%	LOI Free Basis	0.54		
Na_2O	%	LOI Free Basis	0.16		
Cl	%	LOI Free Basis	0.01		

Remarks: Max Limit of LOI is 5% for fly ash

Figure 2 Basic analysis report for contents of fly ash

was done by the collaboration of Institute of Agriculture Sciences, University of the Punjab Lahore.

The next analysis is undergoing in the aforementioned company for the composition analysis to find out the percentages of Pb, Cr and B. There is no commercial use of fly ash as fertilizer in Pakistan that enhances the need of supply chain formulation for fertilizers supply all around the Pakistan. Hence, the results for this analysis are awaiting to find out any suitable solution for using fly ash as fertilizer and implementing the economical supply chain management system.

5.1. Procedure:

After completing the composition analysis, the main test was performed to check the fertility features of fly ash. Therefore, six samples were prepared having different proportions of fly ash blended with pure soil, given in Table 1.

Sample No.	Fly ash concentration (%)	Pure soil concentration (%)	Number of glasses used for each proportion	No. of seeds in each glass
1	5	95	3	5
2	10	90	3	5
3	20	80	3	5
4	30	70	3	5
5	50	50	3	5
6	0	100	5	5

Table 1 Samples of fly ash prepared for experimentation

To run the prototype and to observe the proceeding of experiment, small sized transparent glass pots were used. Five different types of seeds (Tomatoes, Spinach, Red Reddish, Coriander, and Mustard) were used to observe the fertility of fly ash at different plants and different conditions. Tomatoes were kept in glass house of "Institute of Agriculture Sciences" and other four were kept under normal condition.

6. Results:

The results vary within each seed type according to the difference of proportions. Different concentrations (percentage) of fly ash gave different results according to their composition elements like (K, Na, Zn, Ca, Mg and Fe). These optimal percentages of these elements have the capability to increase the soil fertility and crops yield. The results for seeds of Tomato, Spinach, Red Radish, Coriander and Mustard are shown respectively in Table 2. The results were noted

on a frequency of twice a week yet, here is the summary at the end of observation period i.e. week7 and week 8.

Duration		Type of seed	No. of seeds germinated (15)	Number of leaves	Length of Shoot (cm)	Width of leaves
Week7	1st Half	Tomato	9	18	N/A	N/A
	2nd Half		9	21	N/A	N/A
Week8	1st Half		12	24	N/A	N/A
	2nd Half		12	26	N/A	N/A
Week7	1st Half	Spinach	12	N/A	N/A	N/A
	2nd Half		13	N/A	N/A	N/A
Week8	1st Half		13	N/A	N/A	N/A
	2nd Half		13	N/A	15.8	5.2
Week7	1st Half	Coriander	8	8	N/A	N/A
	2nd Half		10	10	N/A	N/A
Week8	1st Half		10	10	N/A	N/A
	2nd Half		10	10	8.6	N/A
Week7	1st Half	Mustard	10	13	N/A	N/A
	2nd Half		11	14	N/A	N/A
Week8	1st Half		11	14	N/A	N/A
	2nd Half		11	16	14.3	N/A
Week7	1st Half	Red reddish	9	N/A	N/A	N/A
			10	N/A	N/A	N/A
Week8	2nd Half		11	N/A	N/A	N/A
			12	N/A	13	4.5

Table 2 Fertility observation of different seeds with 10% proportion of fly ash with pure soil

7.Discussion:

The study concludes that utilization of fly ash in agriculture gives positive results. It increases the soil fertility as well as the growth rate of seeds under consideration. Table 3 gives a summary of seed growth under different proportions of fly ash with pure soil. From experiment, it can be concluded that by using 10% to 20% of fly ash with simple soil can give the best and optimal results as compared to simple soil and other compositions of fly ash.[10].

Thus, the results enable to conclude that coal fly ash can be used as a resource for the growth of crops as well as can be used in forestry purpose.

Types of Seed	No. of Seeds germinated						Length of shoots					
	5 %	10 %	20 %	30 %	50 %	Pure Soil	5 %	10 %	20 %	30 %	50 %	Pure Soil
Tomato	10	12	14	9	5	6	8.5	9	11	8	4.5	5.8
Mustard	10	11	13	7	2	6	13.5	14	15	13	3.5	5.8
Spinach	11	13	15	10	3	9	14.2	16	17	15	6.5	11.5
Coriander	10	15	15	11	7	12	8.6	9.5	10	7.5	4.8	9
Red Radish	9	12	11	8	3	7	12.4	13	13	11	5.7	10.5

Table 3 Results of seeds germination and length of shoots under different fly ash proportions

Table 3 illustrates the results of different seeds when sowed in different proportions of fly ash. For the company under consideration, it is beneficial to supply this fly ash to the farmers instead of its disposal. The main cost will be just transportation cost that is much less than the dumping cost.

Hence, serious consideration is required on the effect of metals leaching in soil. There are many constraints of using coal fly ash as fertilizer. Some of them are mentioned here as increase in salinity that ended up with the high cost of desalination. Moreover, it can raise the PH of soil and can be an agent for adding toxicity in soil. Increase in the amount of B can be a cause of reduction in diversity of plants.[11]

8.Recommendations:

The aforementioned constraints is the massive reason for non-implementation of fly ash as fertilizer in Pakistan as well as around the globe. The company that cooperate in conducting this research is agree to provide more assistance to find out the solutions of these constraints. The samples are already under the analysis for removal of hazardous elements from fly ash. The results are the main agents that can decide the further route map for this research. Another important point to facilitate the usage of fly ash is to create the awareness among farmers to use this ash as fertilizers.

References:

[1] D. Schuler, A. Rasche, D. Etzion, and L. Newton, "Guest Editors' Introduction: Corporate Sustainability Management and Environmental Ethics," Bus. Ethics Q., vol. 27, no. 2, pp. 213–237, 2017.

[2] M. A. Rosen and H. A. Kishawy, "Sustainable manufacturing and design: Concepts, practices and needs," Sustainability, vol. 4, no. 2, pp. 154–174, 2012.

[3] R. Goodland, "The concept of environmental sustainability," Sustainability, pp. 207–230, 2017.

[4] P. and Pulp, "Century Paper & Board Mills Limited." [Online]. Available: http://centurypaper.com.pk/operations.html. [Accessed: 06-Mar-2020].

[5] G. Sahu, A. Bag, N. Chatterjee, and A. Mukherjee, "Potential use of flyash in agriculture: A way to improve soil health," vol. 6, no. September, pp. 873–880, 2018.

[6] D. K. Szponder and K. Trybalski, "Fly Ash in Agriculture - Modern Applications of Coal Combustion By-Products," pp. 373–385, 2011.

[7] S. Basu, R. C. Rabara, and S. Negi, "AMF: The future prospect for sustainable agriculture," Physiol. Mol. Plant Pathol., vol. 102, pp. 36–45, 2018.

[8] R. P. Singh, A. K. Gupta, M. H. Ibrahim, and A. K. Mittal, "Coal fly ash utilization in agriculture: Its potential benefits and risks," Rev. Environ. Sci. Biotechnol., vol. 9, no. 4, pp. 345–358, 2010.

[9] N. A. Ibrahim Basha, A. James, R. Bharose, and P. S. Rao, "Impact of Flyash on Soil physical Properties under Sunflower-Spinach-Sunflower Crop Rotation System in Central India," Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci., vol. 7, no. 12, pp. 1815–1828, 2018.

[10] A. K. S. and P. G. R.K. Srivastava, "Eco-Friendly Utilization of Fly Ash in Agriculture: a Review," Int. J. Environ. Pollut. Res., vol. 4, no. 4, pp. 24–33, 2016.

[11] NCAB, "Ash Coal english." [Online]. Available: http://www.coal-ash.co.il/wordpress/?page_id=2736. [Accessed: 10-Mar-2020].

Management and Recycling of Municipal Fly Ash Solid Waste through Concrete Production

[1]Oday Ali Azez, [2]Hatice Öznur Öz, and [3]Kasım Mermerdaş

[1]Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, Kirkuk University, Iraq
[2]Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, Niğde Ömer Halisdemir University, Turkey
3Harran University, Engineering Faculty, Civil Engineering Department, Şanlıurfa, Turkey

Abstract:

This article introduced a zero waste management of pulverized fuel ash in construction sectors via two different approaches. The first one was represented by production of spherical lightweight aggregates from municipal solid waste fly ash (MSWFA). The second approach was introduced by producing a non-conventional concrete type namely self-compacting concrete incorporated a high MSWFA content. The production of aggregate and concrete was adopted through the use of lower consumptions of electrical energy. To this aim, fresh aggregate particles were self-cured at ambient temperature for 28 days, whilst no electrical or mechanical vibrators have been used in casting process. The quality of produced aggregate and concrete was examined by different experimental tests. The general conclusion of this study revealed that the use of MSWFA in the production of lightweight aggregate and concrete can be tapped to protect the environment from the side effects of MSWFA. In addition, the produced concrete can be utilized for structural purposes as the lower compressive strength was found to be higher than 55.1 MPa.

Key Words: *Waste management, solid waste, fly ash, lightweight aggregate, self-compacting concrete*

1. Introduction

One of the most challenging matters throughout the world is the management of wastes; mainly the solid waste material. Nowadays, an increase in environmental pollution issues are resulted from burn or buried wastes. Considering the solid waste material i.e. municipal solid waste fly ash (MSWFA), it can be said that a large quantity is stilled dropped in landfills and produces a considerable amount of pollution. In the recent years, many investigators are pioneered serious efforts to utilize such solid waste materials in the construction technology. For example, they used powders from industrial by-products in the production of some types of artificial aggregate. ArtiŞcial MSWFA aggregates can be manufactured either by cold bonding pelletization or sintering processes. Cold bonding is environment friendly technic requires minimum energy consumption

*Corresponding author: Address: Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, Kirkuk University, Iraq. E-mail address: odayazez@uokirkuk.edu.iq

and a medium technical skill for making pellets. In this method, the reaction between pozzolanic powder material and calcium hydroxide caused to create bonds in the agglomerated particles. Typically, after the agglomeration process the spherical pellets are left to cure at ambient temperature inside selling bags so as to gain more strength. The construction industry is depended on the natural resources (i.e. river aggregate and crushed stone aggregate). Therefore, the production of artificial aggregate from MSWFA can be used to compensate the serious shortages of natural aggregate. Self-compacting semi lightweight aggregate concrete (SCSLC) is a kind of nonconventional concrete described by high şuidity under its own weight, easily spread through congested reinforcement bars without blocking, easily take formwork shapes in structural members without vibration, high resistance to bleeding, and long distance pumping ability. The low density of SCSLC can result in size reductions of structural members and overcome the inconveniences of handling and placing of fresh concrete while skipping compaction and vibration processes help to avoid floating of LWA toward the concrete's surface during fresh concrete casting [1-3].

Due to the fact that aggregate occupies up to 75% by total concrete volume, aggregate can be considered as one of the most important constituent materials that affects fresh and other properties of concrete [4]. The presence of different types of lightweight aggregate source and several manufacturing methods result in distinguishing behavior among the concretes [3]. Many studies have been carried out to establish the factors affecting artificial lightweight aggregate properties produced from various industrial by products [5-7]. However, there is still a gap in the literature regarding the use of artiŞcial lightweight aggregates manufactured from industrial by products to produce SCSLCs. Lachemi et al. [8] developed three mixtures of concrete with blast furnace slag aggregates and expanded shale aggregates. Besides, one mixture of self-compacting normal weight was produced by incorporating normal-weight gravel aggregates and considered as a control mixture. The feasibility of using such type of concrete in reinforced sections was also investigated by measuring bond strength of reinforcing bars and failure mode. Hwang et al. [9] evaluated the manufacture and performance of LWA from 10-50% fly ash and reservoir sediment for light weight concrete. They used pelletizing disk and sintering by a rotary kiln for producing artificial LWA. The study demonstrated that the increment of MSWFA content increases the water absorption of LWA. The unite weight and 28-day compressive strength of SCSLC ranged from 1878 kg/m3 to 2057 kg/m3 and from 25.4 MPa to 54.9 MPa, respectively. The utilization of nano technology in concrete production was restricted with production of normal and self-consolidation concrete [10-12]. To the knowledge of the authors, the reduction of hazardous wastes effect and better

performance of construction industries can be accessed by incorporating nano technology in civil engineering.

In this study, cold bonding method was used to prepare artificial aggregate by mixing 90% MSWFA and 10% Portland cement. After the curing period, the manufactured aggregate was classified into fine and coarse aggregate. To attain the purposes of this study, several tests was conducted to compare between three different concrete mixtures.

2. Materials and Method

In this investigation CEM-I 42.5 ordinary Portland cement and MSWFA class F were utilized in the production of concrete and LWAs. The MSWFA provided from thermal power plant founded in Çatalağzı in Turkey and utilized instead of a specific weight of 25% cement in all concrete mixtures. The nano silica with a specific surface area of 150 m2/g was utilized. Table 1 presents the physical and chemical properties of the powders materials.

High range water reducing admixture (HRWRA) was used to achieve the required flowability for fresh concrete. The commercial name of HRWRA is Glenium 51 supplied in a plastic sealed container as a dark brown liquid and had a specific gravity of 1.07.

In the agglomeration process, the palletization machine was calibrated to have a revaluation speed of 42 rpm and a tilted angle of 45-degree, see Fig.1. As aforementioned earlier, the fresh aggregate particles which manufactured from 90% MSWFA and 10% cement were cured at 20 oC and 70% relative humidity for four weeks in sealed plastic bags. Figure 2 shows the main production stages of artificial aggregate through cold-bonded process. Two main fractions of 4-16 mm and 4-2 mm were used to category the prepared aggregate into coarse and fine aggregate, respectively. The specific gravity of artificial aggregate was 1.75, whereas it's about 1.74 for fine artificial aggregate. On the other hand, crushed sand having a specific gravity of 2.4 and size fractions of 0.25-2.0 mm was also used as a normal weight aggregate.

Water to binder ratio of 0.25 was used to design three different SCSLC mixes having a 600 kg/m3 binder ratio. The grading of aggregate was covered by 50%, 25%, and 25% artificial coarse aggregates, fine artificial aggregates, and crushed sand. The gradation curve of coarse and fine aggregate mixture is presented in Fig. 3. The details of mixing proportions are illustrated in Table 2, in which the mixes were designated according to nano silica fraction.

Analysis Report	Portland Cement	MSWFA	Nano Silica
Calcium oxide (%)	62.12	2.24	-
Silicon dioxide (%)	19.69	57.2	99.8
Aluminum oxide (%)	5.16	24.4	-
Ferric oxide (%)	2.88	7.1	-
Magnesium oxide (%)	1.17	2.4	-
Sulfur trioxide (%)	2.63	0.29	-
Potassium oxide (%)	0.88	3.37	-
Sodium oxide (%)	0.17	0.38	-
Loss of ignition (%)	2.99	1.52	≤ 1.0
Specific gravity 3.15	2.04	2.2	
Blaine fineness (m2/kg)	394	379	-

Table 1. Properties of cement and FA

MIX ID	Cement	MSWFA	Nano silica	Water	LWA		Sand
					Coarse	Fine	
SCSLC-0.0% NS	450	150	0	150	551.7	273.9	375.9
SCSLC-2.5% NS	438	150	15	150	550	273.1	374.8
SCSLC-5.0% NS	420	150	30	150	548.1	272.2	373.5

Table 2. Mix proportions of details in kg/m^3



Figure 1. A 45-degree angle tilted pan



Figure 2. Stages of aaggregate production

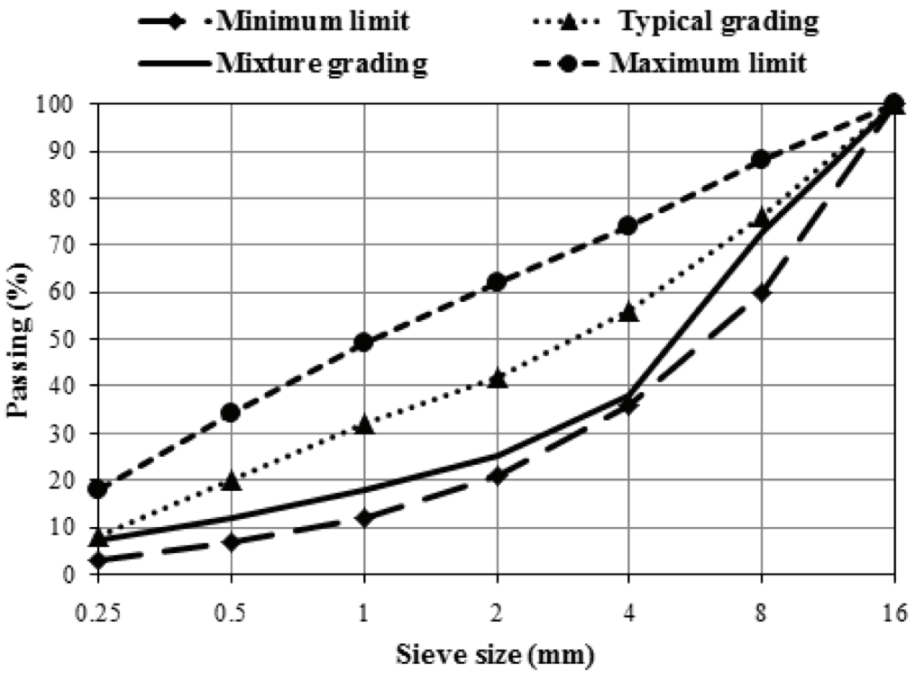


Figure 3. Aggregate grading according to standard limits [12].

3. Results

3.1. Fresh density

The SCSLC characterized by its high deformability, fluidity, and amazing filling ability through congested sections as well as uniform aggregate distribution and maximum resistance to bleeding and segregation which can be assessed by special test procedure with respect to EFNARC (2005) [14].

The fresh densities of the three different concrete mixtures are presented in Fig. 4. It can be seen the fresh density of concretes are found to be 1959.2, 1959.4 and to 1963.1 kg/m3 for SCSLC-0.0%NS, SCSLC-2.5%NS and SCSLC-5.0%NS, respectively. According to results of fresh density analysis, all concrete mixes can be considered as a semi-lightweight concretes. This behavior maybe resulted due to the use of crushed sand beside the lightweight aggregate, production concrete with high binder content of 600 kg/m3, and the utilization of low water to binder ratio [15]. Another observation must be stated that the use of nano silica (mix SCSLC-2.5%NS) decreases slightly the fresh density state of SCSLC compared to mixture namely SCSLC-0.0%NS. This is maybe attributed to the lower density of nano particles comparing to the cement particles as reported by Barfield and Ghafoori [16].

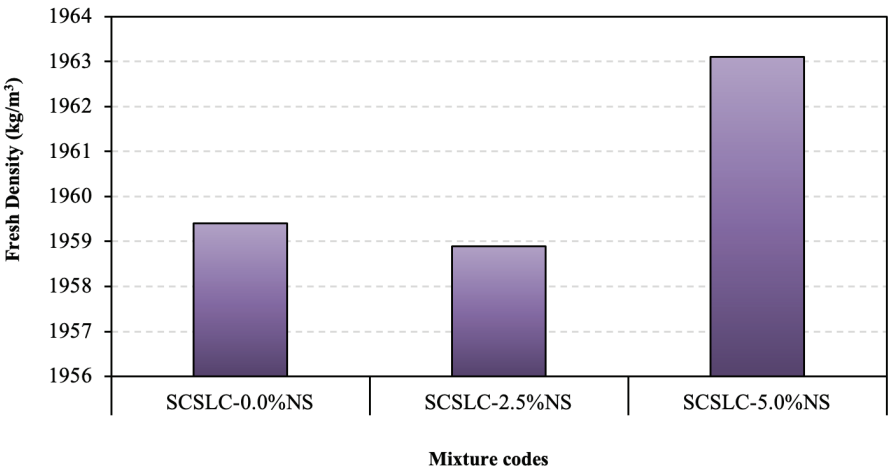


Figure 4. Comparison in the fresh density of SCSLC made with nano silica

3.2. Slump flow test

All concrete mixtures in this study were modified by adjusting the amount of HRWRA to have a suitable slump flow which was specified by a diameters of 700±50 mm. The observation stated that all the consistency of fresh concretes having a homogeneity without any bleeding or segregation. The lower and higher flow diameters of SCSLC-5.0%NS and SCSLC-0.0%NS mixtures were measured as 680 mm and 700 mm, respectively.

Regarding the influence of nano silica on the flow diameter slump test results, Senff et al. [15] stated the utilization of nano particles increases the cohesion in the fresh concrete mixtures. Such influence can be clearly seen in mixtures incorporated 2.5 % and 5.0% nano silica. The flow diameter of SCSLC-0.0%NS, SCSLC-2.5%NS and SCSLC-5.0%NS were found to be 700, 690, and 680 mm, respectively. It was recommended T500 to be in the range of 2-5 s so as to obtain fresh concrete having good viscosity which can prevent or reduce segregation [16]. The test results indicate that the use of nano silica can be used to modify the slump flow time with the recommended range.

The required doses of HRWRA to attain the required flow-ability for SCSLC made with artificial lightweight aggregate at different nano silica fractions are presented in Fig. 5. The results indicate that the addition of 2.5% and 5.0% of nano particles to SCSLC mixtures had a signiŞcant effect to increase the amount of HRWRA gradually. To achieve the desired slump flow diameter, the control mixture SSLC-0.0%NS required a 7.9 kg/m3 of HRWRA while SSLC-2.5%NS and SSLC-5.0%NS required about 11.3 and 19.3 kg/m3 of HRWRA, respectively. Thus, it can be concluded that, the utilization of nano silica in the blending

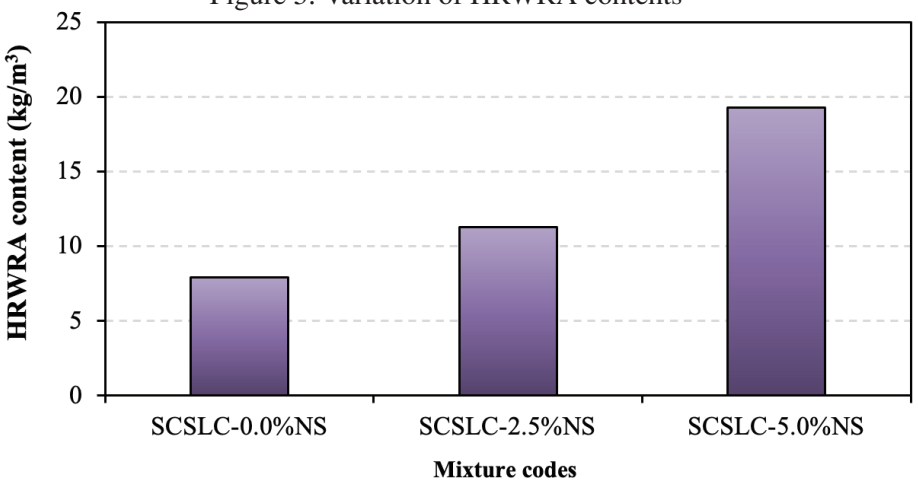
system results in a higher dosage of HRWRA to attain the workability reduction of fresh concrete. Hosseini et al. [17] stated that nano-particles reduces the amount of mixing water by the absorption ability. The physical properties of nano silica i.e. surface area and presence of unsaturated bonds attracting of water molecules to the surface of naon particles, however, this caused to create a chemical bond between them. As a result, the viscosity of fresh concrete will be increased due to the reduction of mixing water [15].

Table 3. Slump flow diameter and T_{500} of SCSLC

Mix	Diameter (mm)	T_{500} (s)
SCSLC-0.0%NS	700	3.66
SCSLC-2.5%NS	690	4.86
SCSLC-5.0%NS	680	4.98

system results in a higher dosage of HRWRA to attain the workability reduction of fresh concrete. Hosseini et al. [17] stated that nano-particles reduces the amount of mixing water by the absorption ability. The physical properties of nano silica i.e. surface area and presence of unsaturated bonds attracting of water molecules to the surface of naon particles, however, this caused to create a chemical bond between them. As a result, the viscosity of fresh concrete will be increased due to the reduction of mixing water [15].

Figure 5. Variation of HRWRA contents



3.3. Drying shrinkage

The reinforcement bars in concrete structures can be exposed to corrosion and deterioration due to the presence of cracks. Drying shrinkage of concrete if happened may result in cracks and then the risk of corrosion is increased significantly.

The influence of nano silica on the strain behavior of the three different

concrete mixtures produced in this study is shown in Fig. 6. As can be seen from the figure, the alterations between shrinkage values of drying shrinkage exhibit an extremely steep development at the first 10 days. The results indicate that the use of nano silica in the ternary blends reduces the strain development. The drying shrinkages of SCSLC-2.5%NS and SCSLC-2.5%NS were lower than that of the concrete free of nano silica, namely SCSLC-0.0%NS. On the one hand, the positive effect seemed to be higher with the increase of nano silica replacement level. In addition, the results also showed that the 2.5% percent of nano silica seemed more dominant than 5.0% nano silica on shrinkage intensity. For example, an increase in nano silica did not directly correlate with the same percentage increase of the positive effect. Recent studies [18, 19] also reported a beneficial effect due to the utilization of nano silica on drying shrinkage. Moreover, the shrinkage behavior detected in this study agrees with other investigations conducted to find the effect of ultrafine mineral admixtures on shrinkage [20, 21].

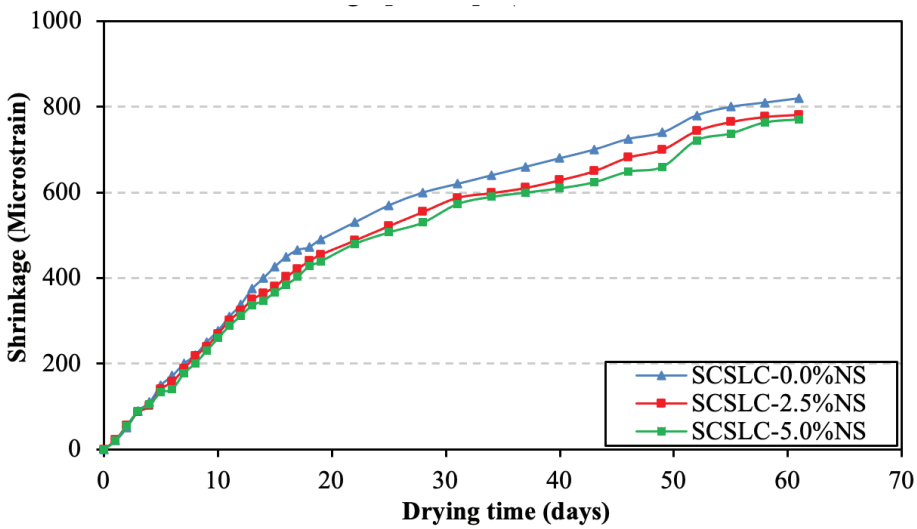


Figure 5. Variation of HRWRA contents

3.4. 28-days compressive strength

The results relevant to the compressive strength of SCSLC at 28 are graphically presented in Fig.6. The effect of nano silica on compressive strength of SCSLC is well observed in Fig. 6. It can be indicated that there was a significant increase in compressive strength with the increase of nano silica content. According to the experimental values, the compressive strength of samples incorporating 2.5% and 5.0% nano silica are higher by about 12 % and 18 % than those free of nano silica. It was reported that nano silica more effective to improve compressive strength in higher w/b ratio (lower cement contents) [17]. However, the enhanced intensity of SCSLC compressive strengths decreases with the increasing content of nano silica up to 5.0%. The mixes that included binary blends and made with

artificial aggregates exhibited lower values of compressive strength. The addition of nano silica remedies the compressive strength loss resulted from using inferior quality of artificial aggregate. For instance, the compressive strength at 28 days for SCSLC-0.0%NS was 55.06 MPa has increased to 61.68 and 64.83 MPa with the addition of 2.5% and 5.0% nano silica, respectively.

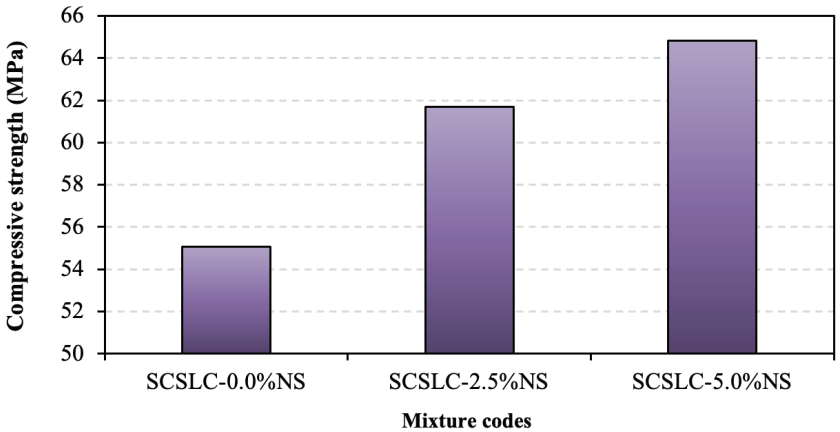


Figure 5. Variation of HRWRA contents

3.5. Conclusion

Based on the findings of the study, the following conclusions were drawn:

• The fresh densities of concretes in the range of 1959.4-1963.1 kg/m3 deduced that the produced concrete can be considered as a semi-lightweight self-compacted concretes. The replacement of denser particles (cement) with lighter particles (nano silica) decreases the fresh density state of concrete.

• It was inferred from the test results that all the mixes were executed to give a slump flow diameter of 700±50 mm which were achieved by adjusting the amount of HRWRA used. Moreover, HRWRA content increased with the increment of nano silica content. All of the mixtures manufactured in this study were classified as SF2.

• Employing nano silica in SCSLC up to 5% replacement level satisfied the requirements of self-compacted concrete as per by [14]. The addition of nano silica enhanced the consistency of the SCSLC. Hence, nano silica can be used to reduce bleeding and segregation.

• The use of 2.5% and 5.0% nano silica in the mixtures of SCSLC reduced drying shrinkage. Furthermore, the use of high amount of HRWRA caused to increase the efficiency of nano silica in reducing shrinkage.

• For all replacement levels, the nano silica modified SCSLC exhibited greater compressive strength in comparison to the SCSLC containing binary blend of Portland cement and MSWFA.

• Finally, MSWFA can be properly managed and recycled to beneficial reuse thought the production of valuable construction material, i.e. SCSLC. The production of artificial aggregate rather than concrete from MSWFA can be used to avoid the hazards that result from storage of such type of solid waste.

References

[1] Kayali O. Fly ash lightweight aggregates in high performance concrete. Constr Build Mater 2008;22:2393-9.

[2] Joseph G, Ramamurthy K. Influence of fly ash on strength and sorption characteristics of cold-bonded fly ash aggregate concrete. Constr Build Mater 2009;23:1862-70.

[3] Baykal G, Döven AG. Utilization of fly ash as pelletization process; theory, application, areas and research results. Resour Conserv Recycl 2000;30:59-77.

[4] Khaleel OR, Al-Mishhadan SA, Razak HA. The effect of coarse aggregate on fresh and hardened properties of self-compacting concrete (SCC). Procedia Eng 2011;14:805-13.

[5] Kim YJ, Choi YW, Lachemi M. Characteristics of self-consolidating concrete using two types of lightweight coarse aggregates. Constr Build Mater 2010;24:11-6.

[6] Hwang CL, Hung MF. Durability design and performance of self-consolidating lightweight concrete. Constr Build Mater 2005;19:619-26.

[7] Caijun S, Yanzhong W. Mix proportioning and properties of self-consolidating lightweight concrete containing glass powder. ACI Mater J 2005;102:355-63.

[8] Topçu IB, Uygunoğlu T. Effect of aggregate type on properties of hardened self-consolidating lightweight concrete (SCLC). Constr Build Mater 2010;24(7):1286-95.

[9] Hwang CL, Bui LAT, Lin KL, Lo CT. Manufacture and performance of lightweight aggregate from municipal solid waste incinerator fly ash and reservoir sediment for self-consolidating lightweight concrete. Cement Conc Compos 2012;34:1159-66.

[10] Koçkal NU, Özturan T. Effects of lightweight şy ash aggregate properties on the behavior of lightweight concretes. J Hazard Mater 2010;179:954-65.

[11] Quiroga PN. The effect of aggregate characteristics on the performance of Portland cement concrete. PhD Dissertation, The University of Texas at Austin;2003.

[12] Najim KB, Hall MR. Crumb rubber aggregate coatings/pre-treatments and their effects on interfacial bonding, air entrapment and fracture toughness in self-compacting rubberized concrete (SCRC). Mater Struct 2013;46:2029-43.

[12] TS 706 EN 12620-A1. Institute of Turkish Standards. (2009). Aggregates for Concrete, Ankara, Turkey.

[13] ACI Committee 213R–03. Guide for structural lightweight aggregate concrete.Farmington Hills: American Concrete Institute; 2003.

[14] EFNARC. European Federation of National Associations Representing for Concrete. (2005). Specification and guidelines for self-compacting concrete. UK: EFNARC.

[15] Senff, L., Labrincha, J.A, Ferreira, V.M, Hotza, D., Repette, W.L. (2009). Effect of nano-silica on rheology and fresh properties of cement pastes and mortars. Construction and Building Materials. 23, 2487-2491.

[16] Barfield, M., Ghafoori, N. (2012). Air-entrained self-consolidating concrete: A study of admixture sources. Construction and Building Materials. 26, 490-496.

[17] Hosseini, P., Booshehrian, A., Farshchi, S. (2010). Inşuence of nano-SiO2 addition on microstructure and mechanical properties of cement mortars for ferrocement. Journal of the Transportation Research Board. 2141, 15-20.

[18] Sadrmomtazi, A., Barzegar, A. (2010). Assessment of the effect of nano-SiO2 on physical and mechanical properties of self-compacting concrete, Coventry University and the university of Wisconsin Milwaukee Centre for By-products Utilization. In: Second International Conference on sustainable Construction Materials and Technologies.

[19] Bogas, J.A, Nogueira, R., Almeida, N.G. (2014). Influence of mineral additions and different compositional parameters on the shrinkage of structural expanded clay lightweight concrete. Materials & Design. 56,1039-1048.

[20] Al-Khaja, W.A. (1994). Strength and time-dependent deformations of silica fume concrete for use in Bahrain. Construction and Building Materials. 8(3), 169-172.

[21] Li, J., Yao, Y. (2001). A study on creep and drying shrinkage of high performance concrete. Cement and Concrete Research. 31(8), 1203-1206.

Shear Response and Frictional Properties of Soil Mixtures at Different Dry Weight Proportions

[1]**Tanay Karademir**
[1]Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Civil Engineering, Istanbul Bilgi University, Turkey

Abstract:

In nature, the occurrence and distribution of soils is such that the various types of soils can be found together as well as mixed at different weight proportions. In general, the engineering design methods and analysis parameters on evaluating the strength properties (i.e. bearing capacity) and deformation characteristics (i.e. elastic/plastic settlement under loading) have been developed for ideal soils such as pure sand or pure clays which, however, deviates from the reality. Research studies on these soils have progressed over the decades as performed on clean sands or pure clays both of which define distinct boundaries of a very wide spectrum of natural soils, and hence, sets limits on the prediction stress-strength-strain behavior (i.e. load-bearing capacity-deformation response) of soils under superstructural and/or infrastructural loading. To this end, in order to investigate and evaluate an important mechanical property of natural soil mixtures being shear response and frictional characteristics, an extensive laboratory experimental program has been conducted that consisted of a series of direct shear tests on various soil mixtures, including sand (S), silt (M) and clay (C), at different dry weight proportions [(i) S:100% – M:0% – C:0%; (ii) S:50% – M:50% – C:0%; (iii) S:50% – M:0% – C:50%; (iv) S:50% – M:25% – C:25%]. The experimental findings of the testing program have shown that the measured values of two crucial engineering design parameters such as the peak (τ_{peak}) as well as the residual ($\tau_{residual}$) shear strengths for the soil mixtures are strongly influenced by the present soil type such that the detected values of τ_{peak}, $\tau_{residual}$ increase with an increase in sand content in the mixture whereas the attained values of τ_{peak}, $\tau_{residual}$ decrease with an increase in clay content in the mixture. Further, adding silt into sand-clay mixture improves strength characteristics such that the values of τ_{peak}, $\tau_{residual}$ become greater. On the other hand, adding silt into pure sand diminishes frictional resistance such that the values of τ_{peak}, ($\tau_{residual}$ become lower. Consequently, it is seen that soil particle size (i.e. grain size) plays an important role on the shear strength behavior of the natural soil mixtures. Moreover, the displacement (τ_{peak}) required to reach peak shear strength (τ_{peak}) was also determined as a result of the direct shear tests. As such, the detected values of τ_{peak} become larger with higher clay content available in the mixture, while the obtained values of τ_{peak} become smaller with higher sand content existing in the mixture. Therefore, it is concluded that the higher the clay content, the mixture exhibits relatively more ductile shear behavior, whereas the higher the sand content, the mixture displays relatively more brittle shear response.

Key Words: *Soil Mixtures, Frictional Properties, Shear Behavior, Peak Strength, Residual Strength*

*Corresponding author: Address: Faculty of Engineering and Natural Sciences, Dept. of Civil Engineering, Istanbul Bilgi University, 34060, Istanbul TURKEY. E-mail address: tanay.karademir@bilgi.edu.tr, Phone: +905333113598

1. Introduction and Background

The ground soil such as sand, silt, and/or clay is the most important factor in engineering design and/or analysis as well as construction of environmental infrastructures that must wisely and technically be evaluated in the first place before performing building operations. This is regarding to the fact that those ground materials are utilized for the foundation of the environmental infrastructures that functionally transfer structural loads to the sub-ground. Therefore, in order to understand the engineering behavior and load-deformation response of those ground soils comprised of solely one type soil or mixture of different soil types, the geoenvironmental engineers are required to conduct laboratory and in situ tests so that their engineering response in terms of friction forces between those materials, and additionally, reactions under stress and/or strain application could be evaluated. Depending on physical state and boundary conditions, those ground soils and their mixtures can display distinct shear behavior and frictional characteristics with different kinds and combinations of substances under different loading conditions. To this end, for the last few decades, the shear response and frictional properties of soil mixtures at different dry weight proportions have been taking attention of the researchers including Kuerbis et al. [1], Pitman et al. [2], Lade and Yamamuro [3], Thevanayagam et al. [4] and Murthy et al. [5]. Those previous research studies mostly focused on the influence of fines content (silt and/or clay) on the dynamic response of the soil mixtures. On the other hand, the direct shear characteristics and frictional properties under static loading conditions have received limited attentions. In this regard, this study presented in the paper will extend the understanding on how the weight proportions and/or the type of soils in the natural soil mixtures affect stress – strain characteristics as well as peak and residual shear strength properties.

2. Materials and Method

2.1. Test Matrix

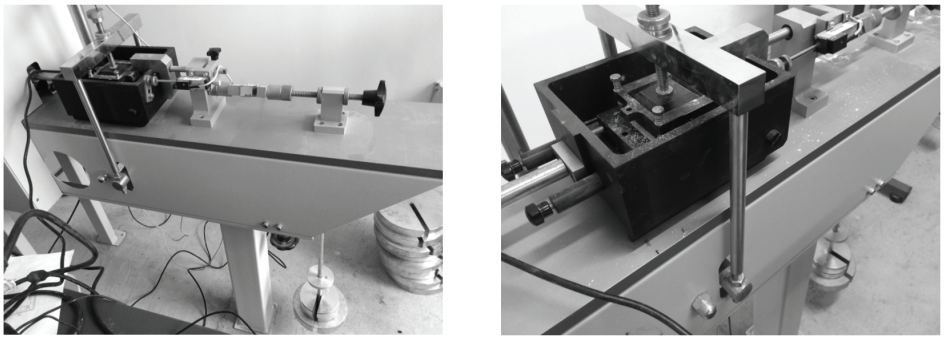
In order to investigate and evaluate an important mechanical property of natural soil mixtures that is shear response and frictional characteristics, an extensive laboratory experimental program has been conducted which consisted of a series of direct shear tests on various soil mixtures, including sand (S), silt (M) and clay (C) at different dry weight proportions (Table 1).

Table 1. Test Matrix

Test Specimen	1	2	3	4
	Sand (100%)	– Sand (50%)	– Sand (50%)	– Sand (50%)
	Silt (0%)	– Silt (50%)	– Silt (0%)	– Silt (25%)
	Clay (0%)	- Clay (0%)	- Clay (50%)	- Clay (25%)

2.2. Experimental Methods and Testing Devices

In an aim to measure and evaluate shear response and frictional properties of soil mixtures at different dry weight proportions, the direct shear testing method among different mechanical frictional strength test detection techniques were applied in the laboratory using an automated direct shear device (Figure 1). The entire shear box apparatus includes the loading devices and the sensors in addition to the shear box container.



(a) (b)

Figure 1. Direct Shear Device (a), Close up View of Shear Box (b)

Subsequent to preparation of soil mixture samples at different dry weight proportions (Table 1), soil specimens were placed in a shear box that consists of two stacked square pieces both of which having dimensions of 60 mm by 60 mm in plan to hold the soil mixture specimens. In other words, the shear box is a rigid metallic container in which the soil specimen is retained during the course of the testing. The total thickness of the shear box is 50 mm while the thickness of specimen within the box is 25 mm. The contact between those two square halves (pieces) of the shear box is at the mid-height of the specimen. Following the placement of the specimen in the shear box, the top cap was located, immobilized and restrained by a pin attached and fixed to a cross beam. Thereafter, the selected confining stress (i.e. normal stress) was applied vertically onto the soil specimen through the cross beam connected to the incremental weight placement mechanism compartment of the shear device. The selected added weights into this compartment were calculated based on the proposed normal stress intended to be applied during the test progress. Afterwards, the testing process was initiated by pulling laterally the lower part of the shear box so that the frictional response within soil specimen on a horizontal surface coinciding with the contact shear area in between two counterface shear box segments was measured in such a way that the shear behavior of every soil mixture samples was detected completely. That's to say, the shearing of the soil specimen is inducing horizontal

Subsequent to preparation of soil mixture samples at different dry weight proportions (Table 1), soil specimens were placed in a shear box that consists of two stacked square pieces both of which having dimensions of 60 mm by 60 mm in plan to hold the soil mixture specimens. In other words, the shear box is a rigid metallic container in which the soil specimen is retained during the course of the testing. The total thickness of the shear box is 50 mm while the thickness of specimen within the box is 25 mm. The contact between those two square halves (pieces) of the shear box is at the mid-height of the specimen. Following the placement of the specimen in the shear box, the top cap was located, immobilized and restrained by a pin attached and fixed to a cross beam. Thereafter, the selected confining stress (i.e. normal stress) was applied vertically onto the soil specimen through the cross beam connected to the incremental weight placement mechanism compartment of the shear device. The selected added weights into this compartment were calculated based on the proposed normal stress intended to be applied during the test progress. Afterwards, the testing process was initiated by pulling laterally the lower part of the shear box so that the frictional response within soil specimen on a horizontal surface coinciding with the contact shear area in between two counterface shear box segments was measured in such a way that the shear behavior of every soil mixture samples was detected completely. That's to say, the shearing of the soil specimen is inducing horizontal strain on the test sample by displacing the top half of the box laterally with respect to the bottom half of the box at a constant rate of shearing deformation while measuring the shearing force, the relative lateral displacement, and the normal displacement. The soil specimens were sheared to a horizontal displacement of 10 mm at a shearing rate 1 mm per minute (1 mm/min) until the sample fails prior to finalizing the test through a specified strain of ~15%. In direct shear tests, the failure surface in soil specimens tested is restricted to occur on a specific predefined surface called shear plane being horizontal as well as parallel to the shearing displacement.

2.3. Theory and Calculations

The horizontal load applied or the shear stress measured as well as the lateral displacement moved (i.e. horizontal deformation produced) or the lateral strain induced was recorded at frequent time intervals by a controller program to determine stress-strength-strain curves or load-displacement plots for each confining stress or normal load. From each soil mixture at a specified dry weight proportion, several test specimens were prepared in order to be tested at various normal stresses so as that the failure envelopes (Mohr-Coulomb Failure Envelopes) demonstrating the shear response and frictional properties through two important strength properties (i.e. engineering design parameters) of soils such

as soil cohesion (c) and internal friction angle (σ) were developed. To this end, the shear stress (τ) is correlated to the normal stress (σ) through a mathematical model (Equation 1) displaying the behavior of the generated Mohr-Coulomb failure envelopes as a result of direct shear tests. Then, the results of the tests on each specimen were plotted on a graph with the peak (i.e. maximum value) or the residual (i.e. large displacement constant value) frictional shear stresses (τ_{Peak}, $\tau_{Residual}$) on the ordinate (y-axis) and the normal confining stress (τ) on the abscissa (x-axis). As such, the y-intercept of the curve that best fits the test results through the regression analysis describes the cohesion (c) and the slope of the curve represents the internal friction angle (σ).

$$\tau = c + \sigma.\tan\phi$$

3. Experimental Findings and Results

The results of 12 direct shear tests on four distinct soil mixtures including different dry weight proportions of three different soils such as sand, silt and clay at three different loading conditions (= 25, 50, and 100 kPa) will be presented in this section along with necessary explanations and discussions on the experimental findings.

3.1. Direct Shear Response

The direct shear response of soil mixtures at different dry weight proportions for different loading conditions of low stress level (25 kPa), medium stress level (50 kPa), and high stress level (100 kPa) are presented in Figures 2, 3, and 4, respectively. Regardless of loading condition, the largest direct shear resistance was observed in sand (100%) – silt (0%) – clay (0%) soil mixture, while the smallest resistance was exhibited in sand (50%) – silt (0%) – clay (50%) soil mixture. This infers that the addition of clay at substantial amount (50%) significantly influence the shear resistance of soil mixtures. On the other hand, the addition of silt into the mixture contributes the shear resistance such that the sand (50%) – silt (25%) – clay (25%) soil mixture displays higher frictional resistance compared to that of the sand (50%) – silt (0%) – clay (50%), whereas demonstrates lower frictional resistance under shearing in comparison to that of sand (50%) – silt (50%) – clay (0%).

Furthermore, the post peak strength loss behavior was observed in only sand (100%) – silt (0%) – clay (0%) soil mixture. In contrast, for all other soil mixtures due to the addition of silt and particularly clay, no notable frictional resistance loss with continued shear displacement was detected. In particular, with addition of clay into the mixture, a marginal strain hardening behavior was exhibited such

that a minor shear resistance gaining response was occurred with continued shear movement at larger displacements (i.e. especially >5-6 mm). The shear response of soil mixtures has become relatively more ductile with addition of clay having high plasticity, while the response has displayed as brittle due to predominant amount of nonplastic material being sand available in the mixture, and particularly in pure sandy soil.

Moreover, the shear stress – horizontal displacement curves located at higher field (i.e. area) of stress – displacement space for all the soil mixtures by increasing normal stress level from 25 kPa up to 100 kPa. This shows that the larger the normal stress (i.e. loading), the greater the shear response and frictional resistance has developed regardless of dry weight proportions and/or soil types that exist in the mixtures.

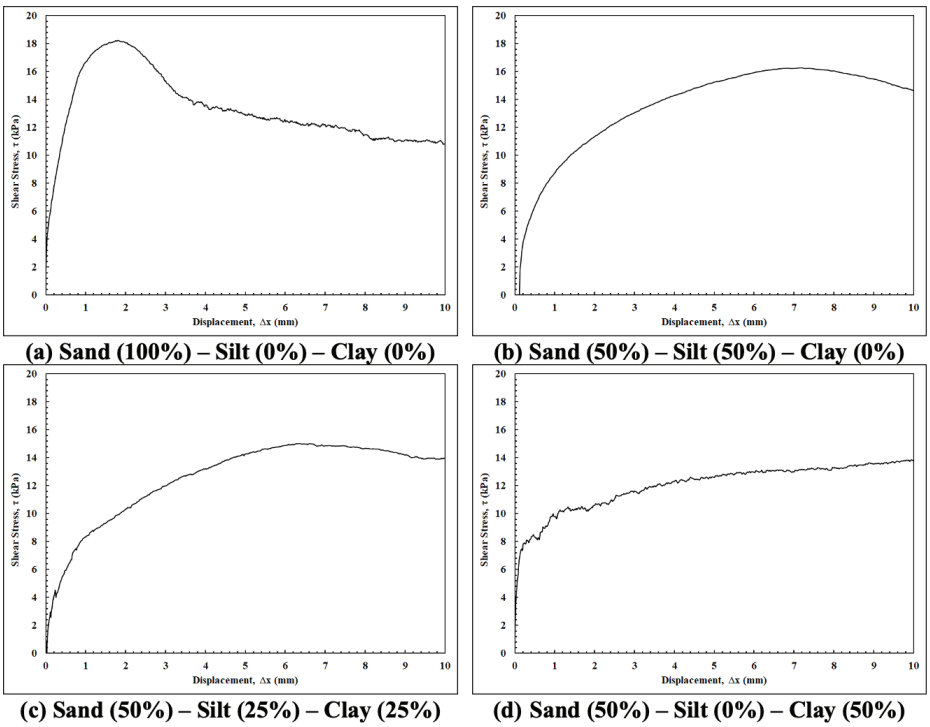


Figure 2. Direct Shear Response of Soil Mixtures at Different Dry Weight Proportions (σ = 25 kPa)

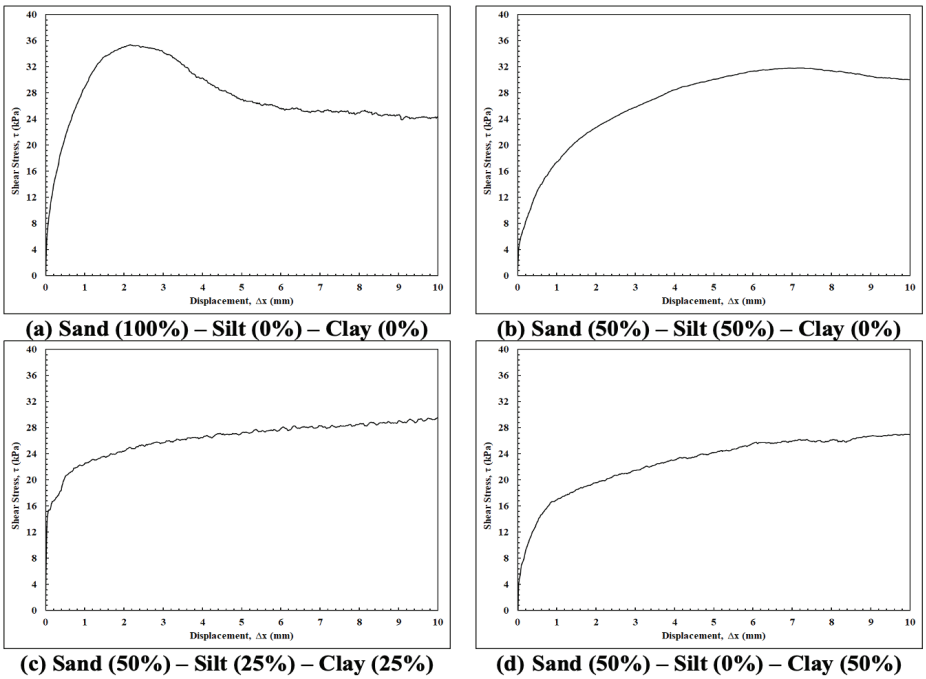


Figure 3. Direct Shear Response of Soil Mixtures at Different Dry Weight Proportions (σ = 50 kPa)

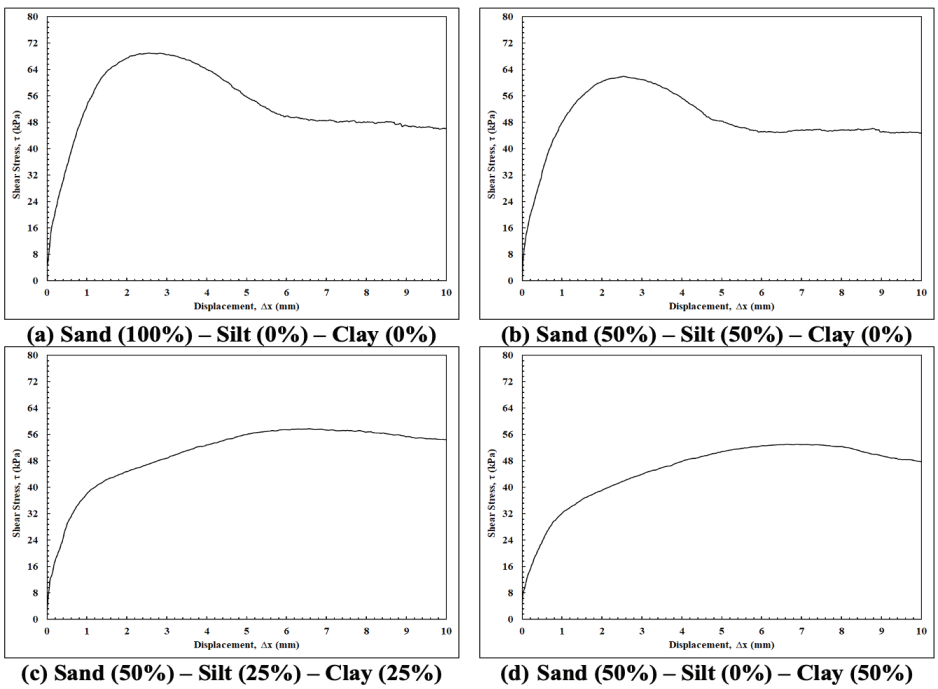


Figure 4. Direct Shear Response of Soil Mixtures at Different Dry Weight Proportions (σ = 100 kPa)

that a minor shear resistance gaining response was occurred with continued shear movement at larger displacements (i.e. especially >5-6 mm). The shear response of soil mixtures has become relatively more ductile with addition of clay having high plasticity, while the response has displayed as brittle due to predominant amount of nonplastic material being sand available in the mixture, and particularly in pure sandy soil.

Moreover, the shear stress – horizontal displacement curves located at higher field (i.e. area) of stress – displacement space for all the soil mixtures by increasing normal stress level from 25 kPa up to 100 kPa. This shows that the larger the normal stress (i.e. loading), the greater the shear response and frictional resistance has developed regardless of dry weight proportions and/or soil types that exist in the mixtures.

A further comparative analysis on engineering frictional properties including peak shear strength (τ_{Peak}), residual shear strength ($\tau_{Residual}$), and displacement required to reach peak shear strength (δ_{Peak}) was carried out in a purpose to extend the understanding on how those engineering design parameters could change due to variations in dry weight proportions of soil types that exists in natural soil mixtures. The comparison of peak shear strength (τ_{Peak}) for different soil mixtures are presented in Figure 5 for different loading conditions such as low normal stress level (σ = 25 kPa), moderate normal stress level (σ = 50 kPa), and high normal stress level (σ = 100 kPa). Regardless of loading condition, a similar behavior has been observed such that the largest τPeak was obtained for the sand (100%) – silt (0%) – clay (0%) soil mixture; whereas the smallest value of τ_{Peak} was detected for the sand (50%) – silt (0%) – clay (50%) mixture. In-between, the sand (50%) – silt (50%) – clay (0%) mixture exhibited relatively greater values than that of the sand (50%) – silt (25%) – clay (25%) mixture owing to the presence of silt in the sand-clay mixture. Consequently, it is pointed out that the addition of silt and clay into the pure sand results in a decrease of the τ_{Peak}; however the presence of silt in the mixture enhances the peak frictional strength compared to that of the solely sand – clay mixtures. On the other hand, as opposed to the substantial change displayed in the values of the peak shear strength (τ_{Peak}), a marginal change exhibited in the measured values of the residual shear strength ($\tau_{Residual}$) due to the inclusion of silt and clay into the pure sandy soil at all normal stress levels ranging from σ = 25 kPa up to σ = 100 kPa (Figure 6). This is attributed the fact that the large displacement (i.e. strain) frictional strength (i.e. $\tau_{Residual}$) is governed by the state of the shearing plane in addition to the soil particle size and gradation while the small strain frictional resistance is mostly regulated by the mean grain size and size distribution of soil particles. Furthermore, the order of sorting for the tested soil mixtures for the detected values of $\tau_{Residual}$ from the largest to the smallest is the same and corresponding with that of the measured values of τ_{Peak} from the largest to the smallest.

The comparison of displacement to peak (δPeak) for the tested soil mixtures prepared at different dry weight proportions is shown in Figure 7. At all normal stress levels of the direct shear testing, the measured values of δPeak were the smallest for the pure sandy soil among all the soil mixtures of the experimental program. Moreover, the values of δPeak for the pure sand were much dissimilar and isolated from those values detected for the other soil mixtures such that the magnitude of δPeak was approximately one quarter than that of the magnitudes for the other mixtures. For low and moderate normal stress levels of 25 kPa and 50 kPa, respectively, the higher the clay content the larger the values of δPeak, and furthermore, the addition of silt into the sandy soil can also result in an increase of the measured values of δPeak considerably. However, the influence of the clay is more remarkable and significant. On the other hand, for high normal stress level of 100 kPa, the detected values of δPeak were more or less similar for all soil mixtures including solely silt, solely clay, and/or both silt and clay except for the pure sand that was ¼ of the other values measured. This is attributed to the larger confinement of the soil mixtures including two or three types of natural soil at high normal stress level of 100 kPa that results in the requirement of similar straining levels within the soil to be able to mobilize the peak state

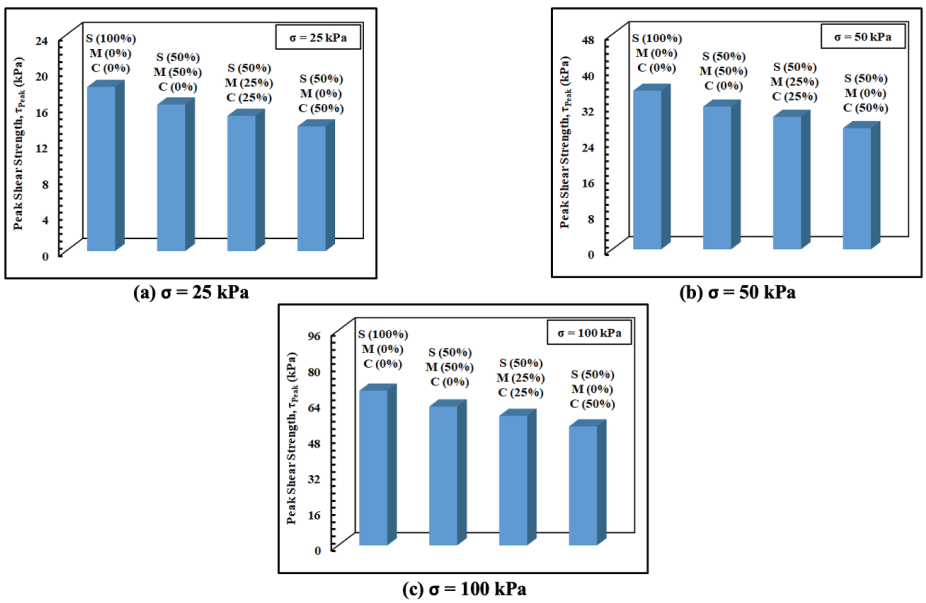


Figure 5. Comparison of Peak Shear Strength for Soil Mixtures at Different Dry Weight Proportions

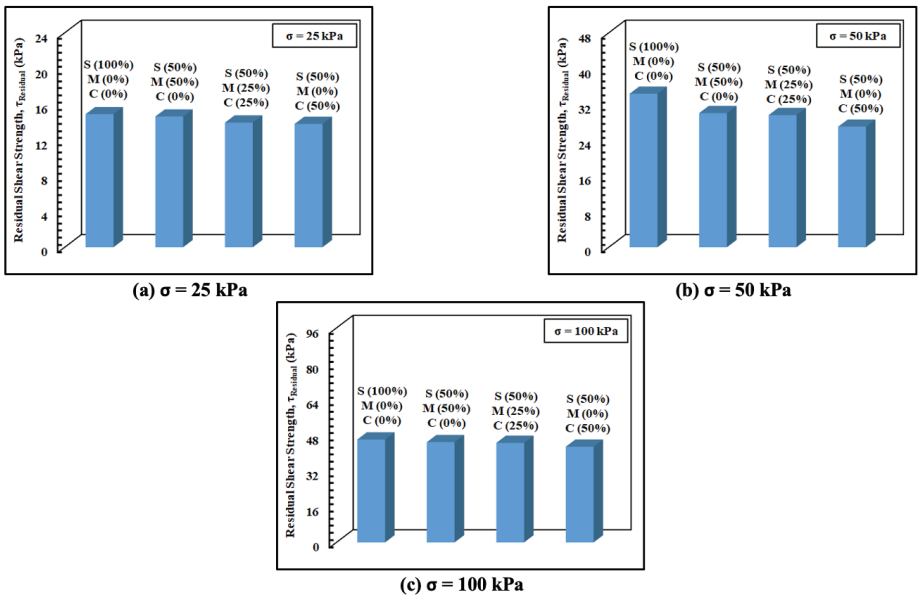


Figure 6. Comparison of Residual Shear Strength for Soil Mixtures at Different Dry Weight Proportions

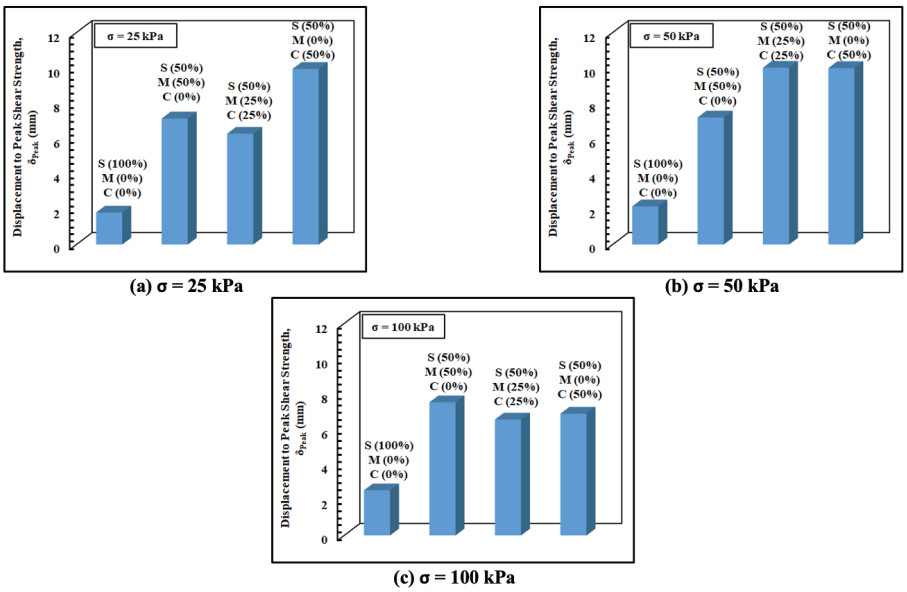


Figure 7. Comparison of Displacement to Peak for Soil Mixtures at Different Dry Weight Proportions

The comparison of Mohr – Coulomb failure envelopes for the tested soil mixtures at different dry weight proportions for the Peak State and the Residual State are presented in Figures 8a and 8b, respectively. Linear behaviours for the peak state in the envelopes were exhibited for all the tested soil mixtures of the laboratory experimental program, while logarithmic (i.e. non-linear) behaviours were displayed for the residual state of all the soil mixtures. This results from larger confinement of the soil at high normal stress levels such as σ = 100 kPa that prevents the mobilization of the sufficient magnitudes of frictional strength (i.e. shear resistance) as expected within the soil due to shear displacement.

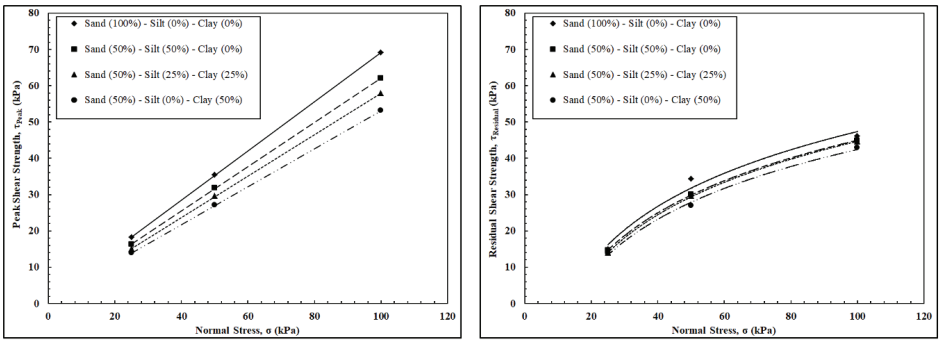


Figure 8. Comparison of Mohr – Coulomb Failure Envelopes for Soil Mixtures at Different Dry Weight Proportions:
(a) Peak Shear Strength Failure Envelopes; (b) Residual Shear Strength Failure Envelopes

The experimental findings of the testing program and the results of analysis of the study have shown that the measured values of two crucial engineering design parameters such as the peak (τ_{peak}) as well as the residual ($\tau_{residual}$) shear strengths for the soil mixtures are strongly influenced by the present soil type such that the detected values of τ_{peak}, $\tau_{residual}$ increase with an increase in sand content in the mixture whereas the attained values of τ_{peak}, $\tau_{residual}$ decrease with an increase in clay content in the mixture. In addition, adding silt into sand-clay mixture improves strength characteristics such that the values of τ_{peak}, $\tau_{residual}$ become greater. On the other hand, adding silt into pure sand diminishes frictional resistance such that the values of τ_{peak}, $\tau_{residual}$ become lower. Consequently, it is seen that soil particle size (i.e. grain size) plays an important role on the shear strength behavior of the natural soil mixtures. Further, linear behaviours for the peak state in the envelopes were exhibited for all the tested soil mixtures of the laboratory experimental program, while logarithmic (i.e. non-linear) behaviours were displayed for the residual state of all the soil mixtures. This results from larger confinement of the soil at high normal stress levels such as σ = 100 kPa that prevents the mobilization of the sufficient magnitudes of frictional strength (i.e. shear resistance) as expected within the soil due to shear displacement. Moreover,

the displacement (δ_{peak}) required to reach peak shear strength (τ_{peak}) was also determined as a result of the direct shear tests. As such, the detected values of δ_{peak} become larger with higher clay content available in the mixture, while the obtained values of δ_{peak} become smaller with higher sand content existing in the mixture. Further, the larger confinement of the soil mixtures including two or three types of natural soil at high normal stress level of 100 kPa resulted in the requirement of similar straining levels within the soil to be able to mobilize the peak state. Therefore, it is concluded that the higher the clay content, the mixture exhibits relatively more ductile shear behavior, whereas the higher the sand content, the mixture displays relatively more brittle shear response.

References

[1] Kuerbis, R., Negussey, D. and Vaid, Y.P. Effect of gradation and fines content on the undrained response of sand. In: Hydraulic Fill Structures, ASCE Geotech. Eng. Div. Specialty Pub. No. 21, (D.J.A. Van Zyl and S.G. Vick, Eds.), Fort Collins, Colorado; 1988, p. 330-345.

[2] Pitman, T.D., Robertson, P.K. and Sego, D.C. Influence of fines on the collapse of loose sands. Canadian Geotechnical Journal 1994; 31(5), 728-739.

[3] Lade, P.V. and Yamamuro, J.A. Effects of non-plastic fines on static liquefaction of sands. Canadian Geotechnical Journal 1997; 34(6), 918-928.

[4] Thevanayagam, S., Shenthan, T., Mohan, S. and Liang, J. Undrained fragility of clean sands, silty sands, and sandy silts. ASCE Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering 2002; 128(10), 849-859.

[5] Murthy, T.G., Loukidis, D., Carraro, J.A.H., Prezzi, M. and Salgado, R. Undrained monotonic response of clean and silty sands. Canadian Geotechnical Journal 2007; 57(3), 273-288.