



OMÜ Mühendislik Bilimleri ve Teknolojisi Dergisi,
OMU Journal of Engineering Sciences and Technology

e-ISSN: 2791-8858 OMUJEST, March 2022, 2(1): 67-81

Türkiye’deki Çevresel Göstergelerin İstatistiksel Açıdan Değerlendirilmesi

Statistical Evaluation of Environmental Indicators in Turkey

Hülya Aykaç Özen¹

¹Ondokuz Mayıs Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü
• hulya.aykac@omu.edu.tr • ORCID > 0000-0003-4990-6682

Makale Bilgisi / Article Information

Makale Türü / Article Types: Araştırma Makalesi / Research Article

Geliş Tarihi / Received: 10 Ocak / January 2022

Kabul Tarihi / Accepted: 21 Şubat / February 2022

Yıl / Year: 2022 | **Cilt – Volume:** 2 | **Sayı – Issue:** 1 | **Sayfa / Pages:** 67-81

Atıf/Cite as: Özen, H. A. "Türkiye’deki Çevresel Göstergelerin İstatistiksel Açıdan Değerlendirilmesi - Statistical Evaluation Of Environmental Indicators In Turkey". Ondokuz Mayıs Üniversitesi Mühendislik Bilimleri ve Teknolojisi Dergisi - Ondokuz Mayıs University Journal of Engineering Sciences And Technology 2(1), March 2022: 67-81

Sorumlu Yazar: Hülya AYKAÇ ÖZEN

TÜRKİYE'DEKİ ÇEVRESEL GÖSTERGELERİN İSTATİSTİKSEL AÇIDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

ÖZET

Son yüzyılda, çevresel bozulmaya neden olan etmenlerden biri olan insan popülasyonunda endişe verici derecede artış olmaktadır. Özellikle, nüfus artışı ile birlikte çevrede ortaya çıkan zararlı ve toksik kirleticiler küresel kaygıları uyandırmış ve çevre kirliliğini azaltmak ve insan sağlığını korumak için gerekli küresel çabaların sürdürülmesi gerekliliğini ortaya koymuştur. Bu çalışmada ile, Türkiye'deki çevresel gösterge parametrelerinin yıllara ve nüfusa göre değişiminin incelenmesi amaçlanmıştır. İlk aşamada, son on yılda belediyelerde içme suyu şebekesi için çekilen toplam su, deşarj edilen atık su miktarı, toplanan atık miktarı, elektrik tüketimi ve sera gazı emisyon miktarları elde edilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde, içme suyu arıtma tesisi sayısında yıllara göre artış olduğu, alıcı ortamlara deşarj edilen atık su miktarının 2020 yılında %27 arttığı, toplanan atık miktarı ve düzenli depolama tesisine gönderilen atık miktarının en yüksek değerine 2020 yılında ulaştığı görülmüştür. İkinci aşamada ise, istatistiksel çalışma gerçekleştirilmiş ve Türkiye nüfusu ile çevresel göstergeler arasındaki ilişki, Spearman korelasyon analizi ile belirlenmiştir. Türkiye nüfusu ile toplam elektrik tüketimi ve sera gazı emisyonu arasında pozitif yönde güçlü bir ilişki görülmüştür. Türkiye nüfusu ile toplanan belediye atık miktarı, deşarj edilen atık su miktarı ve içme ve kullanma suyu şebekesi için çekilen toplam su miktarı arasında tam korelasyon izlenmiştir.

Anahtar kelimeler: İçme suyu, Atık su, Katı atık, Sera gazı emisyonu, Elektrik tüketimi

STATISTICAL EVALUATION OF ENVIRONMENTAL INDICATORS IN TURKEY

ABSTRACT

In the last century, there has been an alarming increase in the human population, which is one of the factors that cause environmental degradation. Especially the harmful and toxic pollutants emerging in the environment with population growth have aroused global concerns and revealed the necessity of continuing the substantial global efforts to reduce environmental pollution and protect human health. In this study, it is aimed to examine the environmental indicator parameters in Turkey according to years and population. In the first stage, water abstraction for municipal water supply network, the amount of wastewater discharged, the amount of municipal waste, distribution of net electricity consumption and green-

house gas emissions in the last ten years were evaluated. The results showed that the number of drinking water treatment plants has increased over the years, the amount of wastewater discharged to receiving environments has increased by 27%, the amount of municipal waste collected and the amount of waste delivered to controlled landfill site are at their highest value in 2020. In the second stage, statistical study was carried out and the relationship between the population of Turkey and environmental indicators was determined by applying Spearman correlation analysis. There is a strong positive relationship between the population of Turkey and total electricity consumption and greenhouse gas emissions. A complete correlation was observed between the population of Turkey and the amount of collected municipal waste, the amount of discharged wastewater and water abstraction for municipal water supply network.

Keywords: *Drinking water, Waste water, Solid waste, Greenhouse gas emissions, Electricity consumption*

Öne çıkanlar

- Türkiye nüfusu ile toplam elektrik tüketimi ve sera gazı emisyonu arasında pozitif yönde güçlü bir ilişki görülmüştür.
- Türkiye nüfusu ile toplanan belediye atık miktarı, deşarj edilen atık su miktarı ve içme ve kullanma suyu şebekesi için çekilen toplam su miktarı arasında tam korelasyon izlenmiştir.

1. GİRİŞ

Türkiye'de çevre kirliliğine neden olan nüfus artışı, hızlı kentleşme ve endüstriyel gelişme sonucu çevresel faktörlerin insan üzerindeki önemi giderek belirgin bir hale gelmektedir [1,2]. Ayrıca, iklim değişikliği, çölleşme, ormansızlaşma, su kıtlığı, doğanın bozulması ve deniz kirliliği gibi bir dizi çevresel sorunu da tetiklemektedir [3]. Bu zorlukların üstesinden gelmek için Türkiye, Avrupa Birliği'nin Yeşil Mutabakat kapsamında uyum çabasının bir parçası olarak yeni mevzuat ve kurumsal uygulamaları benimsemiştir. Bundan dolayı, Türkiye'deki çevresel göstergelerin durum tespiti ve detaylı analizi oldukça önemlidir. Çevresel göstergelerden biri olan hava, insan sağlığı için vazgeçilmez bir bileşendir. Fakat özellikle nüfus artışı ve sanayileşme sonucu sağlık için tehlike oluşturan bir veya daha fazla tehlikeli madde veya kirletici içeren hava, 1960'lardan itibaren tüm dünyada etkisini göstermeye başlamıştır [4]. Kentsel nüfustaki hızlı büyüme, sanayileşme, artan enerji ihtiyacı ve motorlu taşıt talepleri, yollar, araçların yaşı ve yetersiz bakımı ile daha az verimli üretim teknolojisi hava kirliliği seviyeleri ile ilişkilendirilmiştir [5]. Öte yandan, endüstriyel ve evsel düzeylerde yoğun enerji kullanımı ile CO₂ ve diğer sera gazlarını içeren kirletici emisyonlarının atmosfere salınması kaçınıl-

maz olmuştur [6]. Sanayileşme süreci ile başlayan ekonomik faaliyetler ülkelerin büyüme ve kalkınmasını sağlarken özellikle su kaynakları üzerinde de olumsuz etkilere neden olmaktadır. Yeryüzünün önemli bir bölümü sularla kaplı olmasına rağmen, mevcut kullanılabilen su miktarı çok düşüktür. Doğal nedenlerin yanı sıra insan faaliyetlerinin neden olduğu zararlar, sınırlı su kaynakları ve küresel su sorunları üzerinde baskıya neden olmuştur. Yapılan araştırmalar kuraklık, küresel ısınma ve iklim değişikliği gibi iklim olaylarının yanı sıra dünya nüfusunun artması, kentleşme oranının artması, su kaynaklarının kirlenmesi gibi birçok nedenin küresel bir su krizine neden olacağını göstermektedir [7]. Ayrıca, içme suyu kaynaklarındaki büyük miktarda kirlilik, insan veya endüstriler ve hükümet yetkililerinin bilgisizliği nedeniyle tatlı su kaynakları giderek bu kaynakların kullanılamaz hale gelmesine neden olmaktadır. Arıtılmamış atık suların deşarj edilmesiyle artan su kirliliği, dünya çapında insanlığın karşılaştığı en büyük sorunlardan biridir [8,9]. Küresel olarak artan nüfus, kentleşme ve sanayileşme ile birlikte atık su miktarları da önemli bir çevre sorunu haline gelmiştir [10]. Bu atık sular yüksek düzeyde ağır metaller, organik bileşikler ve patojenler içerdiğinden [11] sağlık koşullarını ve çevre koşullarını daha da kötüleştirmiştir [12]. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın 2016 yılı verileri üzerinden hazırladığı Türkiye Çevre Sorunları ve Öncelikleri Değerlendirme Raporu'nda, Türkiye'nin en önemli çevre sorununun su kirliliği olduğu ifade edilmektedir. Bu raporda yer alan 81 ilin verileri incelendiğinde, 30 ilde su kirliliğinin çevre ve insan sağlığı ile ilgili büyük sorunlara neden olduğunu ortaya koymaktadır. Bu illerde bulunan 158 yerüstü su kaynağında yapılan kalite kontrolünde 33 noktada (kaynakların %21'inde) suyun kirliliği, 52 noktada ise (kaynakların %33'ünde) çok kirliliği tespit edilmiştir. Rapora göre yer üstü sularını kirleten başlıca etkenler evsel atık sular ile zirai ilaç-gübre kullanımı ve yeraltı sularının kirleten temel etkenler ise sırasıyla zirai ilaç-gübre kullanımı, hayvan yetiştiriciliği ve evsel atık sular olarak sıralanmıştır [14]. Artan nüfus seviyeleri, gelişen ekonomi, hızlı kentleşme ve toplu yaşam standartlarındaki artış, gelişmekte olan ülkelerde kentsel katı atık üretim oranını da büyük ölçüde hızlandırmıştır [15]. Ancak katı atıkların değerli bileşenlerinin geri dönüşümü ve kompostlaştırılmasındaki başarısızlıklardan kaynaklanan kirlilik, estetik değerlerin azalması ve ekonomik kayıplar gibi sonuçlara yol açabilmektedir. Ayrıca, katı atıkların kötü yönetimi, ciddi kentsel, çevresel ve sağlık sorunlarına neden olabilmektedir. Düzenli depolama alanlarında patlama riski ve sızıntı suyu nedeniyle yeraltı suyu kirliliğine de yol açabilmektedir [16]. Uygun olmayan katı atıkların toplama ve yönetimi uygulamaları, aynı zamanda, katı atığın büyük bir kısmından geri dönüştürülebilir ve üretilebilir kaynak ve enerji kaybına neden olmaktadır [17] bu da çevre kirliliğine ve halk sağlığına yönelik riskleri arttırmaktadır [18].

Bu çalışmanın amacı, Türkiye'de son on yılda elde edilen çevresel göstergeler (katı atık miktarı, alıcı ortamlara deşarj edilen atık su miktarı, içme suyu şebekesi için çekilen toplam su, sera gazı emisyon miktarı, elektrik tüketimi) parametre-

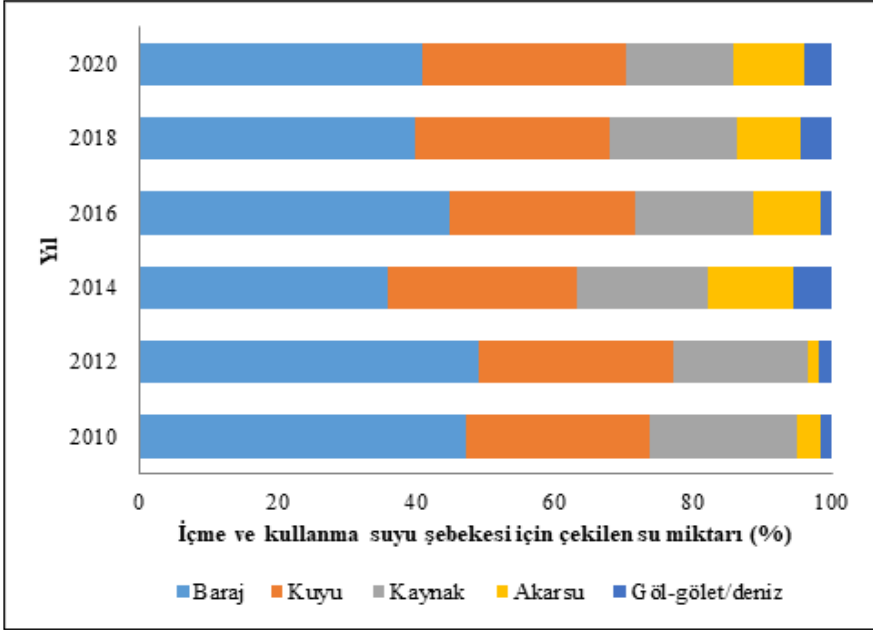
lerini incelemek, olası senaryolarda ileriye dönük eylem planını oluşturulması için düzenleyici makamlar ve akademik çevreler tarafından kullanılmak üzere önemli verileri toplamak ve gösterge sonuçlarını istatistiksel olarak analiz etmektir.

2. MATERYAL VE YÖNTEMLER

Bu çalışmada, Türkiye'nin son on yılda çevresel bileşenler açısından istatistiksel olarak değerlendirmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda, 2010-2020 tarihleri arasında belediyelerde toplanan katı atık miktarı, alıcı ortamlara deşarj edilen atık su miktarı, belediyelerde içme suyu şebekesi için çekilen toplam su, sera gazı emisyon miktarı ve net elektrik tüketimi verileri toplanmıştır. Çevre gösterge değerleri ve nüfus bilgileri, iki yılda bir olmak üzere Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) resmi internet sayfasından temin edilmiştir [19]. İkinci aşamada ise istatistiksel çalışma gerçekleştirilmiş ve örneklem büyüklüğü sayıca az olduğu için parametrik olmayan bir test olan Spearman korelasyon analizi kullanılmıştır. Spearman korelasyon katsayısı "rho" ile gösterilmekte ve -1 ile +1 arasında değerler almaktadır. Eğer $\rho = 0$ ise iki değişken arasında ilişkinin olmadığı, $\rho = +1$ ise pozitif yönde tam korelasyon, $\rho = -1$ ise negatif yönde tam korelasyon olduğu anlamına gelmektedir. Bu değerlerin 1'e yaklaşması güçlü korelasyon olarak yorumlanmaktadır. Veriler, SPSS istatistiksel analiz programı kullanılarak incelenmiş ve analiz sonuçlarını görsel olarak ifade etmek için saçılım grafikleri kullanılmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

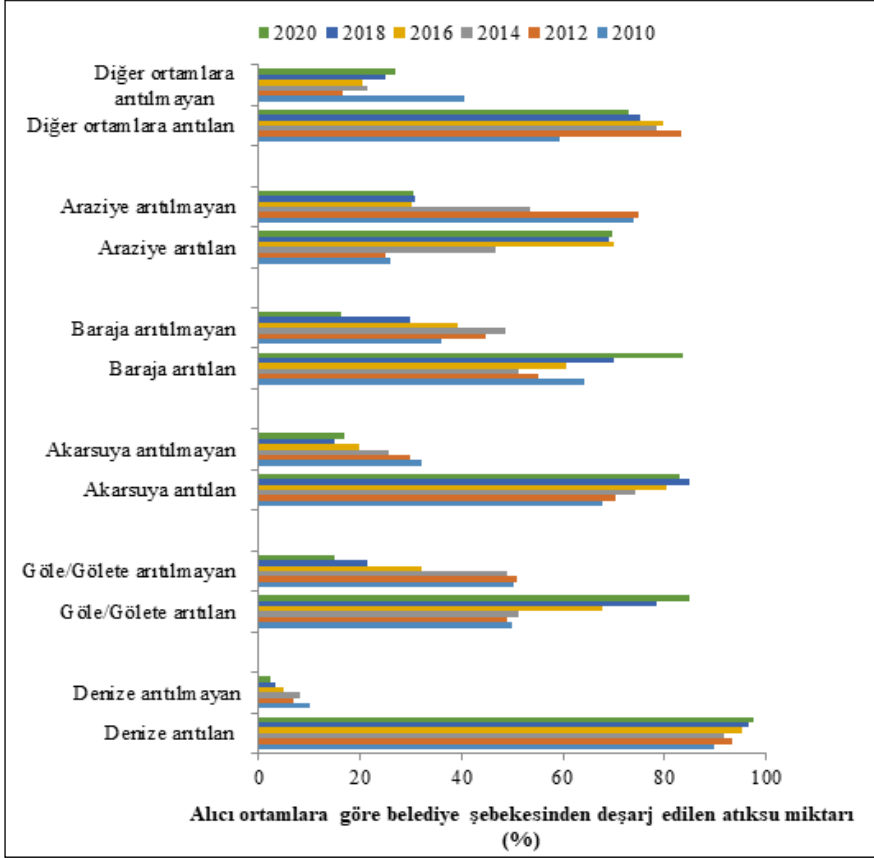
Türkiye genelinde tüm belediyelerin sahip olduğu içme ve kullanma suyu arıtma tesisi sayısı, kapasitesi ve arıtılan su miktarları incelenmiştir ve ilgili istatistiksel veriler aşağıda açıklanmıştır. Buna göre içme suyu arıtma tesisi sayısı 2010-2020 yılları arasında yaklaşık 3.5 kat artmıştır. Bu tesislerin kapasitesi, tesis sayının artmasıyla 4.55 milyar m^3 /yıldan 2020 yılı itibarıyla 6.24 milyar m^3 /yıl değerine ulaşmıştır. İçme ve kullanma suyu arıtma tesislerinde arıtılan su miktarı ise 2020 yılında 3.90 milyar m^3 /yıl olarak hesaplanmıştır. Ayrıca içme ve kullanma suyu şebekesi için çekilen toplam su miktarları incelenmiş ve iki yılda bir olmak üzere farklı kaynaklardan temin edilen su miktarları Şekil 1'de verilmiştir. Verilere göre, 2010 yılında çekilen 4.78 milyar m^3 /yıl toplam su miktarının; %47.08'si baraj, %26.62'si kuyu, %21.23'ü kaynak, %3.33'ü akarsu ve %1.74'ü göl-gölet ve denizlerden oluşmaktadır. On yılın sonunda, toplam çekilen su miktarı 6.49 milyar m^3 /yıl olup baraj, kuyu, kaynak, akarsu ve göl/gölet/deniz dağılımı; %40.95, %29.32, %15.60, %10.12 ve %4.01 şeklindedir. İçme ve kullanma suyu şebekesi için çekilen su miktarı 2012 yılında 78.28 milyar m^3 ile en az akarsudan temin edilirken, en fazla çekilen su miktarı 2.66 milyar m^3 ile 2020 yılında barajdan olmuştur.



Şekil 1. 2010-2020 yılları arasında farklı kaynaklardan elde edilen su göstergeleri [19]

Türkiye’de alıcı ortamlara göre şebekeden deşarj edilen atık su miktarı 2010 yılında 3.58 milyar m³ iken, 2012 yılında %12, 2014 yılında % 16, 2016 yılında %20, 2018 yılında %25 ve 2020 yılında ise %27 artış göstererek 4.96 milyar m³ değerine ulaşmıştır. Belediyelerde deşarj edilen kişi başı günlük atık su miktarı ise en yüksek değerine (190 litre/kişi-gün) 2012 yılında ulaşırken en düşük değeri (181 litre/kişi-gün) 2014 yılında gözlenmiştir. 2020 yılında ise bu değer 189 litre/kişi-gün olarak tespit edilmiştir. Belediye şebekesinden deşarj edilen atık su; arazi, baraj, akarsu, göl-gölet, deniz ve diğer ortamlara deşarj edilmiştir. Atık su arıtılmadan ya da arıtılarak olmak üzere iki şekilde alıcı ortama verilmiştir. Alıcı ortamlara göre belediye şebekesinden deşarj edilen atık su miktarları Şekil 2’de gösterilmektedir. 2010 yılında denize, göle akarsuya, araziye ve diğer ortamlara arıtılmadan deşarj edilen atık su miktarı sırasıyla %10.1, %50.2, %32.2, %36, %73.9 ve %40.5 iken; 2020 yılında arıtılmadan deşarj edilen atık su miktarı sırasıyla %2.4, %15, %17, %16.4, %30 ve %27 olmuştur. Rakamlardan da anlaşılacağı üzere arıtılmadan alıcı ortama deşarj edilen atık su miktarı 2020 yılında düşüş göstermiştir. Atık suyun alıcı ortama arıtılarak verilmesi durumu yıllara göre incelendiğinde her bir ortamın atık su miktarı 2010 yılı ile kıyaslandığında 2020 yılında yükseldiği tespit edilmiştir. Örneğin, arıtılarak alıcı ortama verilen atık su miktarı %43.47 ile en fa-

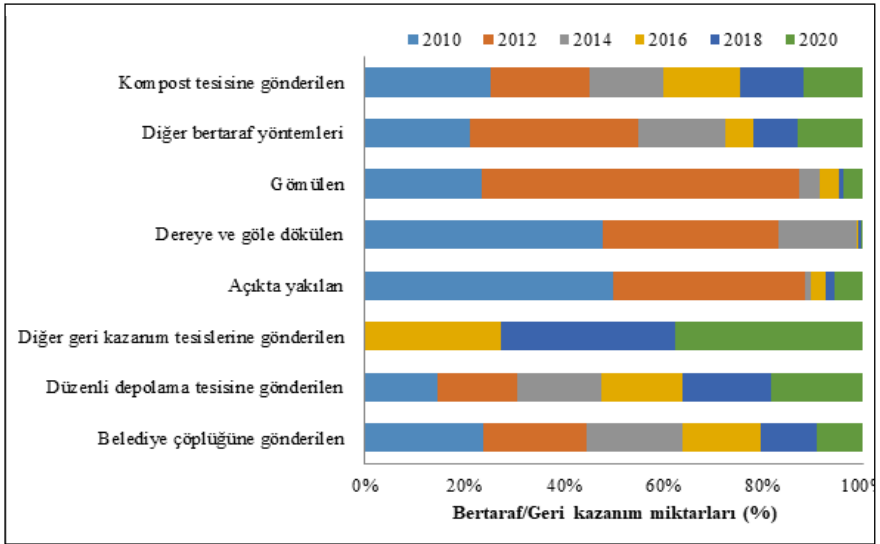
zla arazi ortamında olmuştur. TÜİK verilerine göre Türkiye’de oluşan belediye atık miktarı 2010, 2012, 2014, 2016, 2018 ve 2020 yıllarında sırasıyla 29.73 milyon ton, 30.79 milyon ton, 31.23 milyon ton, 33.76 milyon ton, 34.53 milyon ton ve 34.76 milyon ton olarak raporlanmıştır. Verilere göre, toplanan belediye atık miktarı en yüksek 2020 yılında 32.32 milyon ton, en düşük miktar ise 2010 yılında 25.28 milyon ton olarak tespit edilmiştir. Kişi başı günlük ortalama atık miktarı ise en yüksek 2016 yılında 1.17 kg/kişi-gün olarak hesaplanmıştır.



Şekil 2. 2010-2020 yılları arasında belediye şebekelerinden deşarj edilen atık su göstergeleri [19]

Türkiye’de 2010-2020 yılları arasında bertaraf ve geri kazanım yöntemleri; kompost tesisine gönderme, gömme, dereye ve göle dökme, açıkta yakma, düzenli depolama tesisine gönderme ve belediye çöplüğüne gönderme olarak sınıflandırılmıştır. Şekil 3’te katı atık bertaraf ve geri kazanım yöntemleri ve miktarları

yer almaktadır. Buna göre, 2010 yılında toplanan belediye atık miktarı 25.28 milyondur. Bu miktarın %43.5'ini belediye çöplüğü, %54.4'ünü düzenli depolama, %0.05'ini açıkta yakma, %0.2'sini dereye ve göle dökme, %0.1'ini gömme, %0.5'ini diğer bertaraf yöntemleri (araziye dökme), %0.08'ini ise kompost tesisine gönderilen atıklar oluşturmaktadır. 2020 yılında ise, belediye çöplüğüne %16.99, düzenli depolama tesisine %69.43, diğer geri kazanım tesisine (cam, metal, kağıt, plastik vb. atıklar) %12.83, açıkta yakılan %0.059, dereye ve göle dökülen %0.002, gömülen %0.021, diğer bertaraf yöntemleri (araziye dökme) %0.30 ve kompost tesisine %0.36 oranında atık gönderilmiştir. Yıllara göre toplanan belediye atık miktarları artış göstermekte olup 2012, 2014, 2016, 2018 ve 2020 yıllarında oluşan atık miktarları sırasıyla 25.85 milyon ton, 28.01 milyon ton, 31.58 milyon ton, 32.21 milyon ton ve 32.32 milyon tondur. 2020 yılında bertaraf yöntemlerinden en fazla azalma belediye çöplüğüne gönderilen atık miktarında olmuş ve 2010 yılında %43.5 iken, 2020 yılında %16.99'a düşmüştür. Buna karşılık düzenli depolama tesisine gönderilen atık miktarı diğer bertaraf yöntemlerine göre 2010 yılında %54.4 iken 2020 yılında en fazla yükselişle %69.43 oranına ulaşmıştır.

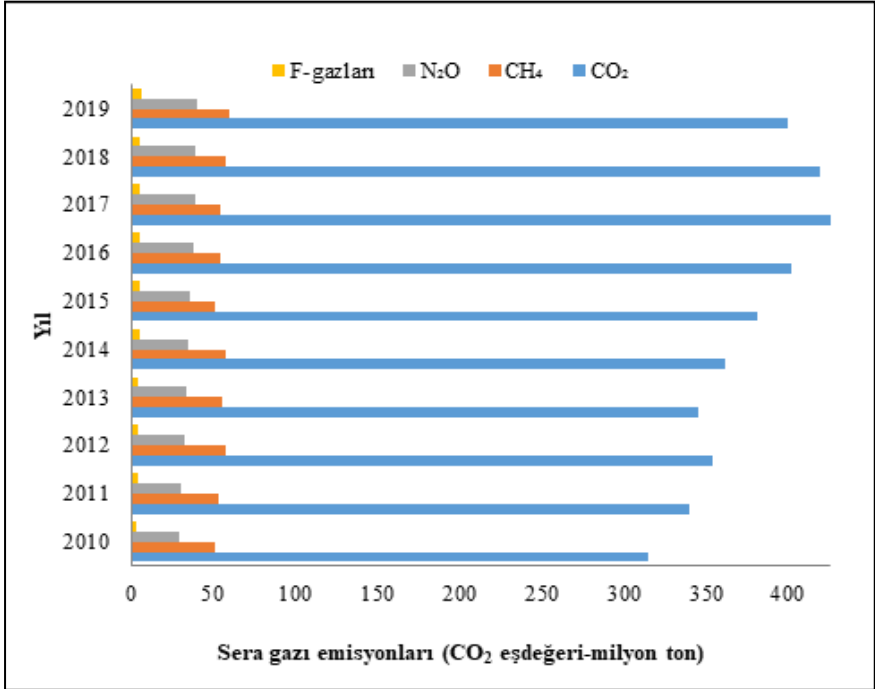


Şekil 3. 2010-2020 yılları bertaraf ve geri kazanım yöntemleri ve atık göstergeleri [19]

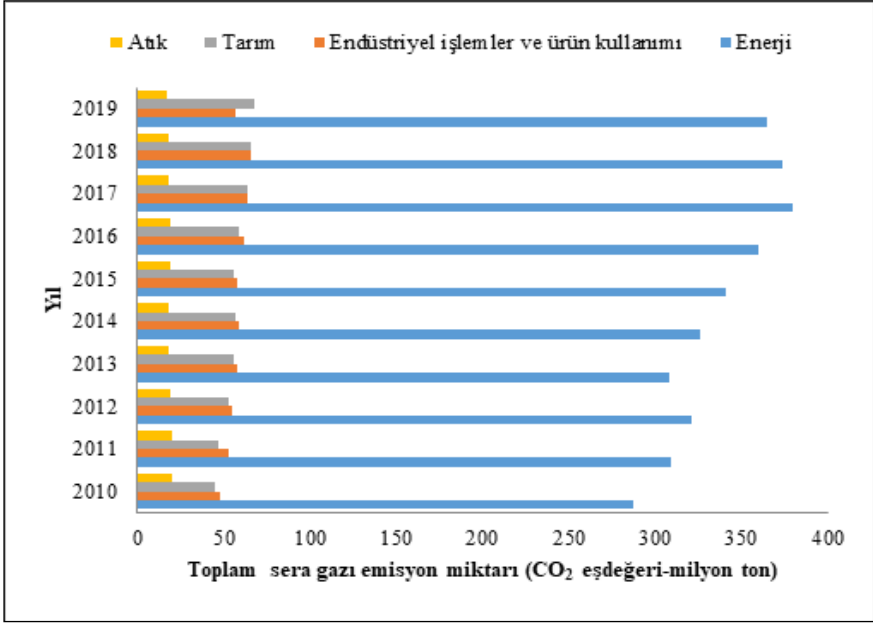
Türkiye'de sera gazı emisyonlarının yıllara göre değişimi TÜİK, Sera Gazı Emisyon İstatistikleri verilerinden oluşturulmuş ve Şekil 4'te 2010-2019 yılları arasındaki sera gazı miktarlarındaki değişimler verilmiştir. Türkiye'de oluşan toplam sera gazı emisyon miktarı 2010 yılında 399.1 milyon ton, 2012 yılında 447.6 milyon ton, 2014 yılında 459.0 milyon ton, 2016 yılında 489.9 milyon ton, 2018 yılında 522.5 milyon tondur. 2010 yılında toplam oluşan sera gazının 314.4 milyon tonunu

CO₂ gazı, 51.4 milyon tonunu CH₄ gazı, 29.8 milyon tonunu N₂O gazı ve 3.6 milyon tonunu F gazları oluşturmaktadır. 2019 yılında ise oluşan toplam sera gazı emisyon miktarı 506.1 milyon tondur. Bu yılda atmosfere verilen CO₂ gazı emisyonu 399.3 milyon ton, CH₄ gazı emisyonu 60.3 milyon ton, N₂O gazı emisyonu 40.2 milyon ton ve F gazları emisyonu 6.2 milyon ton olarak hesaplanmıştır.

Türkiye'de sektörlere göre toplam sera gazı emisyon miktarları yıllara göre hesaplanmış ve Şekil 5'te sunulmuştur. Buna göre, incelenen yıllarda sera gazı salınımına en fazla enerji sektörü en az ise atık sektörü neden olmuştur. Enerji sektörü 2010 yılında toplam 287 milyon ton, 2019 yılında ise 364.4 milyon ton sera gazı atmosfere vermiştir. Endüstri sektörü ise 2010 yılında 48.1 milyon ton olan sera gazı emisyonunu 2019 yılında 56.4 milyon tona çıkarmıştır. Tarım ve atık sektörlerinde ise 2010 yılında oluşan sera gazı emisyon miktarı 44.4 ve 19.5 milyon ton iken 2019 yılında sırasıyla 68 milyon ton ve 17.2 milyon ton hesaplanmıştır.

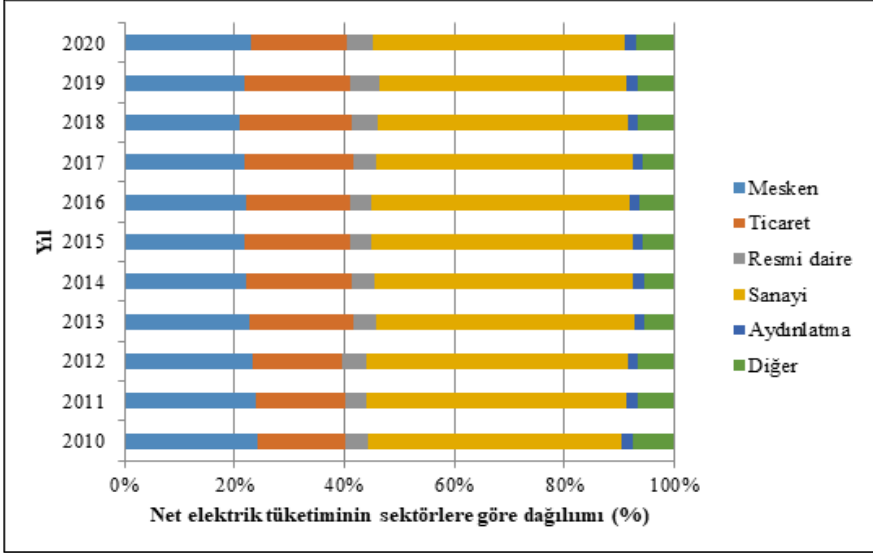


Şekil 4. 2010-2019 yılları arasında sera gazı emisyon göstergeleri [19]



Şekil 5. 2010-2019 yılları arasında sektörlere göre toplam sera gazı emisyon göstergeleri [19]

Türkiye’de net elektrik tüketiminin sektörlere göre dağılımı, Türkiye Elektrik Dağıtım ve Tüketim İstatistikleri verilerinden yararlanarak oluşturulmuştur ve Şekil 6’da gösterilmiştir. Mesken, ticaret, resmi daire, sanayi, aydınlatma ve diğer olarak adlandırılan tarım, hayvancılık, balıkçılık sektörleri, Türkiye’deki elektrik tüketiminin ana bileşenlerdir. 2010 yılında toplam 172051 GWh olan elektrik tüketiminin %24.1’ini mesken, %1.61’ini ticaret, %4.1’ini resmi daire, %46.1’ini sanayi, %2.2’sini aydınlatma ve %7.4’ünü diğer kısım oluşturmaktadır. 2020 yılında ise toplam elektrik tüketimi 262702 GWh değerine yükselmiş ve sektörler arasındaki dağılımı meskende %23.1, ticarete %17.3, resmi dairede %4.9, sanayide %45.7, aydınlatmada %2 ve diğer sektörde %7 olarak hesaplanmıştır. Sonuçlardan da anlaşılacağı üzere yıllara göre elektrik tüketiminde artış olmakta ve en fazla tüketiminde sanayi sektöründen kaynaklandığı görülmektedir.



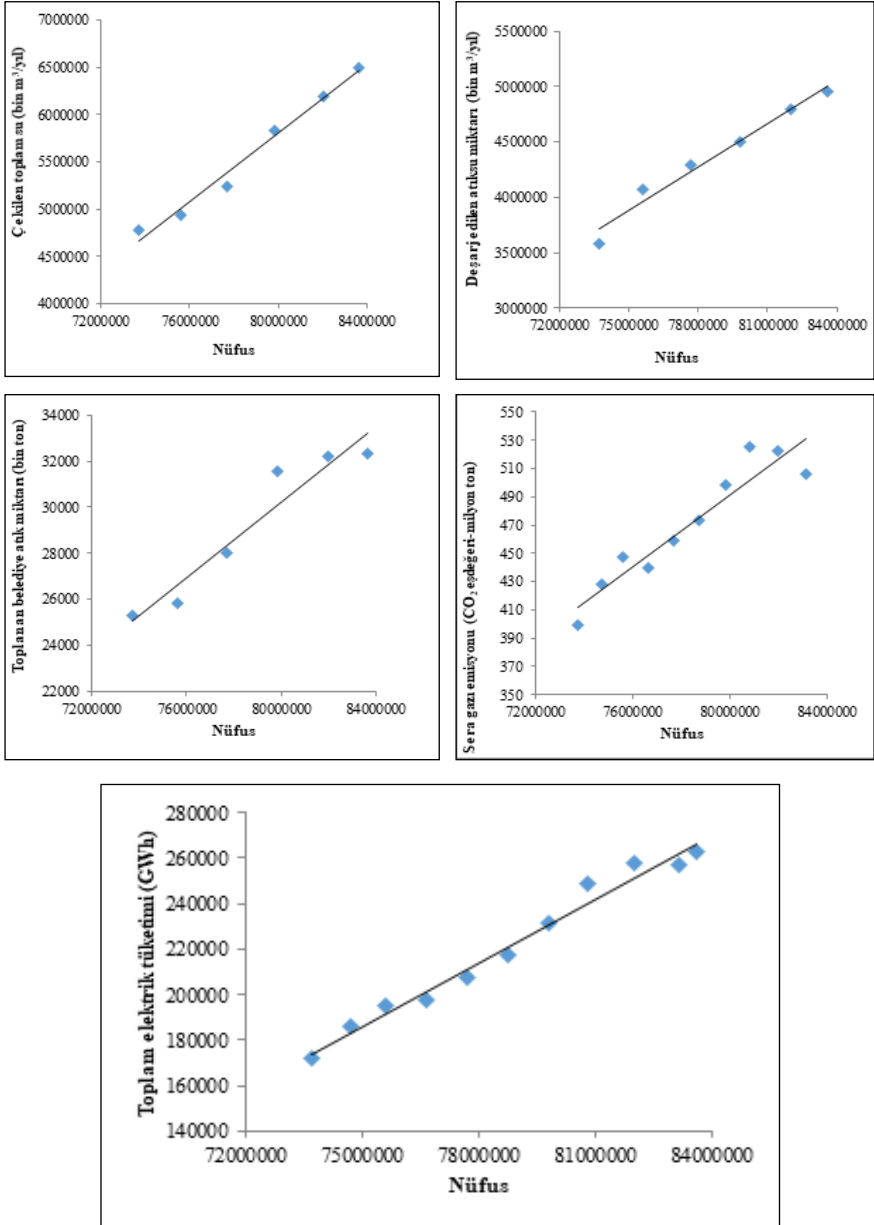
Şekil 6. 2010-2020 yılları arasında sektörlere elektrik tüketim göstergeleri [19]

Yıllara göre Türkiye nüfusu ile sera gazı emisyonu, toplam elektrik tüketimi, toplanan belediye atık miktarı, deşarj edilen atık su miktarı ve içme ve kullanma suyu şebekesi için çekilen toplam su değişkenleri arasındaki ilişki Spearman korelasyon analizi ile değerlendirilmiştir. Yapılan analizde, Türkiye nüfusu ile toplam elektrik tüketimi ve sera gazı emisyonu arasında pozitif yönde güçlü bir ilişki görülmüştür ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (Tablo 1).

Tablo1. Türkiye nüfusu ile toplam elektrik tüketimi ve sera gazı emisyonu arasındaki ilişki

		Elektrik Tüketimi	Sera Gazı Emisyonu
Türkiye Nüfusu	rho	0.99	0.93
	p	<0.001	<0.001

Türkiye nüfusu ile toplanan belediye atık miktarı, deşarj edilen atık su miktarı ve içme ve kullanma suyu şebekesi için çekilen toplam su miktarı arasında tam korelasyon izlenmiştir (rho:1). Korelasyon analizlerine ait saçılım grafikleri Şekil 7'de gösterilmiştir.



Şekil 7. Nüfus ile çevre göstergeleri arasındaki korelasyon

Şekil 7'deki grafiklerden de anlaşılacağı üzere, içme ve kullanma suyu şebekesi için çekilen toplam su, nüfusun artmasıyla yükselmiştir. Örneğin; 2010 yılında 73722988 kişi için su miktarı 4.78 milyar m³ iken, 2012 yılında 75627384 kişiye denk gelen su miktarı 4.94 milyar m³ olmuştur. 201-2018 yılları arasında nüfus artışıyla birlikte çekilen su miktarı artmış ve 2020 yılında toplam su miktarı 6.49 milyar m³'e ulaşmıştır. Deşarj edilen atık su miktarı da yıllara ve nüfusa göre artış göstermiştir. 2010 yılında 73722988 kişi için deşarj edilen atık su miktarı 3.58 milyar m³ iken, 2020 yılı için bu miktar 4.96 milyar m³ hesaplanmıştır. Türkiye'de toplanan belediye atık miktarları incelendiğinde nüfus artışı ile birlikte atık miktarında da artış görülmüştür. Atık miktarı 2010 yılında 25.28 milyon ton, 2012 yılında 25.85 milyon ton, 2014 yılında 28.01 milyon ton, 2016 yılında 31.58 milyon ton, 2018 yılında 32.21 milyon ton ve 2020 yılında 32.32 milyon tona ulaşmıştır. Türkiye nüfusu ile toplam elektrik tüketimi arasında istatistiksel olarak güçlü bir ilişki bulunmuştur. Nüfus artışı ile birlikte yıl bazında elektrik tüketimi de artmıştır. 2010 yılında 172051 GWh olan elektrik tüketimi, 2020 yılında 262702 GWh değerine yükselmiştir. Aynı durum sera gazı emisyon değerlerinde de gözlemlenmiştir. 2010 yılındaki nüfusa denk gelen sera gazı emisyonu 399.1 milyon ton iken, 2014 yılında 59 milyon ton, 2019 yılında ise 506.1 milyon ton olarak hesaplanmıştır.

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, Türkiye'de son on yılda çevresel göstergelerin detaylı değerlendirilmesi yapılmıştır ve gösterge sonuçları istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Türkiye genelinde içme suyu arıtma tesisi sayısı 2010-2020 yılları arasında yaklaşık 3.5 kat artmıştır. İçme ve kullanma suyu şebekesi için baraj, kuyu, kaynak, akarsu ve göl/gölet ve deniz kullanılmış ve su kullanımı en fazla barajlardan sağlanmıştır. Türkiye'de alıcı ortamlara göre şebekeden deşarj edilen atık su miktarı 2020 yılında %27 artış göstermiştir. Belediyelerde deşarj edilen kişi başı günlük atık su miktarı 2020 yılında 189 litre/kişi-gün olarak tespit edilmiştir. Belediye şebekesinden deşarj edilen atık su; arazi, baraj, akarsu, göl-gölet, deniz ortamlarına deşarj edilmiştir. Alıcı ortama verilen atık su miktarı % 62.5 ile en fazla arazi ortamında olmuştur. Toplam belediye atık miktarı en yüksek değerine 2020 yılında ulaşmıştır. Türkiye'de 2010-2020 yılları arasında bertaraf yöntemlerinden düzenli depolama tesisine gönderilen atık miktarı, diğer yıllara göre kıyaslandığında 2020 yılında en fazla artışı göstermiştir. Türkiye'de sektörlere göre toplam sera gazı emisyon miktarları incelendiğinde, sera gazı emisyon miktarını en fazla enerji sektörünün arttırdığı görülmektedir. Elektrik tüketiminde ise yıllara göre kademeli artış olmakta ve en fazla tüketimin sanayi sektöründen kaynaklandığı görülmektedir. İstatistiksel değerlendirme, Spearman korelasyon analizi ile yapılmıştır. Bu değerlendirme sonucu, Türkiye nüfusu ile toplam elektrik tüketimi ve sera gazı emisyonu arasında pozitif yönde güçlü bir ilişki görülmüştür. Türkiye nüfusu ile toplanan belediye atık miktarı, deşarj edilen atık su miktarı ve içme ve kullan-

ma suyu şebekesi için çekilen toplam su miktarı arasında tam korelasyon izlenmiştir. Çevre göstergeleri olan su, atık su, katı atık, hava emisyon bileşenlerinin oluşum miktarlarının değerlendirilmesi için uygun analiz yöntemi seçimi oldukça önemlidir. Özellikle, istatistiksel analiz yöntemleri, bileşenler arasında ilişkiyi belirlemek için oldukça kullanışlı analiz yöntemleridir. Literatürde iki sayısal ölçüm arasında doğrusal bir ilişki olup olmadığını, varsa bu ilişkinin yönünü ve şiddetini belirlemek için Pearson korelasyon katsayısı ve Spearman korelasyon katsayısı tercih edilir. Bu çalışmada örneklem büyüklüğü sayısı az olduğu için parametrik olmayan bir test olan Spearman korelasyon analizi kullanılmıştır ve kullanılan bu yöntemin çevresel sürdürülebilirlik ve çevre politikalarını belirlemede önemli bir rol oynayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Marsiglio, "On the relationship between population change and sustainable development," *Research in Economics*, c. 65, s. 4, ss. 353-364, 2011
- [2] Long, Z. Jiang, J. Shangguan, T. Qing, P. Zhang, B. Feng, "Applications of carbon dots in environmental pollution control: A review," *Chemical Engineering Journal*, c. 406, ss. 126848, 2021.
- [3] Fereidoun, M. S. Nourddin, N. A. Rreza, A. Mohsen, R. Ahmad, H. Pouria, "The Effect of Long-Term Exposure to Particulate Pollution on the Lung Function of Teheranianand Zanjanian Students," *Pakistan Journal of Physiology*, c. 3, s. 2, ss. 1-5, 2007.
- [4] H. Kan, "Environment and Health in China: Challenges and Opportunities," *Environmental Health Perspectives*, c. 117, s. 12, ss. A530-A531, 2009.
- [5] Mishra, "Health Effects of Air Pollution, Background Paper for Population Environment Research Network (PERN) Cyberseminar," 1-15 Aralık, 2003, http://www.mnforsustain.org/climate_health_effects_of_air_pollution_mishra_pern.htm
- [6] Nasreen, S. Saidi, I. Ozturk, "Assessing links between energy consumption, freight transport and economic growth: evidence from dynamic simultaneous equations models," *Environmental Science and Pollution Research*, c. 25, s. 17, ss. 16825-16841, 2018
- [7] Kılıç, "Water Pollution: Causes, Negative Effects and Prevention Methods," *İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, c.3, s. 2, ss. 32-35, 2021.
- [8] Jayaswal, V. Sahu, B. R. Gurjar, "Water pollution, human health and remediation," In *Water Remediation*, ss. 11-27, 2018.
- [9] Owa, F. W. 2014, "Water pollution: sources, effects, control and management," *International Letters of Natural Sciences*, c. 3, ss. 1-6, 2014.
- [10] Z.W. Kundzewicz, L. J. Mata, N. W. Arnell, P. Döll, B. Jimenez, K. Miller, I. Shiklomanov, "The implications of projected climate change for freshwater resources and their management," *Hydrological sciences journal*, c.53, s.1, ss. 3-10, 2008.
- [11] M. A. Shannon, P. W. Bohn, M. Elimelech, J. G. Georgiadis, B. J. Marinas, A. M. Mayes, "Science and technology for water purification in the coming decades," *Nature*, c. 452, ss. 301-310, 2008.
- [12] H. Wu, J. Zhang, P. Li, J. Zhang, H. Xie, B. Zhang, "Nutrient removal in constructed microcosm wetlands for treating polluted river water in northern China," *Ecological Engineering*, c. 37, s. 4, ss. 560-568, 2011.
- [13] Y. Geng, R. Côté, F. Tsuyoshi, "A quantitative water resource planning and management model for an industrial park level," *Regional Environmental Change*, c. 7, s. 3, ss. 123-135, 2007.
- [14] Türkiye Çevre Sorunları ve Öncelikleri Değerlendirme Raporu, Çevresel Etki Değerlendirmesi, İzin ve Denetim Genel Müdürlüğü Çevre Envanteri ve Bilgi Yönetimi Dairesi Başkanlığı Veri Değerlendirme Şube Müdürlüğü, Ankara, 2018.
- [15] Z. Minghua, F. Xiumin, A. Rovetta, H. Qichang, F. Vicentini, L. Bingkai, A. Giusti, L. Yi, "Municipal solid waste management in Pudong New Area, China," *Journal of Waste Management*, c. 29, s. 3, ss. 1227-1233, 2009.
- [16] S. Mor, K. Ravindra, A. Visscher, R.P. Dahiya, A. Chandra, "Municipal solid waste characterization and its

assessment for potential methane generation: A case study," *Science of the Total Environment*, c. 371, s. 1-3, ss. 1-10, 2006.

- [17] A. M Damghani, G. Savarypour, E. Zand, R. Deihimfard, "Municipal solid waste management in Tehran: Current practices, opportunities and challenges," *Waste management*, c. 28, s. 5, ss. 929-934, 2008.
- [18] Kumar, S. Smith, S. R. Fowler, G. Velis, C. Kumar, S. J. Arya, S. Rena, Kumar, R. Cheeseman, C, "Challenges and opportunities associated with waste management in India," *Royal Society Open Science*, c. 4, s. 3, ss. 160764.
- [19] Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), "Çevre ve Enerji İstatistikleri, 2021" <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=cevre-ve-enerji-103&dil=1>