

İTÜ



İTÜ DERGİSİ



İTÜ Çevre, İklim ve
Sürdürülebilirlik

İÇİNDEKİLER

Makale Adı	Makale Türü	Yazarlar	Sayfa Numarası
1. Atık Lastiklerin Yönetimi, Geri Dönüştürülmesi ve Çevresel Etkileri Üzerine Bir Derleme	Derleme Makalesi	Tuğçe AKCA-GÜLER, Ayşe YÜKSEKDAĞ*, Borte KÖSE-MUTLU, İsmail KOYUNCU	1-8
2. Yağlayıcı Ürünlerde Sürdürülebilirlik: Çevresel Etiketleme Sistemleri ve AB Mevzuatının İncelemesi	Derleme Makalesi	Volkan PELİTLİ	9-16
3. Lisansüstü Tezlerin Bibliyometrik Analizi: Elektronik Atık	Derleme Makalesi	Şule HÜDAVERDİ, Tuğba DEDE, Yusuf Bera SANLI, Emel GÜVEN, Tamer EREN*	17-24
4. Türkiye’de Döngüsel Ekonomi için Çok Ölçekli Plan Stratejileri	Araştırma Makalesi	Dilay Sude AYDEMİR	25-36
5. İklim Kriziyle Mücadele mi, Sermaye İçin Piyasa Mekanizmaları mı? Türkiye’nin İklim Değişikliği Kanunu Teklifi Üzerine Bir İnceleme	Araştırma Makalesi	Selçuk GÜRÇAM	37-52

DERLEME MAKALESİ

Atık Lastiklerin Yönetimi, Geri Dönüştürülmesi ve Çevresel Etkileri Üzerine Bir Derleme

Tuğçe AKCA-GÜLER¹, Ayşe YÜKSEKDAĞ², Börte KÖSE-MUTLU³, İsmail KOYUNCU⁴

Yazışma yazarı:
İsmail KOYUNCU,
koyuncu@itu.edu.tr

Referans: Akca-Güler, T.,
Yüksekdağ, A., Köse-Mutlu, B.,
Koyuncu, İ. (2025). Atık Lastiklerin
Yönetimi, Geri Dönüştürülmesi ve
Çevresel Etkileri Üzerine Bir
Derleme, Çevre, İklim ve
Sürdürülebilirlik, 26(1), 1-8.

Makale Gönderimi : 12 ARALIK 2024
Online Kabul : 3 ŞUBAT 2025
Online Basım : 7 ŞUBAT 2025

¹İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, & Prof. Dr. Dincer Topacık Ulusal Membran Teknolojileri Uyg-Ar Merkezi, Maslak, İstanbul, Türkiye. ORCID:0009-0004-8168-5060
²İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, & Prof. Dr. Dincer Topacık Ulusal Membran Teknolojileri Uyg-Ar Merkezi, Maslak, İstanbul, Türkiye. ORCID: 0000-0002-7751-7556
³İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, & Prof. Dr. Dincer Topacık Ulusal Membran Teknolojileri Uyg-Ar Merkezi, Maslak, İstanbul, Türkiye. ORCID: 0000-0001-9747-5499
⁴İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, & Prof. Dr. Dincer Topacık Ulusal Membran Teknolojileri Uyg-Ar Merkezi, Maslak, İstanbul, Türkiye. ORCID: 0000-0001-8354-1889

Özet Lastikler, doğal ve sentetik kauçuk, karbon siyahı, çelik gibi malzemelerden oluşan karmaşık mühendislik ürünleridir. Lastik sanayicileri Derneği (LASDER) verilerine göre ülkemizde her yıl 300.000 ton kullanım ömrünü tamamlayan atık lastik ortaya çıkar. Atık lastiklerin yönetimi, 2006 yılında çıkarılan "Ömrünü Tamamlamış Lastiklerin Kontrolü Yönetmeliği" ile düzenlenmiştir. Bu yönetmelik, lastik satan her üretici veya ithalatçının, piyasaya sürdüğü lastiklerin bir kısmını geri toplamasını ve geri dönüştürmesini zorunlu kılmaktadır. LASDER, 2023 yılında 222 bin ton atık lastiği geri kazanmış ve bugüne kadar toplamda 2 milyon ton atık lastiği geri dönüşüme kazandırmıştır. Bu geri dönüşümün ekonomiye katkısı ise yaklaşık 1,5 milyar TL olmuştur. Atık lastikler, dünya genelinde enerji üretiminde, inşaat sektöründe, asfalt içinde ve çeşitli endüstriyel alanlarda farklı amaçlarla yeniden kullanılmaktadır. Ömrünü tamamlamış lastikler, petrol ile benzer enerji verimliliği sağlar ve çevreye daha az zarar verirler. İnşaat sektöründe, yol yapımı ve dolgu malzemelerinde kullanımı yaygındır. Yeniden diş takma işlemi ise lastiklerin yeniden kullanılmasını sağlayarak enerji ve doğal kaynak tasarrufu yapar. Piroliz yöntemi, lastiklerin yüksek sıcaklıkta ayrıştırılarak enerjiye dönüştürülmesini sağlar. Genel olarak, atık lastiklerin geri dönüşümü, çevresel etkileri azaltırken, doğal kaynakları korur ve katı atık sahalarındaki yer sorununu çözer. Ancak, bu süreçlerin daha etkili ve verimli hale getirilmesi gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Ömrünü tamamlamış lastik, geri dönüşüm, karbon siyahı, atıktan türetilmiş yakıt, çevresel etki

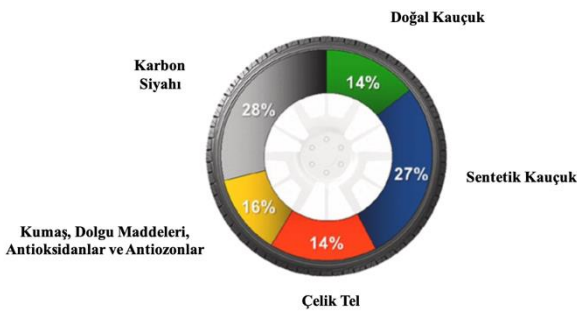
Management, Recycling, and Environmental Impacts of Waste Tires: A Review

Abstract Tires are complex engineering products made from materials such as natural and synthetic rubber, carbon black, steel, and other components. Every year, large amounts of waste tires, which are no longer usable and may harm the environment, are generated. In Turkey, the management of waste tires is regulated by the "Regulation on the Control of End-of-Life Tires," which was issued in 2006. According to this regulation, every manufacturer or importer selling tires is required to collect and recycle a portion of the tires they have placed on the market. LASDER, in 2023, recovered 222,000 tons of waste tires and has contributed a total of 2 million tons to recycling since its establishment. This recycling effort has brought approximately 1.5 billion Turkish Liras in economic benefits. Globally, waste tires are reused in various sectors such as energy production, construction, asphalt, and other industrial applications. End-of-life tires provide energy efficiency similar to petroleum and are less harmful to the environment. In the construction industry, they are widely used in road construction and as filler materials. Retreading, the process of reusing tires by replacing their tread, saves energy and natural resources. The pyrolysis method, which involves breaking down tires at high temperatures to convert them into energy, has its challenges due to high costs. Overall, the recycling of waste tires reduces environmental impacts, conserves natural resources, and alleviates space issues in landfills. However, these processes need to be made more effective and efficient.

Keywords: End of life tire, recycling, carbon black, waste derived fuel, environmental impact

1. Giriş

Küresel ekonominin büyümesi ve vatandaşların hareketlilik ihtiyaçları ile birlikte karayolu taşımacılığının artan hacmi, otomotiv sektörünün dikkatleri üzerine çekmesini sağlamıştır. Otomotiv endüstrisi hem ülkemiz hem de dünya ekonomisi açısından kritik bir rol oynamaktadır. Küresel ölçekte ve ülkemizde otomotiv sektöründeki üretime bakıldığında Uluslararası Motorlu Araç İmalatçıları Örgütü verilerine göre 2022 yılında bir önceki yıla göre %6 oranında artış gözlemlenmiştir (Otomotiv Sanayii Derneği, 2023). Bu bağlamda, lastik sektörü de otomotiv endüstrisindeki gelişmelerden doğrudan etkilenmektedir. Dünya genelinde artan nüfus ve buna bağlı olarak yükselen araç talebi hem otomotiv hem de lastik üretiminde sürekli bir artışı beraberinde getirmektedir (Potkány vd., 2022). Lastik, taşıtların jantlarına yerleştirilen elastik tekerlek bandajıdır (Türk Dil Kurumu, 2024). Teknik anlamda ise, lastik belirli sıcaklık ve basınçta pişirilmiş, genellikle içerisinde bulunan hava ile hareketini başlatan, hızlandırma ve durmasını sağlayan, kullanım aracına göre farklı ebat ve tiplerde olabilen kauçuk hava yastığıdır (T.C. Devlet Planlama Teşkilatı, 2008). Temel olarak, araç ile yol yüzeyi arasındaki tek arayüzdür (Ghaffari vd., 2023). Enerji tüketimi ve araçtan yol yüzeyine güç aktarımında araçların kritik bileşenlerinden biridir ve sürüş güvenliği, yakıt tüketimi ve çevre koruma üzerinde önemli etkilere sahiptir (Trubia vd., 2020). Lastikler, doğal veya sentetik olarak kategorilere ayrılabiliriz çok sayıda kauçuk bileşeni, çeşitli karbon siyahı türleri, silika gibi dolgu maddeleri, tekstil ürünleri, kimyasallar ya da minerallerden oluşan karmaşık mühendislik ürünleridir. Bir lastik, ortalama olarak %14 doğal kauçuk, %27 sentetik kauçuk, %28 karbon siyahı, %14 çelik ve %16 diğer kimyasal ve dolgu maddelerinden oluşur (Şekil 1). Bu bileşenlerin her biri lastiğin performansını ve dayanıklılığını artırmak için dikkatle seçilmektedir. Üreticilerin üretim aşamasında önceliği, kullanılan bu bileşenlerin türünü ve oranını ayarlamaktır. Bu sayede aşınma, yağ, oksijen, kimyasal çözücüler ve sıcaklık parametrelerine karşı dayanıklı lastikler üretmektedir.



Şekil 1. Lastiğin bileşenleri (Rogachuk ve Okolie, 2023).

Lastiklerin belirli bir kullanım ömrü olduğu göz önünde bulundurulduğunda, her yıl ortaya çıkan atık lastik miktarının da giderek arttığı kaçınılmazdır. İstatistiklere bakıldığında, küresel lastik pazarının 2021'de 2,35 milyar adede ulaştığı belirtilmiştir. Pazarın 2027'ye kadar 2,7 milyar adede ulaşması ve 2022-2027 arasında %2,8'lik bir bileşik yıllık büyüme oranına sahip olması ön görülmektedir. Atık lastikler (hurda lastikler; ömrünü tamamlamış lastikler (ÖTL)), yırtılma veya aşınma hasarı nedeniyle artık esas amacına uygun olmayan lastiklerdir. Kauçuğun doğal olmadığı durumlarda, bu bileşenlerin neredeyse tamamı fosil bazlı maddelerden oluşur ve bu da çevreyi kirlüten bir faktördür. Bu nedenle, atık

lastiklerin bertaraf yönetimi ve geri dönüştürülmesi konusu çevresel sürdürülebilirlik açısından önemli bir yer tutmaktadır (Czarna-Juszkiewicz vd., 2023). Tek bir lastiğin üretimi sırasında atmosfere 330 g CO₂ salınıyor ki bu da iklim açısından ciddi bir tehdit oluşturmaktadır (Zerin vd., 2023). Dünya genelinde her yıl yaklaşık 1,5 milyar lastik kullanım ömrünü tamamladıktan sonra çöpe atılmakta, düzenli depolama sahalarında biriktirilmekte veya yakılmaktadır. Bu sayının 2030 yılına kadar 5 milyara ulaşması öngörülmektedir. Üretilen atık lastiklerin %60-80'i, herhangi bir atık yönetimi uygulanmaksızın doğrudan çevreye bırakılmakta ve "atık lastik dağları" olarak tanımlanan büyük yığınlar oluşturmaktadır (Moasas vd., 2022). Atık lastikler, küresel çapta üretilen toplam atıkların %2'sini teşkil etmektedir (Contec, 2024). Bu durum, hem çevresel sürdürülebilirlik açısından ciddi bir tehdit oluşturmaktadır hem de atık yönetimi sistemlerinde önemli bir sorun alanı olarak karşımıza çıkmaktadır. Atık lastiklerin doğrudan çevreye bırakılması, özellikle alıcı ortamlarda kimyasal sızıntılara neden olması ve yangın riski taşıması sebebiyle çevre ve insan sağlığı açısından ciddi tehditler oluşturur (Han ve Han, 2023). Depolanan lastikler, sivrisinekler gibi hastalık taşıyan vektörlerin üremesi için uygun ortamlar sağlarken, aynı zamanda çürüme süreçleriyle tehlikeler oluşturur. Hurda lastiklerin büyük bir kısmı, yanlış depolandıklarında veya döküldüklerinde, yangın tehlikesine ve toksik gaz salınımına (Baziene ve Vaiškunaite, 2016) yol açarak halk sağlığına ve çevreye zarar verirken, estetik kirliliğe de yol açmaktadır (Mrad ve El Samra, 2020). Ayrıca, lastiklerin aşınması sonucu yollara ve toprağa karışan mikroplastikler de önemli bir çevre sorunudur. Dayanıklı yapıları ve büyük hacim kaplamaları nedeniyle düzenli depolama alanlarının yetersizliği, atık lastiklerin küresel bir çevre sorunu haline gelmesine neden olmuştur (Ali vd., 2022). Bu durum, yasal düzenlemelerle atık lastiklerin çevreye bırakılmasının yasaklanmasını zorunlu kılmıştır (Trudsø vd., 2022). Bu bağlamda, atık lastiklerin yönetimi hem yasal bir zorunluluk hem de çevresel sürdürülebilirlik açısından kritik bir öneme sahiptir. Ayrıca, atık lastiklerin birer ulusal kaynak olduğu unutulmamalıdır. Bu atıklar, yalnızca bertaraf edilmesi gereken maddeler olarak değil, çeşitli işleme teknikleriyle ekonomik değeri yüksek nihai ürünlere dönüştürülebilecek potansiyele sahip bir hammadde olarak değerlendirilmelidir (Sienkiewicz vd., 2012). Mevcut istatistikler de bu süreci desteklemektedir. Örneğin, 1992'de Avrupa Birliği üye ülkelerinde malzeme geri dönüşüm oranı yalnızca %5 iken, 2017 itibarıyla bu oran %38'e yükselmiştir (Shulman, 2019). Günümüzde ise Avrupa Birliği ve Amerika Birleşik Devletleri'nde bu oran yaklaşık %90 seviyelerine ulaşmıştır (Valentini ve Pegoretti, 2022).

Bu derleme makalesi, literatür taraması yöntemi esas alınarak hazırlanmıştır. Araştırma sürecinde, 2010-2024 yılları arasındaki ulusal ve uluslararası akademik makaleler, sektörel raporlar, yasal düzenlemeler ve uygulama örnekleri incelenmiştir. Atık lastiklerin yönetimi, geri dönüşümü ve çevresel etkileri konularında yayımlanan çalışmalar taranmış ve bu alandaki gelişmeler özetlenmiştir. Çalışmada, özellikle Türkiye ve dünya çapındaki mevcut uygulamalar karşılaştırmalı olarak ele alınmış; LASDER ve benzeri kurumların sektörel katkıları analiz edilmiştir. Kapsam dışı bırakılan kaynaklar arasında, geri dönüşüm süreçleri ile doğrudan ilgisi bulunmayan veya yeterli bilimsel veri içermeyen yayınlar yer almaktadır.

Bu derleme makalesinin amacı, son yıllarda artan atık lastik hacminin yönetimi, geri dönüşümü ve çevresel etkilerini inceleyerek, Türkiye ve dünya genelindeki mevcut uygulamaları ve karşılaşılan zorlukları değerlendirmektir. Atık lastiklerin çevresel sürdürülebilirlik açısından önemli bir sorun teşkil ettiği göz önünde bulundurularak, bu çalışmada geri kazanım teknolojileri ve atık yönetimi stratejileri incelenecektir. Makale, aynı zamanda atık lastiklerin birer

Çevre, İklim ve Sürdürülebilirlik

hammadde kaynağı olarak nasıl değerlendirilebileceğini, elde edilebilecek yeni hammaddelerin hangi alanlarda kullanılabileceğini ve bu süreçlerin ekonomik ve çevresel etkilerini ele almayı hedeflemektedir.

2. Lastikten Türetilmiş Yakıt (LYT) Uygulamaları

ÖTL'ler, sahip oldukları yüksek ısı değerleri nedeniyle yakıt olarak kullanılabilirler. ÖTL'lerin yakıt olarak kullanımı geri dönüşüm olarak değerlendirilmez, ancak enerji geri kazanımı sayesinde faydalı bir kullanım olarak kabul edilmektedir (Dabic-Miletic vd., 2021). 2003 yılında, 130 milyon ÖTL, yakıt olarak kullanılmıştır (toplam üretimin yaklaşık %45'i). Bu rakamın 1991 yılında 25,9 milyon (toplam üretilenlerin %10,7'si) ile daha düşük bir değerde olduğu bilinmektedir. (US EPA, 2016a).

Lastikler, yakma ünitesinin türüne bağlı olarak ya bütün olarak ya da atık lastikten türetilmiş yakıt (ALTY) olarak bilinen, parçalanmış formda kullanılabilirle birlikte genel olarak yakma ünitelerinde işlenebilmesi için boyutlarının küçültülmesi gerekmektedir. Boyut küçültme işleminin yanı sıra, ALTY kullanımı tel sökme gibi ek fiziksel işlemler gerektirebilmektedir. Lastiklerin yakıt olarak kullanılmasının birkaç avantajı vardır:

- Lastikler, petrol ile aynı miktarda ve kömürden %25 daha fazla enerji üretir;
- ALTY'den çıkan kül kalıntıları, bazı kömür küllerine kıyasla daha düşük ağır metal içerebilir;
- Yüksek küçültülmüş kömürler ile karşılaştırıldığında, daha düşük NOx emisyonu oluştururlar (US EPA, 2016a; Kazemi vd., 2023).

Çevre Koruma Ajansı (EPA), yığınlar halinde ÖTL'lerin bertarafını, lastik yangınları ve yığınların sivrisinek gibi hastalık taşıyıcıları için habitat sağlama potansiyeli nedeniyle kabul edilebilir bir yönetim uygulaması olarak değerlendirmemektedir. 2003 yılında, ABD'de 290 milyondan fazla kullanılmış lastik üretilmiştir. Bu lastiklerin yaklaşık 100 milyonu yeni ürünlere geri dönüştürülmüş ve 130 milyonu çeşitli sanayi tesislerinde ALTY olarak yeniden kullanılmıştır. ALTY uygulaması, kullanılmış lastiklerin uygun olmayan bir şekilde lastik yığınlarına atılmasını önlemek için kabul görmüş alternatiflerden biridir ve mevcut lastik stoklarının azaltılmasını sağlamaktadır (US EPA, 2016a). ÖTL'lerin yaygın bir şekilde yakıt olarak kullanıldığı sektörler çimento endüstrisi (Kishan vd., 2021), kâğıt endüstrisi (Barlaz vd., 1993) endüstriyel kazanlar (Li vd., 2010) ve elektrik üretim tesisleri (Amari vd., 1999) örnek olarak gösterilebilir.

3. İnşaat Mühendisliği Uygulamaları

Atık lastiklerin inşaat mühendisliği projelerinde kullanımı, dayanıklılık, esneklik ve çevre dostu özellikleri sayesinde giderek yaygınlaşmaktadır. Atık lastiklerin kullanıldığı ilk inşaat mühendisliği uygulama örneği olarak yol yapımı ve dolgu malzemesi uygulaması verilebilir. Atık lastikler, genellikle kırılmış parçacıklar (crumb rubber) veya lastik balyaları olarak yol yapımında alt tabaka ve dolgu malzemesi şeklinde kullanılır. Esnek yapıları sayesinde asfaltın çatlama riskini azaltır ve yolun ömrünü uzatır. ABD'deki bazı otoyol projelerinde, bir mil uzunluğunda yol yapımında 12.000'den fazla lastik kullanılmıştır. Minnesota'daki bir yol alt tabakası projesinde, lastik balyalarının yüksek drenaj kapasitesi ve zemin stabilitesi sağlaması dikkat çekmiştir. Lastik balyaları, düşük taşıma kapasiteli zeminlerde, köprü destek dolguları ve eğimli arazilerde hafif dolgu malzemesi olarak da tercih edilir. Malzemenin ağırlığı geleneksel dolgu malzemelerinden %30 daha hafiftir. Bu özellik, zemine uygulanan yükü azaltarak stabiliteyi artırır. Colorado'daki bir köprü dolgu projesinde, 15.000'den fazla lastik balyası kullanılarak maliyet ve çevresel

fayda sağlanmıştır. Geri dönüştürülmüş lastikler, istinat duvarları ve baraj dolgu malzemesi olarak da kullanılmaktadır. İstinat duvarlarının arkasında su drenajını artırarak yer değiştirme riskini azaltır. Barajlarda ise hafif ve geçirimsiz bir yapı sunar. Kaliforniya'da bir baraj projesinde, bu amaçla 10.000'den fazla lastik parçası kullanılmış ve projeye çevresel katkı sağlanmıştır (US EPA, 2024).

Atık lastikler drenaj sistemlerinin inşasında da kullanılmaktadır. Atık lastik parçacıklarının gözenekli yapısı, suyun hızlıca tahliye edilmesini sağlar ve drenaj sistemlerinde önemli bir avantaj sunar. Yol kenarlarında, otoyollarda ve bina temellerinde kullanılan bu malzeme, su hasarını önler. Granül boyutları genellikle 5-15 mm arasında değişir. Daha ince granüller yalıtım amaçlı, daha büyük parçalar ise drenaj hatlarında kullanılır. Atık lastiklerin etkin olarak kullanıldığı bir diğer seçenek ise, katı atık depolama sahalarında kaplama ve drenaj malzemesi rolüdür. Bu uygulamalarda, sızıntı suyu yönetimi ve gaz tahliye sistemlerinde dolgu malzemesi olarak kullanıldıkları görülmüştür. Kaliforniya'daki bir düzenli depolama projesinde, lastik parçaları sayesinde sızıntı suyu tahliyesinde %25 daha hızlı bir drenaj sağlanmıştır. Son olarak, spor sahalarında sentetik çim alt tabakası olarak geri dönüştürülmüş lastik parçaları kullanılır. Bu malzeme, yüzeyin dayanıklılığını artırırken sporcuların yaralanma riskini azaltır. Ayrıca, park zeminlerinde yumuşatıcı malzeme olarak kullanılarak uzun ömürlü ve çevre dostu bir yüzey elde edilir (US EPA, 2024). İnşaat malzemesi olarak atık lastiklerinin kullanılmasında çevresel risklerin de izlenmesi ve kontrol edilmesi önem taşır. Atık lastiklerin çevresel etkileri üzerine yapılan araştırmalar, toksik madde sızıntısı riskinin düşük olduğunu göstermektedir. Ancak bazı durumlarda, düşük seviyede ağır metal salınımı gözlemlenmiştir. Bu salınımlar, mühendislik kontrollü kullanımlarda kabul edilebilir sınırların altında kalmaktadır. Drenaj performansı, suyun hızlıca tahliye edilmesini sağlarken altyapıların su hasarına karşı korunmasına katkı sağlamaktadır. Ayrıca, atık lastiklerin kullanımı, çevresel faydalarının yanı sıra ekonomik avantajlar da sunmaktadır. Bir otoyol projesinde, lastik kullanımı toplam malzeme maliyetlerini %20 oranında azaltmıştır. Baraj ve istinat duvarı projelerinde ise bakım maliyetlerinin düşmesine katkı sağlamıştır (US EPA, 2024). Bu detaylar, geri dönüştürülmüş lastiklerin inşaat mühendisliği uygulamalarındaki kapsamlı ve çok yönlü faydalarını açıkça ortaya koymaktadır.

4. Kauçuklaştırılmış Asfalt Uygulamaları

Kırılmış lastik parçacıkları, son birkaç yıldır asfalt bağlayıcıları için bir modifikasyon maddesi olarak kullanılmaktadır. Doğal kauçuk, 1840 yılında geleneksel asfaltın ömrünü uzatmak amacıyla asfalt kaplamasında içinde ilk kez kullanılmıştır (Thompson ve Hoiberg, 1979). 1960 yılından itibaren ise asfalt kaplama endüstrisinde ikincil bir malzeme olarak kullanılmaya başlanmıştır. Aynı yıl, optimum karışım elde etme yöntemini belirlemek için bir çalışma yapılmıştır ve sonuçlar, 45 dakika ile 1 saat arasında bir karıştırma süresinin optimum mühendislik özelliklerine sahip bir asfalt karışımı ürettiğini göstermiştir (Epps, 1994). 1975 yılında, kırılmış parçacıklar asfalt karışımlarına dahil edilmiştir ve 1988'de Amerikan Test ve Malzeme Derneği (ASTM), asfalt bağlayıcılarının, esas asfalt malzemesine %15 öğütülmüş lastik katılarak üretilmesi gerektiğini belirlemiştir (Presti vd., 2017). 1991'de, ABD hükümeti, kırılmış parçacıklar ile modifiye asfaltın kullanımıyla ilgili bir yasa çıkarmıştır. Bu nedenle, kırılmış parçacıklar ile modifiye asfalt üretim teknolojisi geliştirilmeye yönelik birçok çalışma yapılmıştır (Scofield, 1989; Takal, 1991; Baker vd., 2003; Kuennen, 2004). Örneğin, Malezya Kamu İşleri Departmanı ve Malezya Kauçuk Araştırma Enstitüsü, kırılmış parçacıklar ile modifiye asfaltın yol yapım projelerinde kullanım etkinliğini belirlemek için çalışmalar yürütmüşlerdir. Bu çalışmada asfalt karışımına %5 lastik tozu ilave edilerek

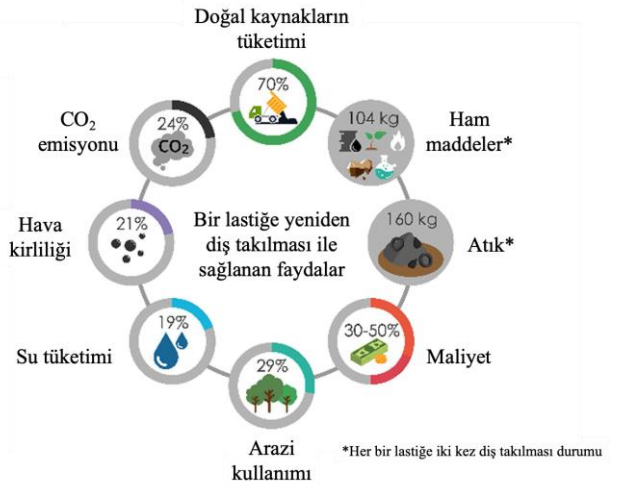
91,44 metrelik bir yol inşa edilmiştir. Ancak, 2016 yılında yapılan bir araştırma, asfaltın kırılmış parçacıklar ile modifiye edilmesinin, daha iyi bir yapılaşma sağladığı ve kısmi ikame ile sıcaklık hassasiyetine karşı daha fazla direnç gösterdiği için depolama kararlılığını artırabileceğini göstermiştir. Konvansiyonel asfalt karışımları ve kırılmış parçacıklar ile modifiye asfalt karışımlarının plastik akış değerleri, 2–4 mm'lik kabul edilebilir sınırlar içinde kalmaktadır (Ahmed, 2016). Kırılmış parçacıklar ile modifiye asfalt için benimsenen ıslak işlem, 1981 yılından bu yana Avrupa'da, özellikle Belçika, Fransa, Avusturya, Hollanda, Polonya ve Almanya'da yol kaplamalarını inşa etmek için başarıyla kullanılmıştır (Sousa, 2005; Mavridou vd., 2010; Milad vd., 2020). Daha yakın zamanda, Yunanistan ve Birleşik Krallık da yol yapımında lastik modifiyeli asfalt kullanmıştır. Kırılmış parçacıklar ile modifiye asfalt en yaygın şekilde kullanan ülkeler ise Portekiz, İspanya, İtalya, Çek Cumhuriyeti ve İsveç'tir. Tayvan'da, ıslak işlemle üretilen kırılmış parçacıklar ile modifiye asfalt, rehabilitasyon çalışmaları için yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu tür asfalt, ayrıca 2008 Olimpiyat Oyunları sırasında yeni projelerde ve bakım çalışmalarında, ayrıca Hong Kong'daki Eco Park Projesi'nde de kullanılmıştır. Brezilya ve Sudan, yeni yolların inşasında bu teknolojiye önemli yatırımlar yapmıştır (Milad vd., 2020).

5. Diğer Uygulamalar

Diğer uygulamalar temel olarak üç sınıfta ayrılmıştır: i) bütün lastikler ile kesilmiş, delinmiş lastiklerin kullanımı, ii) yeniden kullanım ve iii) piroliz. ÖTL'ler, çelik telleri çıkarıldıktan sonra kesilerek, delik açılarak veya şekil verilerek çeşitli zemin paspasları, kayışlar, conta takımları, ayakkabı tabanları ve iskele tamponları gibi lastik ürünlerine dönüştürülebilir (US EPA, 2016b).

Yeniden kullanım, atılmadan önce lastiklere daha uzun bir kullanım ömrü verme sürecidir (Forrest, 2014). Lastiğin nihai performansını belirlemesi sebebiyle en kritik bileşeni dişlerdir. Ayrıca lastiğin en kalın ve aşınmaya en duyarlı bileşenidir. Diş, yol yüzeyi ile lastik arasındaki tutuşu sağlar; bu nedenle zamana bağlı kullanımının ardından kalınlığı azalır ve yol yüzeyinde kayma meydana gelir. Bu noktada, tüketicilerin aşınmış lastiği yeni bir lastik ile değiştirmeyi ya da daha ucuz bir alternatif olan yeniden diş takmayı (retreading) tercih etmeleri gerekmektedir (Sharma, 2013; Battista, 2021).

Yeniden diş takma (retreading), aşınmış lastiklerin dişlerinin ısı ve basınç kullanılarak değiştirilmesiyle gerçekleştirilen güvenli bir yeniden üretim sürecidir. Bu süreç, lastiğin yapısını koruyarak ve performansını sürdürerek gerçekleştirilir (Battista, 2021). Bir lastiğe, türüne ve koşullarına bağlı olarak birkaç kez yeniden diş takılabilir; araba lastikleri 2–3 kez, hafif kamyon lastiklerine 4–5 kez, ağır kamyon lastiklerine 8–9 kez ve uçak lastiklerine ise 14 kez kadar yeniden diş takılabilmektedir (Sharma, 2013; Imbernon ve Norvez, 2016). Yeniden diş takma, enerji, malzeme ve doğal kaynak tasarrufu sağlayan bir yeniden kullanım yöntemidir. Güvenli, düşük maliyetli ve çevre dostu bir çözümdür. Yeniden diş takma, ormansızlaşmayı azaltmaya, doğal kauçuk endüstrisi için arazi kullanımını düşürmeye, hava kirliliği ve karbon dioksit emisyonlarını azaltmaya, ayrıca atık üretimini azaltmaya yardımcı olmaktadır. Şekil 2, yeniden diş takmanın başlıca faydalarını özetlemektedir (Battista, 2021).



Şekil 2. Yeniden diş takılmış bir lastiğin başlıca tasarruf sağlayan faydaları (Battista, 2021).

Piroliz, organik bileşiklerin, düşük moleküler ağırlıklı ürünlere dönüşmesi için 400-1200 °C arasında, düşük veya normal basınç altında ve inaktif bir atmosferde gerçekleşen termokimyasal ayrışma işlemidir (Forrest, 2014; Imbernon ve Norvez, 2016; Bockstal vd., 2019). Atık lastiklerin pirolizi sonucunda katı, sıvı ve gaz fazlarında olmak üzere farklı değerli kimyasal bileşikler üretilir. Bu bileşikler, petrokimya, enerji veya çelik sanayilerinde kullanılabilecek, katkı maddesi ve hammadde kullanılabilecek potansiyeline sahiptir (Forrest, 2014; Bockstal ve diğerleri, 2019). Katı ürünler arasında düşük kaliteli karbon siyahı/karası, uçucu kül, kömür ve çinko, silikatlar, demir oksit, sülfürler, karbonatlar gibi diğer inorganik maddeler bulunur (Imbernon ve Norvez, 2016). Karbon fraksiyonu, aktif karbon, geri kazanılmış karbon karası ve dolgu maddesi olarak kullanılabilecek inorganik bileşiklerin üretilmesi için işlenebilmektedir (Shulman, 2019; Torretta vd., 2015). Sıvı fraksiyon, ağır yakıt yağına benzer yüksek kalorifik değere sahip, su, katran, aromatik hidrokarbonlar ve organik maddeler (yağlar) içerir; bunlar genellikle sülfür kirlenimleri temizlendikten sonra dizel yağları ve diğer petrokimyasal ürünlerle karıştırılarak kullanılabilmektedir (Torretta vd., 2015). Gaz fazı ise, organik bileşikler açısından zengin olup, hidrojen (H₂), metan (CH₄), etilen (C₂H₄), etan (C₂H₆), karbon monoksit (CO), karbon dioksit (CO₂) ve hidrojen sülfür (H₂S) gibi bileşenler içerir (Imbernon ve Norvez, 2016). Artıldığında, bu fraksiyon piroliz işlemini gerçekleştirmek için bir enerji kaynağı olarak kullanılabilmektedir (Forrest, 2014). Ancak, petrokimyasal hammadde ve enerji maliyetlerinin artması, bu yöntemin potansiyelini artırmakla birlikte, dünya genelinde enerji elde etmek amacıyla yakma işlemine kıyasla daha az kullanılmaktadır. Ayrıca, yüksek işletme ve bakım maliyetleri ile elde edilen ürünler için geniş bir tüketim pazarının olmaması, başarılı bir piroliz sürecinin uygulanmasının önündeki ana engellerdir (Isayev, 2013; Battista, 2021).

6. Çevresel Etkiler

Atık lastikler, modern zamanların önemli çevresel tehditlerinden biri olarak tüm ülkeleri ciddi şekilde zorlamaktadır. Ulusal ve uluslararası düzeydeki geri dönüşüm çabalarına ve düzenlemelere rağmen, lastikler hala yanlış bir şekilde bertaraf edilmektedir. Yanlış bertaraf eylemlerinin uzun vadeli çevresel sonuçları vardır. Lastikler, biyolojik olarak çözünmeyen materyaller değildir. Lastiklerin doğada çözünmemesi, uzun yıllar boyunca ekosistemde kalmalarına yol açar. Bu süreç, estetik ve fonksiyonel sorunlar yaratırken, aynı zamanda yerel ekosistemleri de olumsuz etkiler. Özellikle büyük depolama alanlarında, lastiklerin biriktiği alanlar önemli

Çevre, İklim ve Sürdürülebilirlik

bir çevresel tehdit oluşturur. Depolama alanlarında biriken lastikler, yer kaplayarak depolama alanlarını doldurur ve bu durum, doğal kaynakların tükenmesine neden olur. Aynı zamanda, lastiklerin içinde bulunan kimyasallar suya ve toprağa sızarak ekosistemi tehdit edebilir. Lastiklerin içerisindeki kimyasal maddeler, sızıntı yoluyla toprağa ve suya karışabilir. Özellikle ağır metaller, poliaromatik hidrokarbonlar (PAH'lar) gibi zararlı bileşikler, çevresel kirliliği artırır ve su ekosistemleri üzerinde kalıcı hasara yol açabilir. Lastiklerin atık yönetiminde önemli zorluklardan biri, bu kimyasalların uzun vadeli etkilerinin izlenmesinin zorluğudur (Eco Green Equipment, n.d.).

Lastiklerin atılması, özellikle hava kirliliği, su kirliliği ve iklim değişikliği üzerinde de önemli etkilere yol açabilir. Güneşte bekleyen lastikler, metan gazı yayarak sera etkisini artırabilir ve iklim değişikliğine katkı sağlar. Ayrıca, lastikler yandığında toksik dumanlar çıkar, bu dumanlar kimyasallar içerir ve su kaynaklarına zarar verebilir. Lastiklerin uzun süre yere konması, toprakta bulunan faydalı bakterileri öldürür, bu da bitki ve hayvanların besin kaynaklarını kaybetmesine ve ekosistemlerin bozulmasına yol açar. Ayrıca, lastiklerin depolanması sırasında meydana gelen yangınlar, çevreye ciddi zararlar verebilir. Bu yangınlar, toksik gazların salınımına neden olarak hava kalitesini bozar ve insan sağlığını tehdit eder (Eco Green Equipment, n.d.). Bununla birlikte, atık lastiklerin çevresel etkilerini azaltmanın birkaç yolu mevcuttur. Geri dönüşüm, atık lastiklerin çevreye zarar vermesini engelleyebilecek en etkili yöntemlerden biridir. Lastiklerin geri dönüşümü, onları yeni inşaat malzemeleri, yol yapımı ve diğer endüstriyel ürünler için kullanılabilir hale getirir. Ayrıca, bu süreç, doğal kaynakların daha az kullanılmasına ve çevresel etkilerin azaltılmasına yardımcı olur. Geri dönüştürülmüş lastikler, aynı zamanda katı atık depolama sahalarındaki yer kaplamayı azaltır. Sonuç olarak, atık lastiklerin çevresel etkilerini azaltmak hem geri dönüşüm hem de düzenli atık yönetimi stratejileriyle mümkündür. Ancak, bu süreçlerin her biri kendi zorluklarını ve maliyetlerini beraberinde getirir. Atık lastiklerin doğrudan çevreye bırakılmasının önüne geçmek için daha etkili atık yönetim politikalarına ve geri dönüşüm sistemlerine ihtiyaç vardır.

7. Türkiye'de Mevcut Atık Lastik Yönetimi

Türkiye'de atık lastiklerin yönetimi 2006 yılında yayınlanmış, "Ömrünü Tamamlamış Lastiklerin Kontrolü Yönetmeliği" çerçevesinde gerçekleştirilmektedir (Ömrünü Tamamlamış Lastiklerin Kontrolü Yönetmeliği, 2015). Bu yönetmeliğe göre, lastik satan her üretici veya ithalatçı, piyasaya sürdüğü lastiklerin belirli bir oranını toplamak ve geri kazanmak zorundadır. İlk başta %30 olarak başlayan kota yükümlülüğü, günümüzde %80'e ulaşmıştır. Bunun nedeni, satılan bir lastiğin, ömrünü tamamladığında %20 oranında aşınmış olmasıdır. Bu yönetmeliğin yanı sıra, 2007 yılında atık lastiklerin geri kazanımını teşvik etmek amacıyla kâr amacı gütmeyen Lastik Sanayicileri Derneği (LASDER) kurulmuştur (LASDER, 2024). Lasder üyeleri olan Brisa, Continental, Goodyear, Michelin, Prometeon, Pirelli, Hankook ve Anlaş markalarının yönetmelik gereği piyasaya sürdüğü lastikleri toplayarak geri dönüşüme kazandırmayı hedeflemektedirler. LASDER'in 2023 yılında 222 bin ton atık lastik toplayarak geri kazanıma verdikleri belirtilmektedir. Kurulduklarından bu yana ise 2 milyon ton atık lastiği geri dönüşüme kazandırdıkları bilinmektedir. Malzeme olarak geri kazandırılan atık lastiklerin ekonomiye katkısı ise yaklaşık 1,5 milyar liradır. Ayrıca, en az 15 çimento fabrikası, ÖTL'yi alternatif yakıt olarak kullandığını belirtilmektedir. Bunun yanında, atık lastik geri kazanım tesisi olarak İstanbul'da Gazisan tesisi bulunmaktadır (Gaksan, 2024). Burada, ömrünü tamamlamış lastiklerden elde edilen granüller, suni çim sahalar, yürüyüş yolları, koşu pistleri ve rekreasyon alanlarında kullanılır.

Pirolitik yağ jeneratörlerde elektrik üretiminde, rejenere kauçuk ise otomotiv yan sanayinde ve izolasyon malzemesi olarak değerlendirilir. Geri kazanılamayan lastikler, çimento fabrikalarında ek yakıt olarak kullanılırken, lastiklerden çıkan kaliteli çelik teller demir-çelik sektöründe ham madde olarak kullanılmaktadır. İstanbul'da faaliyet gösteren bir diğer şirket NET PLASMAK'tır (Tübitak, 2024). Buradaki geri dönüşüm tesisinde otomobil, kamyon, iş ve tarım makinelerinin ÖTL'sinin geri dönüştürüldüğü belirtilmektedir. Burada ÖTL'ler tel, kauçuk granül ve tekstil parçacıklarına ayrılmaktadır. Elde edilen granüller, halı saha zeminleri, lastik karo taşı ve makine takozu üretiminde, çelik teller metal sanayinde, tekstil parçaları ise kort bezi olarak kullanılmaktadır. Ankara'da ise AKO Grup tarafından Ankara Temelli'de kurulan ÖTL Geri Dönüşüm Tesisi, yıllık 75 bin ton lastik atığını ayrıştırarak rejenere kauçuk ve çelik gibi sanayi için ham maddeye dönüştürmektedir. Tesis, Türkiye'nin yıllık atık lastiklerinin dörtte birini geri dönüştürme kapasitesine sahiptir ve bu da her yıl 280 bin ton karbon salınımının engellenmesini sağlamaktadır (AKO ÖTL, 2022).

8. Dünyadaki Atık Lastik Uygulamaları

Dünyada atık lastiklerin yönetimi, geri dönüşümü ve yeniden kullanımı konularında çeşitli yenilikçi uygulamalar ve politikalar geliştirilmiştir. Özellikle gelişmiş ülkelerde, atık lastikler enerji geri kazanımı ve depolama, kauçuk üretimi ve inşaat sektöründe alternatif malzeme olarak kullanılmaktadır. Avrupa Birliği'nde, 1999 yılında yürürlüğe giren Atık Depolama Direktifi, lastiklerin çöplüklerde depolanmasını yasaklayarak, bu yöntemle bertaraf edilen lastik miktarında önemli bir azalmaya neden olmuştur. Avrupa Birliği'nde hurda lastiklerin geri dönüştürülmesi ve enerji geri kazanımı konusunda sıkı düzenlemeler uygulanmakta olup, üye devletler bu sayede hurda lastiklerin %90'ından fazlasını geri kazanarak yeniden kullanıma kazandırmaktadır. Avrupa Lastik ve Kauçuk Üreticileri Birliği (ETRMA) verilerine göre, 2018 yılında Avrupa Birliği'ne üye 32 ülke kapsamında ÖTL'lerin %91'i (3,26 ton) malzeme geri dönüşümü ve enerji geri kazanımı için toplanmıştır (Rauch vd, 2024). ÖTL'lerin %61,75'i inşaat, otomotiv ve mühendislik sektörlerinde malzeme geri kazanımıyla, %32,85'i ise enerji geri kazanımıyla, çoğunlukla çimento fırınlarında ve enerji santrallerinde kullanılarak işlem görmüştür. Ayrıca, Portekiz, İspanya, İtalya, Çek Cumhuriyeti ve İsveç kırıntı kauçuğu asfalt uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Bilema vd., 2023).

ABD ve Kanada gibi ülkelerde, atık lastiklerin geri dönüşüm oranı oldukça yüksektir ve büyük bir kısmı çimento fabrikalarında enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır. ABD Lastik Üreticileri Birliği'nin (USTMA) verilerine göre, 2019 yılında ABD'de yaklaşık 304 milyon ÖTL üretilmiştir. Bu ÖTL'lerin geri dönüşümü, çeşitli alanlarda değerli kullanım alanları bulmaktadır. Örneğin, lastik türevi yakıt yüksek sıcaklıkta çalışan yanma cihazlarında enerji üretimi için yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, geri dönüştürülmüş lastikler inşaat mühendisliği projelerinde, özellikle istinat duvarı dolgusu ve yol onarımı gibi uygulamalarda kullanılmaktadır.

1988'de Amerikan Malzeme Test ve Topluluğu (ASTM), asfalt bağlayıcı üretiminde orijinal asfaltın performansını iyileştirmek amacıyla %15 oranında öğütülmüş kauçuk eklenmesini önermiştir, bu da asfalt karışımlarının esnekliğini ve dayanıklılığını artırmıştır (Shu ve Huang, 2014). Ayrıca, kauçuk oyun alanları ve bahçelerde yaygın olarak tercih edilmekte, kırıntı kauçuk ise atletik pistlerin yüzeylerinde ve asfalt karışımlarında yer almaktadır. Arizona gibi bazı eyaletler atık lastiklerin enerji kaynağı olarak kullanılmasını teşvik ederken, Kaliforniya gibi bölgeler kauçuk eklenmiş

asfalt yoluyla geri dönüşüme odaklanmaktadır. Ayrıca, ABD genelinde lastik depolarını temizleme çabaları başarılı olmuş ve depolanan lastiklerin %93'ünden fazlası geri dönüştürülmüştür (Mouneir ve El-Shamy, 2024). Kanada'nın ise 1990 yılında Ontario, Hagersville'de meydana gelen büyük lastik yangını, lastik geri dönüşümünü gündeme getirmiştir ve güvenli, sürdürülebilir atık yönetimine olan ihtiyacı ortaya koymuştur (Hassan ve Rodrigue, 2024). Kanada her yıl yaklaşık 33 milyon lastik üretmektedir ve Kuzeybatı Toprakları bu üretim içinde diğer eyaletlere kıyasla oldukça küçük bir paya sahiptir. Manitoba eyaletinde yıllık yaklaşık 1 milyon lastik işlenerek inşaat mühendisliği projelerinde yaygın olarak kullanılan lastik türevi agrega üretilmektedir. Yukon Bölgesi, her yeni lastik için 5\$ vergi alınarak işlenmek üzere Alberta'ya gönderilen lastiklerin toplandığı aktif bir geri dönüşüm programına sahip tek bölgedir. Kuzeybatı Toprakları'ndaki bazı büyük belediyeler, eski lastik stoklarını düzenli depolama alanlarında veya sermaye projelerinde potansiyel kullanıma yönelik parçalayıp depolamaktadır (Sebastian ve Louis, 2022). Avustralya'da her yıl yaklaşık 56 milyon ÖTL üretilmekte, ancak bunların yaklaşık 27 milyonu geri dönüştürülmemektedir. Geri dönüştürülmeyen lastiklerin büyük bir kısmı denizaşırı ülkelere ihraç edilmekte, geri kalanı ise düzenli depolama alanlarına gönderilmektedir. Avustralya'da geri dönüştürülen ÖTL'lerin çoğunluğu, parçalanarak oyun alanları gibi yapıların inşasında kullanılmaktadır. Japonya, atık lastiklerin termal geri dönüşümünde önemli bir lider olarak, bu sürecin çevreye olan zararlarını en aza indirmek için ileri teknoloji kullanmaktadır. Bu uygulamalar, atık lastiklerin bertaraf edilmesinden kaynaklanan çevresel sorunları azaltırken, sürdürülebilir kaynak kullanımını da desteklemektedir. Güney Afrika'nın Batı Kap bölgesinde yaklaşık 800 milyon ÖTL stoklanmış halde bulunurken yalnızca %20'den az bir ÖTL'nin geri dönüşüme gönderildiği belirtilir (Numfor vd., 2022).

9. Sonuç

Lastikler, doğal veya sentetik olarak kategorize edilen çok sayıda kauçuk bileşeni, çeşitli karbon siyahı türleri, silika gibi dolgu maddeleri, tekstil ürünleri, kimyasallar ya da minerallerden oluşan karmaşık mühendislik ürünleridir. Bir lastik, ortalama olarak %14 doğal kauçuk, %27 sentetik kauçuk, %28 karbon siyahı, %14 çelik ve %16 diğer kimyasal ve dolgu maddelerinden oluşur. Atık lastikler, yırtılma veya aşınma hasarı nedeniyle artık esas amacına uygun olmayan lastiklerdir. Lastiklerin belirli bir kullanım ömrü olduğu göz önünde bulundurulduğunda, her yıl ortaya çıkan atık lastik miktarının da giderek arttığı kaçınılmazdır. Türkiye'de atık lastiklerin yönetimi 2006 yılında yayınlanmış, "Ömrünü Tamamlamış Lastiklerin Kontrolü Yönetmeliği" çerçevesinde gerçekleştirilmektedir (Ömrünü Tamamlamış Lastiklerin Kontrolü Yönetmeliği, 2015). Bu yönetmeliğe göre, lastik satan her üretici veya ithalatçı, piyasaya sürdüğü lastiklerin belirli bir oranını toplamak ve geri kazanmak zorundadır. Geri kazanım yöntemlerinin kendine özgü avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Örneğin lastikler yakıt olarak kullanıldığında petrol ile aynı miktarda ve kömürden %25 daha fazla enerji üretir, oluşan küller kömür küllerine kıyasla daha düşük ağır metal içerebilir. Atık lastiklerin inşaat mühendisliği projelerinde kullanımı, dayanıklılık, esneklik ve çevre dostu özellikleri sayesinde giderek yaygınlaşmaktadır. Atık lastikler, genellikle kırılmış parçacıklar veya lastik balyaları olarak yol yapımında alt tabaka ve dolgu malzemesi şeklinde kullanılır. Lastik balyaları, düşük taşıma kapasiteli zeminlerde, köprü destek dolguları ve eğimli arazilerde hafif dolgu malzemesi olarak tercih edilir. Atık lastikler drenaj sistemlerinin inşasında da kullanılmaktadır. Atık lastik parçacıklarının gözenekli yapısı, suyun hızlıca tahliye edilmesini sağlar ve drenaj sistemlerinde önemli bir avantaj sunar. Kırılmış lastik parçacıkları, son birkaç yıldır asfalt bağlayıcıları için bir

modifikasyon maddesi olarak kullanılmaktadır. Yeniden diş takma, aşınmış lastiklerin dişlerinin ısı ve basınç kullanılarak değiştirilmesiyle gerçekleştirilen güvenli bir yeniden üretim sürecidir. Bu süreç, lastiğin yapısını koruyarak ve performansını sürdürerek gerçekleştirilir. Yeniden diş takma, enerji, malzeme ve doğal kaynak tasarrufu sağlayan bir yeniden kullanım yöntemidir. Yeniden diş takma, ormansızlaşmayı azaltmaya, doğal kauçuk endüstrisi için arazi kullanımını düşürmeye, hava kirliliği ve karbon dioksit emisyonlarını azaltmaya, ayrıca atık üretimini azaltmaya yardımcı olmaktadır. Piroliz ise organik bileşiklerin, düşük moleküler ağırlıklı ürünlere dönüşmesi için 400-1200 °C arasında, düşük veya normal basınç altında ve inaktif bir atmosferde gerçekleşen termokimyasal ayrışma işlemidir. Ancak lastiklerin pirolizi yüksek işletme ve bakım maliyetleri ile elde edilen ürünler için geniş bir tüketim pazarının olmaması, başarılı bir piroliz sürecinin uygulanmasının önündeki ana engellerdir.

Lastik geri dönüşümünün zorlukları, yalnızca teknik engellerle sınırlı değildir; ekonomik, çevresel ve lojistik faktörler de önemli rol oynamaktadır. Lastiklerin geri dönüşümü, karmaşık yapıları nedeniyle oldukça zordur ve genellikle kimyasal, fiziksel veya biyolojik yöntemlerin bir kombinasyonunu gerektirir. Ancak her bir yöntem, farklı avantajlar ve sınırlamalar sunar. Örneğin, mekanik yöntemler, lastiklerin daha büyük parçalara ayrılmasını sağlar ancak bu yöntemle elde edilen ürünlerin kalitesi sınırlıdır. Kimyasal yöntemler ise daha kaliteli geri dönüşüm sağlar, ancak genellikle daha pahalıdır ve çevresel etkileri olabilir. Bu yüzden, etkin bir geri dönüşüm süreci için bu yöntemlerin birleşimi en verimli çözüm olarak görülmektedir. Ayrıca, lastiklerin döngüsel ekonomiye dahil edilmesi, yalnızca geri dönüşüm değil, aynı zamanda yeniden kullanım ve tasarım aşamalarında yapılan iyileştirmeleri de gerektirir.

Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır. Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

10. Kaynaklar

- Ahmed, Z. A. A. (2016). Modification of asphalt binder with various percentages of crumb rubber in flexible pavement (Doctoral dissertation, Universiti Teknologi Malaysia).
- AKO ÖTL (2022) <https://www.akootl.com/tr/anasayfa> (Son erişim tarihi: 23.09.2024)
- Ali, U. F. M., Hussin, F., Gopinath, S. C. B., Aroua, M. K., Khamidun, M. H., Jusoh, N., Ibrahim, N., & Ahmad, S. F. K. (2022). Advancement in recycling waste tire activated carbon to potential adsorbents. c. *Environmental Engineering Research*, 27(6), 0–1.
- Amari, T., Themelis, N. J., & Wernick, I. K. (1999). Resource recovery from used rubber tires. *Resources Policy*, 25(3), 179-188.
- Baker, T. E., Allen, T. M., Jenkins, D. V., Mooney, T., Pierce, L. M., Christie, R. A., & Weston, J. T. (2003). Evaluation of the use of scrap tires in transportation related applications in the State of Washington. *Washington State Department of Transportation, Washington, DC*, 20(3).
- Barlaz, M. A., Eleazer II, W. E., & Whittle, D. J. (1993). Potential to use waste tires as supplemental fuel in pulp and paper mill boilers, cement kilns and in road pavement. *Waste management & research*, 11(6), 463-480.
- Baziene, K., & Vaiškunaite, R. (2016). Research of sustainable use of tire shreds in landfill. *Sustainability (Switzerland)*,

8(8), 767.

Bilema, M., Yuen, C. W., Alharthai, M., Al-Saffar, Z. H., Al-Sabaeei, A., & Yusoff, N. I. M. (2023). A Review of Rubberised Asphalt for Flexible Pavement Applications: Production, Content, Performance, Motivations and Future Directions. *Sustainability*, 15(19), 14481.

Bockstal, L., Berchem, T., Schmetz, Q., & Richel, A. (2019). Devulcanisation and reclaiming of tires and rubber by physical and chemical processes: A review. *Journal of Cleaner Production*, 236, 117574.

Contec (2024), Ulaşılabilir Link: <https://contec.tech/tire-waste-statistics-need-to-know/> (Son Erişim Tarihi: 03.10.2024)

Czarna-Juszkiewicz, D., Kunecki, P., Cader, J., & Wdowin, M. (2023). Review in Waste Tire Management—Potential Applications in Mitigating Environmental Pollution. *Materials*, 16(17), 5771.

Dabic-Miletic, S., Simic, V., & Karagoz, S. (2021). End-of-life tire management: a critical review. *Environmental science and pollution research*, 1-18.

Eco Green Equipment. (n.d.). Environmental impacts of waste tire disposal: <https://ecogreenequipment.com/environmental-impacts-of-waste-tire-disposal/#:~:text=Tires%20do%20not%20decompose.,can%20contribute%20to%20climate%20change.> (Son erişim tarihi 22 Kasım 2024)

Epps, J. A. (1994). *Uses of recycled rubber tires in highways* (Vol. 198). Transportation Research Board.

Forrest, M. (2014). Recycling and re-use of waste rubber.

Gaksan (2024) <http://gaksan.com.tr/services/omrunu-tamamlamis-lastik-otl-geri-kazanimi/3> (Son erişim tarihi: 23.09.2024)

Ghaffari, M., Aliahmadi, A., Khalkhali, A., Zakeri, A., Daim, T. U., & Yalcin, H. (2023). Topic-based technology mapping using patent data analysis: A case study of vehicle tires. *Technological Forecasting and Social Change*, 193, 122576.

Han, W., Han, D., & Chen, H. (2023). Pyrolysis of waste tires: a review. *Polymers*, 15(7), 1604.

Hassan, M. R., & Rodrigue, D. (2024). Application of Waste Tire in Construction: A Road towards Sustainability and Circular Economy. *Sustainability* 16(9), 3852.

Imbernon, L., & Norvez, S. (2016). From landfilling to vitrimer chemistry in rubber life cycle. *European Polymer Journal*, 82, 347-376.

Kazemi, M., Parikhah Zarmehr, S., Yazdani, H., & Fini, E. (2023). Review and perspectives of end-of-life tires applications for fuel and products. *Energy & Fuels*, 37(15), 10758-10774.

Kishan, G. S., Sakthivel, M., Vijayakumar, R., & Lingeshwaran, N. (2021). Life cycle assesment on tire derived fuel as alternative fuel in cement industry. *Materials Today: Proceedings*, 47, 5483-5488.

Kuennen, T. (2004). Asphalt rubber makes a quiet comeback. *Better Roads*, 74(5).

LASDER (2024) Lastik Sanayicileri Derneği; <https://www.lasder.org.tr> (Son erişim: 23.09.2024)

Li, X., Xu, H., Gao, Y., & Tao, Y. (2010). Comparison of end-of-life tire treatment technologies: A Chinese case study. *Waste management*, 30(11), 2235-2246.

Mavridou, S., Oikonomou, N., & Kalofotias, A. (2010). Worldwide survey on best (and worse) practices concerning rubberised asphalt mixtures implementation (number of different cases, extent of application. *Thessaloniki: EU-LIFE+ Environment Policy and Governance. ROADTIRE D, 2*, 1-1.

Milad, A., Ahmeda, A. G., Taib, A. M., Rahmad, S., Solla, M., & Yusoff, N. I. M. (2020). A review of the feasibility of using crumb rubber derived from end-of-life tire as asphalt binder modifier. *Journal of Rubber Research*, 23, 203-216.

Moasas, A. M., Amin, M. N., Khan, K., Ahmad, W., Al-Hashem, M. N. A., Deifalla, A. F., & Ahmad, A. (2022). A worldwide development in the accumulation of waste tires and its utilization in concrete as a sustainable construction material: A review. *Case Studies in Construction Materials*, 17, e01677.

Mouneir, S. M., & El-Shamy, A. M. (2024). A review on harnessing the energy potential of pyrolysis gas from scrap tires: Challenges and opportunities for sustainable energy recovery. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 177, 106302.

Mrad, M., & El-Samra, R. (2020). Waste tire management: Lebanon case study. *Journal of Waste Management and Disposal*, 3(1), 101.

Numfor, S. A., Corder, G., Halog, A., & Matsubae, K. (2022). A Review of End-of-Life Tire Recycling in Australia, Japan, South Africa and Cameroon. *Academia Letters*, 2.

Otomotiv Sanayii Derneği, (2023). Otomotiv sanayii 2022 yılı küresel değerlendirme raporu, İstanbul, Türkiye. Ulaşılabilir Link: <https://www.osd.org.tr/saved-files/PDF/2023/09/14/2022%20Kuresel%20Degerlendirme%20Raporu.pdf> (Son erişim tarihi: 23 Eylül 2024)

Ömrünü Tamamlamış Lastiklerin Kontrolü Yönetmeliği (2015); <https://www.mevzuat.gov.tr/File/GeneratePdf?mevzuatNo=10799&mevzuatTur=KurumVeKurulusYonetmeliği&mevzuatTertip=5> (Son erişim tarihi: 23.09.2024)

Potkány, M., Krajčirová, L., & Osvaldová, M. (2022). Business Plan Concept for the Production of Rubber-Based Noise Reduction Walls in Slovakia for the Potential of Worn Tires Material Recovery. *Management Systems in Production Engineering*, 30(2), 140–145.

Presti, D. L., Memon, N., Grenfell, J., & Airey, G. (2017). Alternative methodologies to evaluate storage stability of rubberised bitumens. *Adv Mater Sci Eng*, 2, 12.

Rauch, R., Kiros, Y., Engvall, K., Kantarelis, E., Brito, P., Nobre, C., Santos, S. M., & Graefe, P. A. (2024). Hydrogen from Waste Gasification. *Hydrogen*, 5(1), 70–101.

Rogachuk, B. E., & Okolie, J. A. (2023). Waste tires based biorefinery for biofuels and value-added materials production. *Chemical Engineering Journal Advances*, 14, 100476.

Scofield, L. (1989). *The History, Development, and Performance of Asphalt Rubber at ADOT: Special Report.*

- Arizona Department of Transportation.
Sebastian, R. M., & Louis, J. (2022). Waste management in Northwest Territories, Canada: Current practices, opportunities, and challenges. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 10(1), 106930.
- Sharma, A. (2013). Retreading of tyres. *International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT)*, 2(6).
- Shu, X., & Huang, B. (2014). Recycling of waste tire rubber in asphalt and portland cement concrete: An overview. *Construction and Building Materials*, 67, 217–224.
- Shulman, V. L. (2019, January). Tire recycling. In *Waste* (pp. 489-515). Academic Press.
- Sienkiewicz, M., Kucinska-Lipka, J., Janik, H., & Balas, A. (2012). Progress in used tyres management in the European Union: A review. *Waste Management*, 32(10), 1742–1751.
- Sousa, J. B. (2005). Experiences with use of reclaimed rubber in asphalt within Europe. *Birmingham: sn Rubber in Roads*.
- Teşkilatı, T. D. P. (2008). Araç lastiği-plastik ürünler çalışma grubu raporu. *Devlet Planlama Teşkilatı dokuzuncu kalkınma planı, Kimya sanayii özel ihtisas komisyonu, Ankara, Türkiye*.
- Takal, H. B. (1991). Advances in technology of asphalt paving materials containing used tire rubber. *Tire Rubber Asph. Pavements*, 1339, 23.
- Thompson, D. C., & Hoiberg, A. J. (1979). Bituminous materials: asphalt tars and pitches. *New York*.
- Torretta, V., Rada, E. C., Ragazzi, M., Trulli, E., Istrate, I. A., & Cioca, L. I. (2015). Treatment and disposal of tyres: Two EU approaches. A review. *Waste management*, 45, 152-160.
- Trubia, S., Severino, A., Curto, S., Arena, F., & Pau, G. (2020). Smart roads: An overview of what future mobility will look like. *Infrastructures*, 5(12), 107.
- Trudsø, L. L., Nielsen, M. B., Hansen, S. F., Syberg, K., Kampmann, K., Khan, F. R., & Palmqvist, A. (2022). The need for environmental regulation of tires: Challenges and recommendations. *Environmental Pollution*, 311, 119974.
- Tübitak (2024) <https://tubitak.gov.tr/tr/haber/omrunu-tamamlamis-lastikler-icin-geri-donusum-tesisi-kuruldu> (son erişim tarihi: 23.09.2024)
- Türk Dil Kurumu – Bilim ve Sanat Terimleri Ana Sözlüğü, <https://sozluk.gov.tr/> (son erişim tarihi: 23 Eylül 2024)
- U.S. Environmental Protection Agency (2024-1). (Son erişim tarihi: 22 Kasım 2024)
- US EPA, 2016a
<https://archive.epa.gov/epawaste/conservation/materials/tires/web/html/tdf.html> (Son erişim tarihi: 27.11.2024)
- US EPA 2016b:
<https://archive.epa.gov/epawaste/conservation/materials/tires/web/html/markets.html> (Son erişim tarihi: 02.12.2024)
- US EPA 2024,
https://archive.epa.gov/epawaste/conservation/materials/tires/web/html/civil_eng.html (son erişim tarihi: 27.11.2024)
- Valentini, F., & Pegoretti, A. (2022). End-of-life options of tyres. A review. *Advanced Industrial and Engineering Polymer Research*, 5(4), 203–213.
- Zerin, N. H., Rasul, M. G., Jahirul, M. I., & Sayem, A. S. M. (2023). End-of-life tyre conversion to energy: A review on pyrolysis and activated carbon production processes and their challenges. *Science of the Total Environment*, 905, 166981.

DERLEME MAKALESİ

Yağlayıcı Ürünlerde Sürdürülebilirlik: Çevresel Etiketleme Sistemleri ve AB Mevzuatının İncelemesi

Volkan PELİTLİ

Yazışma yazarı:

Volkan PELİTLİ,

volkan.pelitli@tubitak.gov.tr

TÜBİTAK MAM, İklim ve Yaşam Bilimleri Başkan Yardımcılığı, Gebze, Kocaeli, Türkiye.

ORCID: 0000-0001-7332-4151

Referans:

Pelitli, V. (2025). Yağlayıcı Ürünlerde Sürdürülebilirlik: Çevresel Etiketleme Sistemleri ve AB Mevzuatının İncelemesi, *Çevre, İklim ve Sürdürülebilirlik*, 26, (1) 9–16.

Makale Gönderimi: 20 ARALIK 2024

Online Kabul :

3 ŞUBAT 2025

Online Basım :

12 ŞUBAT 2025

Özet Yağlayıcı ürünler için çevresel etiketleme programlarının amacı, fosil kaynaklı geleneksel ürünlerin çevresel etkilerini azaltarak, biyoçeşitliliğe zarar vermeyen ve çevre dostu alternatiflerin geliştirilmesini sağlamaktır. Bu sayede hem doğal kaynakların korunması hem de ekosistemler üzerinde minimum olumsuz etki sağlanması hedeflenmektedir. Ülkemizde de her yıl yaklaşık 400 bin ton yağlayıcı ürün tüketildiği ve sektörde 120'den fazla lisanslı madeni yağ tesisi faaliyet gösterdiği göz önüne alındığında, çevresel etkilerin azaltılması ve sürdürülebilir alternatiflerin benimsenmesi için çevre etiketleme sistemlerinin etkin bir şekilde hayata geçirilmesi kritik bir öneme sahiptir. Bu amaçla mevcut makale de yağlayıcılar ürün grubu ile ilişkili çevresel etiketleme sistemleri ve bu sistemlere ilişkin Avrupa Birliği (AB) mevzuatı detaylı bir şekilde ele alınmaktadır. AB Çevre Etiket Tüzüğü (66/2010/EC), Kimyasal Maddelerin Kaydı, Değerlendirilmesi, İzni ve Kısıtlanmasına İlişkin Yönetmelik (1907/2006/EC) ve Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol Direktifi (2008/1/EC) gibi düzenlemeler, yağlayıcıların çevresel ve insan sağlığına olan etkilerini azaltmaya yönelik kapsamlı kriterler ve kuralları sunmaktadır. Bu düzenlemeler, yağlayıcı ürünlerin biyobozunurluk, biyobirikim, toksisite, yenilenebilir içerik ve ambalajlama gibi önemli çevresel etkilere dayalı kriterlere uymalarını zorunlu kılmaktadır. Ayrıca, bu kriterlerin her biri için belirlenen eşik ve sınır değerler, sektörün çevresel sorumluluklarını yerine getirmesine de rehberlik etmektedir. Böylece, hem tüketicilere daha bilinçli seçimler yapma imkânı sunulmakta hem de sektörde çevre bilincinin gelişmesine katkı sağlanmaktadır. Sonuç olarak, mevcut makale, çevresel etiketleme sistemlerinin yağlayıcı sektöründe sürdürülebilirlik ve inovasyon üzerindeki etkilerini kapsamlı bir şekilde değerlendirirken, aynı zamanda bu alandaki uygulamalar ve mevzuatın bütüncül bir analizini de sunmaktadır. Bu analiz, çevresel etiketleme sistemlerinin sektör üzerindeki etkilerinin daha iyi anlaşılmasına yardımcı olacak ve aynı zamanda gelecek dönemde sürdürülebilir ürün geliştirme süreçlerine de rehberlik edecektir.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik, çevresel etiketleme, yağlayıcılar, döngüsel ekonomi, AB mevzuatı.

Sustainability in Lubricant Products: A Review of Environmental Labelling Systems and EU Legislation

Abstract The aim of environmental labeling programs, especially for lubricant products, is to reduce the environmental impact of traditional fossil-based products and to develop environmentally friendly alternatives that do not harm biodiversity. In this way, it is aimed both to protect natural resources and to ensure minimum negative impact on ecosystems. Considering that approximately 400,000 thousand tons of lubricant products are consumed in Türkiye every year and more than 120 licensed lubricant plants operate in the sector, it is critical to effectively implement environmental labeling systems to reduce environmental impacts and adopt sustainable alternatives. For this purpose, the present paper discusses in detail the environmental labeling systems associated with the lubricants product group and the European Union (EU) legislation related to these systems. Regulations such as the EU Environmental Labeling Regulation (66/2010/EC), the Regulation on Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals (1907/2006/EC) and the Integrated Pollution Prevention and Control Directive (2008/1/EC) provide comprehensive criteria and rules to reduce the environmental and human health impacts of lubricants. These regulations require lubricant products to meet criteria based on key environmental impacts such as biodegradability, bioaccumulation, toxicity, renewable content and packaging. In addition, the thresholds and limit values set for each of these criteria guide the sector in fulfilling its environmental responsibilities. This not only provides consumers with the opportunity to make more informed choices, but also contributes to the development of environmental awareness in the sector. In conclusion, this paper provides a comprehensive assessment of the impact of environmental labeling systems on sustainability and innovation in the lubricant sector, while also providing a holistic analysis of practices and legislation in this area. This analysis will help to better understand the impacts of environmental labeling systems on the industry and will also guide sustainable product development processes in the future.

Keywords: Sustainability, environmental labelling, lubricants, circular economy, EU legislation.

1. Giriş

Günümüzde endüstriyel ve lojistik sektörlerinde yaygın olarak kullanılan yağlama yağları, genellikle sıvı formda olup, alkanlar, naftenik yağlar ve aromatik bileşiklerden oluşan, yoğunluğu 0,8 g/ml arasında değişen, renksiz ve kokusuz özelliklere sahip maddelerdir (Candela vd., 2016). Bu yağların %80-90'ını baz yağlar oluştururken, geri kalan %10-20'lik kısmını ise katkı maddeleri meydana getirmektedir (Islam vd., 2021). Baz yağlar, petrol kökenli olabileceği gibi, bitkisel, sentetik ester, silikon, florokarbon, iyonik, çoklu alkilenmiş siklopentan (MAC) ve diğer kaynaklardan da elde edilebilmektedir. Yağların performansını veya fiziksel özelliklerini iyileştirmek amacıyla kullanılan katkı paketleri ise oldukça fazla olup, bunlar arasında antioksidanlar, deterjanlar, aşınma önleyiciler, korozyon önleyiciler, sürtünme değiştiriciler, köpük önleyici maddeler, aşırı basınç katkıları, viskozite indeks iyileştiriciler ve emülsifiye edici maddeler gibi bileşenler yer almaktadır (Candela vd., 2016).

Ülkemizde yağlayıcı ürün tüketimi yıllık ortalama 436 bin ton civarında olup, kişi başına tüketim ise 2004 yılında 5 kg'den, 2021 yılı itibarıyla %30'luk bir artışla 6,5 kg/kişiye çıkmıştır. Yağlayıcı ürünlerin kullanım alanlarına bakıldığında, bunların yarısından fazlasının (%50) lojistik sektöründe, %41'inin ise

endüstride kullanıldığı görülmektedir. Geriye kalan kısım ise denizcilik sektörüne aittir (PETDER, 2025). Bu kullanım dağılımı incelendiğinde, yağlayıcı ürünlerin ülke ekonomisi ve sanayisi için kritik bir rol oynadığı anlaşılmaktadır.

Yağlama yağlarının kullanımı, günümüzden binlerce yıl öncesine, yani erken uygarlıklara kadar uzanmaktadır. Mezopotamya ve Mısır gibi eski uygarlıklarda, yağlama yağları (Şekil 1), (1) MÖ 3000 yılında Eski Mısır'da piramitlerin inşasında büyük kaya bloklarının taşınmasında, (2) MÖ 2400 yılında heykellerin taşınmasını kolaylaştırmada ve (3) Savaş arabalarının akslarının yağlanması dahi kullanılmıştır (Nosonovsky, 2007). 20. yüzyılın başlarına gelindiğinde ise yağların kullanım alanları çok daha genişlemiştir.



Şekil 1. Yağlama yağları kullanımı erken dönem Mısır (Kyodo Yushi, 2024)

Günümüzde yağlama yağlarının kullanım alanları Tablo 1'de verilmiştir. Bu tablo, otomotiv, endüstriyel, denizcilik ve havacılık sektörlerinde kullanılan çeşitli yağ türlerini, her bir sektörün özel ihtiyaçlarına göre sıralamaktadır.

Tablo 1. Yağların günümüzdeki kullanım alanları (Candela vd., 2016).

□ OTOMOTİV - Motor yağları: - Transmisyon sıvıları - Dişli sıvıları - Fren sıvıları - Hidrolik sıvılar - Piston motor yağları	□ ENDÜSTRİYEL - Hidrolik yağlar - Kompresör yağları - Dişli yağları - Sirkülasyon yağları - Metal işlem sıvıları	□ DENİZCİLİK - Silindir yağları - Stern tüp yağları - Piston motor yağları	□ HAVACILIK Gaz türbin motor yağları
--	--	--	--

Sağladıkları avantajlarla birlikte petrol bazlı yağlayıcıların üretiminde kullanılan fosil kaynaklar ise günümüzde hızla tükenmekte ve bu kaynakların kullanımı çevreyi ciddi şekilde tehdit etmektedir. Bu durum, çevresel sürdürülebilirlik açısından petrol bazlı yağlayıcıların çevresel ayak izini azaltacak alternatiflere olan ihtiyacı vurgulamaktadır (Malik vd., 2023). Bu amaçla çevreci yağlar, ilk olarak 1970'lerin sonunda Almanya ve İsviçre sınırlarındaki Bodensee'de, iki zamanlı motor yağları için geliştirilmiştir. 1980'lerin başında ise Almanya'da artan çevreci görüşler, milli parklardaki ormancılık operasyonlarında kullanılacak çevreci hidrolik sıvıların geliştirilmesini teşvik etmiştir (Norrby, 2003). Bu çabalar sonucunda, Almanya'da (VDMA Spesifikasyonları 24,568 ve 24,569), Alman Mavi Melek (Blue Angel) RAL UZ 178 ve İsveç'te SS155434 ve SS155470 gibi çevre dostu hidrolik yağlara ilişkin standartlar ortaya çıkmıştır. Bu standartların temelinde, yağlayıcıların dökülmesi veya alıcı ortama sızması durumunda çevre kalitesi ile çevresel etkileşim arasındaki ilişkiyi minimize etme amacı yatmaktadır (Shah vd., 2021). Bu doğrultuda, uygulamaya geçen en önemli çevreci etiketleme sistemleri/programları ise şunlardır:

- İskandinav Kuşusu (Nordic Swan): İzlanda, Norveç, Danimarka, İsveç ve Finlandiya
- Mavi Melek (Blue Angel): Almanya
- Eko İşaret Japonya (Eco Mark Japan): Japonya
- Kore Eko Etiket (Korea Ecolabel): Kore
- Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı (United States Department of Agriculture; USDA): A.B.D.
- AB Eko Etiket (EU Ecolabel): Avrupa Birliği
- İsveç Standardı (Swedish Standard; SIS)

- Kuzeydoğu Atlantik Deniz Çevresinin Korunması Sözleşmesi (Convention for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic; OSPAR): Belçika, Danimarka, Avrupa Birliği, Finlandiya, Fransa, Almanya, İzlanda, İrlanda, Hollanda, Norveç, Portekiz, İspanya, İsveç, İngiltere, Lüksemburg, İsviçre ve Kuzey İrlanda
- Avrupa Standartlar Komitesi (European Committee for Standardization; CEN)
- Çevresel Açısından Kabul Edilebilir Yağlar (Environmentally Acceptable Lubricants; EAL)

Bu sistemlerin ortak noktası, yağlayıcıların dökülmesi durumunda çevrede hızlı biyolojik bozunma (tam mineralizasyon) ya da kısa süreli kalıcılık sağlamak ve su yaşamı için yüksek toksisite sınırlarını aşmamaktır. Ayrıca, alternatif olarak yenilenebilir madde içeriğine sahip olmaları da önemli bir özelliktir.

Etiketleme sistemleri dışında, AB ve ulusal düzeyde uygulanan çevre düzenlemeleri de, biyolojik olarak parçalanabilen ve ekotoksik olmayan yağlayıcıların teşvik edilmesinde önemli bir adım olmuştur. Özellikle, Avrupa Parlamentosu ve Konseyi tarafından kabul edilen 66/2010 sayılı AB Eko Etiket Tüzüğü, çevre dostu ürünlerin tanınması ve kullanımı konusunda önemli bir çerçeve sunmaktadır. Bu tüzük, gönüllü bir etiketleme sistemini benimseyerek, tüketicilerin çevre dostu ürünleri kolaylıkla tanıyabilmesini sağlamaktadır. Ayrıca, Kimyasalların Kaydı, Değerlendirilmesi, İzni ve Kısıtlanması Yönetmeliği ve Maddelerin ve Karışımların Sınıflandırılması, Etiketlenmesi ve Ambalajlanması Tüzüğü gibi düzenlemeler de kimyasal maddelerin güvenli kullanımını teşvik ederken, biyosidal

Çevre, İklim ve Sürdürülebilirlik

ürünlerin kontrolü ve atık yönetimi ile ilgili önemli kuralları da içermektedir. Avrupa genelinde, biyobazlı yağlayıcıların kullanımını teşvik eden ulusal mevzuatlar da bulunmaktadır. Örneğin, Fransız yasası, hassas doğal alanlarda biyolojik olarak parçalanabilen yağlayıcıların kullanımını zorunlu kılar; Almanya, Avusturya ve İsviçre’de mineral bazlı yağlayıcıların su yolları ve ormanlık alanlarda kullanımı yasaklanmıştır. Bu yönergeler, çevresel etkileri minimize etme ve sürdürülebilir yağlayıcı kullanımı konusunda AB’nin ve üye devletlerin attığı önemli adımları dikkat çekici şekilde yansıtmaktadır. Bu sebeple, çevre dostu yağlayıcıların üretim ve kullanımının teşvik edilmesi, sürdürülebilir endüstriyel uygulamaların benimsenmesi için oldukça önemli bir adım olarak görülmektedir.

Bu amaçla, mevcut makale, yağlayıcıların çevresel etkilerinin azaltılmasına yönelik geliştirilen çevre etiketleme sistemlerini (Nordic Ecolabel, EU Ecolabel, Blue Angel, Eco Mark Japan vb.) incelemenin yanı sıra, mevcut AB mevzuatını da değerlendirerek çevre dostu yağlayıcıların gelişimini ele almaktadır. Ülkemizde ise çevre etiketi yönetmeliği 19 Ekim 2018 tarihinde Resmî Gazete’de yayınlanmış (Resmî Gazete Sayısı: 30570) olmasına rağmen, yağlayıcı ürün grubu ile ilgili henüz bir kriter seti belirlenmemiştir. Bu kriter setinin 2025 yılı içinde yayımlanması planlanmaktadır (ÇŞB, 2025). Bu süreçte birlikte, çevre dostu yağlayıcıların üretimi ve kullanımı konusunda ülkemizde farkındalık yaratılması, bu ürünlerin daha geniş kitleler tarafından tanınarak yaygınlaşması ve ilgili bilgi birikiminin oluşturulması hedeflenmektedir.

2. Çevresel Etiketleme Sistemleri

Uluslararası düzeyde, yağlayıcılar kategorisini kapsayan çeşitli ulusal ve uluslararası Çevresel Etiketleme Sistemleri bulunmaktadır. Ancak, bazı önemli çevre etiketi programları, yağlayıcıları kapsamamaktadır. Örneğin, Uluslararası Çevresel Ürün Beyan Sistemi (International Environmental Product Declaration; EPD), şu anda yağlayıcı ürün kategorisini içermemektedir. Bu durum, yağlayıcıların çevresel etkilerini belirlemek ve daha sürdürülebilir alternatiflerin teşvik edilmesi için hala ek düzenlemelere ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir. Buna karşın, çevre etiketleme sistemleri, yağlayıcıların çevresel etkilerini dikkate alarak, bu ürünlerin güvenli ve çevre dostu alternatiflerini teşvik etmeyi amaçlamaktadır.

Bu bölümde, önemli çevresel etiketleme sistemleri detaylı olarak ele alınacaktır: İskandinav Kuğusu, Mavi Melek, Eko İşaret Japonya, Kore Eko Etiket, Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı Sertifikalı Biyobazlı Ürünler, AB Eko Etiket, İsveç Standardı, Kuzeydoğu Atlantik Deniz Çevresinin Korunması Sözleşmesi, Avrupa Standartlar Komitesi Çevresel Etiketleme Standartları ve Çevre Açısından Kabul Edilebilir Yağlar. Çevresel etiketleme sistemlerinin sıralaması, kapsam genişliği, uluslararası kabul edilebilirlik ve çevre dostu yağlayıcılar üzerindeki etkileri dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir.

2.1 İskandinav Kuğusu

İskandinav Kuğusu ve Eko Etiket, Norveç, İsveç, Finlandiya, İzlanda ve Danimarka’yı kapsayan, yağlayıcılara yönelik ilk uluslararası etiketleme sistemidir. 1989 yılında İskandinav Kurulu tarafından başlatılan İskandinav Kuğusu, sürdürülebilir tüketim katkısında bulunacak bir çevresel etiketleme programı sağlamak amacıyla oluşturulmuştur. Çevresel etkilerin azaltılması amacıyla çeşitli kriterlere dayalı olarak uygulanmakta ve ürünlerin çevresel performansını belirlemek için sıkı denetimler içermektedir. Başlangıçta, hidrolik yağlar, iki zamanlı motor yağları, şanzıman ve dişli yağları gibi ürünler için uygulanmaya başlanmıştır. Ancak, yakın zamanda

yağlayıcılar için bu etiketleme programı geri çekilmiştir (Nordic Ecolabel, 2024).

2.2 Mavi Melek

Yağlayıcılar için ilk ulusal etiketleme programlarından biri olan Mavi Melek (Blauer Engel), 1978 yılında uygulamaya konmuştur. 1988 yılından itibaren, çeşitli yağlayıcılar için özel kriterler geliştirilmiş ve Mavi Melek etiketleme sistemi, hidrolik sıvılar, yağlama yağları ve gresler gibi yağlayıcıları kapsayacak şekilde genişletilmiştir. Bu programda, yağlayıcıların sahip olması gereken temel özellikler arasında biyolojik olarak parçalanabilirlik, suda yaşayan organizmalar için düşük toksisite, biyoakümülatif olmama ve tehlikeli bileşenler (örneğin kanserojen veya toksik maddeler) içermemek bulunmaktadır. Ayrıca, bu etiketi alabilen ürünler, kullanım amacına uygunluğu gösteren bir dizi teknik performans özelliği de sunmalıdır.

Yağlayıcıların biyolojik bozunabilirlik özellikleri, OECD 301B-301F testleri ile belirlenmekte veya birincil biyolojik bozunabilirlik ölçümü için CEC L-33-A-934 testi kullanılabilmektedir. Bu programın diğer çevresel etiketleme programlarından farkı, nihai biyolojik parçalanabilirlik gerekliliğidir. Bununla birlikte, Mavi Melek programında yenilenebilir hammadde kullanımına dair bir şart bulunmamaktadır; bu nedenle tamamen petrol kaynaklı yağlayıcılar da sertifika alabilmektedir. Günümüzde, 83 farklı ürün Mavi Melek etiketi taşımaktadır. Bu miktar, programın çevre dostu yağlayıcılar ve diğer ürünler için önemli bir çevresel standardı belirlemektedir.

Mavi Melek etiketine sahip yağlayıcılar, sadece üretim aşamasında değil, kullanım sırasında da çevresel etkileri minimize ederek, endüstriyel uygulamalarda çevre dostu alternatiflerin önünü açmaktadır. Bu çerçevede, Mavi Melek programı sunduğu kriterler ile çevreye duyarlı endüstriyel yağlayıcı üretiminde önemli bir referans noktası oluşturmaktadır. (Blue Angel, 2022).

2.3 Eko İşaret Japonya

Eko İşaret Japonya, Japonya’da çevresel etkileri minimize etmeye yönelik olarak geliştirilmiş önemli bir çevresel etiketleme sistemidir. Bu etiket, hidrolik yağlar, 2 zamanlı motor yağları, gres ve diğer yağlama yağları gibi ürün kategorilerini kapsamaktadır. Etiket programı, yaşam döngüsü değerlendirmesi yaparak, ürünlerin çevresel etkilerini kapsamlı bir şekilde analiz etmektedir. Bu analizde, kaynak tüketimi, sera gazı salınımı, ozon tabakasını incelten maddeler, atmosferik ve su kirleticileri, atık oluşumu, tehlikeli maddelerin kullanımı ve deşarjı gibi çeşitli çevresel faktörler göz önünde bulundurulmaktadır. Eko İşaret Japonya, yağlayıcıların üretiminden kullanımına kadar tüm aşamalarda çevresel etkilerin azaltılmasını teşvik etmekte ve çevre dostu alternatiflerin benimsenmesine katkı sağlamaktadır. Bu yaklaşım, yalnızca Japonya’da değil, küresel anlamda da sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşılmasına da önemli destek sunmaktadır.

Sertifikasyon sürecinde, üretim tesislerinin çevresel yasalarla uyumlu olduğunu gösteren belgelerin kriterlere ilave olarak sunulması gerekmektedir. Bu belgeler, çevresel mevzuata uyum sağlanması için gerekli önlemleri, organizasyonel yapıyı, kayıt belgelerinin muhafaza edilmesi için iç tüzükleri ve olası ihlalleri önlemeye yönelik önlemleri içermektedir. Ayrıca, kimyasal maddelerin doğru yönetimi de oldukça önemli olup, proses sırasında kullanılan kimyasal maddelerin güvenilirliğine dair verilerin de sağlanması gerekmektedir. Örneğin, biyolojik bozunurluk oranının %60 ve üzeri olması ve su ekosistemler üzerinde toksik özellik sergilenmemesi

Çevre, İklim ve Sürdürülebilirlik

ürünlerin sertifikasyonu için gereklidir. Ayrıca, ürünlerin etiketlerinde uygun kullanım ve atık yönetimiyle ilgili uyarılar da belirtilmelidir. Bu önlemler, çevre dostu yağlayıcıların daha geniş alanlarda kullanılmasını sağlamak amacıyla belirlenen önemli gerekliliklerindendir (Eco Mark Japan, 2012).

2.4 Kore Eko Etiketi

Kore Eko Etiketi, çevreyle temas eden yağlayıcılar için belirli çevresel kriterlere dayanan bir sertifikasyon sistemidir. Bu etiket sistemi, pas önleyici yağlama yağları, hidrolik yağlar ve kullanımdan sonra doğaya karışan yağlayıcılar gibi ürünleri kapsamaktadır. Kore Eko Etiketi, bu ürünlerin çevresel etkilerini değerlendirirken üç temel faktöre odaklanmaktadır: Biyolojik birikim (BCF), biyolojik parçalanabilirlik ve akut-kronik toksisite. Bu kriterler, yağlayıcıların ekosistemler üzerindeki potansiyel zararlarını en aza indirmek amacıyla, çevreye karıştıklarında hızla şekilde parçalanmaları ve canlılar üzerinde toksik etki göstermemeleri için önemlidir (KEITI, 2024).

2.5 Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı Sertifikalı Biyobazlı Ürünler

Sertifikalı Biyobazlı yağlayıcılar programı, bitkilerden ve diğer yenilenebilir tarım, deniz ve ormancılık malzemelerinden elde edilen, biyobazlı içerik taşıyan ürünleri kapsayan bir sertifikasyon sistemidir. Bu sertifika, 187 farklı ürün kategorisini içermekte ve yağlayıcı ürün grubu da bu kapsamda yer almaktadır. Mevcut durumda 387 yağlayıcı ürün bu etikete sahiptir. USDA sertifikasına sahip yağlayıcılar, biyobazlı içeriğin oranına bağlı olarak çeşitli kategorilerde değerlendirilmektedir. Yağlayıcı kategorisine göre biyobazlı içerik oranı %30 ile %90 arasında değişmektedir. Bu sertifikasyon, yenilenebilir kaynaklardan elde edilen ve çevresel etkileri azaltan ürünlerin kullanımını teşvik ederek, daha sürdürülebilir bir endüstriyel uygulama anlayışını desteklemektedir (USDA A, 2014; USDA B, 2024).

2.6 AB Eko Etiketi

AB Eko Etiket Sistemi, yağlayıcılar için 2005 yılında oluşturulmuş olup, hidrolik sıvılar, gresler ve iki zamanlı yağlar gibi toplam kayıplı yağlayıcıları kapsamaktadır. Bu etiketleme programı, ilk aşamada çevresel etkileri en aza indirmeyi amaçlayan 7 temel kriteri kapsamaktadır. Bu kriterler arasında biyolojik bozunma, sucül toksisite ve biyoakümülyasyon gibi çevresel etkilerin değerlendirilmesi yer almaktadır. Ayrıca, belirli toksik madde türlerinin hariç tutulması, yenilenebilir hammadde içeriği ve yağlayıcıların minimum teknik performans gereksinimleri de bu etiketleme programına dahil edilmiştir (EU Ecolabel, 2005).

Günümüzde ise AB Eko Etiketi, Çevresel Etiketleme Sistemleri içerisinde en yaygın kabul gören etiket programı haline gelmiştir. Yağlayıcı ürün grubu için 2018 yılından sonra, biyolojik bozunabilirlik, sucül toksisite, biyoakümülyasyon ve belirli kısıtlanmış maddelerin varlığını içeren 8 temel kriteri kapsamıştır. Bu etiketleme sistemi, motorlu testere yağları, tel halat yağlayıcılar, beton ayırıcılar, açık dişlilerde kullanılması amaçlanan dişli yağları, stern borusu yağları, iki zamanlı motor yağları, korozyona karşı geçici koruma yağları, hidrolik sistem yağları, metal işleme sıvıları, kapalı dişlilerde kullanılması amaçlanan dişli yağları ve gresleri değerlendirmek için oluşturulmuştur (Cargill, 2022).

O.E.C.D. 301 A-B-C-D-E-F testleri veya eşdeğer yöntemler, yağlayıcıların kolayca biyolojik bozunabilirliğinin belirlenmesi için kullanılmaktadır. Örneğin, hidrolik yağ formülasyonları için bu değer, en az %90 ve gresler içinde %80 olarak belirlenmiştir. Buna ek olarak, yağlayıcıların biyoakümülyasyon

için yüksek bir potansiyele sahip olmaması gerekmektedir. Bu kriter için belirtilen koşullardan en az birinin yerine getirilmesini zorunludur: 800 g/mol'den daha büyük bir molar kütle veya 1,5 nm'den daha büyük bir moleküler çap; 3'ten küçük veya 7'den büyük bir log K_{ow} ; ya da 100 L/kg'dan daha az ölçülen bir biyokonsantrasyon faktörü (BCF). Sucül toksisite değerlendirmesi, çevreye tamamen karışan yağlayıcı formülasyonlarının ve bileşenlerinin >100 mg/L akut toksisite için OECD 201 (algler, 72 saat) ve 202 (Daphnia, 48 saat) testlerini, ayrıca >10 mg/L kronik toksisite için OECD 210/212/2015 (balık) veya 211 (daphnia) testlerini geçmesini gerektirmektedir (EU Ecolabel, 2018).

AB Eko Etiketli ürün bilgilerini içeren internet sitesinden alınan son veriler, 116 lisans altında toplam 615 yağlayıcı ürünün piyasaya sunulduğunu göstermektedir. Bu etikete sahip firmalar arasında BIOSTAR GmbH, Motorex, Royal Purple, Chevron Belgium ve Total Energies Lubrifiants gibi önde gelen markalar yer almaktadır (EU Ecolabel Product Catalogue, 2024).

2.7 İsveç Standardı

İsveç Standardı, yağlayıcıların çevresel ve insan sağlığına etkilerini değerlendirmek amacıyla kapsamlı bir değerlendirme süreci sunmaktadır. Programda günümüze itibarıyla 142 yağlayıcı bulunmaktadır ve bu yağlayıcıların her biri, çeşitli kriterlere göre analiz edilmektedir.

Değerlendirme sürecinde biyolojik bozunabilirlik ve sucül toksisite gibi çevresel faktörlerin yanı sıra, yağlayıcıların bileşenlerinin ve formülasyonlarının hassaslaştırıcı özellikleri de test edilmektedir. Bu testler, özellikle çevre dostu ve insan sağlığına daha az zararlı ürünlerin kullanılmasını teşvik etmektedir.

Biyolojik bozunabilirlik testi, ISO 94393 standardına dayanmaktadır. Bu test, yağlayıcıların çevreye zarar vermeden doğal yollarla bozunup bozulmadığının belirlenmesi için kullanılmaktadır. Ayrıca, yağlayıcı sınıfına göre değişen gereklilikler, özellikle yenilenebilir malzemelerin içeriği ile ilişkilidir. Bu şart, çevresel sürdürülebilirliği artırmak ve fosil kaynaklara bağımlılığı azaltmak amacıyla yağlayıcı formülasyonlarının daha doğal ve yenilenebilir bileşenler içermesini sağlamak için bir zorunluluk haline gelmiştir (Candela vd., 2016).

2.8 Kuzeydoğu Atlantik Deniz Çevresinin Korunması Sözleşmesi

OSPAR deniz çevresinin korunmasına yönelik uluslararası sulara rehberlik eden mevcut yasal araçlardan biridir. Bu sözleşme, 1972 tarihli Oslo Sözleşmesi (atıkların denize dökülmesine ilişkin) ve 1974 tarihli Paris Sözleşmesi (kara kökenli deniz kirliliği kaynaklarına ilişkin) olmak üzere iki önemli anlaşmayı birleştirerek, deniz çevresinin korunmasına yönelik kapsamlı bir çerçeve oluşturmaktadır (Candela vd., 2016).

OSPAR yönetmelikleri, kimyasalların kalıcılığı ve deniz toksisitesi açısından çevresel performansın değerlendirildiği önemli bir çerçeve sunmaktadır. Kalıcılık, iki ana parametre ile değerlendirilmektedir: Biyoakümülyasyon (OECD 1174 veya OECD 1074 test yöntemleri) ve deniz suyunda 28 günlük biyolojik bozunma (OECD 3064 standardına göre). Bu testlerin her biri, her bir bileşen için üçüncü taraf bir laboratuvar tarafından gerçekleştirilmekte ve bu sayede bağımsız ve güvenilir bir değerlendirme süreci sağlanmaktadır.

OSPAR gereksinimleri, yağlayıcılar için biyolojik bozunma

Çevre, İklim ve Sürdürülebilirlik

sınırlarına, sucul toksisite sınırlarına ve biyolojik birikim sınırlarına uyum sağlanmasını zorunlu kılmaktadır (Oleon, 2024).

2.9 Avrupa Standartlar Komitesi Çevresel Etiketleme Standartları

Bu etiketleme sistemi, şeffaflık ve tüketici güvenliğini artırarak biyo-bazlı ürün pazarının büyümesini destekleyecek standartlar geliştirmektedir. Bu çerçevede, CEN/TC 19 - Gaz ve sıvı yakıtlar, yağlayıcılar ve ilgili petrol ürünleri, sentetik ve biyolojik kökenli biyo-yaglayıcıların ve biyo-bazlı yağlayıcıların terminolojisi ve karakterizasyonu hakkında Teknik Rapor (CEN/TR 16227) hazırlamıştır. Bu rapor, biyolojik bozunabilirlik, sucul toksisite, biyokütle içeriği ve performansla ilişkin gereklilikleri içeren bir Avrupa Standardı (EN 16807) geliştirmek için temel alınmıştır (Candela vd., 2016).

Bu Avrupa Standardı 2016 yayımlanmış olup, biyo-yaglayıcı terimini ve tüm biyo-yaglayıcılar ve biyo-bazlı yağlayıcılar için minimum gereklilikleri belirlemektedir. Örneğin, eko etiketli yağlar belirli biyo-yaglayıcı ailelerine atıfta bulunurken, bu standard biyo-yaglayıcıların karakterizasyonu ile ilgili test yöntemi gereksinimlerini kısaca açıklamaktadır. Ayrıca, biyo-yaglayıcıların üretiminde kullanılan farklı yenilenebilir hammaddeler ve/veya farklı biyo-bazlı içeriklerin miktarına ilişkin biyolojik bozunabilirlik, ürün fonksiyonelliği ve ilgili standartlara yönelik öneriler de sunmaktadır (GlobalSpec, 2024).

2.10 Çevresel Açısından Kabul Edilebilir Yağlar

Kasım 2011'de ABD Çevre Koruma Ajansı (Environmental Protection Agency; EPA), Çevresel Açısından Kabul Edilebilir Madeni Yağlar programını başlatmıştır. Bu program, sucul çevreye olumsuz etkileri en aza indirecek şekilde biyolojik parçalanabilirlik, biyobirikim ve toksisite standartlarını karşıladığı kanıtlanmış madeni yağları tanımlamaktadır (EPA, 2011).

Aralık 2013'te yürürlüğe giren Gemi Genel İzni (VGP), teknik olarak mümkün olduğu sürece 24 metreden daha uzun gemiler için tüm petrol-deniz ara yüzleri üzerinde çevre dostu yağların kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. Ayrıca, ABD kıyı şeridinin üç deniz mili içinde ve Büyük Göller'de faaliyet gösteren gemiler için kaza deşarjlarına ilişkin (yağlayıcılar dahil) katı sınırlamalar getirmektedir. Gemi genel izni (Vessel General Permit; VGP) kapsamındaki bazı uygulamalar arasında kontrol edilebilir pervaneler, itici hidrolik sıvılar, çark tahrikinde kaynaklanan yağlama deşarjları, stern boruları, dümen yatakları, tel halat ve daldırmaya maruz kalan mekanik ekipmanlar yer almaktadır (VGP, 2013; Houston, 2015).

VGP standardını karşılamak üzere yağlayıcıların taşınması gereken üç temel özellik şunlardır: a) Biyolojik olarak parçalanabilirlik: Yağlayıcı formülasyonunun %90'ı, 28 gün içinde minimum %60 oranında biyolojik bozunur olmalıdır. Bu oran gresler için %75'tir. Nihai ürün, %60'lık gereksinimi karşılamayan bileşenlerin %10'unu ve biyolojik olarak parçalanamayanların ise %5'ini içerebilir (gresler için bu oran %25'tir). b) Toksisite: Asgari düzeyde toksik olan nihai ürün, akut ve kronik toksisite testlerinden geçmelidir. c) Biyobirikim: Bir madde, biyobirikimsiz olarak nitelendirilebilmesi için toksik seviyelere ulaşmamalıdır (Candela vd., 2016).

3. AB Mevzuatı

3.1 Kimyasal Maddelerin Kaydı, Değerlendirilmesi, İzni ve Kısıtlanması Tüzüğü

Avrupa Komisyonu'nun Kimyasalların Kaydı, Değerlendirilmesi, İzni ve Kısıtlanmasına (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals; REACH) ilişkin 1907/2006 sayılı Avrupa Parlamentosu Tüzüğü çevreci yağlar için belirli test yöntemlerini içermektedir. Bu mevzuat, çevre dostu yağların biyolojik bozunabilirlik, toksisite ve biyobirikim gibi çevresel etkilerini değerlendirmek için gerekli test standartlarını belirlemekte olup, yağların sucul çevreye zarar vermesini en aza indirmeyi hedeflemektedir (REACH, 2008).

3.2 Maddelerin ve Karışımların Sınıflandırılması, Etiketlenmesi ve Ambalajlanması Tüzüğü

Maddelerin ve Karışımların Sınıflandırılması, Etiketlenmesi ve Ambalajlanmasına (Classification, Labelling and Packaging of Substances and Mixtures; CLP) ilişkin 16 Aralık 2008 tarihli ve 1272/2008/AT sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konsey Tüzüğü, yağlayıcılarla ilgili olarak, kimyasal maddelerin tehlikeli özelliklerinin doğru bir şekilde sınıflandırılmasını, etiketlenmesini ve ambalajlanmasını sağlayan düzenlemeleri içermektedir. Bu tüzük, özellikle yağlayıcıların çevreye olan etkilerini belirleyerek, sağlık ve güvenlik risklerini azaltmayı amaçlamaktadır (CLP, 2008).

3.3 Biyosidal Ürünler Yönetmeliği

Biyosidal Ürünlerin Piyasada Bulundurulması ve Kullanımına ilişkin 22 Mayıs 2012 tarihli ve 528/2012 sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konsey Yönetmeliği, yağlayıcılar içerisinde bulunan biyositleri sınırlandırmaktadır. Bu yönetmelik, biyosidal ürünlerin piyasaya sürülmesini ve kullanılmasını düzenleyerek, çevre ve insan sağlığına olabilecek olumsuz etkileri en aza indirmeyi amaçlamaktadır. Yağlayıcı ürünler, biyosidal bileşikler içerdiğinde, bu bileşiklerin kullanımına yönelik belirli sınırlamalar ve gereklilikler uygulanmaktadır (Biyosidal Ürünler, 2012).

3.4 Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol Direktifi

Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrolüne (Integrated Pollution Prevention and Control; IPPC) ilişkin 15 Ocak 2008 tarihli ve 2008/1/EC sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konsey Direktifi (2010/75/AB), yağlayıcılarla ilgili olarak çevresel kirlitici azaltılması ve yönetimi üzerine çeşitli hususlara vurgu yapmaktadır. Bu direktif, özellikle endüstriyel tesislerde kirliliğin önlenmesi ve kontrol edilmesine yönelik düzenlemeler getirmekte olup, yağlayıcıların üretimi ve kullanımı sırasında çevresel etkilerin minimize edilmesini amaçlamaktadır. Yağlayıcıların kullanımında, emisyonların sınırlandırılması, atıkların yönetimi ve daha sürdürülebilir üretim süreçlerinin benimsenmesi gerektiği belirtilmektedir. Ayrıca, yağlayıcı kullanımı neticesinde açığa çıkacak CO₂ emisyonları ve atık yağ rafinasyon tesislerinde emisyonların azaltılması için uygulanabilecek yöntemler de Mevcut En İyi Teknikler referans Dokümanında (MET 42, 43 ve 44) kapsamlı bir şekilde ele alınmaktadır. Bu yöntemler arasında, daha verimli yağlayıcıların kullanımı, yağlayıcı geri dönüşüm süreçlerinin teşvik edilmesi, enerji verimli rafinasyon teknolojilerinin benimsenmesi, hava kirliliği kontrolü ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı gibi çözümler bulunmaktadır. Bu düzenlemeler, çevresel etkilerin azaltılması ve daha sürdürülebilir bir üretim yaklaşımının benimsenmesi için önemli bir rehber sunmaktadır (IPPU, 2024; BAT, 2018).

3.5 Ambalaj ve Ambalaj Atıkları Direktifi

20 Aralık 1994 tarihli ve 94/62/EC sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konsey Direktifi, ambalaj ve ambalaj atıklarının çevre üzerindeki olumsuz etkilerini önlemeyi veya azaltmayı amaçlamaktadır. Bu Direktif, ambalaj atıklarının önlenmesi, ambalajların yeniden kullanımı ve ambalaj atıklarının geri kazanımı ve geri dönüşümü ile ilgili düzenlemeler getirmektedir. Ayrıca, yağlayıcıların paketlenmesi sırasında geri kazanılmış ambalajların kullanımıyla ilişkilendirilebilecek hususlar da içermektedir. Örneğin yağlayıcı ürün ambalajlarının ağırlıkça %25-45 oranında geri dönüştürülmesi gerekmektedir. Bu düzenlemeler, çevreye zarar veren atıkların azaltılmasını ve geri dönüştürülebilir ambalaj malzemelerinin kullanımını teşvik etmeyi hedeflemektedir. Direktif, ambalajların çevresel etkilerini en aza indirmek için sürdürülebilir ambalaj yönetimi uygulamalarının benimsenmesini de önermektedir (Packaging and Packaging Waste, 1994).

3.6 Su Çerçeve Direktifi

23 Ekim 2000 tarihli ve 2000/60/EC sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konsey Direktifi (Su Çerçeve Direktifi), su politikası alanında Topluluk eylemi için bir çerçeve oluşturmaktadır. Bu Direktif, sucul çevrenin korunmasını hedefler ve Ek X'inde yer alan öncelikli maddelerin, örneğin alaklor, antrasen, atrazin, benzen, bromlu difeniller, kadmiyum ve bileşikler, endosulfan, PFOS, PAH, HBCDD gibi bileşiklerin, yağlayıcılarda %0,01'in üzerinde kasıtlı olarak eklenmesi veya oluşması yasaklanmıştır. Bu düzenleme, su kaynaklarının korunmasına yönelik çevresel risklerin azaltılmasını ve bu maddelerin su ekosistemlerine zarar vermesinin önlenmesini amaçlamaktadır (ECHA, 2024).

4. Sonuç

Bu çalışma, yağlayıcı ürünlerin çevresel etkilerini azaltmaya yönelik uluslararası çevresel etiketleme sistemlerini incelemiş ve Avrupa Birliği (AB) mevzuatına ilişkin düzenlemelerin etkisini analiz etmiştir. Çevresel etiketleme programları, sürdürülebilir ürünlerin kullanımını teşvik ederek çevresel etkilerin minimize edilmesine büyük katkı sağlamaktadır. Bu etiketleme sistemleri, yağlayıcıların biyolojik parçalanabilirlik, toksisite ve biyoakümülyasyon gibi çevresel faktörlere odaklanarak, çevre dostu alternatiflerin benimsenmesini teşvik etmektedir. Mavi Melek ve Eko İşaret Japonya gibi etiketler, yağlayıcıların sadece üretim sürecinde değil, kullanım aşamasında da çevre dostu olmasını zorunlu kılmaktadır. Ancak, mevcut çevresel etiketleme sistemlerinin yağlayıcılar için yeterince kapsamlı olmadığı ve bazı ürün gruplarının dışarıda bırakıldığı görülmektedir. Bu durum, etiketleme programlarının daha kapsayıcı düzenlemeler ve kriterler geliştirmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

AB mevzuatına dayalı düzenlemeler, yağlayıcıların çevresel etkilerini azaltmaya yönelik önemli adımlar atmaktadır. REACH yönetmeliği, yağlayıcıların biyolojik bozunabilirlik, toksisite ve biyobirikim gibi çevresel etkilerini değerlendiren test standartlarını belirlerken, CLP tüzüğü, yağlayıcıların sağlık ve çevre üzerindeki tehlikeli etkilerini sınıflandırma, etiketleme ve ambalajlama konularında önemli düzenlemeler getirmektedir. Biyosidal ürünler yönetmeliği ise yağlayıcılarda bulunan biyositlerin kullanımını sınırlayarak çevre ve insan sağlığını korumayı amaçlamaktadır. IPPC Direktifi ise, endüstriyel üretim süreçlerinde çevresel kirleticilerin azaltılmasını hedefleyerek, yağlayıcıların üretimi ve kullanımı sırasında çevresel etkilerin minimize edilmesini sağlamaktadır.

Ambalaj atıkları konusunda, 94/62/EC sayılı Direktif, geri

dönüştürülebilir ambalajların kullanımını teşvik ederek çevresel etkilerin azaltılmasına yardımcı olmaktadır. Ayrıca, Su Çerçeve Direktifi, zararlı kimyasalların su ekosistemlerine zarar vermesini engelleyerek su kaynaklarını korumaya yönelik önemli bir düzenleme sunmaktadır. Bu düzenlemeler, AB mevzuatının çevre dostu yağlayıcı üretimini teşvik etme ve sürdürülebilir üretim yöntemlerinin benimsenmesi konusunda önemli bir rol oynadığını göstermektedir.

Sonuç olarak, çevresel etiketleme programları ve AB mevzuatına dayalı düzenlemelerin birleşimi, yağlayıcı endüstrisinin çevre dostu çözümler geliştirmesinde önemli bir etken olmaktadır. Bu düzenlemelerin etkin bir şekilde uygulanması, çevre dostu yağlayıcıların kullanımını teşvik ederek, sürdürülebilir ve çevreye duyarlı endüstriyel üretim süreçlerinin de yaygınlaşmasını sağlayacaktır. Ancak, çevresel etiketleme sistemlerinin kapsamının genişletilmesi ve entegrasyonunun sağlanması, çevre dostu yağlayıcı üretimini daha da hızlandıracak ve yağlayıcıların çevresel etkilerinin azaltılmasında daha büyük bir rol oynayacaktır.

Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır.

5. Kaynaklar

- BAT (2018) https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/2019-11/JRC113018_WT_Bref.pdf (Son erişim tarihi: 05.12.2024)
- Biyosidal Ürünler (2012) <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32012R0528> (Son erişim tarihi: 03.12.2024)
- Blue Angel (2022) <https://produktinfo.blauer-engel.de/uploads/criteriafile/en/DE-UZ%20178-202201-en%20criteria-V2.pdf> (Son erişim tarihi: 05.12.2024)
- Candela, V.A.G., Renata, K., Oliver, W., Marta, E., Jaume, J., Rosa, R.M., Elisabet, B., Joana, B., Gemma, J., Natalia, F., and Carme, H., (2016). Revision of European Ecolabel Criteria for Lubricants. *JRC Technical Reports*, Seville.
- Cargill (2022) <https://www.cargill.com/bioindustrial/doc/1432233753535/european-ecolabel-for-lubricants.pdf> (Son erişim tarihi: 01.11.2024)
- CLP (2008) <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008R1272> (Son erişim tarihi: 02.12.2024)
- ÇŞB (2025) <https://cevreetiketi.csb.gov.tr/yaglayicilar-urun-grubuna-yonelik-turkiye-cevre-etiketi-sisteminin-yayginlastirilmasi-projesi-calistayi-gerceklestirildi-haber-289747> (Son erişim tarihi: 17.01.2025)
- ECHA (2024) <https://echa.europa.eu/ann-x-priority-substances-water-dir-2000-60> (Son erişim tarihi: 09.12.2024)
- Eco Mark Japan (2012) https://www.ecomark.jp/nintei/pdf/e110V2_a.pdf (Son erişim tarihi: 12.11.2024)
- EPA (2011) <https://www.regulations.gov/document/EPA-HQ-OW-2011-0141-0006> (Son erişim tarihi: 15.11.2024)

- EU Ecolabel (2005) <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2005D0360:20091204:EN:PDF> (Son erişim tarihi: 22.11.2024)
- EU Ecolabel (2018) <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018D1702> (Son erişim tarihi: 22.11.2024)
- EU Ecolabel Product Catalogue (2024) <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiMzAyMzVknWMTNmJhOS00ZDg4LWlzMtItNzczMkdwODBiNjRmliwiZC16ImlyNGM4YjA2LTUyMmMtNDZmZS05MDgwLTcwOTI2ZjhkZGRiMSIsImMiOiJh9> (Son erişim tarihi: 22.11.2024)
- GlobalSpec (2024) <https://standards.globalspec.com/std/10050567/en-16807> (Son erişim tarihi: 29.11.2024)
- Houston, M. (2015). New EPA Regulations for Environmentally Acceptable Lubricants and Their Effect On the Dredging Industry, Proceedings of western Dredging Association and Texas a & m University Center for Dredging Studies "dredging Summit and Expo 2015, USA; June 22-25.
- IPPC (2010) <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32010L0075> (Son erişim tarihi: 05.12.2024)
- IPPU (2024) https://unosd.un.org/sites/unosd.un.org/files/session_6_ms_heejeong_yim_erdeliebe_institute.pdf (Son erişim tarihi: 03.12.2024)
- Islam, S., Sanzida, N., Rahman, M. And alam, D. (2021). From the value chain to environmental management of used lube oil: A baseline study in Bangladesh, *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 4(2021), 100159.
- KEITI (2024) <https://www.keiti.re.kr/site/eng/02/10220000000002020092205.jsp> (Son erişim tarihi: 13.11.2024)
- Kyodu Yushi (2024) <https://www.kyodoyushi.co.jp/english/knowledge/grease/history/> (Son erişim tarihi: 19 Ağustos 2024)
- Malik, M.A.I., Kalam, M.A., Mujtaba, M.A. and Almomani, F., (2023). A review of recent advances in the synthesis of environmentally friendly, sustainable, and nontoxic bio-lubricants: Recommendations for the future implementations. *Environmental Technology & Innovation*, 32, 103366.
- Nordic Ecolabel (2024) <https://www.nordic-swane-colabel.org/> (Son erişim tarihi: 24.07.2024)
- Norrby, T. (2003). Environmentally adapted lubricants – where are the opportunities?. *Industrial Lubrication and Tribology*, 55 (6), 268-274.
- Nosonovsky, M. (2007). Droughts of the Indian summer monsoon: Role of clouds over Indian Ocean. *Tribology Online*, 2, 2, 44-49.
- Oleon (2024) <https://lubricantexpo.com/wp-content/uploads/2024/04/EAL-brochure-Oleon.pdf> (Son erişim tarihi: 29.11.2024)
- Packaging and packaging waste (1994) <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:31994L0062> (Son erişim tarihi: 06.12.2024)
- PETDER (2025) <https://www.petder.org.tr/tr-TR/atik-motor-yagi-faaliyet-raporlari/627767PETDER> (Son erişim tarihi: 17.01.2025)
- REACH (2008) <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008R0440> (Son erişim tarihi: 02.12.2024)
- Shah, R., Woydt, M., Zhang, S. (2021). The Economic and Environmental Significance of Sustainable Lubricants. *Lubricants*, 9, 21, 1-11.
- USDA A (2014) <https://www.usda.gov/article/usda-announces-inclusion-wood-products-and-other-materials-biopreferred-program> (Son erişim tarihi: 19.11.2024)
- USDA B (2024) <https://www.biopreferred.gov/BioPreferred/faces/catalog/Catalog.xhtml> (Son erişim tarihi: 19.11.2024)
- VGP (2013) https://www3.epa.gov/npdes/pubs/vgp_permit2013.pdf (Son erişim tarihi: 29.11.2024)

DERLEME MAKALESİ

Lisansüstü Tezlerin Bibliyometrik Analizi: Elektronik Atık

Şule HÜDAVERDİ¹, Tuğba DEDE², Yusuf Bera SANLI³, Emel GÜVEN⁴, Tamer EREN^{5*}

Yazışma yazarı:

Tamer EREN,
tamereren@gmail.com

Referans:

Hüdaverdi, Ş., Dede, T., Sanlı, Y.B., Güven, E., Eren, T. (2025). Lisansüstü Tezlerin Bibliyometrik Analizi: Elektronik Atık, *Çevre, İklim ve Sürdürülebilirlik* (26)1, 17-24.

Makale Gönderimi : 27 OCAK 2025
Online Kabul : 27 MART 2025
Online Basım : 14 NİSAN 2025

¹Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Yahşihan, Kırıkkale, Türkiye. ORCID: 0009-0001-4774-9671

²Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Yahşihan, Kırıkkale, Türkiye. ORCID: 0009-0007-5030-8443

³Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Yahşihan, Kırıkkale, Türkiye. ORCID: 0009-0003-7577-6671

⁴Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Yahşihan, Kırıkkale, Türkiye. ORCID: 0000-0001-6106-9720

⁵Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Yahşihan, Kırıkkale, Türkiye. ORCID: 0000-0001-5282-3138

Özet E-atık, teknolojinin hızla ilerlemesi ve tüketim alışkanlıklarındaki değişiklikler nedeniyle dünya çapında önemli bir çevresel sorun haline gelmiştir. Bu çalışma, “e-atık” anahtar kelimesiyle gerçekleştirilen bibliyometrik analiz sonuçlarını sunmaktadır. Yüksek Öğretim Kurumu Ulusal Tez Merkezi (YÖKTEZ) arşivindeki 88 lisansüstü tez üzerine yapılan karşılaştırmalı veriler analiz edilerek yorumlanmıştır. Elektronik atık konusunda yapılan analizde, en fazla tez yayımının 2023 yılında %20,45 (18 tez) yazılarak gerçekleştiği gözlemlenmiştir. Üniversite türlerine göre en çok tezin devlet üniversitelerinde %90 (79 tez) oranında yayımlandığı belirlenmiştir. Devlet üniversiteleri arasında en fazla yayımın İstanbul Teknik Üniversitesi’nde %10,22 9 (tez) oranında yapıldığı tespit edilmiştir. Elektronik atık alanındaki araştırmaların en yoğun olduğu kurumlar Fen Bilimleri Enstitüsü %69,31 (61 tez) ve Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı %28,40 (25 tez) olarak incelenmiştir. Çevre mühendisliği alanındaki yayınlar oldukça fazladır. Araştırma yöntemi olarak ise en çok nicel yöntemlerin kullanıldığı görülmüştür. Bu çalışma, elektronik atık konusundaki gelecekteki lisansüstü tezlere rehberlik etmeyi amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Elektronik atık, bibliyometrik analiz, lisansüstü tezler

Bibliometric Analysis of Graduate Theses: Electronic Waste

Abstract E-waste has become a significant environmental issue worldwide due to the rapid advancement of technology and changes in consumption habits. This study presents the results of a bibliometric analysis conducted using the keyword "e-waste." A comparative analysis of data from 88 graduate theses in the Higher Education Council's National Thesis Center (YÖKTEZ) archive was performed and discussed. In the analysis of electronic waste, it was observed that the highest number of theses was published in 2023, accounting for 20.45% (18 theses). According to university types, the majority of theses, 90% (79 theses), were published by state universities. Among state universities, Istanbul Technical University had the highest publication rate, with 10.22% (9 theses). The institutions with the most research in the field of electronic waste were the Institute of Science with 69.31% (61 theses) and the Department of Environmental Engineering with 28.40% (25 theses). There is a significant number of publications in the field of environmental engineering. As for the research methods, it was observed that quantitative methods were the most commonly used. This study aims to guide future graduate theses on electronic waste.

Keywords: E-waste, bibliometric analysis, graduate theses

1. Giriş

Teknolojinin hızla gelişmesiyle birlikte, tüketim alışkanlıkları da hızla değişmektedir ve bu değişimle birlikte yeni atık türleri ortaya çıkmaktadır. Bunlardan biri, elektrikli ve elektronik atıklardır. Günümüzde, teknolojinin sürekli olarak daha hızlı, verimli, şık ve ekonomik olma eğilimleri sayesinde kullanılan elektronik cihazlar, kullanım amacına göre genellikle 1 ila 6 yıl içinde işlevsizlik durumu veya tamirinin yeni bir ürün almaktan daha pahalı olması gibi sorunlarla karşılaşmaktadır (Çiftlik vd., 2009). Bilgisayarlar, çoğu zararlı olan 1.000'den fazla farklı malzeme kullanılarak üretilir ve bu durum, yılda yaklaşık 20 ila 50 milyon ton arasında olduğu tahmin edilen e-atık miktarına ciddi bir katkıda bulunur. E-atık sorunuyla mücadele etmek için birçok ülke; çevre dostu tasarım, sürdürülebilir üretim yöntemleri, üreticilerin sorumluluklarını genişletme, ürün etiketleme ve standartlaştırma, geri dönüşüm, yeniden üretim gibi çeşitli yaklaşımlar benimsemiştir (Herat, 2007).

Elektrikli ve elektronik atıklar, doğru bir şekilde yönetilmediğinde, içerdikleri zararlı bileşenler nedeniyle insan sağlığı ve çevre için ciddi riskler yaratabilir. Robinson, elektronik atıkların sağlıksız yöntemlerle geri dönüştürüldüğü alanlarda, yakınlardaki nehir suyunda kurşun (Pb) seviyesinin, normal bir nehirdeki seviyenin 4 katına çıktığını belirtmiştir (Salihoğlu ve Kahraman 2016). Ha ve diğer araştırmacılar ise, elektronik atık geri dönüşüm tesislerine yakın bölgelerden aldıkları hava örneklerinde, kurşun (Pb), bakır (Cu) ve çinko (Zn) seviyelerinin, elektronik atık geri dönüşümü yapılmayan bölgelere göre 5 kat daha fazla olduğunu rapor etmişlerdir (Salihoğlu ve Kahraman, 2016). Bunun dışında, elektronik atıklar bakır, gümüş, altın, paladyum gibi değerli metallerin yanı sıra cam, plastik gibi geri kazanılabilir materyalleri de içermektedir. Elektronik atıkların doğru bir şekilde geri dönüştürülmesi, çevresel zararları azaltırken, bu değerli bileşenlerin ekonomiye kazandırılmasını sağlar (Salihoğlu ve Kahraman, 2016). Kurşun, civa, kadmiyum, krom gibi ağır metaller, toprakta birikerek yer altı suyuna karışabilir ve içme suyu kaynaklarını kirlenme tehlikesi yaratabilmektedir. Katı atık depolama alanlarında, kurşunun yaklaşık %40'ının elektronik atıklardan kaynaklandığı öngörülmektedir. Depolama alanlarında yeterli önlem alınmadığı takdirde, atıklar içindeki krom gibi maddeler su kaynaklarına sızarak çevresel kirliliğe yol açmaktadır (Yılmaz, 2006). Elektronik atık hızlı teknoloji gelişimi ve artan tüketim ile birlikte dünya genelinde önemli çevresel ve ekonomik sorunlardan biri haline gelmiştir. Elektronik atık, içerdikleri zararlı kimyasal maddeler ve değerli metaller nedeniyle doğru bir şekilde yönetilmediğinde çevre kirliliğine yol açmakta, geri dönüşüm süreçleri ise bu atıkların kaynağında büyük bir potansiyel barındırmaktadır.

E-atık hammaddelerinin toplam değerinin yaklaşık 57,0 milyar dolar olduğu tahmin edilmekte, ancak bunun yalnızca 10,0 milyar dolarlık kısmı sürdürülebilir yöntemlerle geri dönüştürülmekte ve 15 milyon ton CO₂ salımı dengelenebilmektedir. E-atık işleme süreçlerinde en büyük zorluklar arasında atıkların toplanması, ayrıştırılması ve homojen olmaması, düşük enerji yoğunluğu, artan atık miktarı, emisyonların önlenmesi ve maliyet etkin geri dönüşüm yöntemlerinin bulunması yer almaktadır. Dünya genelinde yalnızca 78 ülkede e-atıkla ilgili yasal düzenlemeler mevcut olup, bu düzenlemeler birçok bölgede etkili bir şekilde uygulanmamaktadır. Güneydoğu Asya ve Kuzey Afrika gibi gelişmekte olan ülkelerde ise e-atık mevzuatları ya çok sınırlıdır ya da hiç bulunmamaktadır. Bu durum, döngüsel ekonomi hedeflerine ulaşabilmesi için ülkelere özgü standartlar ve yasalar oluşturulması, halkın bilinçlendirilmesi, bu yasaların etkin bir şekilde uygulanması ve uygun maliyetli

Bu çalışmanın amacı, elektronik atık ve elektronik atıkların geri dönüşümü araştırma eğilimlerinin bibliyometrik bir incelemesini sunmaktır. Elektronik atık alanındaki araştırmaların ve yayım performansının değerlendirilmesine ve alan hakkında farkındalık kazandırılmasına katkı sağlamak amaçlanmaktadır. Ayrıca elektronik atık konusunda gelecekte hazırlanacak olan lisansüstü tezler için mevcut durumun ortaya konulması hedeflenmektedir. Böylelikle son dönemlerde giderek önemli hale gelen elektronik atık konusunda yapılacak çalışmalara destek sağlanacağı düşünülmektedir.

2. Kavramsal Çerçeve

1917'de Cole ve Eales, karşılaştırmalı anatomi tarihi üzerine yapılan çalışmaları 1550-1860 yılları arasında inceleyerek, araştırma alanının mevcut gelişimini bibliyometrik analiz ile ilk kez ortaya koyan araştırmacılar arasındadır (McLennan, 2022). "Bibliometric" terimi, Yunanca ve Latince kökenli olan "biblio" ve "metric" kelimelerinin birleşiminden oluşur; "biblio" kitap veya belgelere, "metric" ise ölçüm anlamına gelir. Bu nedenle, "bibliometric" kelimesi kitap veya belgelere ilişkin bir ölçüm birimini ifade eder (Al ve Coştur, 2022). Bibliyometri, özünde sayım yapmaya dayalı bir inceleme alanı olarak belirtilmektedir. Bibliyometrik çalışmalar, belirli özelliklere sahip belgelerin veya yayımların analiz edilmesine dayanır ve bilimsel iletişime ilgili çeşitli bulguların elde edilmesini sağlar (Alabay, 2011). Akademik çalışmalar, farklı alanlarda ve konularda birçok bibliyometrik analiz yapılmıştır. Zeren ve Kaya (2020), TR Dizin ve Ulusal Tez Merkezi (YÖKTEZ) veri tabanlarında yapılan tarama sonucunda, anahtar kelimelerinde dijital pazarlama ile ilgili kavramlara yer verilen toplam 334 çalışma seçilerek bibliyometrik analiz yapmışlardır. Savrun ve Mutlu (2019), ISI Web of Science ve Scopus veri tabanlarının çevrimiçi sürümlerinde "city logistics" anahtar kelimesiyle başlıklarında arama yapılan kitap, makale ve konferans bildirilerini inceleyip bibliyometrik analiz yapmışlardır. Eren ve Gündüz (2024), YÖKTEZ veri tabanında yer alan "kent direnciliği" ile ilgili yapılan çalışmaları bibliyometrik açıdan incelemişlerdir. Öztürk ve Kurutkan (2020), Web of Science veri tabanında belirlenen arama stratejisiyle ulaşılan 1372 makale, kelime madenciliği, atıf analizi ve bibliyometrik eşleştirme yöntemleriyle incelemişlerdir. Yeksan ve Akbaba (2019), Makalelerin yayımlandığı dergiler, yayınlanma yılları, sayfa ve yazar sayıları gibi parametreler kullanılarak bir analiz yapmışlardır. Bu kapsamda, Social Science Citation Index verilerinden faydalanılmış ve Journal of Sustainable Tourism ile Sustainability gibi dergiler taranarak toplamda 288 makale değerlendirilerek bibliyometrik analiz yapmışlardır. Karagöz ve Ardıç (2019), 2013-2018 yılları arasında Ana Dili Eğitimi Dergisi'nde yayımlanan makaleler, bibliyometrik özellikler açısından analiz etmişlerdir. Güven ve Eren (2024), YÖKTEZ veri tabanında yer alan "Endüstriyel Kaza" ile ilgili yapılan çalışmaları bibliyometrik açıdan incelemişlerdir. Doğan vd., (2021), liderlik tarzlarının Web of Science veri tabanında SSCI, SCI-EXPANDED ve A&HCI atıf indekslerinde yer alan makaleler inceleyerek bibliyometrik analiz gerçekleştirmişlerdir. Öçal (2023), 1999-2022 yılları arasında YÖKTEZ internet sitesinde yer alan ve konteyner taşımacılığı konusunu ele alan lisansüstü tezler, bibliyometrik analizle incelemiştir. Avcı ve Kurudayıoğlu (2022), Web of Science (WoS) veri tabanında "İki Dillilik" ve "Türkçe" kelimelerinin birlikte geçtiği bir arama yapmışlar, sonuçta bulunan 223 çalışma bibliyometrik analizle incelemişlerdir. Murathan vd., (2020), fiziksel aktivite anahtar kelimesi adı altında YÖKTEZ'de araştırma yapmışlardır. Tarama sonucunda 453 tez bulunmuş, bu tezlerden erişim izni olan 416'sı araştırmaya dahil edilerek bibliyometrik analiz yapmışlardır. Duran ve

Çevre, İklim ve Sürdürülebilirlik

Çelikkaya (2019), YÖK Ulusal Tez Merkezinin" veri tabanından lojistik anahtar kelimesi tarayarak 529 çalışmaya ulaşmış bibliyometrik analiz yapmışlardır. Saf (2023), popülizm ve sosyal medyayla ilgili çalışmaların bibliyometrik analizini yapmıştır. Sarıhan (2024), afet iletişimi alanında Türkiye’de yapılan çalışmaların bibliyometrik analizini gerçekleştiren bir çalışma yapmıştır. Bu araştırma, Ulusal Akademik Ağ ve Bilgi Merkezi (ULAKBİM) ve YÖKTEZ veri tabanlarında afet iletişimi konusuyla ilgili makale ve lisansüstü tezleri incelemiştir. Tekin vd. (2021), Web of Science (WOS) veri tabanından elde edilen tersine lojistik konusundaki 182 makaleyi inceleyerek bibliyometrik analiz yapmışlardır. Yılmaz (2017), restoranlarda bahşiş ile ilgili yayınlanan makalelerin bibliyometrik analizini yapmıştır. Aksungur vd. (2024) YÖKTEZ’de 2014-2023 yılları arasında yapılan insansız hava araçlarına dair çalışmaları bibliyometrik açıdan incelemişlerdir. Sanlı vd. (2024), YÖKTEZ arşivindeki siber güvenlik anahtar kelimesi ile 408 lisansüstü tez ile ilgili bibliyometrik analiz sunmuşlardır. Pınarcı (2024) YÖKTEZ arşivindeki Ekip Çizelgeleme anahtar kelimesiyle yazılan lisansüstü tezleri bibliyometrik analiz yöntemiyle incelemektedir.

Bu çalışmada YÖKTEZ’de bulunan lisansüstü tezlerin, yıllara, üniversite türüne, üniversitelere, enstitülerine, ana bilim dallarına, konularına, araştırma yöntemlerine ve anahtar kelimelerine göre inceleme yapılmıştır. Çalışma YÖKTEZ veri tabanında yer alan tezleri inceleyerek ileride yazılabilecek tez çalışmaları için yol gösterici olmayı hedeflemektedir. Elektronik atık kapsamında farklı konularda çalışmalar yapılmış olsa da tezlerin mevcut durumunu inceleyen bibliyometrik bir analiz bulunmamaktadır. Bu bibliyometrik analiz mevcut durumu ortaya koyarak elektronik atık konusunda gerçekleştirilecek lisansüstü tez çalışmalarına destek olmayı amaçlamaktadır.

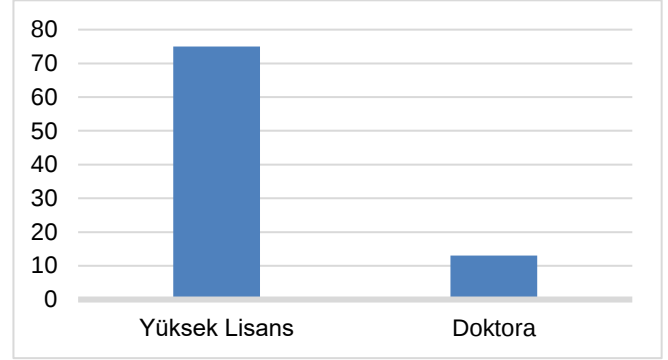
3. Yöntem

Bu çalışmada, tüm lisansüstü tezlerde “Elektronik Atık” alanında hazırlananlar incelenmiştir. İncelemenin yapılabilmesi için YÖKTEZ’in tez tarama motorunda anahtar kelime bölümüne “Elektronik Atık” yazılmıştır. Arama motorunda aranılacak alan olarak “özet” seçilmiştir. Tarama sırasında herhangi bir yıl sınırlaması yapılmamıştır. Elektronik atık konusunda ilk çalışma 2005 yılında gerçekleştirilmiş olup 10.12.2024 yılına kadar olan çalışmalar analize dahil edilmiştir. Çalışma sadece YÖKTEZ tabanında bulunan ulusal tezleri kapsamaktadır. Tezlerin yıllara göre dağılımı, yayımlandığı üniversite, yayımlandığı enstitü, ilgili anabilim dalı, tezin araştırma yöntemi, tezin konusu, tez türü, tez yılı, tezin çözüm yöntemi, anahtar kelimeler olarak sıralanan kriterler belirlenmiştir. Derleme işleminde Microsoft Excel tablolaama aracı kullanılmıştır.

4. Bulgular

4.1. Tez türlerine göre dağılım

Elektronik atık alanında gerçekleştirilen 88 tezin yıllara göre yayımlanan tez türü sayıları Şekil 1’de verilmiştir.

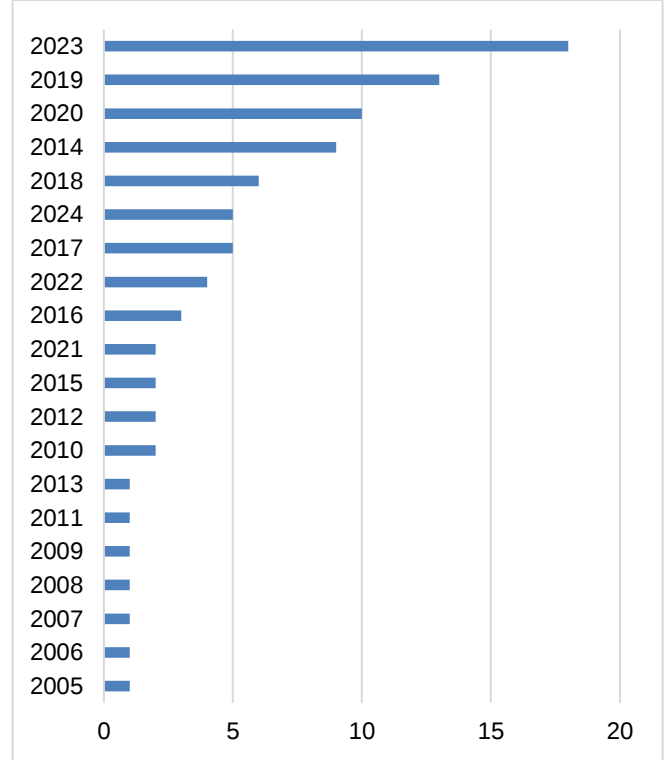


Şekil 1. Tez türlerine göre dağılımı.

Lisansüstü tezlerin %85,22’si (75 tez) yüksek lisans ve %14,77’si (13 tez) doktora tezidir.

4.2. Lisansüstü tezlerin yıllara göre dağılım

Elektronik atık alanında gerçekleştirilen 88 tezin yıllara göre yayımlanan tez sayıları Şekil 2’de verilmiştir.



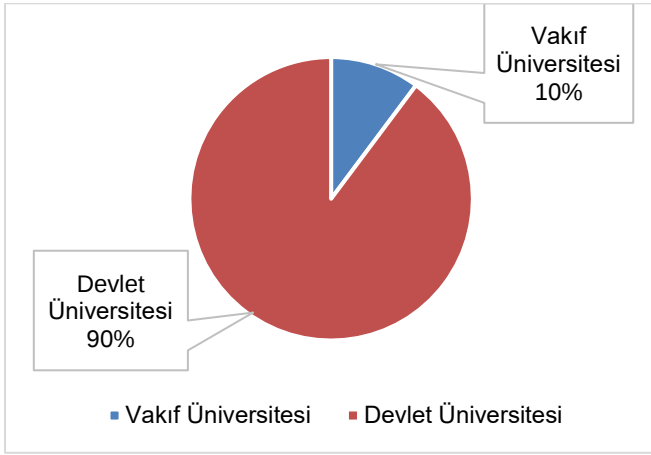
Şekil 2. Lisansüstü tezlerin yıllara göre dağılımı.

Lisansüstü tezlerin %20,45’i (18 tez) 2023 yılında, %14,77’si (13 tez) 2019 yılında, %11,36’sı (10 tez) 2020 yılında, %10,22’si (9 tez) 2014 yılında, %6,81’i (6 tez) 2018 yılında, %5,68’i (5 tez) 2024 yılında, yayımlanmıştır ve %30,68’i (27 tez) diğer yıllarda yayımlanmıştır.

Elektronik atık ile ilgili yazılan tezler en çok 2023 yılında yazılmıştır bunun sebebi teknolojik gelişmeler, çevresel kaygıların artması, ekonomik fırsatların çoğalması, yasal düzenlemeler ve pandemi gibi faktörler olması muhtemeldir.

4.3. Üniversite türüne göre dağılım

Elektronik atık konulu lisansüstü tezlerin üniversite türlerine göre dağılımı Şekil 3’te verilmiştir.

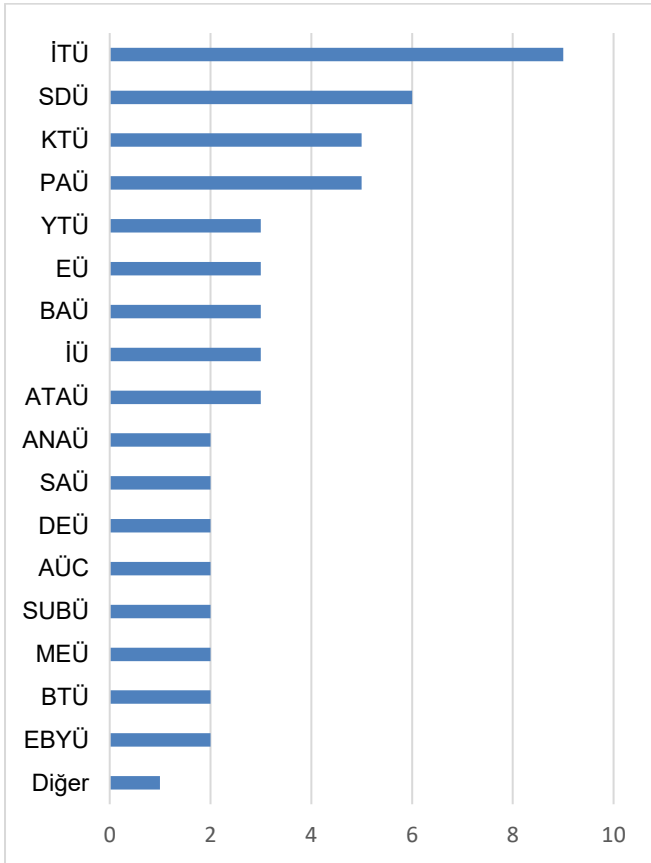


Şekil 3. Üniversite türüne göre dağılımı.

Yayımlanan tezlerin %90'ı (79 tez) devlet üniversitesi ve %10'u (9 tez) vakıf üniversitesi olduğu gözlemlenmiştir.

4.4. Üniversitelere göre dağılım

Elektronik atık alanında gerçekleştirilen 88 tezin üniversitelerde yayımlanan tez sayıları Şekil 4'te verilmiştir.

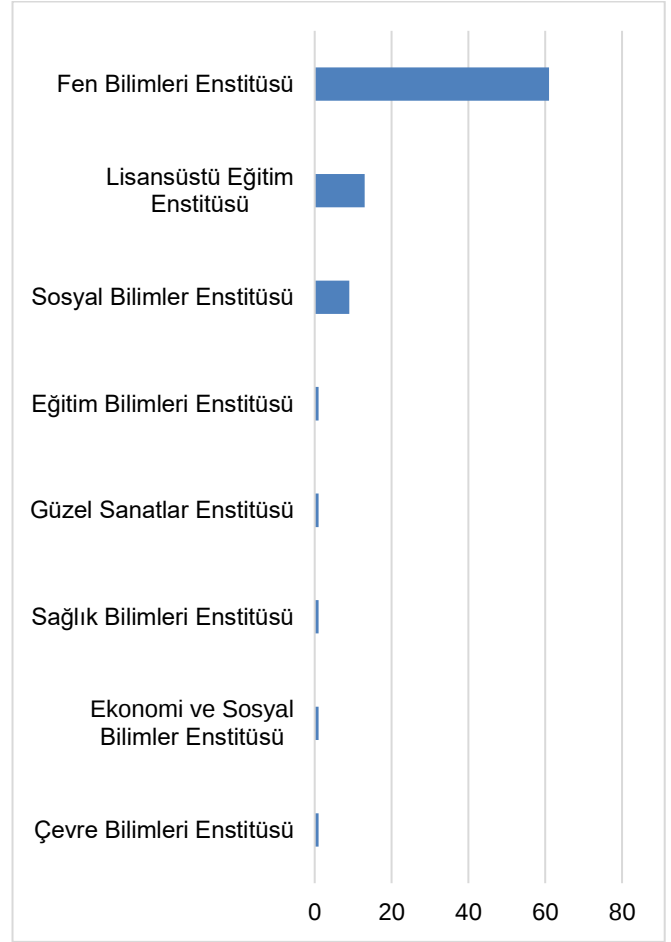


Şekil 4. Üniversitelere göre dağılımı.

Lisansüstü tezlerin %10,22'si (9 tez) İstanbul Teknik Üniversitesi'nde, %6,81'i (6 tez) Süleyman Demirel Üniversitesi'nde, %5,68'i (5 tez) Karadeniz Teknik Üniversitesi'nde, %5,68'i (5 tez) Pamukkale Üniversitesi'nde yayımlanmıştır. %71,59'u (63 tez) farklı üniversitelerde yayımlanmıştır. Grafikte belirtilen diğer kategorisindeki üniversiteler ise her biri 1'er tez yayımlanmıştır. Bu üniversiteler; Antalya Bilim Üniversitesi, Boğaziçi Üniversitesi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, İstanbul Aydın Üniversitesi, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Yaşar Üniversitesi, İhsan Doğramacı Bilkent Üniversitesi'dir.

4.5. Enstitülere göre dağılım

Elektronik atık konusunda yayımlanan lisansüstü tezlerin enstitülere göre dağılımı Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 5. Enstitülere göre dağılımı.

Lisansüstü tezlerin %69,31'i (61 tez) Fen Bilimleri Enstitüsü'nde, %10,22'si (9 tez) Sosyal Bilimler Enstitüsü'nde, %14,77'si (13 tez) Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nde ve %5,68'i (5 tez) diğer enstitülerde yayımlanmıştır. Lisansüstü eğitim, çok geniş bir alanı kapsar. Bu eğitim, sadece mühendislik, fen bilimleri, sosyal bilimler gibi geleneksel alanları değil, aynı zamanda sanat, tasarım, işletme, hukuk, sağlık bilimleri ve daha birçok disiplini içerir. Lisansüstü enstitülerindeki bazı programlar, disiplinler arası bir yaklaşımla tasarlanmış olabilir. Bu, öğrencilerin birden fazla alanda bilgi edinmesini ve birden fazla disiplinden yöntemler kullanarak problem çözmelerini sağlar. Bu tür programlar, öğrencilere geniş bir bakış açısı kazandırabilir. Ayrıca, öğrencilere projelerinin yönetimi ve raporlama konusunda da yol gösterir ve farklı alanlarda uzmanlık kazanma şansı verir ve kariyer hedeflerine uygun programlar sunabilir.

Elektronik atıklar, elektronik cihazlar ve bileşenlerinin geri dönüşümü, çevresel etkileri ve kimyasal bileşimleri gibi konular doğrudan fen bilimleri alanı ile ilgilidir bu sebeple fen bilimleri enstitüsü oranı yüksek olabilir.

4.6. Ana bilim dallarına göre dağılım

Ana bilim dallarına göre elektronik atık konusunda yayımlanan tez sayıları Şekil 6'da verilmiştir.



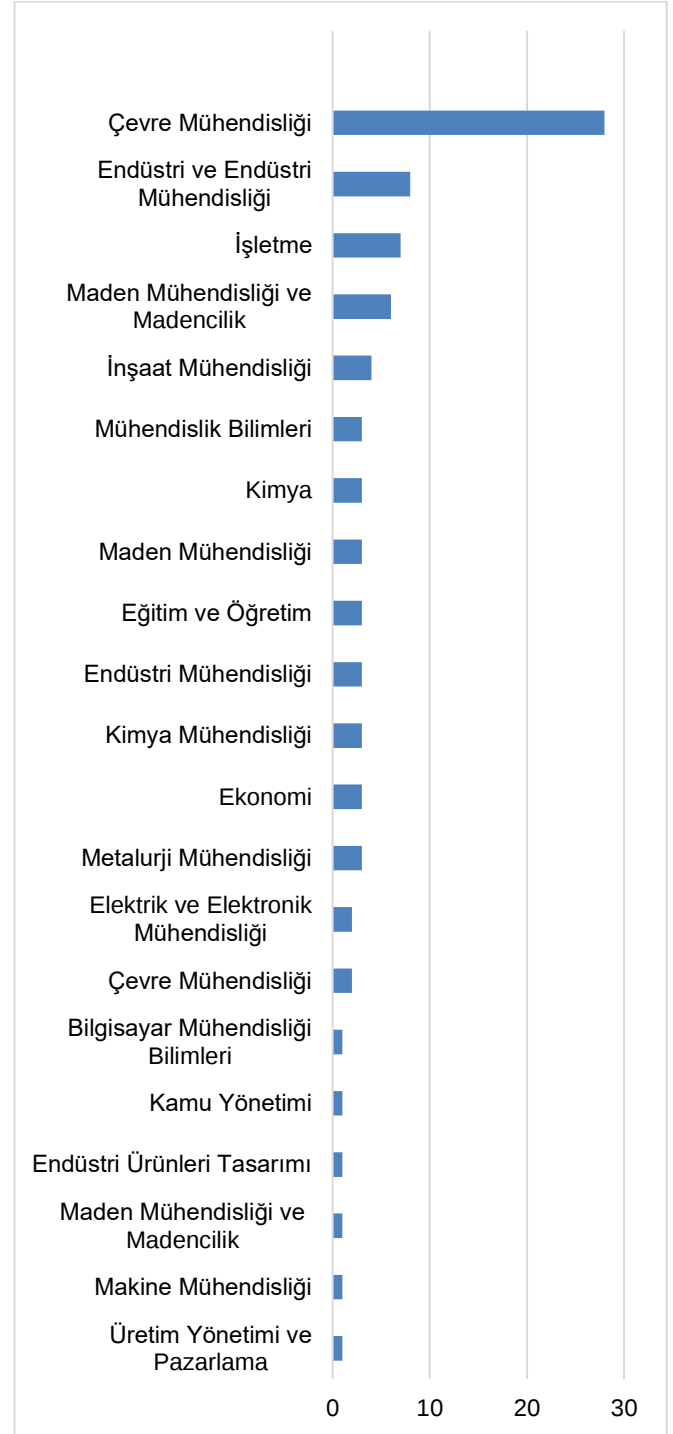
Şekil 6. Ana bilim dallarına göre dağılımı.

Lisansüstü tezlerin %28,40'ı (25 tez) Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda, %10,22'si (9 tez) Maden Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda %10,22'si (9 tez) Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda, %3,4'ü (3 tez) İşletme Ana Bilim Dalı'nda yayımlanırken %47,72'si (42 tez) diğer ana bilim dallarında yayımlanmıştır. Çevre mühendisliği, elektronik atıkların çevresel etkilerini azaltmaya yönelik çözümler üretmek ve geri dönüşüm süreçlerini optimize etmek konusunda önemli bir rol oynamaktadır bu sebeple en fazla tez çevre mühendisliği ana bilim dalında yazılmış olabilir. Elektronik atıkların çevresel kirliliğe ve toprağa zarar vermesi, içerdikleri bazı maddeler nedeniyle insan sağlığını tehdit etmesi, dünya çapında teknoloji kullanımının artması, sürdürülebilir kalkınma ve ekotasarım ilkeleriyle doğrudan ilişkili olması sebebiyle çevre mühendisliğini yakından ilgilendirir. E-atıkların çevreye olan etkilerini minimize etmek, kaynakları verimli kullanmak ve sağlığı korumak için uygun yönetim stratejileri geliştirmek,

çevre mühendislerinin görevleri arasındadır. Bu nedenle e-atık konusu çevre mühendisliği için kritik bir öneme sahiptir ve bu alanda sürdürülebilir çözümler geliştirmek, çevre mühendislerinin en önemli görevlerinden biri olabilir.

4.7. Konulara göre dağılım

Elektronik atık konusunda yayımlanan tezlerin konulara göre dağılımı Şekil 7'de gösterilmiştir.



Şekil 7. Konulara göre dağılımı.

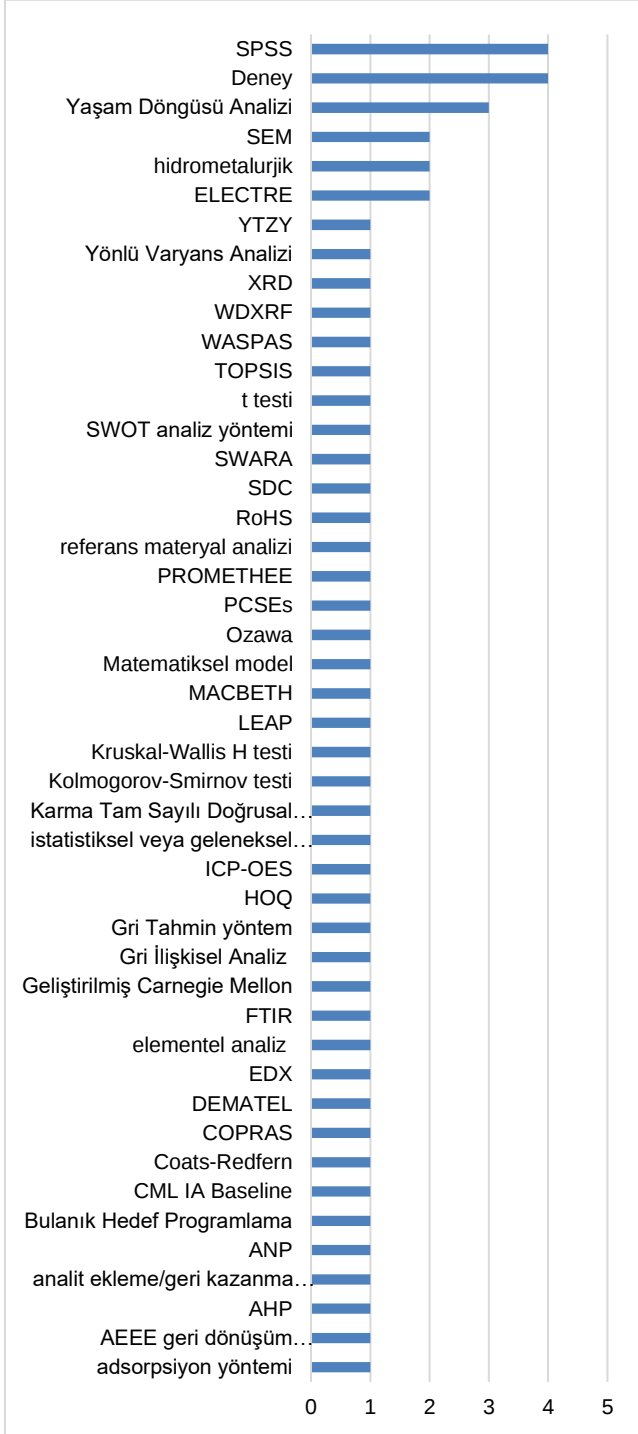
Lisansüstü tezlerin %31,81'i (28 tez) Çevre Mühendisliği, %9,09'u (8 tez) Endüstri ve Endüstri Mühendisliği, %7,95'i (7 tez) işletme, %6,81'i (6 tez) Maden Mühendisliği ve Madencilik konularında yayım yapılırken %44,31'i (39 tez) diğer konularda yapmıştır.

Elektronik atıkların geri dönüşümü, çevre mühendisliğinin en önemli çalışma alanlarından biridir bu sebeple en fazla tez

sayısı çevre mühendisliği sayısı olabilir.

4.8. Lisansüstü tezlerin yöntem dağılımı

Lisansüstü tezlerin elektronik atık alanında araştırma yöntemi dağılımı Şekil 8'de gösterilmiştir.



Şekil 8. Lisansüstü tezlerin yöntem dağılımı.

Elektronik atıkla ilgili çalışmaların araştırma yöntemine göre dağılımı gösterilmiştir. Tezlerin %4,54'i (4 tez) SPSS yöntemiyle, %4,54'ü (4 tez) deney yöntemiyle, %3,40'ı (3 tez) yaşam döngüsü analizi yöntemiyle ve %87,5'i (77 tez) diğer yöntemlerle araştırıldığı gözlemlenmiştir. SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), istatistiksel analizler yapmak için yaygın olarak kullanılan bir yazılım paketidir. AHP (Analitik Hiyerarşi Süreci), çok kriterli karar verme problemlerini çözmek için kullanılan bir yöntemdir. AHP, 1970'lerde Prof. Thomas L. Saaty tarafından geliştirilmiştir. Bu yöntem, karar vericilerin karmaşık kararlar alırken farklı

kriterleri ve alternatifleri değerlendirmelerine yardımcı olur. ANP (Analitik Ağ Süreci), çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemlerinden birisidir ve, AHP'nin bir uzantısı olarak geliştirilmiştir. MACBETH (Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique), çok kriterli karar verme yöntemlerinden birisidir ve özellikle alternatiflerin farklı kriterlere göre değerlendirilmesi gerektiğinde kullanılır. PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation), çok kriterli karar verme yöntemlerinden biridir ve alternatiflerin tercih sırasını belirlemek için kullanılır. ICP-OES (Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectroscopy), İndüktif Bağlantılı Plazma Optik Emisyon Spektrometresi olarak bilinen bir analiz yöntemidir. Bu yöntem, özellikle kimyasal analizlerde, özellikle sıvı numunelerdeki elementlerin konsantrasyonlarını belirlemek için kullanılır. Şahan (2016), kıymetli ve nadir toprak metallerin içerisindeki miktarları ICP-OES cihazı kullanılarak ölçülmüştür. Kumaş (2023), çalışmasının analizinde SPSS programını kullanmıştır.

4.9. Lisansüstü tezlerde kullanılan anahtar kelimeler

Lisansüstü tezlerde kullanılan anahtar kelimeler ile ilgili "Word Cloud Generator" üzerinden oluşturulan kelime bulutu Şekil 9'da verilmiştir.



Şekil 9. Lisansüstü tezlerde kullanılan anahtar kelimeler.

Lisansüstü tezlerde kullanılan anahtar kelimelerin %9,95'i (20 kelime) atık, %6,46'sı (13 tekrar) elektronik, %3,98'i (8 tekrar) geri, %3,48'i (7 tekrar) metal, %2,98'i (6 tekrar) e-atık kelimeleri kullanılırken %73,13'ünde (147 tekrar) diğer kelimeler görülmektedir.

5. Sonuç

Bibliyometrik analizlerde elektronik atık ile ilgili tezlerin türleri, yayımlanma yılları, üniversite ve türleri, enstitüler, ana bilim dalları, araştırma yöntemleri, konuları ve anahtar kelimeleri yönünden analizleri yapılarak geleceğe yönelik yapılacak çalışmalara katkı sağlanması hedeflenmiştir. Özellikle mevcut durum ortaya koyularak lisansüstü tezler için gelecekte hazırlanacak çalışmalara destek vermek hedeflenmiştir. Bu çalışma, lisansüstü tezlerin siber güvenlik alanındaki çalışmaları Microsoft Excel tablolama aracı kullanılarak derlemiştir. Yükseköğretim Kurulu Tez Merkezi veri tabanında 2005 yılından 2024 yılına kadar yer alan elektronik atık

anahtar kelimesi başlığı altında yayımlanan tezlerin bibliyometrik analizi yapılmıştır ve toplam 88 tez yayımı incelenmiştir. Analiz sonuçlarına göre, 2023 yılında en fazla tez yayımlandığı görülmüştür. Elektronik atık ile ilgili yazılan tezler en çok 2023 yılında yazılmıştır bunun sebebi teknolojik gelişmeler, çevresel kaygıların artması, ekonomik fırsatların çoğalması, yasal düzenlemeler ve pandemi gibi faktörler olması olasıdır. Teknolojik gelişmeler de bu yıl hızlanmış olup birçok ürün piyasaya sunulmuştur. Bu durumun da e atığın ortaya çıkmasını hızlandırmış olması muhtemeldir. Üniversite türlerine göre en çok tez, devlet üniversitelerinde yayımlanmıştır. Devlet üniversiteleri arasında ise en fazla yayım İstanbul Teknik Üniversitesi'nde yapılmıştır. Elektronik atık konusunda yapılan araştırmaların en yoğun olduğu alanlar Fen Bilimleri Enstitüsü ve Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı'dır. Çevre Mühendisliği alanında en fazla yayım yapılmış olup, araştırma yöntemi olarak da en çok nicel yöntemler kullanılmıştır. İncelenen çalışmaların anahtar kelimeleri analiz edilmiş olup en çok kullanılan kelimenin elektronik atık olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada elde edilen bulguların, gelecekte elektronik atık ile ilgili gerçekleştirilecek çalışmalarda konu ile ilgili verilerin belirlenmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Analizde herhangi bir yıl kısıtlaması yapılmadan bütün tezler bibliyometrik analiz kapsamında değerlendirilmiştir.

6. Teşekkür ve Bilgi

Bu çalışma TÜBİTAK 2209-A - Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri tarafından desteklenmektedir.

Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır. Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

7.Kaynaklar

- Aksungur, B. N., Sever, H., Güven, E., & Eren, T. (2024).İnsansız Hava Araçları Konulu Lisansüstü Tezlerin Bibliyometrik Analizi. *Hava Araçları Dergisi*, 6(1), 21-29.
- Al, U., & Coştur, R. (2007). "Türk Psikoloji Dergisi'nin Bibliyometrik Profili". *Türk Kütüphaneciliği*, 21(2), 142-163.
- Alabay, M. N. (2011). Sosyal medyada tüketiciler ve Pazar bölümlere uygulamalar.
- Avcı, M., & Kurudayıoğlu, M. (2022). Türkçede iki dillilik çalışmalarının bibliyometrik analizi. *Ana Dili Eğitimi Dergisi*, 10(1), 252-265.
- Çiftlik, S., Handırı, İ., Beyhan, M., Akçıl, A. U., Ilgar, M., & Gönüllü, M. T. (2009). Elektrikli ve elektronik atıkların (e-atık) yönetimi, ekonomisi ve metal geri kazanım potansiyeli bakımından değerlendirilmesi Türkiye'de Katı Atık Yönetim Sempozyumu (Türkey 2009), YTÜ, 15-17.
- Doğan, T. G. B., Doğan, S., & Aykan, E. (2021). Liderlik tarzlarının bibliyometrik analizi. *Erciyes Akademi*, 35(1), 161-189.
- Duran, G., & Çelikkaya, S. (2019). Türkiye'de Lojistik Üzerine Yapılmış Lisansüstü Tezlerin Bibliyometrik Analizi. *GÜ İslahiye İİBF Uluslararası E-Dergi*, 3(3), 152-167.
- Eren, T., & Gündüz, H. (2024). Kent Dirençliliği Konusunda

Yapılan Lisansüstü Tezlerin Bibliyometrik Analizi. *Resilience*, 8(1), 73-82.

- Güven, E., & Eren, T. (2024). Endüstriyel kaza araştırmalarına yönelik bibliyometrik inceleme: tezler üzerine bir çalışma. *Karaelmas Journal of Occupational Health and Safety*, 8(2), 85-93.
- Herat, S. (2007). Sustainable Management Of electronic waste (e-waste). *Clean-Soil, Air, Water*, 35(4), 305-310.
- Karagöz, B., & Ardiç, İ. K. (2019). Ana Dili Eğitimi Dergisinde yayımlanan makalelerin bibliyometrik analizi. *Ana Dili Eğitimi Dergisi*, 7(2), 419-435.
- Kumaş, E. (2023). Trabzon ili e-atık potansiyeli ve farkındalık düzeylerinin belirlenmesi. Karadeniz Teknik Üniversitesi.
- McLennan, M. (2020). The Global Risks Report 17th Edition, İsviçre,2020.
- Murathan, G., Murathan, F., & Bozyılan, E. (2020). "Fiziksel aktivite" konulu tezlerin bibliyometrik analizi (2002-2019). *Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 14(2), 158 -167.
- Öçal, B. (2023). Konteynır taşımacılığı alanında hazırlanan lisansüstü tezlerin bibliyometrik analizi. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 22(85), 340-360.
- Öztürk, N., & Kurutkan, M. N. (2020). Kalite yönetiminin bibliyometrik analiz yöntemi ile incelenmesi. *Journal of Innovative Healthcare Practices*, 1(1), 1-13.
- Pınarcı, E. Ş., Vuruşkan, C. T., Güven, E., & Eren, T. (2024). Türkiye'de ekip çizelgeleme konulu lisansüstü tezlerin bibliyometrik analizi. *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 9(2), 118-130.
- Saf, H. H. (2023). Popülizm ve sosyal medyayla ilgili çalışmaların bibliyometrik analizi. *Erciyes İletişim Dergisi*, 10(1), 283-304.
- Salihoğlu, G., & Kahraman, A. E. (2016). Türkiye'de elektrikli ve elektronik atık üretimi: Bursa örneği. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 21(2),95-106.
- Sanlı, Y. B., Baltacı, F., Güven, E., & Eren, T. (2024). Siber güvenlik çalışmaları üzerine bibliyometrik analiz. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 17(3), 223-229.
- Sarıhan, Z. (2024). Türkiye'de "afet iletişimi" temalı çalışmaların bibliyometrik çalışmaları. *Urban 21Journal*, 2(1), 10-23.
- Savrun, B., & Mutlu, H. M. (2019). Kent lojistiği üzerine bibliyometrik analiz. *Kent Akademisi*, 12(2), 364-386.
- Shahabuddin, M., Uddin, M. N., Chowdhury, J. I., Ahmed, S. F., Uddin, M. N., Mofijur, M., & Uddin, M. A. (2023). A review of the recent development, challenges, and opportunities of electronic waste (e-

waste). *International Journal of Environmental Science and Technology*, 20(4), 4513-4520.

Şahan, M. (2016). E-atıklardaki değerli ve nadir toprak metallerinin geri kazanım potansiyelinin değerlendirilmesi. Boğaziçi Üniversitesi.

Tekin, M., Öztürk, D., & Bahar, İ. (2021). Tersine lojistiğin bibliyometrik analizi. *Aksaray Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 13(3), 87-100.

Yeksan, Ö., & Akbaba, A. (2019). Sürdürülebilir turizm makalelerinin bibliyometrik analizi. *Güncel Turizm Araştırmaları Dergisi*, 3(2), 220-231.

Yılmaz, E. (2006). Elektrikli ve elektronik atıkların geri kazanımı ve Muğla ili pilot proje uygulaması (Master's thesis, Sakarya Üniversitesi).

Yılmaz, G. (2017). Restoranlarda bahşiş ile ilgili yayınlanan makalelerin bibliyometrik analizi. *Seyahat ve Otel İşletmeciliği Dergisi*, 14(2), 65-79.

Zeren, D., & Kaya, N. (2020). Dijital pazarlama: Ulusal yazının bibliyometrik analizi. *Çağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 17(1), 35-52.

ARAŞTIRMA MAKALESİ

Türkiye’de Döngüsel Ekonomi için Çok Ölçekli Plan Stratejileri

Dilay Sude AYDEMİR¹

Yazışma yazarı:

Dilay Sude AYDEMİR,
aydemird24@itu.edu.tr¹İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Taşkışla, İstanbul, Türkiye.
ORCID:0009-0003-8123-4342

Referans:

Aydemir, D., (2025), Türkiye’de Döngüsel Ekonomi İçin Çok Ölçekli Plan Stratejileri, *Çevre, İklim ve Sürdürülebilirlik*, 26, (1) 25–36.Makale Gönderimi : 15 OCAK 2025
Online Kabul : 15 MAYIS 2025
Online Basım : 26 MAYIS 2025

Özet Sanayi devriminden günümüze kadar olan süreç boyunca benimsenmiş olan doğrusal (linear) ekonomi modelinde doğal kaynaklar gün sonunda atığa dönüştürülmüştür. İklim değişikliği ve dünya kaynaklarının hızla tüketilmesi gibi çevresel etkenlere ek olarak her geçen gün atık miktarının artması, birçok konuda gezegenin ekolojik sınırlarının aşılması ile sonuçlanmıştır. Bu ekonomik sistem artık toplum ihtiyaçlarına cevap veremeyecek ve çevresel sorunlara da çözüm üretemeyecek durumda olması sebebiyle atık oluşumunu ve kaynak kullanımını minimize eden son 10 yıl içinde oldukça önem kazanan “döngüsel ekonomi” modeli ortaya çıkmıştır. Döngüsel ekonomi modelinin ülkelere sağladığı sosyal, ekonomik ve çevresel birçok katkı göz önünde bulundurulduğunda, günümüzde döngüsel ekonominin uygulanması zorunlu bir hal almıştır. Çalışma kapsamında Türkiye mekânsal planları bağlamında döngüsel ekonomi stratejileri belirlenmiş olup bu belirlenen stratejiler aracılığıyla Türkiye’deki merkezi ve yerel yönetimlere farklı ölçeklerde döngüsel ekonomi modelini benimsemeleri için neler yapılabileceği konusunda rehber oluşturmak çalışmanın temel amacıdır. Türkiye, döngüsel ekonomi modelinin uygulanması bakımından potansiyeli olan ülkelerden biridir. Mekânsal planlar bağlamında sunulan stratejilerin uygulanması, ülke genelinden sokak düzeyine kadar döngüsel ekonomi modelinin benimsenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Mekânsal planların döngüsel ekonomi modelinin stratejileri ve prensipleri doğrultusunda hazırlanması, ölçekler arası bir koordinasyonun sağlanmasına ve birbirini destekleyen ve besleyen bir sistemin oluşturulmasına katkıda bulunur. Döngüsel ekonomi modelinin uygulanması, Türkiye’deki mevcut ekonomik, sosyal ve çevresel sorunlara kısa ve uzun vadeli etkili çözüm önerileri sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Döngüsel ekonomi, Türkiye, mekânsal planlar, strateji

Multi-Scale Plan Strategies for Circular Economy in Türkiye

Abstract In the linear economy model adopted since the Industrial Revolution, natural resources have ultimately been converted into waste. In addition to environmental factors such as climate change and the rapid depletion of global resources, the ever-increasing waste has exceeded the planet's ecological limits in various ways. As this economic system can no longer meet societal needs or solve environmental problems, the "circular economy" model has emerged, which has gained significant importance over the past decade, minimizing waste production and resource use. Given its social, economic, and environmental contributions, adopting the circular economy has become mandatory today. Within the scope of the study, circular economy strategies have been determined in the context of Turkish spatial plans, and the main purpose of the study is to create a guide on what can be done for central and local governments in Türkiye to adopt the circular economy model at different scales through these determined strategies. Türkiye is one of the countries with potential in terms of adopting the circular economy model. The implementation of the strategies presented in the context of spatial plans by institutions and organizations plays an important role not only in terms of politics, but also in the adoption of the circular economy model from the country to the street level. The preparation of spatial plans in accordance with the strategies and principles of the circular economy model contributes to the establishment of coordination between scales and the creation of a system that supports and nourishes each other. The implementation of the circular economy model provides effective short- and long-term solutions to current challenges in Türkiye.

Keywords: Circular economy, Türkiye, spatial plans, strategy

1. Giriş

Sanayi devrimi öncesinde genellikle insan eliyle üretilen ürünler, sanayi devrimi sonrasında makinelerle üretilmeye başlanmıştır. Daha hızlı ve daha kolay üretim sağlayan bu makineler dünyadaki tüm ülkelerin tercihi olmuştur. Sanayileşerek kalkınan bu ülkelerin sanayi sektöründeki makineler çoğunlukla fosil yakıtlarla çalışmaktadır. Bu durum, yalnızca ürünün değil, aynı zamanda önemli miktarda atığın da üretilmesi anlamına gelmektedir. Üstelik çevre kirliliğine sebep olan sadece üretim süreci değil, aynı zamanda tüketim sürecidir. Günümüzde de benimsenmiş olan doğrusal (lineer) ekonomi modeline göre, bir ürünü üretmek için hammadde alınır, işlenir ve ürün haline getirilir, ürün tüketiciye sunulduktan sonra tüketici tarafından tüketilir ve en sonunda ürün atık haline gelir. Doğrusal ekonomi, düşük maliyet gerektirmesi ve yüksek satış sayesinde yüksek kâr elde etmeyi sağlaması gibi nedenlerden dolayı tercih edilmektedir (Önder, 2018). Anlaşılacağı üzere bu doğrusal ekonomi modelinde birincil öncelik çevre değil sanayidir. Sanayi devriminden günümüze kadar olan süreç boyunca benimsenmiş bu tek yönlü sistemde doğal kaynaklar gün sonunda atığa dönüştürülmüştür.

Nüfus her geçen gün arttığı için tüketim ve üretim de nüfusa paralel olarak artmıştır. Dolayısıyla üretim ihtiyacını karşılamak için kaynaklara olan talep de her geçen gün artmış ve artmaya devam etmektedir. İklim değişikliği ve dünya kaynaklarının hızla tüketilmesi gibi çevresel etkenlere ek olarak her geçen gün atık miktarının artması, birçok konuda gezegenin ekolojik sınırlarının aşılmasına sebebiyet vermiştir. Günümüz toplumlarında hâkim olan ekonomik sistem artık toplum ihtiyaçlarına cevap veremeyecek ve çevresel sorunlara da çözüm üretemeyecek durumdadır (Sapmaz Veral, 2021). Doğrusal ekonomi modelinin çevreye verdiği zararların fark edilmesiyle sürdürülebilir kalkınma odaklı "Ortak Geleceğimiz" adlı rapor, Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu tarafından yayınlanmıştır (Brundtland, 1987). Sürdürülebilir kalkınma anlayışının benimsenebilmesi için doğrusal ekonomi modeli yerine farklı ekonomik yaklaşımların gerektiğine karar verilmiştir. Bu karar doğrultusunda Mavi ve Yeşil Ekonomi anlayışları ortaya çıkmıştır. Genel olarak yeşil ekonomi UNEP tarafından çevresel birtakım riskleri ve ekolojik kısıtları azaltırken aynı zamanda insanların refahını ve toplumsal eşitliği sağlayan bir ekonomi modeli olarak tanımlanmıştır (Özen ve diğ., 2015). Yeşil ekonominin amacı, biyolojik çeşitliliği ve ekosistemleri korurken karbon emisyonunu ve çevre kirliliğini azaltarak minimum düzeyde kaynak ve enerji kullanılmasını sağlamaktır (Ay Türkmen ve Kılıç, 2020). Mavi ekonomi ise genel anlamda, biyolojik çeşitliliği korurken aynı zamanda okyanus ve deniz kaynaklarının ekolojik sınırlar içerisinde kullanılmasını ve minimum düzeyde hammadde ve enerji kullanılmasını öneren bir modeldir (Jafrin ve diğ., 2016). Mavi ekonominin amacı ise deniz ve okyanuslardaki ekosistemlerin muhafaza edilmesi ve deniz taşımacılığı, madencilik, petrol, doğalgaz vb. sektörlerin ekosistemler üzerindeki etkisini hafifletmektir (Önder, 2018; Ay Türkmen ve Kılıç, 2020). Bu iki kavram zamanında önemli dönüşümler sağlamış olmasına rağmen, günümüzde iklim değişikliği ve çevresel krizlere çözüm üretme konusunda yetersiz kalmışlardır. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) kapsamında, 2015 yılında imzalanan ve sera gazı emisyonlarının en az yüzde 55'inin kaynağı olan 55 ülke tarafından kabul

edilmesiyle 2016 yılında yürürlüğe giren Paris Anlaşması, yasal olarak bağlayıcılığı olan ilk anlaşma olması nedeniyle önemli bir dönüm noktası olmuştur (United Nations, 2015; Aydınoğlu ve Özdemir, 2022). Bu anlaşmanın amacı, küresel sıcaklık artışını 2 derecenin altında tutmak, mümkünse 1.5 dereceyle sınırlandırmaktır (United Nations, 2015; Saevarsdottir ve diğ., 2021). Avrupa Komisyonu tarafından 11 Aralık 2019 tarihinde yayınlanan Avrupa Yeşil Mutabakatı ise, Paris Anlaşması'nın amaç ve hedeflerinin yerine getirilebilmesi için somut politikalar içeren eylem ve ekonomi planıdır. Avrupa Yeşil Mutabakatı'nın amacı, 2050 yılına kadar Avrupa'yı iklim-nötr olan ilk kıta haline getirmektir. Bu amaç kapsamında Yeşil Mutabakat, ülkelerin iklim değişikliğiyle mücadelede atması gereken önlemleri belirtirken, aynı zamanda farklı bir ekonomi modelinin benimsenmesinin gerekliliğini vurgulamaktadır (European Commission, 2019; Aydınoğlu ve Özdemir, 2022; Baydemir, 2021). Bu ekonomi modeli, temiz ve güvenli enerji temini sağlayan, kaynakları verimli kullanan, her sektörde sürdürülebilir ve adil bir sistem kuran, daha temiz bir çevrenin oluşturulmasına destek olan ve insanların refah seviyesini artıran döngüsel ekonomi modelidir.

Çalışmanın bundan sonraki bölümlerinde, çalışmanın metodolojisi sunulduktan sonra döngüsel ekonomi kavramı derinlemesine irdelenip Türkiye mekânsal planları kapsamında döngüsel ekonomi stratejileri belirtilecektir. Çalışma, belirlenen stratejiler ile Türkiye'deki bakanlıklar ve belediyeler gibi merkezi ve yerel yönetimlere farklı ölçeklerde döngüsel ekonomi modelini benimsemeleri için neler yapılabileceği konusunda rehber oluşturmayı hedeflemektedir.

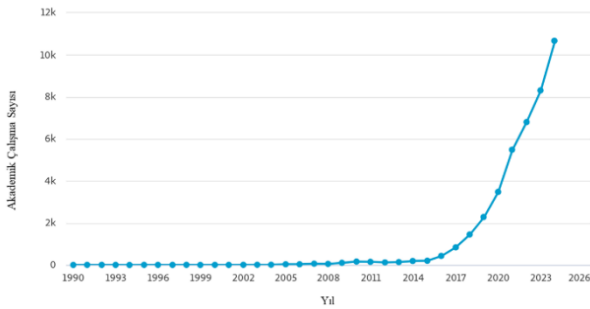
2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, Türkiye mekânsal planları kapsamında döngüsel ekonomi modelinin benimsenebilmesi için gerekli olan stratejilerin farklı ölçeklerde belirlenmesini amaçlayan nitel bir araştırma olup literatür taramasına dayalı olarak gerçekleştirilmiştir. Literatür taraması, çalışmanın teorik çerçevesinin oluşturulmasında ve döngüsel ekonomiyle ilişkili mevcutta var olan akademik bilginin, sistematik bir şekilde değerlendirilmesinde temel veri toplama aracı olarak seçilmiştir. Bu bağlamda, döngüsel ekonomi kavramı başta olmak üzere sürdürülebilirlik, atık yönetimi, kaynak verimliliği ve geri dönüşüm gibi kavramlar kapsamında yapılan çalışmalar analiz edilmiştir. Çalışmanın akademik literatür taraması sırasında Scopus, Web of Science ve YÖK Tez Merkezi gibi ulusal ve uluslararası bilimsel veri tabanlarından faydalanılmıştır. Bu veri tabanları aracılığıyla bibliyometrik gibi çeşitli analizler yapılarak araştırma zenginleştirilmiştir. Toplanan tüm akademik yazın betimsel bir analiz yöntemiyle incelenmiş, elde edilen bilgiler belirli ölçek ve temalar doğrultusunda sınıflandırılmış ve karşılaştırmalı bir yaklaşımla değerlendirilmiştir. Bu sayede, literatürdeki kuramsal boşluklar ve geleceğe yönelik araştırma alanları belirlenmiş; bu analizler üzerinden özgün yorum ve önerilere ulaşılmıştır. Neticede, mevcut akademik bilginin sadece eleştirel bir değerlendirmesini sunmakla kalmayıp, aynı zamanda Türkiye'deki kurum ve kuruluşlar tarafından henüz yeni tanınmaya başlanan döngüsel ekonomi kavramının uygulanmasına dair yönlendirici bir çalışma elde edilmiştir.

3. Döngüsel Ekonomi

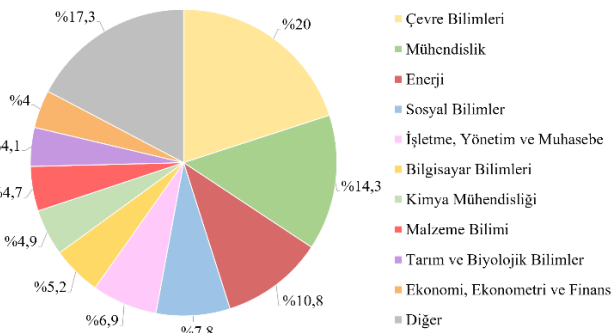
Döngüsel ekonomi ne kadar yeni bir kavram olsa da bu kavrama ilişkin ilk fikirler 1966 yılında Kenneth Boulding tarafından "The Economics of the Coming Spaceship Earth"

adlı çalışmasında ortaya çıkmaya başlamıştır. Çalışmasında, kaynakların sınırsız olmadığını, bu yüzden de döngüsel bir ekolojik sistem geliştirilmesi gerekliliğini vurgulamıştır (Boulding, 1966). Walter Stahel 1970'li yıllarda kendi kendini yenileyen bir ekonomik sistem fikrini sunmuş ve bu fikir daha sonra Braungart ve McDonough tarafından "beşikten beşiğe (cradle to cradle)" sistem olarak geliştirilmiştir (Ay Türkmen ve Kılıç, 2020). Döngüsel ekonomi kavramı ilk kez 1990 yılında David W. Pearce ve R. Kerry Turner tarafından yazılan "Economics of Natural Resources and the Environment" adlı çalışmada geçmektedir (Ay Türkmen ve Kılıç, 2020). Çalışma, doğal kaynak ekonomisi ve çevre ekonomisi yaklaşımlarını bir araya getirerek kaynakların döngüsel bir şekilde kullanılması ve atıkların yeniden kullanılması gibi öneriler içermektedir. Ek olarak, doğal kaynakların hizmet ve kalitesinin korunması gerektiğini ve bu koruma koşulunda ekonomik kalkınmanın gerçekleştirilmesi gerekliliğini savunmuşlardır (Pearce ve Turner, 1990). Döngüsel ekonomi kavramının temelleri 1900'lü yıllara dayansa da 2015 yılında BM İklim Değişikliği Konferansı ve Avrupa Birliği eylem planı gelişmeleri neticesinde dünya çapında önemli bir kavram haline gelmeye başlamıştır (Açıkalın, 2020). Döngüsel ekonomi kavramının akademik literatürde ilk kullanıldığı yıldan günümüze kadar olan süreçte döngüsel ekonomiye yönelik akademik çalışmalar da bu gelişmelere paralel olarak Şekil 1'de görüldüğü üzere 2015 yılından itibaren hızla artmış ve artmaya devam etmektedir.



Şekil 1. Döngüsel ekonomi ile ilgili akademik çalışmaların yıllara göre miktarı (Scopus, 2025).

Scopus veri tabanına göre, döngüsel ekonomiyi ele alan 41.557 adet akademik çalışmanın en çok Çevre Bilimleri, ardından ise Mühendislik alanında yoğunlaştığı Şekil 2'de açıkça görülmektedir.



Şekil 2. Döngüsel ekonomi kavramını ele alan akademik çalışmaların Scopus veri tabanına göre konu dağılımları (Yazar tarafından oluşturulmuştur).

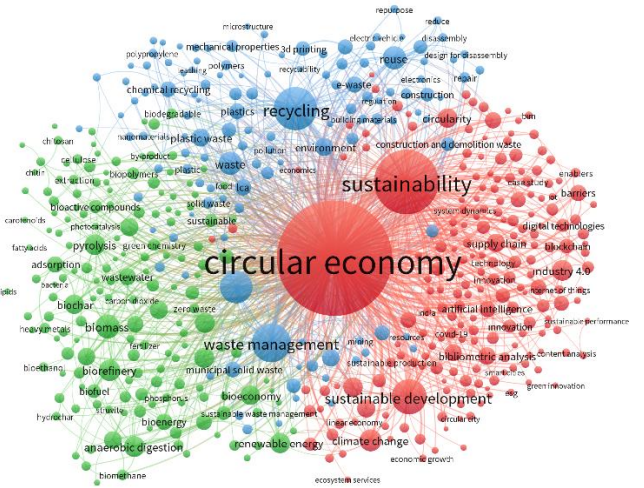
Benzer şekilde Web of Science veri tabanına göre de döngüsel ekonomiyi ele alan akademik çalışmaların en çok Çevre Bilimleri

ve Ekoloji, ardından Mühendislik alanında yoğunlaştığı Şekil 3'te görülmektedir.



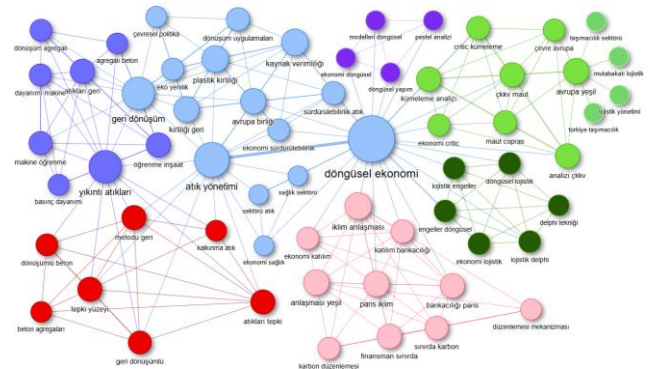
Şekil 3. Döngüsel ekonomi kavramını ele alan akademik çalışmaların Web of Science veri tabanına göre konu dağılımları (Yazar tarafından oluşturulmuştur).

Web of Science ve Scopus veri tabanlarında döngüsel ekonomi konusunu ele alan akademik çalışmaların içerikleri, anahtar kelimeler bağlamında incelendiğinde, en çok sürdürülebilirlik, geri dönüşüm, sürdürülebilir kalkınma, atık yönetimi ve yaşam döngüsünün değerlendirilmesi gibi kavramların öne çıktığı yapılan bibliyometrik analiz sonucu Şekil 4'te görülmektedir.



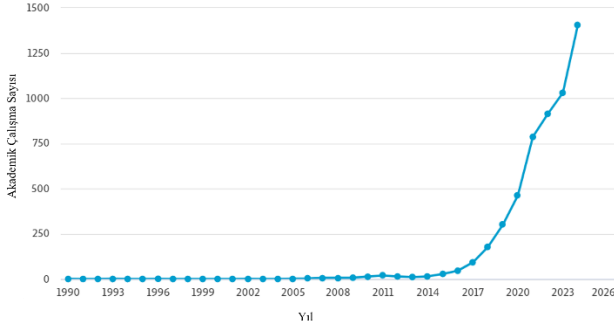
Şekil 4. Döngüsel ekonomi konusunu ele alan akademik çalışmaların bibliyometrik analizi (Yazar tarafından oluşturulmuştur).

TR Dizin veri tabanında döngüsel ekonomi konusunu ele alan Türkçe akademik çalışmaların içerikleri, anahtar kelimeler bağlamında incelendiğinde; sürdürülebilirlik, geri dönüşüm, atık yönetimi ve kaynak kavramlarının öne çıktığı, Şekil 5'te açıkça görülmektedir.



Şekil 5. Döngüsel ekonomi konusunu ele alan akademik çalışmaların bibliyometrik analizi (Yazar tarafından oluşturulmuştur).

Döngüsel ekonomi kavramını ele alan akademik çalışmalar birçok sayıda ve konuda olmasına rağmen, bu akademik çalışmaların yalnızca 5.333 tanesi kentsel planlama ile ilişkilidir (Scopus, 2025; Web of Science, 2025). Döngüsel ekonomi modeli ilkelerinin kentsel planlara entegrasyonu Şekil 6'da görüldüğü gibi özellikle son 10 yılda akademik literatürde önem kazanmıştır ve bu entegrasyon ile ilgili çalışma sayısı günümüzde de oldukça sınırlı miktardır (Scopus, 2025; Bortolotti ve diğ., 2023; Van Der Leer ve diğ., 2018; Marzani ve Tondelli, 2024).



Şekil 6. Döngüsel ekonomi ve kentsel planlama ile ilgili akademik çalışmaların yıllara göre miktarı (Scopus, 2025).

3.1 Döngüsel ekonominin tanım ve amacı

Döngüsel ekonomi; sürdürülebilir kalkınmanın hem çevresel hem sosyal hem de ekonomik boyutta sağlanabilmesi amacıyla kaynak bulmadan üretime, üretimden dağıtıma ve dağıtımdan tüketime kadar olan tüm süreçlerdeki ürün, kaynak, atık ve enerji kayıplarının minimize edildiği, sistem çıktılarını aynı veya farklı bir sistem sürecine yeni bir kaynak girdi olarak dâhil eden bileşenleri atıklaştırmayarak döngülerde dolaşmasını sağlayan ekonomik bir yaklaşımdır (Berndtsson, 2015; Woźniak ve Pactwa, 2018; Özsoy, 2018; Esposito ve diğ., 2017; Murray ve diğ., 2017; Cavallo ve Cencioni, 2017).

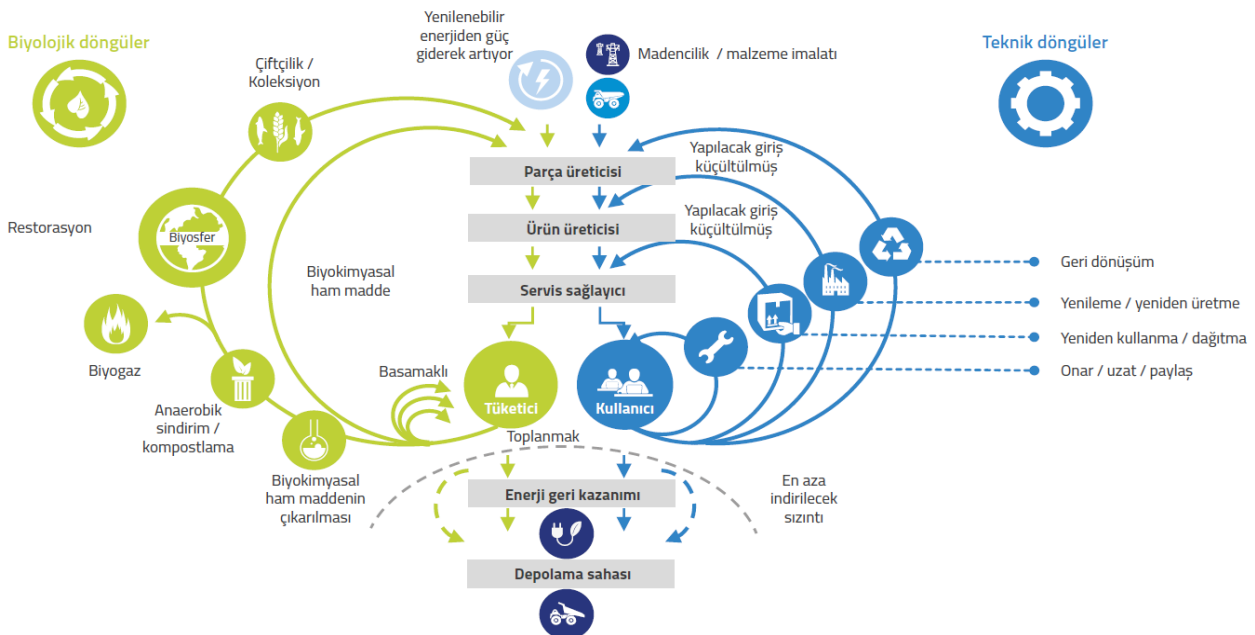
Döngüsel ekonominin amacı, tanımdan da anlaşılacağı üzere ürün ve hizmetlerin değerini maksimize ederken atık oluşumunu minimize etmeyi ve sistem bileşenlerini (kaynak, ürün vb.) kapalı sistem içerisinde daha uzun süre kalmasını sağlamaktır (Özsoy, 2018; Murray ve diğ., 2017). Doğrusal

ekonomide (açık sistemde) var olan “beşikten mezara” perspektifi, döngüsel ekonomide “beşikten beşiğe” şeklindedir ve bu anlayışa göre üretilen her ürünün biyolojik ve teknik materyalleri Şekil 7’de görüldüğü gibi sistemde kolay bir şekilde tekrardan sirkülasyona sokulabileceğini ifade etmektedir. Sistem bileşenlerinin biyolojik ve teknik döngülere sürekli olarak dâhil edilmesiyle işlenmemiş malzemelere (kaynaklara) olan ihtiyacın en aza indirilmesi söz konusudur.

3.2 Döngüsel ekonominin ilkeleri

Döngüsel ekonomi üç temel ilkeye dayanmaktadır: Sınırlı stokları kontrol ederek ve yenilenebilir kaynakların akışını dengeleyerek doğal sermayeyi korumak ve geliştirmek, ürünleri, bileşenleri ve malzemeleri her zaman mümkün olduğunca sistemlerde dolaştırarak kaynak verimini optimize etmek ve sistemi daha etkili hale getirmek (Gedik, 2020). Bu üç temel ilkenin uygulanabilmesi için de 1990’lı yıllarda 3R (reduce, reuse ve recycle) stratejileri ortaya çıkmıştır. Ancak zamanla bu 3R stratejileri daha kapsamlı bir sürdürülebilirlik yaklaşımının benimsenebilmesi ve uygulanabilmesi için 10’a çıkarılmıştır. Bu sayede sadece atık miktarı minimize edilmemiş, aynı zamanda ürünlerin tasarımından kullanım ömrünün bitişine kadar olan tüm süreç kapsamlı bir şekilde ele alınmıştır. Bu 9R ilkesi ve tanımları şu şekildedir;

- Refuse (R0: Reddetmek), ürünün işlevinden vazgeçerek veya aynı işlevi farklı bir ürünle sunarak ürün yaratmada gereksiz tekrarları en aza indirmek,
- Rethink (R1: Yeniden Düşünmek), ürünlerin kullanımının arttırmak,
- Reduce (R2: Azaltmak), daha az malzeme ve doğal kaynak tüketerek ürünün üretim ve kullanım sürecinde verimliliği arttırmak,
- Reuse (R3: Tekrar Kullanmak), orijinal işlevini yerine getiren ancak atık durumunda olan bir ürünün farklı tüketiciler tarafından kullanılması,
- Repair (R4: Tamir Etmek), hasarlı ürünün kullanım amacına uygun bir şekilde onarım ve bakımının yapılması,
- Refurbish (R5: Yenilemek), eski bir ürünün güncel hale getirilmesi/restore edilmesi,



Şekil 7. Döngüsel ekonomi modeli (Ellen MacArthur Foundation, 2013).

- Remanufacture (R6: Yeniden Üretim), atılan bir ürünün bileşenlerini aynı işleve sahip yeni bir üründe kullanmak,
- Repurpose (R7: Yeniden Amaçlandırma), atılan bir ürünün bileşenlerini farklı işleve sahip yeni bir üründe kullanmak
- Recycle (R8: Geri Dönüşüm), malzemelerin aynı veya daha düşük kalitede malzeme elde etmek için dönüştürülmesi
- Recover (R9: İyileştirmek), enerji geri kazanımı ile malzemelerin yakılması,

olarak mevcut literatürde tanımlanmıştır (Hunger ve diğ., 2024; Ay Türkmen ve Kılıç, 2020; Muljaningsih ve diğ., 2023; Dağlıoğlu Şanlı, 2024).

Tüm bu ilkelerin uygulanabilmesi ve mevcutta var olan doğrusal ekonomi modelinden vazgeçip döngüsel ekonomi modeline geçilebilmesi için politika reformlarında ve bireysel davranış ve alışkanlıklarda köklü değişikliklerin gerektiği tartışılmaz bir gerçektir. İmalat sektörü endüstriyel faaliyetlerin çevresel sonuçları konusunda temel alt yapıya sahip olmalarına rağmen, rekabetçi baskılar ve kısa vadeli kâr elde etme gibi etkenler sebebiyle çevresel boyut göz ardı edilmektedir (Ay Türkmen ve Kılıç, 2020). Bu sebeple hem tüketicilerin hem kamu kurumlarının (politika yapanlar) hem de sanayi sektörünün çıkarlarını, bütüncül bir şekilde ele alan küresel bir ortak amaç altında birleştirilmesi gerekmektedir. Bu birleştirme süreci tüm döngüsel ekonomi paydaşlarını kapsayıcı nitelikte ve eş zamanlı olmalıdır (Sapmaz Veral, 2021). Döngüsel ekonomi modeline geçişte, ürünün tasarımından tüketiciye ulaşmasına kadar tüm aşamalar planlanmalı ve bu aşamaları teşvik edecek karar ve stratejilerin politikacılar ve kamu kurumları tarafından verilmesi gerekmektedir (Sapmaz Veral, 2021).

3.3 Farklı sektörlerde döngüsel ekonomi modeli

Dünya'daki çoğu ülkede olduğu gibi Türkiye'de de benimsenmiş olan lineer ekonomi modeli, ciddi ölçüde ekonomik, sosyal ve ekolojik kırılganlıklar yaratmaktadır (Kavaz, 2023). Doğal kaynakların sınırlı olmasının yanında, özellikle üretimden çok tüketimin yoğun olduğu ülkelerde, bu kırılganlıklar açıkça görülmektedir. Bu ülkelerden biri olarak Türkiye'nin enerji ve gıda gibi birçok sektörde dışa bağımlılığı göz önüne alındığında, döngüsel ekonomi modelinin tüm sektörel düzeylerde benimsenmesi günümüzde bir zorunluluk haline gelmiştir (Sarica, 2024). Sektörlerin, döngüsel ekonomiyi uygulama aşamasında ülke genelinde ortak bir amaç altında birleşmesi gerekse de sektör bazlı kararlar değişkenlik gösterebilmektedir. Türkiye'de öne çıkan 5 adet sektörden Tarım ve Gıda, İnşaat ve Yapı, Tekstil, Enerji ve Otomotiv ve Ulaşım sektörleri bu çalışmada incelenmiştir. Bu sektörlerin seçilme nedeni, 2022 yılında Türkiye'de en fazla atık üreten sektörler, imalat sanayi ve enerji üretiminde kullanılan termik santraller olmasıdır (TÜİK, 2023).

Tarım ve gıda sektöründe, kaynak kullanımı ve atık üretimi en fazla olan aşamalar tarla hazırlığı, gübreleme, malçlama ve sulama aşamalarıdır (Velasco-Muñoz ve diğ., 2022). Tarımda döngüsellik sağlamak için bu aşamalarda, toprağa karışabilen doğal malçların üretilmesi, hidroponik sistemlerin yaygınlaştırılması ve biyostimülanların kullanılmasıyla ilişkili son dönemlerde akademik çalışmalar yapılmaya başlanmıştır (Velasco-Muñoz ve diğ., 2022; Sayadi-Gmada ve diğ., 2019).

İnşaat ve yapı sektöründe döngüsellik sağlamak, tasarım aşamasından uygulama aşamasına kadar olan tüm süreçlerde önem teşkil etmektedir (Chen ve diğ., 2022). Yapı malzemelerinin çevresel etkilerini değerlendirmek için Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (Life cycle assessment) gibi sistematiik değerlendirme modellerinin kullanımı yaygınlaştırılabilir (Barbhuiya, S. ve diğ., 2024; Chen ve diğ., 2022). Ayrıca, inşaat ve yapı sektöründe döngüsel ekonomi ile ilgili akademik çalışmalar henüz emekleme aşamasındadır. Scopus veri tabanına göre, Türkiye'de bu iki konuyu ele alan makaleler henüz 174 adet iken Web of Science veri tabanında ise 9 adet kayıt bulunmaktadır. Bu bağlamda, akademik literatürde önemli bir araştırma boşluğu (research gap) mevcuttur.

Dünya'da tüm tekstil ürünleri çoğunlukla atık olarak atılmaktadır. Sadece %20'lik bir kısmı geri dönüştürülüp yeniden kullanılmaktadır (De Felice ve diğ., 2025; Atstāja ve diğ., 2021). Geri dönüşüm kutuları, markaların müşterilerden kullanılmayan giysileri geri kazanmak ve bunları yeniden pazara sunmak için toplama programlarının geliştirilmesi, ikinci el ve kiralama pazarlarının yaygınlaştırılması gibi çözümlere ek olarak, dijital etiketleme aracılığıyla tekstil ürünlerinin yaşam döngüsü boyunca izlenmesi ve yönetilmesi sağlanabilir (De Felice ve diğ., 2025; Jang ve diğ., 2024; Zoumpalova ve diğ., 2023).

2023 yılında Türkiye, 289.371,741 Gigawatt-saat ile en fazla enerji tüketen 41 ülkeden 3. olmuştur (Eurostat, 2025). Enerji sektöründe döngüsellik sağlamak için Almanya'da olduğu gibi çelik üretiminde yeşil hidrojen kullanılması karbon emisyonunu büyük ölçüde azaltacaktır. Aynı şekilde, Danimarka'daki gibi rüzgâr türbini kanatlarının inşaat malzemesi gibi farklı sektörlerde kullanılmasıyla hem atık miktarını azaltmak hem de ikincil bir pazarın yaratılması mümkün olmaktadır (Abdirahman ve diğ., 2025). Yani bir diğer anlatımla, enerji üretim tesisleri ile farklı sanayi tesisleri arasında döngüsel bir sistemin kurulması gerekmektedir. Güneş paneli kullanımının artırılması ve bu paneller için Genişletilmiş Üretici Sorumluluğu (Extended Producer Responsibility) politikalarının AB'de olduğu gibi uygulanması sayesinde hem Güneş panellerinde geri dönüşüm oranlarının artmasına hem de malzeme geri kazanımının ve tedarik zinciri sürdürülebilirliğinin daha iyi izlenmesine olanak sağlayacaktır (Abdirahman ve diğ., 2025). Yenilebilir enerji kullanımı için bir diğer seçenek, verimliliği optimize eden rüzgâr tabanlı Power-to-X (PtX) teknolojileridir. Bu hibrit yenilenebilir enerji sistemleri, fosil yakıt bağımlılığının azaltılmasında önemli bir rol üstlenmektedir (Mendoza ve Ibarra, 2023).

Otomotiv ve ulaşım sektöründe döngüsellik sağlamak için ilk öncelik, literatüre henüz yeni girmiş bir kavram olan yürünebilirlik (walkability) yaklaşımı olmalıdır. Bu yaklaşım, bireysel otomobil kullanımını minimum seviyeye hatta mümkünse sıfıra (car-free) indirgemeyi amaçlar. Bu sayede yürünebilir kentler, kaynak ve atık kullanımını büyük ölçüde azaltırken aynı zamanda, ekonomik açıdan yerel ekonomiyi güçlendirir, sosyal açıdan toplumsal bağları güçlendirir ve yürünebilir çevrenin varlığı suç çevresinin oluşmasını engeller. Çevresel açıdan ise, sera gazı emisyonlarının azalmasına ve daha yaşanılabilir bir çevre oluşmasına katkıda bulunur. İkincil öncelik olarak, araç paylaşımının yaygınlaştırılması, toplu taşıma, elektrikli arabalar ve mikromobilite (scooter, bisiklet vb.) gibi ulaşım araçlarının kullanılması literatürde oldukça önerilen uygulamalardandır (Prochatzki ve diğ., 2023; Minguela ve diğ., 2021; Bin ve Thakur, 2025; Katona ve Orosz, 2024; He ve diğ., 2025).

Bunlara ek olarak, ülkelerin şirketleri bazında yapılan

araştırmalara göre Türkiye'nin döngüsel ekonomiye geçişte 49 ülkeden 17. sırada yer alması döngüsel ekonominin tüm sektörel düzeylerde uygulanabilirliğini göstermektedir (García-Sánchez ve diğ., 2021). Döngüsel ekonomi modelinin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi, yalnızca bireysel düzeyde sorumluluk alınmasıyla değil; aynı zamanda üretim ve hizmet sektörlerinin bu dönüşüme uyum sağlamasıyla mümkündür. Ancak bu dönüşümün kalıcı ve bütüncül bir yapıya kavuşabilmesi için, sektörel politikaların ötesine geçilerek ulusal ölçekte stratejiler geliştirilmesi ve bu stratejilerin mekânsal planlara entegre edilmesi gerekmektedir.

Bu bağlamda, Türkiye'de döngüsel ekonomi modelinin oluşturulabilmesi ve benimsenebilmesi adına farklı mekânsal planlarda alınabilecek karar ve stratejilerin belirlenebilmesi için öncelikle bu mekânsal planların kapsamının irdelenmesi gerekmektedir. Bu sayede farklı ölçeklerde farklı kararların alınabilmesi ve bu kararların uygulanabilirliği sağlanmış olacaktır.

4. Mekânsal Planlar

14.06.2014 tarihli ve 29030 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği'ne göre Türkiye'de mekânsal planların genel amacı, fiziki, doğal, tarihi ve kültürel değerleri korumak ve geliştirmek, koruma ve kullanma dengesini sağlamak, ülke, bölge ve şehir düzeyinde sürdürülebilir kalkınmayı desteklemek, yaşam kalitesi yüksek, sağlıklı ve güvenli çevreler oluşturmak üzere hazırlanan, arazi kullanım ve yapılaşma kararları getiren mekânsal planların yapılması ve uygulanmasıdır.

Bu yönetmeliğe göre mekânsal planlar üst kademeden alt kademeye doğru sırasıyla; Mekânsal Strateji Planı, Çevre Düzeni Planı, Nazım İmar Planı ve Uygulama İmar Planı şeklindedir. Bu kademelerdeki her plan, üst kademe planların kararlarına uygun ve bir alt kademedeki plan için de yönlendirici olmalıdır. Ayrıca yönetmeliğe göre her kademedeki planlar, kamu yararı ve doğal, tarihi ve kültürel değerlerin koruma ve kullanma dengesi sağlanarak yapılmalıdır.

4.1 Mekânsal strateji planları

Mekânsal strateji planları, ekonomik, sosyal ve çevre politikalarını mekânsal düzeyde ilişkilendirerek kaynakların ekonomiye kazandırılmasına, doğal, tarihi ve kültürel değerlerin korunmasına ve geliştirilmesine ve sosyal ve teknik altyapının yönlendirilmesine dair stratejileri belirleyen, 1/250.000, 1/500.000 veya daha üst ölçekli haritalar ile hazırlanan ülke bütününde ve bölgelerde yapılan planlardır (RG, 29030).

Bu planlarda afet risk ve tehlikelerinin tanımlanması ve tedbirlerin alınması, kaynakların sürdürülebilir kullanımının sağlanması, kamu yararının gözetilmesi, kaynak kullanımında verimlilik ve saydamlığın sağlanması, ulusal, bölgesel, yerel ve sektörler arasında bütünsellik ilişkisinin kurulması, yenilikçi, esnek ve rekabetçi bir ekonomik yapının oluşturulması için gerekli mekânsal düzenlemelerin yapılması, yaşam kalitesinin artırılması ve değişen koşullara uyum sağlanması gerekmektedir (RG, 29030).

4.2 Çevre düzeni planları

Çevre düzeni planları mekânsal strateji planlarının hedef ve strateji kararlarına uygun olarak kentsel ve kırsal yerleşim, sanayi, tarım, ulaşım gibi genel arazi kullanım kararlarını

belirleyen, koruma-kullanma dengesini sağlayan 1/50.000 veya 1/100.000 ölçekteki haritalar ile hazırlanan bölge, havza veya il düzeyinde yapılan planlardır (RG, 29030).

Bu planlarda sürdürülebilir kalkınma amacına uygun olarak ekolojik ve ekonomik kararların bir arada değerlendirilmesi, doğal yapı ve peyzajın korunması ve geliştirilmesi, doğal yapının, ekolojik dengenin ve ekosistemin korunması amacıyla arazi kullanım bütünlüğünün sağlanması, ulaşım ağının güzergâh ve yönünün genel olarak belirlenmesi, çevre sorunlarına neden olan kaynaklara yönelik önleyici strateji ve politikaların belirlenmesi ve imar planlarını yönlendirici olacak arazi kullanımının belirlenmesi gerekmektedir (RG, 29030).

4.3 Nazım imar planları

Nazım imar planları, çevre düzeni planının genel hedef ve strateji kararlarına uygun olarak arazilerin genel kullanış biçimlerini, kentsel ve kırsal yerleşme alanlarının gelişme yön ve büyüklüklerini, kentsel, sosyal ve teknik altyapı alanlarını ve ulaşım sistemlerini gösteren, uygulama imar planlarına yönlendirici olan 1/5.000 ölçekteki (büyükşehir belediyelerinde 1/5000 ile 1/25.000 arasındaki her ölçekteki) haritalar ile hazırlanan planlardır (RG, 29030).

Bu planlarda park, oyun alanı, meydan gibi açık alanların mahalle ve semt merkezleri ile birlikte düzenlenmesi, ulaşımın yolculuk mesafesini kısaltacak şekilde tasarlanması, güvenlik bölgesi ve benzeri koruma kuşaklarının gösterilmesi, araç trafiğinin azaltılması, toplu taşıma ve yaya öncelikli bir ulaşım sisteminin kurgulanması gerekmektedir (RG, 29030).

4.4 Uygulama imar planları

Uygulama imar planları, nazım imar planı ilkelerine uygun olarak planlama alanının genel özellikleri, taşıt, yaya ve bisiklet yolları, ulaşım ilişkileri, parkları, meydanları, sosyal ve teknik altyapı alanlarını, yapılaşmaya ilişkin yapı adaları, kullanımları, yapı nizamı, bina yüksekliği gibi hususları gösteren 1/1.000 ölçekte hazırlanan planlardır (RG, 29030).

Bu planlarda bölgenin ihtiyacına yönelik yeşil alan, otopark, aile sağlık merkezi, mescit, karakol, muhtarlık gibi sosyal ve teknik altyapı alanlarını artırıcı küçük alan gerektiren fonksiyonların konulması, yapılaşma koşullarının detaylarının (TAKS, KAKS vb.) belirlenmesi, TSE standartlarına uygun olarak taşıt yollarının, yaya, engelli ve bisiklet yollarının genişliklerinin belirlenmesi, evrensel tasarım ilkelerinin kamusal alanlarda uygulanması, koruma altına alınmış doğal ve kültürel varlıkların gösterilmesi gerekmektedir (RG, 29030).

5. Türkiye'de Çok Ölçekli Döngüsel Ekonomi Stratejileri

Ülkelerin ve kentlerin döngüsel ekonomi modeline geçiş sürecinde, mekânsal planların döngüsel ekonomi modelinin stratejileri ve prensipleri doğrultusunda hazırlanması gerekmektedir. Bu sayede ölçekler arası bir koordinasyonun sağlanması ve birbirini destekleyen ve besleyen bir sistemin oluşturulması, mümkün olmaktadır.

Türkiye Eylül 2024'te, AB Döngüsel Ekonomi Eylem Planı doğrultusunda Döngüsel Ekonomiye Geçiş İçin Ulusal Strateji ve Eylem Planını bir taslak halinde yayınlamıştır. Bu plan taslağında ulusal düzeyde döngüsel ekonominin benimsenebilmesi için 6 Stratejik Hedef, 23 Kilit Amaç ve 56 Eylem, Döngüsel Ürünler, Öncelikli Sektörler, Atık ve İsrafi

Önleme ve Azaltım, Döngüsel Ekonominin Yaygınlaştırılması, Yatay Eylemler ve İlerlemenin İzlenmesi başlıkları altında oluşturulmuştur (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024).

Mekânsal Strateji Planında ülke ölçeğinde ekonomik, sosyal ve çevre politikalarının mekânsal düzeyde ilişkilendirilmesi gerektiği için eylem planı taslağında yer alan stratejilerin uygulanması bu ölçekte önem arz etmektedir. Bu bağlamda Mekânsal Strateji Planlarında alınabilecek stratejiler Tablo 1'deki gibidir. Çevre düzeni planlarında, çevre sorunlarına

neden olan kaynaklara yönelik önleyici strateji ve politikaların belirlenmesi gerektiği göz önüne alındığında, Tablo 2'deki stratejilerin alınması önerilmektedir.

İmar planları daha alt ölçekten alanları inceledikleri için detaylı çözüm önerileri bu planlar kapsamında oluşturulabilmektedir. Bu durum göz önüne alındığında bu planlar kapsamında, Tablo 3'teki gibi stratejilerin ve tasarım kararlarının alınması önerilmektedir.

Tablo 1. Mekânsal Strateji Planlarında alınabilecek stratejiler.

Stratejiler	Referanslar
Geri dönüşüm ihtisas organize sanayi bölgelerinin oluşturulması ve mevcut ihtisas organize sanayi bölgelerinin içinde döngüsel ekonomi uygulamalarını artıracak merkezlerin kurulması	(Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024; Chertow, 2007)
Atık depolama merkezlerinin erişilebilirliğinin artırılması	(Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024; Nowakowski ve Zalewski, 2020)
Daha az kaynak tüketen toplu taşıma (bisiklet, elektrikli araçlar vb.) uygulamalarının geliştirilmesi	(Municipality of Amsterdam, 2020; Gothenburg Municipality, 2022)
Sürdürülebilir ulaşım altyapısının oluşturulması	(Gothenburg Municipality, 2022; Municipality of Amsterdam, 2020)
Atıl alanların sürdürülebilir çözümlerle yeniden işlevsel hale getirilmesi	(Municipality of Amsterdam, 2020; Gothenburg Municipality, 2022)
Döngüsel tarım bölgelerinin belirlenmesi	(Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024; Abildtrup ve diğ., 2006)
Sanayi kurumlarından çıkan atıkların diğer sanayi tesislerinde hammadde olarak kullanıldığı simbiyoz bölgelerinin oluşturulması ve teşvikinin sağlanması	(Chertow, 2007; Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024)
Ülkenin farklı bölgelerinde özel lojistik merkezlerinin atıkların taşınması ve depolanması için merkezlerin kurulması	(Nowakowski ve Zalewski, 2020; BMUV, 2023)
Öncelikli sektörlerin belirlenmesi ve sektörlerin üretim, tüketim ve atık yönetimini kapsayan tüm aşamalarında döngüsellliği artırmak amacı ile altyapının kurgulanması	(Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024; BMUV, 2023)
Eylemlerin izlenmesi ve yönetimi için Dijital Yönetim Merkezinin kurulması	(Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024; BMUV, 2023)
Tüm ülke çapında tamamen döngüsel ekonomi modelinin benimsenebilmesi için hammadde, enerji vb. kullanımlarda belirli bir miktarda azaltma hedefinin belirlenmesi ile beraber sektörler arası döngüsel iş modellerinin oluşturulması için teşviklerin gerçekleştirilmesi	(Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024; BMUV, 2023; Vantaa Energy, 2023)

Tablo 2. Çevre Düzeni Planlarında alınabilecek stratejiler.

Stratejiler	Referanslar
Atıkların bertaraf edilmesi, ayrıştırılması, geri dönüşümü vb. uygulamalar için atık yönetim tesislerinin kurulmasına yönelik arazi kullanım kararının verilmesi	(Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024; Ellen MacArthur Foundation, 2021; Kirchherr ve diğ., 2017; European Commission, 2020)
Kent içerisinde bisiklet yollarının genişletilmesi ve kent içinde yoğun kullanılan güzergâhlara elektrikli şarj istasyonu bölgesinin kurulmasıyla az kaynak kullanan araçların teşvik edilmesi	(Geerlings ve Stead, 2003; McKinsey & Company, 2016; European Commission, 2020)
Bölgesel ölçekte döngüsel tarım uygulamalarının gerçekleştirileceği arazi kullanım kararının verilmesi	(Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024; Wang ve diğ., 2013; United Nations, 2018)
Bölgenin iklim özelliğine göre su yönetimi ve yeşil alan uygulamalarının gerçekleştirilmesi	(United Nations, 2018; Haines-Young ve Potschin, 2018; Tzoulas ve diğ., 2007)
Bölgelerde gerçekleştirilecek olan sektörler karar verilmesi hususunda döngüsel ekonomi prensipleri kapsamında yapılması	(Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024; Ellen MacArthur Foundation, 2021; McKinsey & Company, 2016; Kirchherr ve diğ., 2017)
Enerji tasarrufu sağlanması amacıyla bölgelerde yenilebilir enerji kullanımına yönelik uygulamaların (güneş panelleri, rüzgâr tribünleri vd.) gerçekleştirilmesi	(Wang ve diğ., 2013; McKinsey & Company, 2016; European Commission, 2020)
Su atıma tesislerinin ÇED raporuna göre bölgede uygun konumda kurulması	(Çevre ve Orman Bakanlığı, 2008; United Nations, 2018)
Gıda ve Biyokütle sektöründe üretim, tüketim ve atık yönetimini kapsayan tüm aşamalarda döngüsellliği artırmak amacıyla tarımsal atıklar ve gıda atıklarının hayvan yemi vb. şekilde işlenebileceği tesislerin kurulması	(Wang ve diğ., 2013; Ellen MacArthur Foundation, 2021; Kirchherr ve diğ., 2017; European Commission, 2020)

Peyzajların korunması ve geliştirilmesi, doğal yapının, ekolojik dengenin ve ekosistemin korunması amacıyla leke – koridor – matris bütünlüğünü sağlayan peyzaj planlarının geliştirilmesi	(Haines-Young ve Potschin, 2018; Tzoulas ve diğ., 2007; Walker ve Salt, 2006)
İmar planlarını yönlendirici olacak şekilde kent ve bina ölçeğinde sürdürülebilir yapı malzemelerinin kullanılmasına yönelik kararların alınması	(Geerlings ve Stead, 2003; McKinsey & Company, 2016; Ellen MacArthur Foundation, 2021)

Tablo 3. İmar Planlarında alınabilecek stratejiler.

Stratejiler	Referanslar
Çatı bahçesi, yağmur suyu bahçesi gibi suyu toplayan uygulamaları kent içerisinde dengeli bir şekilde konumlandırılması	(Metabolic, 2014; ETIC, 2021)
Gri su kullanımını kent içerisinde tüm binalara entegre edilmesi	(Metabolic, 2014; Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024)
Yeni yapılacak olan tüm inşaatlarda (meydan, bina, park vb.) sürdürülebilir malzemenin kullanılması ve güneş ışığından maksimum verimi alacak şekilde tasarlanmasına ek olarak konut fonksiyonu olan binalarda atık öğütücülerinin kullanılması	(Metabolic, 2014; Bütün, 2021)
Kent mobilyalarında modüler, esnek, ekolojik malzemeli ve uyarlatılabilir tasarımların seçilmesi ve yapılması	(Ekoyapı, 2022; Metabolic, 2014)
Ürün ve malzemelerin tamir ve onarımı için kent ölçeğinde toplum katılımını teşvik edecek atölye, kurs vb. aktiviteler için alan oluşturulması	(Metabolic, 2014; Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024)
Trafiğin kent içerisinde dengeli bir şekilde dağılmasını sağlayacak tasarımın gerçekleştirilmesi	(Metabolic, 2014)
Kent içerisinde tüketicilerin plastik, pil, ambalaj vb. atıkların toplanması için alanlar oluşturmak	(Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024; Metabolic, 2014)
Biyolojik çeşitlilik için yerel bitki türlerinin peyzaj planlarında kullanılmasına öncelik vererek habitatları korumak	(ETIC, 2021)
Yapı yapımı ve yıkımında çıkan atık malzemelerin kent içerisinde farklı sektörlerde kullanılmasını sağlamak	(Bütün, 2021; ; Ellen MacArthur Foundation, 2021)
Yağmur suyu toplama ve depolama sistemlerinin birbirleri ile koordine bir şekilde çalışmasını sağlayacak kent modelinin geliştirilmesi	(Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024; Metabolic, 2014; Bütün, 2021)
Enerji tüketimini minimize eden yeni teknolojileri kent ve yapı içlerinde kullanmak	(Bütün, 2021; Metabolic, 2014; Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024)
Kentlerde yaşayan sakinlerin sürdürülebilirlik ve döngüsel ekonomi konularında eğitim görmesi ve bilinçlendirilmesini sağlayacak kamu kuruluşlarının kurulması	(Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024; Metabolic, 2014; ETIC, 2021)

6. Tartışma ve Sonuç

Doğrusal ekonomi modelinin getirisi olan sonuçlarla birçok konuda gezegenin eşik noktaları aşılmıştır ve aşılıma devam etmektedir. Bu modele karşıt bir model olarak döngüsel ekonomi modeli ortaya çıkmıştır. Döngüsel ekonomi kavramı, 2015 yılında yapılan eylemler sonucunda başta Avrupa olmak üzere tüm dünyada önemli bir kavram haline gelmiştir. Döngüsel ekonomi modelinin ülkeler tarafından benimsenmesi ve bu modelin oluşturulmasına dair alt ölçeklerde gerçekleştirilen uygulamaların birçok konuda olumlu getirisi olmaktadır. Bu getirilerden ilki, herhangi bir ürünün üretimi için hammadde ithalatına karşı ülkenin bağımsız hale gelmesidir. Bir diğer yandan geri dönüşüm ve yeniden üretim için yeni pazarların açılmasını sağlarken aynı zamanda yeni pazarlar ve yeni gelir kanallarının mevcut firmalar arasında rekabet avantajı da sağlamaktadır (Gedik, 2020). Ekonomik katkılara bir farklı örnek ise, yerel yönetimlerin atıkları satarak kar elde edebilmeleridir. Döngüsel ekonominin benimsenmesinde sadece ekonomik değil aynı zamanda sosyal ve çevresel katkılar da söz konusudur. Sosyal katkılardan, toplum ve endüstri arasındaki ilişkinin kurulması ve güçlendirilmesi, farklı sektörler ve müşteriler arasında uyumun sağlanması, çevre bilincinin geliştirilmesi ve döngüsel ekonomi modelinin benimsenmesi için bazı prensiplerin toplum tarafından alışkanlık haline getirilmesi gerektiği sebebiyle bireylere sorumluluk yüklenmesi sayesinde modelin bir parçası haline getirilmeleri örnek verilebilir (Gedik, 2020). Çevresel açıdan ise daha sürdürülebilir yaşam alanları yaratması, doğal kaynakları

koruması ve kaynakları minimum düzeyde kullanarak gezegenin sınırlarını zorlamaması, kirlilik oluşumunu azaltması ve karbondioksit ile metan gibi zararlı maddelerin emisyonlarını azaltması gibi katkılar, döngüsel ekonominin önemli ve çoğu ülke tarafından tercih edilen bir model olmasını sağlamaktadır.

Doğrusal ekonomi modelinin çevreye verdiği zararlar ve döngüsel ekonomi modelinin ülkelere sağladığı katkılar göz önünde bulundurulduğunda, günümüzde döngüsel ekonominin uygulanması ve benimsenmesi zorunlu bir hal almıştır. Bu zorunluluk başta AB ülkeleri olmak üzere birçok ülkeyi eylem planları oluşturmaya itmiştir. Hollanda, Almanya, İsveç, Danimarka, Çin, Japonya, Kanada, Şili, Avustralya, Finlandiya, Norveç ve İskoçya gibi ülkeler döngüsel ekonomi modelini benimsemek için gerekli olan yasa ve politikaları uygulamaya koymuştur (Banjerdpaihoon ve Limleamthong 2003; Ogunmakinde, 2019).

Türkiye, döngüsel ekonomi modelinin benimsenmesi ve uyarlanması açısından potansiyeli olan ülkelerden biridir. Gelişmekte olan bir ülke olması, genç iş gücü nüfusunun fazla olması, en fazla ve çeşitte endemik bitki türüne sahip olması, güçlü bir pazara sahip olması ve çeşitli birçok kuruluşun bulunması gibi özellikleri ile beraber doğru uygulama kararları ve eylem planları oluşturulursa döngüsel ekonomi modeli başarılı bir şekilde oluşturulabilir. Eylem planı oluşturulmasına yönelik ilk adım 2024 Eylül ayında atılmış ve bir taslak oluşturulmuştur. Türkiye’de henüz taslak halinde olan bu eylem planının bir an önce oluşturulması ve yürürlüğe konulması gerekmektedir.

Eylem planına ek olarak, Türkiye’de döngüsel ekonomi modelinin oluşturulması için üst ve alt ölçeklerde bazı karar ve stratejilerin alınması gerekmektedir. Çalışma kapsamında, üst ölçekten alt ölçeğe kadar farklı ölçeklerde alınabilecek karar ve strateji önerileri belirtilmiştir. Mekânsal planlar bağlamında sunulan bu önerilerin kurum ve kuruluşlar tarafından uygulanması sadece politik açıdan değil aynı zamanda ülke genelinden sokak düzeyine kadar döngüsel ekonomi modelinin benimsenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Ellen MacArthur Foundation (2013) göre de döngüsel ekonominin faydaları yalnızca işletmeler, kurumlar ve endüstriler için değil, toplumlar için de hem verimlilik hem de yenilik kaynağıdır. Mekânsal planlarda alınacak bu karar ve stratejiler sayesinde sadece ülke, kent vb. ölçeklerde değil insan ölçeğinde de döngüsellik oluşturulabilecektir.

Mekânsal planlarda alınan kararlar neticesinde döngüsellüğün oluşturulması sayesinde Türkiye’ye sağlanması öngörülen faydalar aşağıdaki gibidir:

- Ekonomik büyüme hızlanacaktır.
- Ürün maliyetleri düşecektir.
- Ürünlerin işlenmesindeki maliyet azalacaktır.
- Ürünlerden elde edilecek kâr yükselecektir.
- Özellikle KOBİ’ler başta olmak üzere diğer işletmeler için de yeni iş imkânları ve fırsatları yaratacaktır.
- Sektörler arası rekabet ortamı oluşur.
- Dış ülkelere bağımlı olunan enerji ve hammadde gibi sektörlerdeki bağımlılık azaltılabilir, bağımsız bir ekonomi yaratılabilir.
- AB ülkelerine kıyasla geri dönüşüm konusunda geride kalmış bir ülke olarak bu aradaki açık kapatılabilir.
- Türkiye’nin en önemli sektörlerinden biri olan tarımda, döngüsel uygulamalar ile verimlilik artırılabilir.
- Kent ölçeğinde ciddi bir kaynak tüketimi söz konusu iken döngüsel ekonomi stratejileri ile kentsel alanlarda kaynak tüketimi azaltılabilir.
- Birçok sektörde enerji tüketiminin azalması ile karbon emisyonu azaltılabilir. Bu durum da Paris Anlaşması, Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri ve Avrupa Yeşil Mutabakatı gibi AB’de kabul gören anlaşmalara uyum sağlamasına katkıda bulunur.
- Dış ülkelerden kaynaklı ekonomik kriz ve tedarik zincirindeki kesintilere karşı hazırlıklı ve dayanıklı olması sağlar.
- Sosyal açıdan bireylerin farkındalık düzeyi artar ve sorumlu birer tüketici olurlar.
- Toplumsal ilişkiler ve sosyal bağlar güçlenir.
- Toplumsal birlikteliğin ve toplumsal dayanışmanın oluşmasına katkıda bulunur.
- Atıkların minimize edilmesi ve yönetilmesi sayesinde azalacak olan hava, su ve toprak kirliliği sayesinde toplum için daha sağlıklı yaşam alanları oluşturulur.
- Sağlıklı yaşam alanlarının oluşturulması ile özellikle kentsel alanlardaki solunum yolu hastalıklarının büyük oranda azalması sağlanabilir.
- Yerel üretim ve tüketim sayesinde kırsal alanlardaki ekonomi güçlendirilebilir.
- Türkiye’nin sadece 2022 yılında 109,2 milyon ton atığı plansız bir şekilde bertaraf ettiği göz önünde bulundurulduğunda (TÜİK, 2023), bu atıkların kapalı sistemler içerisinde yeni bir kaynak girdi olarak kullanılması doğal kaynaklara olan talebi azaltacaktır.
- 2014 ve 2019 yılları arasında Marmara Denizi’ne 2440,75 kg/km², Karadeniz’e ise 1202,0 kg/km² katı atık bırakıldığı göz önünde bulundurulduğunda (ÇŞİDB, TUBİTAK-MAM, 2021a; 2021b), bu atıkların döngüsel ekonomi modeline uygun bir şekilde bertaraf edilmesi ile

denizlerin kirlilik seviyesi azaltılabilir.

- Tarım, sanayi vb. sektörlerdeki çevresel olumsuz etkilerin azaltılması ile nesli tükenmekte olan türler ve habitatları korunabilir ve makro ölçekte zengin bir biyolojik çeşitliliğe sahip olan Türkiye’nin bu özelliğini koruması ve sürdürmesi sağlanabilir.
- Türkiye’nin bir deprem ülkesi olduğu gerçeği göz önünde bulundurulduğunda mekânsal planlarda alınacak olan karar ve stratejiler ile doğal afetlere ekolojik çözümler üretilebilir ve afetlerin yıkıcı etkisi azaltılabilir.

Tüm bu öngörülen katkılar göz önüne alındığında, Türkiye’nin de diğer AB ülkeleri gibi döngüsel ekonomi modelini benimsemesi, birçok açıdan ve birçok ölçekte olumlu bir durum teşkil etmektedir. Döngüsel ekonomi modelinin uygulanması, Türkiye’de mevcut ekonomik, sosyal ve çevresel sorunlara, kısa ve uzun vadeli etkili çözüm önerileri sunmaktadır. Lakin daha önceden de belirtildiği gibi bu modelin benimsenmesinde etkili bir politik yapı, kamu-özel sektör iş birlikleri ve toplum-birey sorumluluğu yani bir diğer anlatımla çoklu paydaş birlikteliğinin sağlanması gerekmektedir. Türkiye’nin bu modeli benimsemesi, sadece ülke düzeyine katkı sunmaz aynı zamanda küresel ölçekte de önemli ve anlamlı katkılar sağlar. Tüm bu katkılar sayesinde gelecek nesillere daha yaşanılabilir peyzajlar, kentler, ülkeler ve dünya bırakılması hususu unutulmaması gereken en önemli unsurdur. Ayrıca, gelecekteki akademik çalışmalarda Türkiye’de mekânsal planlar kapsamında döngüsel ekonomi modelinin uygulanmasının semt, kent, bölge ve ülke ölçeğinde sağlayacağı olumlu faydalar derinlemesine analiz edilerek gelecek senaryolar üretilmesi ve bu senaryoların tam zıt bir koşul ile yani bir diğer anlatımla Türkiye’nin mekânsal planlarında bu karar ve stratejilerin uygulanmaması durumu ile ilgili bir karşılaştırmanın yapılması, konunun öneminin daha iyi anlaşılmasına olanak sağlayacaktır.

7. Teşekkür ve Bilgi

Bu çalışmanın her aşamasında bana rehberlik eden değerli İTÜ Peyzaj Mimarlığı Bölümü mensubu Prof. Dr. Elif Lutfiye Kutay Karaçor’a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır.

8. Kaynaklar

- Abdirahman, A. A., Asif, M., ve Mohsen, O. (2025). Circular economy in the renewable energy sector: A review of growth trends, gaps and future directions. *Energy Nexus*, 17, 100395.
- Abildtrup, J., Audsley, E., Fekete-Farkas, M., Giupponi, C., Gylling, M., Rosato, P. ve Rounsevell, M. (2006). Socio-economic scenario development for the assessment of climate change impacts on agricultural land use: a pairwise comparison approach, *Environmental Science & Policy*, 9(2), 101-115.
- Açıkalın, N. (2020). Sürdürülebilir pazarlama bakış açısı ile döngüsel ekonomi incelemesi, *Sakarya İktisat Dergisi*, 9(3), 238-257.
- Atstāja, D., Cudečka-Puriņa, N., Vesere, R., Ābele, L. ve Spivakovskyy, S. (2021). Challenges of textile industry in the framework of Circular Economy: case from Latvia. *E3S Web of Conferences*. 255, 01014.

- Ay Türkmen, M. ve Kılıç, F. (2020). Sürdürülebilir kalkınma anlayışına yönelik döngüsel ekonomi modeli, *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*, 55(4), 2538-2556.
- Aydinoğlu, A.U. ve Özdemir, B.E. (2022). Yeşil Mutabakat: Tarihçe ve akademik araştırmaların incelenmesi, *Trakya Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi e-Dergi*, 11(2), 107-121.
- Banjerdpai boon, A. ve Limleamthong, P. (2003). Assessment of national circular economy performance using super-efficiency dual data envelopment analysis and Malmquist productivity index: Case study of 27 European countries. *Heliyon*, 9(6), e16584.
- Barbhuiya, S., Das, B. B. ve Adak, D. (2024). A comprehensive review on integrating sustainable practices and circular economy principles in concrete industry. *Journal of Environmental Management*, 370, 122702.
- Baydemir, T. (2021). Avrupa Yeşil Mutabakatı: Temiz Dünya Vizyonu ile Büyüme Stratejisi, *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*, 644, 12-29.
- Berndtsson, M. (2015). Circular Economy and Sustainable Development, Master Thesis, Uppsala University, Published at Department of Earth Science, İsveç.
- Bin, X. ve Thakur, J. (2025). Circular economy metrics for batteries: Enhancing sustainability in energy storage systems. *Sustainable Production and Consumption*, 55, 470-485.
- Bortolotti, A., Verga, G. C., ve Khan, A. Z. (2023). Which circularity for urban design and planning? A compass to navigate circular economy research knowledge and methods. *Planning Practice and Research*, 1–20.
- Boulding, K. (1966). The Economics of the Coming Spaceship Earth. in: Jarrett, H., ed., *Environmental Quality in a Growing Economy*, 3-14, Resources for the Future/Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Brundtland, G. (1987). Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. United Nations General Assembly document A/42/427.
- Bütün, B. (2021) Ofis yapılarında kullanım dönüşümü, döngüsel ekonomi örneği. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, 174.
- Cavallo, M. ve Cencioni, D., (2017). Circular Economy, Benefits and Good Practices, Edizioni Ambiente, Milano.
- Chen, Q., Feng, H. ve Garica Soto, B. (2022). Revamping construction supply chain processes with circular economy strategies: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, 335, 130240.
- Chertow, M. R. (2007). "Uncovering" industrial symbiosis. *Journal of Industrial Ecology*, 11(1), 11-30.
- Çevre ve Orman Bakanlığı. (2008). Samsun-Çorum-Tokat Planlama Bölgesi 1/100.000 Ölçekli Çevre Düzeni Plan Açıklama Raporu. ÇED ve Mekânsal Planlama Genel Müdürlüğü, Şubat 26, 184.
- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2024). Ulusal Döngüsel Ekonomi Stratejisi ve Eylem Planı Taslağı. Erişim Adresi: https://belge.adasoportal.com/Yazi/2024/10_8/ulusal_dongusel_ekonomi_stratejisi_ve_eylem_plani_taslagi_gorus_talebi.pdf
- ÇŞİDB, TÜBİTAK-MAM. (2021a). Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı 2014-2019 Marmara Denizi Özet Raporu, TÜBİTAK-MAM Matbaası, Kocaeli.
- ÇŞİDB, TÜBİTAK-MAM. (2021b). "Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme Programı 2014-2019 Karadeniz Özet Raporu", TÜBİTAK-MAM Matbaası, Kocaeli.
- Dağlıoğlu Şanlı, İ. (2024). Döngüsel ekonomiye geçişte vergi politikaların rolü, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 20(1), 300 – 326.
- De Felice, F., Fareed, A. G., Zahid, A., Nenni, M. E., ve Petrillo, A. (2024). Circular economy practices in the textile industry for sustainable future: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, 486, 144547.
- Eijk, F. V. (2022). Ulusal Döngüsel Ekonomi Stratejisi Geliştirme: Hollanda Örneği. Döngüsel Ekonomi Çalıştayı, 5 Ekim.
- Ekoyapı. (2022). Kentsel Tasarımda Döngüsel Ekonomi: Sürdürülebilirlik ve Toplumsal Katılım. Erişim Adresi: <https://www.ekoyapidergisi.org/kentsel-tasarimda-dongusel-ekonomi-surdurulebilirlik-ve-toplumsal-katirim/>
- Ellen MacArthur Foundation (2013). Towards the circular economy vol. 2: Opportunities for the consumer goods sector.
- Ellen MacArthur Foundation (2021). Circular Economy in Cities. Erişim Adresi: <https://ellenmacarthurfoundation.org>
- Esposito, M., Tse, T. and Soufani, K. (2017). Is the circular economy a new fast-expanding market?, *Thunderbird International Business Review*, 59(1), 9-14.
- ETIC (2021). Amsterdam, Hollanda'da Sürdürülebilirlik ve Yeşil Girişimler. Erişim Adresi: <https://etichotels.com/tr/dergi/Amsterdam-Hollanda%27da-s%C3%BCrd%C3%BCr%C3%BClebilirlik-ve-ye%C5%9Fil-giri%C5%9Fimler/>
- European Commission (2019). The European Green Deal. COM(2019) 640 Final.

- European Commission (2020). Circular economy action plan: for a cleaner and more competitive Europe. Publications Office of the European Union.
- Eurostat. (2025). Supply, transformation and consumption of electricity statistics - quantities, annual data. Erişim Tarihi: 08.05.2025 Web Sitesi: <https://ec.europa.eu/eurostat/en/>
- Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Nuclear Safety and Consumer Protection (BMUV). (2023). Recycling in Germany: Facts and figures. Berlin, Germany.
- García-Sánchez, I-M., Somohano-Rodríguez, F-M., Amor-Esteban, V. ve Frías-Aceituno, J-V. (2021). Which region and which sector leads the circular economy? CEBIX, a multivariant index based on business actions. *Journal of Environmental Management*, 297, 113299.
- Gedik, Y. (2020). Döngüsel ekonomiyi anlamak: teorik bir çerçeve. *Turkish Business Journal*, 1(2), 13-40.
- Geerlings, H. And Stead, G. (2003). The integration of land use planning, transport and environmentin European policy and research. *Transport Policy*, 10, 187-196.
- Göteborg Municipality (2022). Circular Göteborg: Circular economy in practice. Göteborg, Sweden.
- Haines-Young, R. and Potschin, M. (2018). Rethinking Ecosystem Services. Routledge.
- He, Z., Sun, X., Nakajima, K., Murakami, S., Hijioka, Y., Fujii, M. ve Sun, L. (2025). Rapid vehicle electrification reduces carbon benefits but increases resource savings in circular automobile transitions. *Environmental Research: Infrastructure and Sustainability*, 5(1), 015010.
- Hunger, T., Arnold, M. and Ulber, M. (2024). Circular value chain blind spot – A scoping review of the 9R framework in consumption. *Journal of Cleaner Production*, 440, 1-22, 140853.
- Jafrin, N., Saif, A. N. M. and Hossain, M. I. (2016). Blue economy in bangladesh: proposed model and policy recommendations, *Journal of Economics and Sustainable Development*, 7(21), 131-135.
- Jang, Y.-C., Park, R., Cho, H., Jeong, J.-H., Song, H., Lee, C. ve Lee, H. (2024). Comparative Analysis of Textile Circular Economy by Material Flow. *Journal of Korea Society of Waste Management*, 41(3), 297-309.
- Katona, M. ve Orosz, T. (2024). Circular Economy Aspects of Permanent Magnet Synchronous Reluctance Machine Design for Electric Vehicle Applications: A Review. *Energies*, 17(6), 1408.
- Kavaz, İ. (2023). Enerjide dışa bağımlılık ve ekonomik büyümenin enerji verimliliği üzerindeki etkileri: Türkiye örneği. *Verimlilik Dergisi*, 57(2), 253-272.
- Kirchherr, J., Reike, D., and Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221-232.
- Marzani, G. and Tondelli, S. (2024). Highlighting circular cities trends in urban planning. A review in support of future research tendencies. *TeMA - Journal of Land Use, Mobility and Environment*, 17(2), 231-247.
- McKinsey & Company (2016). The Circular Economy: Moving from Theory to Practice. Erişim Adresi: <https://www.mckinsey.com/capabilities/sustainability/our-insights/the-circular-economy-moving-from-theory-to-practice>
- Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği. (2014). T. C. Resmi Gazete, 29030, 14 Haziran 2014.
- Mendoza, J. M. F. ve Ibarra, D. (2023). Technology-enabled circular business models for the hybridisation of wind farms: Integrated wind and solar energy, power-to-gas and power-to-liquid systems. *Sustainable Production and Consumption*, 36, 308-327.
- Metabolic (2014). Transitioning Amsterdam to a Circular city: Circulair Buiksloterham. Municipality of Amsterdam, Hollanda: DELVA Landscape Architecture Kurumsal Raporu.
- Minguela, A. F., Foster, R., Ho, A., Goosey, E. ve Park, J. (2021) VALUABLE-Transition of automotive supply chain to the circular economy. *Circular Economy and Sustainability: Volume 1: Management and Policy*, Kitap Bölümü. 587-608.
- Muljaningsih, S., Andayani, W., Ekawaty, M. and Asrofi, D. N., (2023). Scenario for mitigating climate change in Indonesia: circular economy-based waste management (9r). In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1268, 1, 012001, IOP Publishing, 20 December.
- Municipality of Amsterdam. (2020). Amsterdam Circular Strategy 2020-2025. Amsterdam, Netherlands.
- Murray, A., Skene, K. and Haynes, K. (2017). The circular economy: an interdisciplinary exploration of the concept and application in a global context, *J. Bus. Ethics*, 140(3), 369-380.
- Nowakowski, P. and Zalewski, P. (2020). Challenges in waste management in Poland. *Polish Journal of Environmental Studies*, 29(6), 4055-4065.
- Ogunmakinde, O. E. (2019). A Review of Circular Economy development models in China, *Germany and Japan. Recycling*, 4(3), 27.
- Önder, H. (2018). Sürdürülebilir kalkınma anlayışında yeni bir kavram: Döngüsel ekonomi, *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 57, 196-204.
- Özen, A., Şaşmaz, M. Ü. and Bahtiyar, E. (2015). Türkiye'de yeşil ekonomi açısından yenilenebilir bir enerji

kaynağı: Rüzgâr enerjisi, *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 17(28), 58-93.

Özsoy, T. (2018). Döngüsel ekonomi: Almanya'daki durumun bir özeti, *Küresel İktisat ve İşletme Çalışmaları Dergisi*, 7(14), 129-143.

Pearce, D. W. and Turner, R. K. (1990). *Economics of Natural Resources and the Environment*, 392, Johns Hopkins University Press, Baltimore.

Prochatzki, G., Mayer, R., Haenel, J., Schmidt, A., Götze, U., Ulber, M., Fischer, A., ve Arnold, M. G. (2023). A critical review of the current state of circular economy in the automotive sector. *Journal of Cleaner Production*, 425, 138787.

Saevarsdottir, G., Magnusson, T. ve Kvande, H. (2021). Reducing the Carbon Footprint: Primary Production of Aluminum and Silicon with Changing Energy Systems, *Journal of Sustainable Metallurgy*, 7, 848–857.

Sapmaz Veral, E. (2021). Döngüsel ekonomi: Engeller, stratejiler ve iş modelleri, *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 8(1), 7-18.

Sarıca, T. Ö. (2024). Sürdürülebilir kalkınma politikaları çerçevesinde Türkiye'de tekstil sektörünün değerlendirilmesi. Uzmanlık Tezi. Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası. Ankara.

Sayadi-Gmada, S., Rodríguez-Pleguezuelo, C. R., Rojas-Serrano, F., Parra-López, C., Parra-Gómez, S., García-García, M. d. C., García-Collado, R., Lorbach-Kelle, M. B., ve Manrique-Gordillo, T. (2019). Inorganic waste management in greenhouse agriculture in Almeria (SE Spain): Towards a circular system in intensive horticultural production. *Sustainability*, 11(14), 3782.

Scopus (2024). Erişim Adresi: <https://www.scopus.com/> Erişim Tarihi: 15.10.2024.

TÜİK (2023). Atık İstatistikleri, 2022. Erişim Adresi: <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Atik-Istatistikleri-2022-49570>, Erişim Tarihi: 20.12.2024.

Tzoulas, K., Korpela, K., Venn, S., Yli-Pelkonen, V., Kaźmierczak, A., Niemela, J., and James, P. (2007). Promoting ecosystem and human health in urban areas using green infrastructure: A literature review. *Landscape and Urban Planning*, 81(3), 167-178.

United Nations (2018). *World Water Development Report 2018: Nature-based Solutions for Water*. UNESCO.

United Nations. (2015). *Adoption of the Paris Agreement – UNFCCC*.

Van der Leer, J., van Timmeren, A. and Wandl, A. (2018). Social-Ecological-Technical systems in urban planning for a circular economy: an opportunity for horizontal integration. *Architectural Science Review*, 61(5), 298–304.

Vantaa Energy (2023). *Energy from waste: Sustainable solutions for Finland's energy future*. Vantaa, Finland.

Velasco-Muñoz, J. V., Aznar-Sánchez, J. A., López-Felices, B. ve Román-Sánchez, I. M. (2022). Circular economy in agriculture. An analysis of the state of research based on the life cycle. *Sustainable Production and Consumption*, 34, 257–270.

Walker, B. and Salt, D. (2006). *Resilience Thinking: Sustaining Ecosystems and People in a Changing World*. Island Press. 192.

Wang, L., Littlewood, J. and Murphy, R. J. (2013). Environmental sustainability of bioethanol production from wheat straw in the UK. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 28, 715-725.

Woźniak, J. and Pactwa, K. (2018). Overview of polish mining wastes with circular economy model and its comparison with otherwastes, *Sustainability*, 10, 3994.

Zoumpalova, T., Klepek Jonášová, S. ve Moldan, B. (2023). Barriers to the circular economy in textile industry: A case study of the Czech Republic. *Waste Forum*, 3, 206-225.

ARAŞTIRMA MAKALESİ

İklim Kriziyle Mücadele mi, Sermaye İçin Piyasa Mekanizmaları mı? Türkiye'nin İklim Değişikliği Kanunu Teklifi Üzerine Bir İnceleme

Yazışma yazarı:

Selçuk GÜRÇAM

selcukgrcm@gmail.com

Selçuk GÜRÇAM¹¹ Dr., İğdır İl Özel İdaresi, Siyaset Bilimi ve Uluslararası İlişkiler, selcukgrcm@gmail.com, ORCID: 0000-0003-0426-329X

Referans:

Gürçam, S. (2025). İklim Kriziyle Mücadele mi, Sermaye İçin Piyasa Mekanizmaları mı? Türkiye'nin İklim Değişikliği Kanunu Teklifi Üzerine Bir İnceleme, *Çevre, İklim ve Sürdürülebilirlik*, 26(1) 37–52.

Makale Gönderimi: 22 NİSAN 2025

Online Kabul : 29 MAYIS 2025

Online Basım : 31 MAYIS 2025

Özet Bu çalışma, Türkiye'nin iklim kriziyle mücadelesine yönelik mevzuat hazırlık sürecinin temel taşı olan İklim Kanunu Teklifi'ni, neoliberal çevre yönetişimi ve iklim adaleti perspektifinden eleştirel bir biçimde analiz etmektedir. Türkiye'nin Paris Anlaşması sonrası artan yükümlülükleri bağlamında geliştirilen bu yasa, piyasa temelli mekanizmalarla emisyon azaltımı hedeflerini merkeze alırken, sosyal eşitlik, kurumsal şeffaflık ve toplumsal katılım gibi temel unsurları ikincil plana itmektedir. Çalışmada nitel analiz yöntemi kullanılarak, kanun metninin çevre politikalarında görülen yeşil aklama eğilimlerini nasıl pekiştirebileceği, karbon piyasaları ve emisyon denkleştirme araçlarının şeffaflık ve hesap verebilirlikten uzak biçimde uygulanması halinde doğurabileceği olumsuz sonuçlarla birlikte ele alınmıştır. Ayrıca kanun teklifinin mevcut haliyle, çevresel sürdürülebilirlikten ziyade ekonomik büyüme odaklı bir yaklaşımı sürdürdüğünü ve bu bağlamda neoliberal çevre yönetişiminin sınırlarını yeniden ürettiğini savunmaktadır. Bununla beraber, merkeziyetçi bir iklim yönetimi anlayışının yerel yönetimler ve kırılgan gruplar üzerindeki dışlayıcı etkilerine de dikkat çekilerek, daha gerçekçi ve uygulanabilir bir kanunun nasıl olması gerektiğine dair öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Türkiye İklim Kanunu Teklifi, iklim adaleti, neoliberalizm, yeşil aklama, karbon piyasaları

Climate Crisis Mitigation or Market Mechanisms for Capital? An Analysis of Turkey's Draft Climate Law

Abstract This study critically analyzes Turkey's Draft Climate Law, which constitutes a cornerstone of the country's legislative preparation process in combating the climate crisis, from the perspective of neoliberal environmental governance and climate justice. Developed in the context of Turkey's increasing obligations following the Paris Agreement, the law prioritizes emission reduction targets through market-based mechanisms while relegating fundamental elements such as social equity, institutional transparency, and public participation to the background. Using a qualitative analysis method, the study examines how the text of the law may reinforce greenwashing tendencies observed in environmental policies and explores the potential negative consequences of implementing carbon markets and emission offsetting tools in ways that lack transparency and accountability. Additionally, it argues that the draft law, in its current form, maintains an economic growth-oriented approach rather than focusing on environmental sustainability, thereby reproducing the limitations of neoliberal environmental governance. Moreover, the study draws attention to the exclusionary effects of a centralized climate governance approach on local governments and vulnerable groups, offering recommendations on how a more realistic and implementable law could be structured.

Keywords: Turkey's Draft Climate Law, climate justice, neoliberalism, greenwashing, carbon markets

1. Giriş

İklim krizi, yalnızca ekolojik dengeyi tehdit eden küresel bir çevresel kriz olarak kalmayıp, aynı zamanda toplumsal ve ekonomik yapılar üzerinde de derin etkiler bırakan çok boyutlu bir küresel sorundur (Ivers, 2023; Weiskopf vd. 2020). Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin (IPCC) Altıncı Değerlendirme Raporu (AR6) (2021), eğer sera gazı emisyonlarında hızlı ve büyük çaplı bir azalma olmazsa, küresel ısınmayı 1,5°C hatta 2°C'nin altında tutmak mümkün olmayacağını belirtmektedir. Buz örtüsünün çökmesi ve okyanus akıntılarındaki geri döndürülemez değişimler ihtimal dâhilinde olup, eşzamanlı ve karmaşık krizlerin yaşanması olasıdır. İnsan kaynaklı faaliyetler atmosferi, okyanusları ve karaları ısıtmaktadır. Ayrıca sıcaklık kayıtlarının tutulmaya başlandığı 1880'den bu yana insanoğlu, 1,47°C'lik küresel ortalama sıcaklıktan doğrudan sorumludur. Bu sebeple bu vahim durumu durdurmaya yönelik her ne kadar çeşitli politikalar geliştirilmiş olsa da, bu politikaların etkinliği, genellikle içinde bulundukları ekonomik ve ideolojik çerçevelere bağlı olarak şekillenmiştir. Ve bu çerçeve, özellikle neoliberal politikaların etkisiyle şekillenmiş olup, çevresel sorunların çözülmesinde kâr odaklı bir yöntem izlenmesini sağlamıştır (Klein, 2015; Newell & Paterson, 2010).

Neoliberalizm genel kabul gören şekliyle, serbest piyasa ekonomisini, özelleştirmeyi, devlet müdahalesinin en aza indirilmesini ve bireysel özgürlükleri savunan bir ekonomik ve politik yaklaşım olarak ifade edilmektedir (Connell, 2010; Ganti, 2014; Gürçam, 2022a; Harvey, 2005). Özellikle neoliberalizmin temel felsefesi olan, devletin ekonomik faaliyetlerden çekilmesi ve piyasa mekanizmalarının daha etkin bir şekilde işlemeye devam etmesi hususu, iklim krizi gibi küresel sorunların çözümü açısından önemli eleştiriler almaktadır. Yani aslında neoliberal iklim politikaları, çevresel sorunları çözmek yerine, piyasa temelli çözümleri ön planda tutarak çevresel adaleti göz ardı ettiği yaklaşımından dolayı eleştirilmektedir (Böhm vd., 2012; Brecher, 2015; Gürçam, 2022a).

Neoliberal politikalar ekseninde iklim krizi yönetimi, karbon piyasaları ve emisyon ticaret sistemleri gibi piyasa tabanlı yaklaşımları benimsemektedir. Bu tür çözüm yaklaşımları ise, genellikle çevresel zararları azaltmak için bireyleri ve şirketleri ekonomik araçlarla teşvik etmeyi amaçlamaktadır (Dent, 2022; Foster & Clark, 2018; Gürçam, 2022a; Konuralp, 2020). Ancak, bu politikalar, çoğunluğun ve çevrenin çıkarlarını korumak yerine, daha çok büyük sermaye gruplarına hizmet etmektedir. Yani neoliberalizm, çevresel eşitsizlikleri artırmakta, zengin ve yoksul ülkeler arasındaki uçurumu derinleştirmektedir. Bu sebeple neoliberal çevre yönetimi, sadece piyasa temelli çözümler sunduğu için, genellikle ekolojik adaletin sağlanmasında yetersiz kalmaktadır (Newell & Paterson, 2010). Bu bakış açısını destekleyen yazarlar, neoliberal yaklaşımın sürdürülebilir kalkınma ve çevresel eşitlik hedefleriyle çeliştiğini savunmuşlardır. Örneğin Arora-Jonsson (2023), Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerini, Küresel Kuzey ve neoliberal çıkarlar tarafından desteklenen evrenselci bir gündemi teşvik ettiği gerekçesiyle eleştirmektedir. Menton vd. (2020), büyümeyi genellikle çevresel maliyetler üzerinden kurgulayan neoliberal kapitalist sistemin, çevresel sürdürülebilirlik çabalarıyla temelden çeliştiğini belirtmektedir. Dent (2022), iklim müdahaleciliğinin, neoliberal çevreciliğin yeşil büyüme ve kapitalist birikim

anlayışıyla örtüşebileceğini belirtmekle beraber, serbest piyasanın iklim krizini çözmede yetersiz kaldığını ve neoliberal yaklaşımların hayal kırıklığı yarattığını altını çizmektedir. Fremstad ve Paul (2022) çalışmalarında, neoliberal ülkelerin iklim krizini ele almada daha kötü performans gösterdiğini öne süren kanıtlar sunmaktadırlar. Klein (2015) ise, neoliberal iklim politikalarının sistemik sorunları çözme kapasitesine sahip olmadığını belirtmiştir. Hatta Klein'e göre, piyasa odaklı çözümler, çevreyi korumaktan çok, kapitalist çıkarları korumak adına tasarlanmıştır. Klein, bu nedenle gerçek bir çevresel dönüşümün yalnızca piyasa mekanizmalarıyla sağlanamayacağını, aynı zamanda toplumsal hareketlerin baskısı ve devlet müdahalesinin de kritik bir rol oynadığını savunmaktadır. Devlet müdahalesiyle kastedilen; çevreye zarar veren sektörlerle yönelik vergilendirme politikaları, yeşil altyapı yatırımları yoluyla kamu harcamalarının yönlendirilmesi ve çevresel düzenlemeler (regülasyonlar) aracılığıyla piyasanın sınırlandırılmasıdır (Gündüz, 2013). Bu yaklaşım, neoliberal politikalara karşı gelişen ekolojik adalet hareketlerinin temel dayanaklarından biridir.

Türkiye özelinde değerlendirildiğinde, çevresel politikaları büyük ölçüde neoliberal ilkeler çerçevesinde şekillenmiştir (Asgarov, 2024; Üste, 2014). Türkiye, 2021 yılında Paris Anlaşması'nı onaylamış (Resmî Gazete, 2021) ve 2053 yılı için net sıfır emisyon hedefini açıklamıştır (Net Sıfır Türkiye, 2025). Ancak, bu taahhütler, sermaye dostu karbon piyasaları ve emisyon ticaret sistemleri ile güçlendirilmiş ve piyasaya dayalı çözümleri ön plana çıkarmıştır. Özellikle de Türkiye'deki İklim Değişikliği Kanunu Teklifi da bu bağlamda neoliberal bir yaklaşım benimsemiş ve karbon ticaretinin teşvik edilmesi, çevresel sorunların çözülmesi için temel strateji olarak öne çıkmıştır. Ancak bu yaklaşımlar, çevresel eşitsizlikleri azaltmak yerine, daha çok piyasa odaklı çözüm önerileri sunduğundan, iklim kriziyle mücadelede gerçek bir dönüşüm sağlanıp sağlanamayacağı belirsizliğini korumaktadır.

Sonuç olarak, neoliberal iklim politikaları, çevresel krizleri yalnızca ekonomik araçlarla çözmeyi hedeflerken, toplumsal adalet ve eşitlik perspektiflerini göz ardı etmektedir (Bezgrebelna vd., 2024; Bogert vd., 2022; Cairney vd., 2023; Cortes-Vazquez & Apostolopoulou, 2019; Green & Healy, 2022). Bu çerçevede, Türkiye'nin İklim Değişikliği Kanunu'nun piyasa odaklı çözüm önerileri, gerçek bir ekolojik dönüşüm sağlayacak potansiyele sahip değildir. Neoliberalizme karşı çıkan görüşler, çevresel sürdürülebilirliğin ancak toplumsal eşitlik, devlet müdahalesi ve yerel hareketlerle sağlanabileceğini savunmaktadır (Holemans, 2020; Klein, 2015; Rao, 2018).

Bu sebeple Türkiye, küresel neoliberal eğilimleri dikkate alırken, iklim kriziyle mücadelede daha adil ve kapsayıcı politikaların geliştirilmesi gerektiğinin bilincine varmalıdır. Piyasa temelli iklim politikası yaklaşımı yalnızca gelecek nesiller için doğal kaynakların mevcudiyetini tehdit etmekle kalmayıp, günümüzde de ciddi endişeler yaratmaktadır. Doğa, uzun zamandır hem kaynak çıkarma, kirlendirme ve koruma dinamikleri aracılığıyla büyük bir işletme olarak görülmektedir. Ancak, iklim kriziyle mücadele adına ticaret bağlantılı uluslararası karbon piyasalarının oluşturulması, gerçekte fosil yakıt kullanımını süresiz olarak sürdürmek için meşru bir temel mi sağlamaktadır? Bu sorunun yanıtı, piyasa temelli çözümlerin iklim krizine karşı gerçek bir dönüşüm yaratmaktan ziyade, mevcut ekonomik düzeni korumaya hizmet edip etmediğini sorgulamayı gerektirmektedir.

Bu araştırma, Türkiye'nin İklim Değişikliği Kanunu Teklifi'ni neoliberal iklim politikaları bağlamında analiz etmeyi amaçlarken, nasıl bir iklim kanunu olması gerektiği eleştirel

bir bakışla ortaya konmuştur. Bu sebeple ilk olarak, neoliberal iklim politikalarının küresel düzeyde nasıl şekillendiğini ele alınmış, ardından Türkiye'nin yeni iklim yasası teklifi bu çerçevede değerlendirilmiştir. Son olarak, bu yasanın eksiklikleri ortaya konularak alternatif bir politika çerçevesi önerilmiştir. Makalenin temel sorusu şudur: Türkiye'nin İklim Değişikliği Kanunu Teklifi, iklim krizine karşı gerçek bir mücadele aracı mı, yoksa sermayeye yeni fırsatlar sunan piyasa odaklı bir model mi?

2. Literatür Taraması

Son yıllarda özellikle neoliberal politikaların etkisiyle, iklim mevzuatlarının giderek piyasa temelli mekanizmalara dayandığı (Dent, 2022) ve çevresel düzenlemelerin sermaye lehine işleyen araçlara dönüştüğü yönünde geniş bir akademik tartışma mevcuttur (Fairhead vd., 2012; Fremstad & Paul, 2022; Gunningham, 2020; McCarthy & Prudham, 2004). Bu literatürde, piyasa mekanizmalarının çevresel düzenlemeler üzerindeki etkisi, neoliberal iklim politikalarının sürdürülebilirlik hedefleriyle çelişkileri ve devletin iklim yönetimindeki rolünün dönüşümü ele alınmıştır.

Pearse (2014), kapitalist üretim süreçlerinin, sürdürülebilir büyümeyi sağlamak adına toplumsal ve ekolojik unsurları giderek zayıflatıldığını ifade etmektedir. Bu bağlamda Paterson (2012), karbon piyasalarının özellikle finans sektörüne yeni yatırım, kâr ve büyüme fırsatları sunduğunu öne sürerken, Bumpus ve Liverman (2008), karbon dengelemelerinin ulusüstü ve devlet dışı aktörlerin kontrolüne geçtiğini ve böylece sermaye birikimi stratejilerinin bir uzantısına dönüştüğünü belirtmektedir. Benzer bir perspektifle Portney (2020), çevre politikalarının piyasa temelli yaklaşımlar aracılığıyla özel şirketler ve bireyler için ekonomik teşviklere dönüştüğünü, ancak piyasanın çevresel sorunları çözmek yerine kârlılığı önceleyen bir yapıya evrildiğini ifade etmektedir.

Newell ve Paterson (2010) ile Bernier (2016), neoliberal iklim politikalarının devletin düzenleyici rolünü giderek azalttığını ve piyasa mekanizmalarının çevresel yönetimde belirleyici konuma geçtiğini tartışmaktadır. Newell ve Paterson (2010), karbon piyasalarının ve emisyon ticaret sistemlerinin çevresel iyileştirme sağlamaktan çok finansal kazanç elde etme amacıyla işletildiğini öne sürerken, benzer şekilde Lohmann (2010), karbon ticaretinin sürdürülebilir bir çözümden ziyade büyük şirketlerin çevresel sorumluluklardan kaçınmasını mümkün kılan bir araç hâline geldiğini belirtmektedir.

Karbon piyasalarının iklim krizi politikalarıyla olan uyumsuzluğuyla ilgili Böhm vd. (2012), karbon piyasalarının şirketlerin yeşil imaj oluşturmaya hizmet ettiğini ve böylece çevresel sorunları çözmek yerine neoliberal ekonomi politikalarının bir aracı hâline geldiğini belirtmiştir. Genel olarak, karbon piyasaları başlangıçta çevresel iyileştirme amacı taşısa da zaman içinde finansallaşarak, küresel sürdürülebilirlik politikalarının piyasa mantığına indirgenmesiyle etkisizleştiğini göstermektedir. Bu bağlamda, Avrupa Birliği Emisyon Ticaret Sistemi (ETS) örneği dikkat çekicidir. Ellerman vd. (2010), ETS'nin başlangıçta devletin sıkı düzenlemelerine tabi olduğunu ancak zamanla büyük şirketlere yönelik teşviklerin artmasıyla etkinliğini yitirdiğini ifade etmektedir.

Türkiye özelinde, Çetintaş ve Türköz (2017), Türkiye'nin karbon piyasalarına entegrasyonunun düşük karbonlu teknolojilere yönelme ve sera gazı emisyonlarını azaltma

konusunda finansal destek sağlama potansiyeline sahip olduğunu ileri sürmektedir. Binboğa (2014), Türkiye'nin karbon piyasalarına katılımının hem çevresel hem de ekonomik açıdan önemli kazanımlar sağlayabileceğini, ancak ekonomik krizler ve uluslararası rekabetin bu süreci zorlaştırabileceğini ifade etmektedir. Çelikkol ve Özkan (2011), karbon piyasalarının reel sektör ve yatırımcılar açısından önemli bir finansal araç hâline geleceğini öngörürken, Çankaya ve Şeker (2013), sera gazı salım belgelerinin ticari bir ürün hâline gelerek çeşitli çıkar gruplarının oluşmasına neden olduğunu tartışmaktadır. Daha geniş bir çerçevede, Yalçın (2010), küresel ekonominin iklim krizi sorununu kabul etmekle birlikte çözümü yine serbest piyasa mekanizmaları içinde aradığını belirtmektedir. Bal (2013), çevre politikalarının tamamen piyasa dinamiklerine bırakılmasının geri dönüşmez ekolojik ve toplumsal sorunlara yol açabileceğini vurgularken, Ferhan (2018), karbon ticaretinin devletler tarafından öncelikli bir azaltım stratejisi olarak görüldüğünü ancak uzun vadede kâr odaklı üretim modelinin toplumsal faydaya yönelmesi gerektiğini ileri sürmektedir.

Türkiye'nin karbon ticaretine entegrasyon sürecine dair güncel tartışmalara bakıldığında, Türkiye'nin iklim politikalarının neoliberal çerçevede şekillendiğini ve emisyon azaltım hedeflerinin büyük ölçüde piyasa mekanizmaları aracılığıyla gerçekleştirilmesinin öngörüldüğünü vurgulamaktadır. Türkiye'nin 2025 yılında meclise sunduğu İklim Değişikliği Kanunu Teklifi, 2053 Net Sıfır Emisyon ve Avrupa Yeşil Mutabakatı'na uyum sağlamayı hedeflerken, aynı zamanda karbon piyasalarının oluşturulmasını merkeze almaktadır. Bu bağlamda, Türkiye'nin iklim politikalarının küresel neoliberal iklim politikalarıyla paralellik gösterdiği, devlet müdahalesinin ise giderek azalacağını göstermektedir.

Sonuç olarak, mevcut akademik tartışmalar, Türkiye ve diğer ülkelerdeki çevresel düzenlemelerin iklim kriziyle mücadele amacı mı taşıdığı, yoksa piyasa dostu bir ekonomik model yaratmaya mı hizmet ettiği sorusunu gündeme getirmektedir. Dent (2022) bu bağlamda, iklim krizi gibi büyük ölçekli bir krizle mücadelenin yalnızca piyasa mekanizmalarına bırakılmasının yetersiz olduğunu ve neoliberal politikaların bu noktada başarısızlığa uğradığını ifade etmektedir. Bu doğrultuda, literatür, iklim yasalarının piyasa merkezli yaklaşımlardan ziyade sosyal ve ekolojik adaleti gözetken çok boyutlu politikalar ile desteklenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

3. Neoliberal İklim Politikalarının Küresel Çerçevesi

Neoliberal iklim politikaları, çevresel sorunları piyasa mekanizmaları aracılığıyla çözmeyi (Bailey & Maresh, 2009; Fairhead vd., 2012) ve devlet müdahalesini en aza indirgeyen bir yaklaşımı benimsemektedir. Bu çerçevede, karbon fiyatlandırması, emisyon ticaret sistemleri ve özel sektör yatırımlarına dayalı yeşil finansman modelleri ön plana çıkmaktadır. Ancak, bu politikalar çoğu zaman çevresel ve sosyal adalet boyutlarını göz ardı ederek piyasa temelli çözümleri mutlak bir gereklilik olarak sunmakta, devletin düzenleyici rolünü zayıflatmakta ve özel sektör odaklı bir dönüşümü teşvik etmektedir. Karbon piyasalarının etkinliği, bu sistemlerin gerçekten emisyon azaltımına mı yoksa büyük şirketlerin "yeşil" görünerek itibar kazanmalarına mı hizmet ettiği sorusunu da beraberinde getirmektedir. Özellikle yeşil yıkama (greenwashing) uygulamaları, neoliberal iklim politikalarının başarısını sorgulatan temel unsurlar arasında yer almaktadır.

3.1. Piyasa temelli çözümler

Piyasa temelli çevre politikaları, çevre sorunlarının çözümünde ekonomik araçların kullanılmasını esas almaktadır. Bu yaklaşımın teorik temeli, çevresel dışsallıkların neden olduğu piyasa başarısızlıklarını gidermeyi amaçlayan ekonomik kuramlara dayanmaktadır. Bilgili ve Firidin (2017), çevre politikalarının mali ve ekonomik araçlarını incelerken özellikle Pigoucu vergi yaklaşımının önemini vurgulamaktadır. Pigoucu yaklaşıma göre, çevreye zarar veren faaliyetlerin topluma yüklediği maliyetler, ilgili ekonomik aktörlerden alınan vergiler yoluyla içselleştirilmelidir. Bu görüş, çevre vergileri gibi mali araçların gerekçelendirilmesinde temel teşkil etmektedir.

Buna ek olarak, Coase Teoremi de piyasa temelli çözümler açısından önemli bir teorik çerçeve sunmaktadır. Coase, açık biçimde tanımlanmış mülkiyet haklarının ve düşük işlem maliyetlerinin olduğu durumlarda, tarafların kendi aralarında pazarlık yaparak dışsallıkları ortadan kaldıracılabileceğini ileri sürmektedir. Her iki yaklaşım da çevre politikalarının özelleştirme, fiyatlandırma ve piyasa içi düzenleme yoluyla yapılandırılmasını önermektedir. Bu teorik altyapı, emisyon ticaret sistemleri, çevre vergileri ve yeşil teşvikler gibi piyasa tabanlı çevre politikalarının dayanağını oluşturmaktadır (Bilgili & Firidin, 2017).

Neoliberal iklim politikalarının temel yapı taşlarından biri, piyasa temelli çözümlerdir. İklim kriziyle mücadele politikalarının neoliberal piyasa mekanizmalarına bağımlı hale gelmesi, 1990'lardan itibaren küresel ölçekte belirgin bir şekilde hız kazanmıştır. 1997 yılında Kyoto Protokolü ile başlayan süreç, karbon ticareti ve emisyon azaltımı için piyasa temelli çözümleri ön plana çıkarmış, devletlerin doğrudan düzenleyici politikalar geliştirmesi yerine piyasa aktörlerinin faaliyetlerini teşvik eden mekanizmaların oluşturulmasına imkân sağlamıştır (Bachram, 2004; Bracking & Leffel, 2021; Ciptet & Roberts, 2017; Newell & Paterson, 2010; Spash, 2022). Bu yaklaşımın altında yatan sebep ise, neoliberal iklim politikalarının devlet müdahalesini asgariye indirmeyi, yerini piyasa odaklı çözümler ve finansal araçlar (karbon kredileri, yeşil finansman, vb.) yaratmayı amaçlayarak, çevre sorunlarıyla daha etkin şekilde başa çıkacağına inanılmasıdır.

Ancak, ileri sürülen ve kurtarıcı olarak görülen bu modelin temel eksiklikleri de hızla ortaya çıkmıştır. Sermaye dostu olmasıyla birlikte, çevresel etkinliği sınırlı kalan neoliberal iklim politikalarının en belirgin eleştirisi, şirketlerin çevresel sorumluluklardan kaçmak için finansal araçlar kullanabilmesidir (Czarnecki & Fiedler, 2016; Schendler, 2021). Kyoto Protokolü'ne emisyon ticaretinin dahil edilmesi, son 20 yıldır tartışmaları asıl sorundan, yani fosil yakıtların—petrol, kömür ve doğal gazın—yakılmaya devam edilmesinden uzaklaştırmıştır (Heinrich-Böll-Stiftung, 2017). Bu durum, iklim kriziyle mücadele konusunda somut ilerlemeler kaydedilmesinin önüne geçmiştir. Başka bir ifadeyle, kâr odaklı bir piyasa mekanizması, iklim kriziyle mücadeleden çok, şirketlerin çıkarlarına hizmet etmiştir. En bariz örneğiyle Avrupa Birliği Emisyon Ticaret Sistemi'nde olduğu gibi, düşük karbon fiyatları nedeniyle bu mekanizma yıllarca etkisiz kalmış, büyük şirketler karbon kredilerini satın alarak emisyon azaltımı yapmadan finansal avantajlar sağlamıştır (Corporate Europe Observatory, 2015; DB Energy, 2025; Ellerman vd., 2010; Heinrich-Böll-Stiftung, 2017).

Tablo 1'e göre, AB ETS, ilk kurulduğunda sera gazı emisyonlarını azaltma amacı gütmesine rağmen, bu hedefe ulaşmada ne yazık ki yeterince etkili olamamıştır. Emisyon ticareti, özellikle sektörler arası koordinasyon eksiklikleri ve diğer çevresel önlemlerin etkileriyle ciddi şekilde zayıflamıştır. Ayrıca, ticaretin finansal verimliliği ve dolandırıcılık gibi güvenlik problemleri de sistemin etkinliğini düşürmektedir. ETS'nin başarısızlıkları, daha sürdürülebilir ve etkili iklim politikaları için bir zorunluluk oluşturduğu söylenebilir.

3.2. Özel sektör odaklılık

Neoliberal iklim politikalarının en kritik unsurlarından biri, özel sektörün iklim kriziyle mücadelede etkinliğini artırmaktır. Bu yaklaşımda, devletin düzenleyici rolünün asgariye indirilmesi gerektiği savunurken, bunun yerine özel sektörün çevresel sorumluluk taşıyan modellerle iklim politikalarında aktif bir oyuncu olması beklenmektedir (Lohmann, 2010; Newell, 2008; Newell & Paterson, 2010; Wright & Nyberg, 2024). Piyasa temelli araçlar, özellikle karbon ticareti, yeşil finansman ve emisyon kredisi sistemleri gibi modeller, özel sektörü iklim politikasının merkezine yerleştirirken, devletin müdahalesini minimuma indirmektedir (Böhm vd., 2012; Shash, 2015). Bu strateji, şirketlerin çevre dostu yatırımlara yönelmesini teşvik etmeyi amaçlasa da, bunun çevresel etkilerinin yeterli olup olmadığına dair ciddi tartışmalar bulunmaktadır.

Özel sektör odaklılık, şirketlerin ekonomik teşviklerle çevresel hedeflere ulaşmalarını teşvik eder. Yani piyasa odaklı çözümlerle, özellikle karbon ticareti ve yeşil finansman gibi mekanizmalarla, şirketlere karbon emisyonlarını dengeleme fırsatı sunmakta ve bu süreçte ekonomik kazanç elde etmelerini sağlamaktadır (Newell & Paterson, 2010). Ancak, bu sistemler büyük şirketlere çevresel sorumluluk taşıyan faaliyetlerde bulunma fırsatı verirken, aynı zamanda şirketlerin çevreye duyarlı olmayan faaliyetlerini sürdürmelerine de imkân tanımaktadır. Örneğin, karbon ticareti yoluyla emisyonlarını dengeleme stratejisine başvuran bazı büyük şirketler, çevresel etkilerini gerçekten azaltmamakta, aksine yalnızca imajlarını iyileştirmeyi hedeflemektedirler (Frank, 2023; Newell, 2008).

Şirketler, karbon kredisi satın alarak çevresel sorumluluklarını yerine getirdiğini iddia ederken, fosil yakıt gibi çevresel zararlar oluşturan projelerine devam etmektedirler. Bu durumla ilgili önemli bir vaka, Shell, BP ve Chevron gibi büyük petrol şirketlerinin karbon piyasalarındaki kredilerle emisyonlarını dengeleme çabalarıdır. Ancak bu şirketler, fosil yakıt rezervlerine yatırım yapmaya devam etmekte ve böylece uzun vadede çevresel zararı sürdürmektedirler (Carrington, 2022). Bu tür uygulamalar, neoliberal iklim politikalarının çevresel adalet sağlama konusunda ne kadar yetersiz kaldığını göstermektedir. Bu durumla ilgili olarak Newell ve Paterson (2010), özel sektörün iklim politikasındaki ön planda olmasının, çevresel sorunların çözülmesi açısından önemli bir engel oluşturduğunu savunmaktadırlar. Devletin denetleyici rolünün sınırlandırılması, özel sektörün kendi çıkarlarına göre hareket etmesine olanak sağlarken, böylelikle büyük şirketlerin çevresel sorumluluklardan kaçmalarına ve piyasa temelli çözümleri yalnızca kâr sağlama aracı olarak kullanmalarına yol açmaktadır.

Tablo 1: Avrupa Birliği Emisyon Ticaret Sistemi'nin Eksileri (Corporate Europe Observatory, 2015).

Eksileri	Açıklama	Yorum
ETS'nin emisyon azaltımına etkisi belirsizdir	AB'nin sera gazı emisyonları azalmış olsa da, bu azalmanın ETS'ye doğrudan atfedilemeyeceğine dair güçlü kanıtlar yoktur. Emisyon düşüşleri daha çok yenilenebilir enerji yatırımları, enerji verimliliği önlemleri ve ekonomik faktörlerle ilişkilidir.	ETS'nin tek başına emisyon azaltımında etkili olduğu söylemek pek doğru olmayacaktır. Yani diğer çevresel politikaların başarısı ETS'nin etkisini gölgede bırakmaktadır.
ETS'nin diğer iklim politikaları üzerinde olumsuz etkilemektedir	ETS'nin varlığı, enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji gibi politika araçlarının zayıflatılmasına neden olurken, aynı zamanda karbon fiyatlarını kontrol altında tutmak amacıyla emisyon limitleri gevşetilmiştir.	ETS, sektörel düzenlemeleri zayıflatarak hedeflenen emisyon azaltımını engelleyebilen ve iklim politikalarıyla çelişen bir etki yaratılmasına yol açmaktadır.
ETS emisyon azaltımını sınırlandırmaktadır	ETS'nin belirlediği emisyon tavanı, şirketlerin veya ülkelerin daha yüksek azaltım hedefleri koymasını teşvik etmemektedir. Daha fazla izin satın alarak emisyonlarını artırmaları mümkündür.	ETS, sera gazı emisyonlarını azaltma yönünde yeterli teşvik sağlamamakta ve bazı şirketlerin veya ülkelerin emisyonlarını artırmasına imkân sağlamaktadır.
ETS maliyet verimliliği sağlayamamıştır	ETS'nin karbon maliyetlerini şirketlere yansıtmaması beklenirken, büyük şirketler bu maliyetleri tüketicilere aktarmış ve devlet desteklerinden yararlanmıştır. Bazı sektörler ETS sayesinde beklenenden fazla kâr elde etmiştir.	ETS, kirlenici şirketlerin karbon maliyetlerinden kaçınmasına yol açmış ve kamu kaynaklarının etkisiz kullanılmasına sebep olmuştur. Bu durum, sistemin maliyet etkinliğinin azalmasına neden olmaktadır.
ETS dolandırıcılığa ve manipülasyona açıktır	Karbon ticaretinde düzenleyici boşluklar ve yetersiz denetimler nedeniyle dolandırıcılık ve spekülatif işlemler yaygın hale gelmiştir.	ETS, mevcut yasal eksiklikler ve denetim zafiyetleri nedeniyle kötüye kullanıma açık olduğundan, sistemin güvenilirliğini ve etkinliğini zayıflatmaktadır.

3.3. Yeşil yıkama

Yeşil yıkama, neoliberal iklim politikalarının en eleştirilen ve tartışmalı konularından biridir. Durmuş Şenyapar'ın (2024) belirttiği üzere, yeşil yıkama, şirketlerin çevre dostu politikalar uyguladıklarını iddia ederek, aslında çevresel sorumluluk taşımayan faaliyetlerini sürdürmelerini ifade etmektedir. Karbon piyasaları, özellikle karbon ticareti ve emisyon kredisi sistemleri, şirketlerin emisyonlarını azaltmak yerine, karbon kredisi satın alarak çevre dostu imajı yaratmalarına olanak tanımaktadır. Bu uygulama, aslında çevresel etkilerde herhangi bir somut azalma sağlamaz ancak şirketlere sürdürülebilirlik algısı yaratır ve toplumsal ve ekonomik açıdan olumlu bir etki yaratıyormuş izlenimi verir (In & Schumacher, 2021; Vollero, 2022; Williams, 2024). Bu durumla ilgili olarak, Plec ve Pettenger'in (2012) ExxonMobil'in yeşil reklamcılık çabalarını ve özellikle de yaygın olarak yayınlanan "Enerji Çözümleri" televizyon reklamları üzerinden inceleyen çalışması örnek olarak verilebilir. Hatta en bilinen örneklerden biri olarak, 2009 yılında Alman otomobil Volkswagen, "temiz dizel" otomobillerini düşük emisyonlu olarak tanıttığı büyük bir pazarlama kampanyası başlatmıştır. Ancak, ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA) 2015'te, Volkswagen'in 11 milyon araca emisyon testlerinde hile yapan bir yazılım yüklediğini keşfetmiştir. Böylelikle, bu araçların yasal sınırın 10 ila 40 katı (Barrett vd., 2015) kadar nitrojen oksit salımı yaptığı tespit edilmiştir. Bu olay, yeşil aklamanın en büyük örneklerinden biri olarak (Dieselgate skandalı) tarihe geçmiş ve Volkswagen'e yaklaşık 40 milyar dolara mal olmuştur (Lindwall, 2023).

Örneklerde de görüldüğü üzere piyasa temelli bu sistemler, çoğu zaman yalnızca büyük şirketlere ekonomik kazanç sağlamakta, gerçek bir çevresel dönüşüm yaratmaktan uzak kalmaktadırlar. Yeşil yıkama, bu tür piyasa temelli çözümlerin sosyal sorumluluk ve çevresel etkinliktir çok, bir pazarlama

stratejisine dönüştüğünü gözler önüne sermektedir. Sonuç olarak, yeşil yıkama, karbon ticareti ve benzeri piyasa temelli araçların gerçek anlamda çevresel değişim sağlamadığını ve sadece şirketlerin imajlarını iyileştirmeye yönelik bir araç haline geldiğini göstermektedir. Bununla birlikte, bazı araştırmalar (Yildirim, 2023), yeşil yıkama ile mücadele etmek için daha sıkı düzenlemeler ve denetimlerin gerekliliğine vurgu yapmaktadır.

3.4. Küresel iklim adaleti

İklim adaleti, iklim krizinin sosyal, ekonomik ve politik boyutlarını ele alan bir kavramdır (Center for Climate Justice, 2025; Newell vd., 2021; Schlosberg, 2012). Popüler kullanımda ise, ekolojik ve sosyal adalet endişelerinin bir birleşimini yansıtmakla beraber, marjinal topluluklar üzerindeki orantısız etkiler vurgulamakta ve önceliği, savunmasız grupların haklarını korumaya vermektedir (Ogunbode ve diğerleri, 2024). İklim krizi, küresel çerçevede en çok savunmasız toplulukları etkilerken, tarihsel olarak emisyonların büyük çoğunluğundan sorumlu olan gelişmiş ülkeler (Moe-Loboda, 2016) bu etkilerden görece daha az zarar görmektedir. Bu durum ise, küresel ölçekte "iklim borcu" kavramını gündeme getirmiştir (Pickering & Barry, 2014; Roberts & Parks, 2006; Warlenius, 2018).

İnsan faaliyetlerinden kaynaklanan karbondioksit (CO₂) emisyonları, insanlık tarihinin herhangi bir döneminden çok daha yüksek seviyelere ulaşırken, günümüzde, 2022 yılı itibarıyla küresel CO₂ emisyonlarının, Sanayi Devrimi'nin başladığı 1850 yılındaki seviyelerden tam 182 kat daha fazladır (Vigna vd., 2024). Sanayi Devrimi'nden bu yana ABD, Avrupa Birliği ülkeleri ve Çin gibi sanayileşmiş ülkeler, küresel karbon emisyonlarının büyük bir kısmından sorumlu olmuştur (Dong vd., 2019; Scott & Lan, 2023; Vigna vd., 2024). Buna karşın, Küresel Güney olarak adlandırılan bölgelerde yer alan ülkeler—Afrika, Güney Asya ve Güney Amerika'daki pek çok ülke—iklim

Çevre, İklim ve Sürdürülebilirlik

krizinden kaynaklanan felaketlere (sel, kuraklık, gıda güvensizliği vb.) karşı daha savunmasızdır (Anwar & Sur, 2021; Fisher, 2015; IPCC, 2022).

Örneğin, 2015 Paris Anlaşması küresel sıcaklık artışını 1.5°C ile sınırlamayı hedeflese de (Maizland & Fong, 2025; Tang vd., 2023) gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler arasındaki ekonomik eşitsizlikler (Duro & Padilla, 2006; Maizland & Fong, 2025; Timmons Roberts & Parks, 2007), emisyon azaltım yükünün adil bir şekilde dağıtılmasını zorlaştırmaktadır (Newell & Mulvaney, 2013). Karbon piyasaları gibi neoliberal iklim politikaları, çoğu zaman gelişmiş ülkelerin fosil yakıt kullanımını sürdürmesine izin verirken, gelişmekte olan ülkelerin

emisyonlarını azaltmaları için yeterli finansal destek sağlamamaktadır (Böhm vd., 2012).

Ayrıca, küresel iklim adaleti bağlamında iklim mültecileri de önemli bir konudur. Dünya Bankası'nın tahminlerine göre, 2050 yılına kadar 200 milyondan fazla insan iklim değişikliğine bağlı nedenlerle göç etmek zorunda kalacaktır (World Bank, 2021). Ancak, uluslararası hukuk sistemleri hâlâ iklim mültecilerinin yasal statüsünü tanımamakta ve bu durum küresel eşitsizlikleri daha da derinleştirmektedir (Gürçam, 2023a; McAdam, 2012).

Tablo 2: Türkiye'nin İklim Değişikliği Kanunu Teklifi'nin Karşılaştırılması (UK Climate Change Act, 2008; İklim Kanunu Teklifi, 2025; US Inflation Reduction Act (IRA), 2022).

Ülke/Yasa	Emisyon Hedefi ve Karbon Bütçesi	Devlet Müdahalesi ve Denetim	Piyasa Mekanizması ve Şirket Teşvikleri	Şeffaflık ve Hesap Verebilirlik	Yeşil Yıkama Riski
ABD – IRA (2022)	✗ Federal düzeyde bağlayıcı hedef yok ✓ Bazı eyaletlerde karbon piyasaları mevcut	⚠ Düzenleyici müdahale sınırlı ✓ Yatırım teşvikleri var	✓ Özel sektör için teşvikler güçlü ⚠ Azaltım garantisi zayıf	✓ Raporlama mekanizmaları güçlendirildi ⚠ Ulusal düzeyde zorunluluk eksik	⚠ Orta düzeyde risk
Birleşik Krallık (Climate Change Act) – 2008	✓ Karbon bütçeleriyle desteklenmekte ✓ Zorunlu azaltım hedefleri var	✓ Devlet güçlü yönlendirici rol üstlenir ✓ Karbon Komitesi denetimi vardır	⚠ Karbon piyasası mevcut ancak kamu politikası belirleyicidir ✓ ETS, AB sisteminden ayrılarak 2021'de başlatılmıştır	✓ Bağımsız denetim ✓ Yıllık raporlama ve veriler kamuya açık	✗ Düşük risk
Türkiye – İklim Kanunu Teklifi (2023)	⚠ ETS öngörülüyor ancak hedefler net değil ✗ Karbon bütçesi veya bağlayıcılık yok	✗ Devletin müdahalesi zayıf ⚠ Denetim mekanizmaları açık değil	✓ Karbon ticaretiyle şirketlere kazanç fırsatı ✗ Azaltım garantisi zayıf	⚠ Şeffaflık ve bağımsız denetim eksik ✗ Kamuya açık raporlama zayıf	● Yüksek risk

4. Türkiye'nin İklim Değişikliği Kanunu Teklifi'nin Neoliberal Çerçevesi

Türkiye'nin İklim Değişikliği Kanunu Teklifi, sera gazı emisyonlarının azaltılması ve iklim krizine uyum sağlanması hedeflerini benimserken, neoliberal politikaların etkisi altında şekillendiği söylemek hatalı olmayacaktır. Kanun teklifi, piyasa temelli mekanizmalar olan Emisyon Ticaret Sistemi ve karbon fiyatlandırma araçlarını ön plana çıkararak, iklim politikalarının özel sektör ve finansal piyasalara entegre edilmesini amaçlamaktadır. Yeşil kalkınma vizyonu çerçevesinde emisyon azaltımını teşvik eden finansal enstrümanlar, çevresel düzenlemeleri piyasa dinamiklerine uyarlamaya yöneliktir. Ancak, bu yaklaşım devletin doğrudan müdahalesini sınırlandırarak, iklim krizine yönelik sorumluluğu büyük ölçüde piyasa aktörlerine ve yatırımcılara devretmektedir. Bu bağlamda, Türkiye'nin iklim politikası, küresel neoliberal çevre yönetimi eğilimleriyle uyumlu bir şekilde, çevresel sürdürülebilirliği piyasa mekanizmaları aracılığıyla sağlamaya çalışan bir model sunmaktadır. Aşağıda, bu unsurların neoliberal çerçeve içinde nasıl şekillendiği detaylı bir şekilde incelenmiştir.

Tablo 2'ye göre, ABD, Birleşik Krallık ve Türkiye'nin iklim yasaları, emisyon hedefleri, devlet müdahalesi, piyasa mekanizmaları, şeffaflık ve yeşil yıkama riski gibi temel başlıklar çerçevesinde değerlendirilmiştir.

Bu çerçevede, Birleşik Krallık, karbon bütçeleriyle desteklenen bağlayıcı azaltım hedefleri ve bağımsız denetim mekanizmalarıyla öne çıkarken; ABD, bu hedeflerden yoksun, ancak güçlü yatırım teşvikleriyle özel sektörü yönlendirmeye

çalışan teşvik odaklı bir yaklaşım sergilemiştir. Türkiye ise henüz taslak aşamasında olan iklim yasasıyla, ne Birleşik Krallık'taki gibi bağlayıcılık ne de ABD'deki gibi güçlü piyasa teşvikleri sunmakta; hedefleri belirsiz, denetimi zayıf bir yapı ortaya koymaktadır.

UK ETS gibi kamu politikasıyla yönlendirilen piyasa mekanizmaları, Birleşik Krallık'ta devlet müdahalesi ile özel sektör arasında dengeli bir yapı kurarken; ABD'de karbon piyasaları daha çok eyalet bazında ve parçalı işlemekte, ulusal düzeyde yönlendirici bir çerçeve bulunmamaktadır. Türkiye'de ise ETS'nin kurulması öngörülse de, bu sistemin nasıl işleyeceği ve kim tarafından denetleneceğine yönelik muamma vardır.

Bu farklılıklar şeffaflık ve yeşil yıkama riski açısından da belirgindir: Birleşik Krallık, kamuya açık raporlama ve hesap verebilirlik sayesinde düşük risk taşıırken, ABD'de ulusal düzeyde bağlayıcılık eksikliği nedeniyle risk orta düzeydedir. Türkiye ise denetim eksikliği ve şeffaflık sorunları nedeniyle yeşil yıkama riskinin en yüksek olduğu ülke konumunda bulunmaktadır.

Sonuç olarak, bu üç yaklaşım arasında yalnızca Birleşik Krallık, hukuki bağlayıcılık, politika bütünlüğü ve şeffaf uygulama açısından bütünlüklü bir iklim yönetimi örneği sunarken; ABD daha çok ekonomik araçlarla dönüşüm hedeflemekte, Türkiye ise henüz etkinlikten uzak, riskli ve kırılan bir yapı görünümü vermektedir.

4.1. Karbon piyasalarının oluşturulması

1997 yılında imzalanan Kyoto Protokolü'nden bu yana karbon piyasaları, iklim kriziyle mücadelede küresel ölçekte benimsenen başlıca politika ve ekonomi araçları arasında yer almıştır. Ancak bu piyasaların kurumsallaşması, kapitalizmin radikal bir dönüşümünden ziyade, mevcut neoliberal sistemin sınırları içinde işleyen bir mekanizma olarak değerlendirilmektedir (Böhm vd., 2012). Neoliberal politikaların iklim kriziyle mücadele stratejilerinde baskın güç olduğunu belirten MacNeil ve Paterson (2012), karbon piyasalarının da bu bağlamda şekillendiğini vurgulamaktadır. Matt ve Okereke (2014) ise, son on yıllarda karbonun metalaştırılmasının, küresel iklim kriziyle başa çıkmada başlıca çözüm olarak öne çıktığını ifade etmektedir. Bu süreçte piyasalaştırma, mülkiyet hakları, muhasebe sistemleri ve ölçüm-denklik mekanizmaları yeniden yapılandırılarak karbon, özel mülkiyete konu olabilen ve ticarete açılabilen bir meta haline getirilmiştir.

Randalls'ın (2017) belirttiği üzere, karbon piyasalarının dili; dışsallıkları ortadan kaldırmak için piyasalaştırma gereğini, karbon için mülkiyet haklarının öncelenmesini ve piyasanın her zaman en iyi çözümü sunduğu yönündeki neoliberal ideali yansıtmaktadır. Bu ideoloji, iklim krizine karşı geliştirilen piyasa-temelli araçların epistemolojik güvencesini oluşturur. Böylece doğayı insan yaşamının kaynağı olarak değil, metalaştırılarak kâr elde edilebilecek bir unsur olarak gören neoliberal anlayış, iklim politikalarını da kendi çıkarları doğrultusunda şekillendirmektedir.

Türkiye'de de benzer bir yaklaşım izlenmekte olup, İklim Değişikliği Kanunu Teklifi kapsamında sera gazı emisyonlarının piyasa temelli mekanizmalarla yönetilmesini öngören Emisyon Ticaret Sistemi ve karbon piyasaları düzenlenmektedir. Bu sistem kapsamında, işletmelere belirli bir emisyon üst sınırı getirilmekte ve tahsis edilen emisyon hakları alınıp satılabilir hale getirilmektedir. Karbon Piyasası Kurulu'nun yetki alanı içerisinde; karbon fiyatlandırma araçları, tahsisatların dağıtımı, açık artırma süreçlerinin yönetimi gibi uygulamalar yer almakta, sistemin işleyişi ise ilgili düzenleyici kurumlar tarafından denetlenmektedir. Ancak bu yaklaşım, iklim kriziyle mücadelenin büyük ölçüde özel sektör aktörlerine bırakılması anlamına gelmektedir. Çevresel düzenlemelerin piyasa mekanizmalarına entegre edilmesi, karbon piyasalarının piyasa istikrarı ve yatırımcı ilgisine bağımlılığını artırmakta; bu da emisyon azaltım hedeflerinin piyasa koşullarına göre şekillenmesine yol açabilmektedir (İklim Kanunu Teklifi, 2025).

4.2. Devletin düzenleyici rolünün zayıflaması

Sınırlı devlet müdahalesi ve serbest piyasa ilkeleriyle şekillenen neoliberal ideoloji, ekonomik büyümeyi temel alan bir anlayışla küresel ekonomik politikaların hâkim gücü haline gelmiştir (Hans, 2024). Bu yaklaşım, özellikle çevre politikalarında devletin geleneksel düzenleyici rolünün gerilemesine yol açarak, piyasa aktörlerine daha fazla alan tanımaktadır.

Neoliberal dönüşüm, 1970'lerin ortalarından itibaren küresel siyasi-ekonomik sistemde köklü bir değişim yaratmış; bu süreç devletlerin vergi koyma, düzenleme yapma ve kamusal yararı önceleyen politikalar yürütme kapasitelerini ciddi şekilde sınırlandırmıştır (Fieldman, 2011). Bu dönüşüm, aynı zamanda piyasalaştırma eğilimlerini pekiştirerek, özel sektör katılımının ve nesnel olduğu varsayılan piyasa değerlendirmelerinin en etkili ve verimli yönetim biçimi olarak kabul edilmesine neden olmuştur (Ciplet & Roberts, 2017).

Bu bağlamda, devletin çevre düzenlemelerindeki zayıflayan rolü, iklim kriziyle mücadelede piyasa mekanizmalarının ön plana çıkmasına neden olmuştur. Ancak devletin düzenleyici kapasitesinin zayıflaması yalnızca iç piyasada değil, küresel çevre politikalarında da yeni düzenleyici çerçeveleri gerekli kılmaktadır. Her ne kadar neoliberal dönüşüm devletin düzenleyici rolünü zayıflatmış olsa da bu durumun çevresel krizler karşısında sürdürülemez hale gelmesi, yeni regülasyon modellerini gündeme getirmiştir. Bu çerçevede devlet, farklı teorik yaklaşımlarla yeniden yapılandırılabilir.

Yavan'ın (2016) ileri sürdüğü "*uluslararası sosyal regülasyon*" yaklaşımı, çevrenin küresel kamusal mal olarak korunmasında devletlerin daha etkin bir rol üstlenmesini mümkün kılacak alternatif bir yol sunmaktadır. Bu yaklaşıma göre, çevresel finansman ve düzenleme süreçlerinin sadece piyasa mekanizmalarına değil, aynı zamanda sosyal adalet ve uluslararası dayanışma ilkelerine dayalı olarak yeniden yapılandırılması gerekmektedir. Böylelikle devlet, çevresel regülasyonda yalnızca gerileyen bir aktör değil, uluslararası sosyal normlar ve iş birlikleri aracılığıyla yeniden güçlenen bir düzenleyici aktör olarak da konumlandırılabilir.

Bununla beraber, Meckling'in (2018) kalkınmacı devlet modeli, küresel çevre düzenlemelerinde yapıcı bir rol oynayabilir. Bu model, bir yandan yeşil endüstrilere devlet desteği sağlayarak bu sektörlerdeki ekonomik çıkarları küresel düzenlemeleri destekleyecek şekilde dönüştürürken, diğer yandan teknoloji sübvansiyonları ile maliyetleri düşürerek uluslararası iş birliği süreçlerini teşvik edebilir. Avrupa Birliği'nin liderliği ve Paris Anlaşması gibi uluslararası iş birlikleri bu dönüşümün örneklerindendir. Böylece devlet, hem kalkınmacı hem de düzenleyici bir güç olarak küresel çevre politikalarında etkili olabilmektedir.

Ancak Türkiye örneğinde, İklim Değişikliği Kanunu Teklifi'nde öngörülen düzenlemeler, devletin düzenleyici rolünün piyasa aktörlerine devredilmesi riskini taşımaktadır. Emisyon Ticaret Sistemi ve karbon fiyatlandırma araçları, doğrudan kamu denetimi yerine, emisyon azaltımını piyasa teşvikleri yoluyla gerçekleştirmeyi hedeflemektedir. Bu sistemde Karbon Piyasası Kurulu, Sermaye Piyasası Kurulu ve piyasa işleticisi gibi kurumlar, ETS'nin işleyişine yön vermekte; bu durum da kamu otoritesinin politika belirleyici konumunu gölgede bırakabilmektedir (İklim Kanunu Teklifi, 2025).

Devletin bu alandaki etkisinin azalması, piyasa aktörlerinin kâr odaklı yaklaşımlarına göre hareket etmelerine zemin hazırlamakta ve çevresel standartların gevşemesine neden olabilmektedir. Böylece, emisyon azaltım hedefleri ile özel sektörün kârlılığı arasında kurulması gereken denge, çevresel politikaların etkinliğini riske atabilir. Brooks ve Kessy'nin (2017) vurguladığı gibi, neoliberal krizler, devletin bir yandan kapitalist gelişmenin kolaylaştırıcısı, diğer yandan da toplumsal eşitsizliklerin kaynağı olabilecek çelişkili doğasını açıkça ortaya koymaktadır.

4.3. Yeşil yıkama riski

Neoliberal kapitalist ekonomilerde yeşil yıkama, en temel haliyle meta düzeyinde gerçekleşir; yani tüketicilerin, satın aldıkları ürünlerin ve hizmetlerin çevresel ve sosyal açıdan sorumlu biçimde üretildiğine inandırılması çabasıdır (Williams, 2024). Bu strateji, şirketlerin çevreye duyarlı bir imaj çizmesini sağlarken, üretim süreçlerinde gerçek bir dönüşüm olmaksızın piyasa avantajı elde etmelerine imkân tanımaktadır. Yeşil yıkama, bir şirketin veya organizasyonun çevre koruma ve sürdürülebilirlik taahhüdünü abartarak ya da çarpıtarak sunduğu yanlış veya yanıltıcı iddialarla karakterize edilmektedir (Shanor & Light, 2022). Bu durum, kurumsal aktörlerin ellerindeki gücü sadece çevresel sürdürülebilirlik

Çevre, İklim ve Sürdürülebilirlik

için değil, aynı zamanda pazar üstünlüğü sağlamak için de kullandıklarını ortaya koymaktadır.

Elbette, özel sektörde daha sürdürülebilir bir dünya arzusu taşıyan ve kâr maksimizasyonunun ötesinde toplumsal sorumluluk bilinciyle hareket eden aktörler de mevcuttur. Ancak kapitalist sistemin temel mantığı olan kâr odaklılık, şirketlerin birincil hedefinin her zaman yatırımcılara ve hissedarlara daha fazla kazanç sağlamak olduğunu ortaya koymaktadır. Bu ikili yapı, yani kâr amacı ile etik sorumluluklar arasındaki gerilim, iklim kriziyle mücadeledeki yetersizliğin temel nedenlerinden biri olarak değerlendirilebilir. İklim kriziyle mücadele, kısa vadede yüksek kâr vaat etmediği sürece, şirketlerin öncelikleri arasında geride kalmaktadır. Tüketiciler için de gerçek çevresel kaygılar ile yeşil mesajlar yoluyla elde edilmeye çalışılan ticari çıkarlar arasındaki farkı ayırt etmek oldukça güçtür ve bu durum, küresel ölçekte ciddi bir sorun teşkil etmektedir (Mullard, 2023).

Bu küresel dinamiklerin Türkiye bağlamında nasıl bir görünüm sergilediği de önemlidir. Türkiye'nin İklim Değişikliği Kanunu Teklifi'nde öngörülen piyasa temelli mekanizmalar, şirketlerin gerçek emisyon azaltım adımları atmaksızın, emisyon denkleştirme sistemleri yoluyla çevreye duyarlı bir görünüm sunmasına imkân tanıyabilir. Karbon piyasalarında denkleştirme projelerine izin verilmesi, karbon nötrlüğü gibi iddiaların, somut azaltım hedeflerinden sapılarak yalnızca sertifikalar üzerinden gerçekleştirilmesine neden olabilir. Üstelik yeşil finansman mekanizmalarının şeffaflık ve hesap verebilirlik ilkelerine uygun biçimde denetlenmemesi, bu süreçleri piyasa manipülasyonuna açık hale getirmektedir. Bu nedenle, Türkiye'de karbon piyasalarının ve ETS'nin etkin bir şekilde izlenmemesi durumunda, özel sektörün iklim krizine karşı gerçek anlamda etkili ve dönüştürücü adımlar atmamak yerine, yüzeysel ve yanıltıcı uygulamalara yönelmesi kuvvetle muhtemeldir (İklim Kanunu Teklifi, 2025).

Neoliberal ekonomik düzenin piyasa temelli çözümleri teşvik eden yapısı, çevresel sorumlulukların samimi ve kalıcı dönüşümlerle değil, çoğu zaman yalnızca söylem düzeyinde gerçekleştirilmesine zemin hazırlamaktadır. Bu bağlamda, gerek küresel düzeyde gerekse Türkiye özelinde, çevresel taahhütlerin piyasa mantığına kurban gitmesini engelleyecek güçlü bir düzenleyici çerçevenin tesis edilmesi elzemdir.

4.4. Türkiye açısından iklim adaleti

Türkiye, iklim krizinin etkilerine karşı giderek daha savunmasız konumda bulunan Akdeniz iklim kuşağında yer alan ülkelerden biridir (Gürçam, 2022b; Gürçam & Konuralp, 2022; World Bank, 2025). Özellikle su kaynaklarının azalması, tarımsal üretimde verim kaybı, kentleşme politikalarının ekosistemler üzerindeki baskısı ve hava kirliliği gibi sorunlar, iklim krizinin Türkiye'deki çevresel adalet bağlamında yarattığı temel problemler arasında yer almaktadır (Türkeş, 2012; Türkeş vd., 2000). Ancak, Türkiye'nin iklim politikalarının büyük ölçüde neoliberal piyasa mekanizmalarına dayalı olması (Öner, 2023), iklim kriziyle mücadelede adil bir dönüşüm sağlamayı zorlaştırmaktadır. 2025 yılında Türkiye Büyük Millet Meclisi'ne (TBMM) sunulan İklim Değişikliği Kanunu Teklifi, iklim kriziyle mücadelede önemli bir adım olarak görülse de, özellikle emisyon ticareti sistemi ve karbon piyasası mekanizmaları gibi neoliberal politikalar, iklim adaleti açısından bazı kritik soru işaretlerini beraberinde getirmektedir.

Türkiye'nin enerji politikaları, çevresel adaletsizliklerin en belirgin örneklerinden birini oluşturmaktadır. 2000'li yıllardan itibaren hızlanan özelleştirme süreci, kömürlü termik santrallerin yaygınlaşmasına ve çevresel düzenlemelerin gevşemesine neden olmuştur (Avcı, 2005; Güngör, 2012;

Tamzok, 2017). Özellikle Zonguldak, Afşin-Elbistan ve Soma gibi bölgelerde yoğunlaşan termik santraller (TMMOB, 2017), hava kirliliği ve su kaynaklarının kirlenmesi nedeniyle halk sağlığı üzerinde ciddi tehditler oluşturmakta (Avcı, 2005) ancak bu tesislerin ekonomik getirileri nedeniyle kapatılmaları yönünde güçlü politik adımlar atılmamaktadır (Bozkurt, 2008). İklim Kanunu Teklifi, fosil yakıtların kullanımına ilişkin net bir azaltım hedefi belirlememekte ve 'adil geçiş' ilkesine yönelik somut bir yol haritası sunmamaktadır. Enerji sektöründeki dönüşümün toplumsal etkileri ve özellikle fosil yakıt bağımlı bölgelerde istihdam kayıplarının nasıl yönetileceği konusundaki belirsizlik, Teklifin çevresel adalet perspektifinden eksik kalan yönlerinden biridir (İklim Kanunu Teklifi, 2025).

Kentleşme politikaları da Türkiye'de iklim adaletsizliğini derinleştiren bir diğer unsur olarak öne çıkmaktadır. Kentsel dönüşüm projeleri, büyükşehirlerde çevresel ve sosyal dengesizliklere yol açarak, düşük gelirli grupların marjinalleşmesine neden olmaktadır. Örneğin Gencelli vd. (2024) belirttiği gibi, iklim krizi, İstanbul'da mevcut eşitsizlikleri derinleştirerek dezavantajlı grupları daha da savunmasız hale getirmekte ve iklim adaletine erişimlerini engellemektedir. Ayrıca, İstanbul'daki Kuzey Ormanları'nın imara açılması ve Kanal İstanbul gibi büyük altyapı projeleri, sermaye odaklı büyüme politikalarının çevresel maliyetlerini gözler önüne sermektedir (Acar, 2010; Algül, 2016; Demirtaş, 2025; Doğru vd., 2020; Gürçam, 2023b). İklim Kanunu'nda yerel yönetimlerin iklim krizine uyum konusunda planlar geliştirmesi gerektiği belirtilse de (İklim Kanunu Teklifi, 2025) mevcut projelerin çevresel ve sosyal etkilerini göz önünde bulunduracak bağlayıcı bir mekanizma öngörülmemektedir.

Türkiye'de özellikle su yönetimi de iklim adaleti bağlamında ele alınması gereken kritik bir konudur. Özellikle Güneydoğu Anadolu bölgesinde yaşanan kuraklık, tarımsal üretimi olumsuz etkileyerek kırsal nüfusun geçim kaynaklarını kaybetmesine ve göç etmelerine yol açmaktadır (Aydoğdu, 2024). Büyükşehirlerde ise su krizi büyümekte ve belediyeler neoliberal politikalar doğrultusunda su yönetimini özelleştirme eğilimindedir (Acar, 2010; Akın & Doğan, 2024; Demirel, 2009). İklim Kanunu Teklifi, suyun etkin yönetimi ve su tasarrufu önlemlerine yönelik düzenlemeler içermektedir (İklim Kanunu Teklifi, 2025) ancak bu politikaların sosyal adalet boyutu görece zayıftır ve kırılgan toplulukların su krizinden nasıl korunacağına dair net bir çerçeve sunmamaktadır.

Türkiye'deki emisyon ticareti sistemi ve karbon piyasaları, İklim Kanunu ile kurumsallaşan yeni mekanizmalardır (İklim Kanunu Teklifi, 2025). Bu sistemler, büyük sanayi kuruluşlarının karbon kredisi olarak emisyonlarını sürdürmesine izin verirken, yerel halkların çevresel zararlarını görmezden gelmektedir (Arora-Jonsson & Gurung, 2023; Barbato & Strong, 2023; Newell & Paterson, 2010).

İklim Kanunu Teklifi Madde 3- (1) "*İklim değişikliği ile mücadelede; eşitlik, çevresel adalet ve iklim adaleti, ihtiyatlılık, katılım, entegrasyon, sürdürülebilirlik, şeffaflık, adil geçiş ve ilerleme ilkeleri esas alınır*" demektedir (İklim Kanunu Teklifi, 2025). Ancak, karbon piyasaları, gelişmiş ülkelerin karbon emisyonlarını düşük maliyetli projeler aracılığıyla denkleştirmesine olanak tanıırken (Böhm vd., 2012; Michaelowa vd., 2019; Sovacool, 2011), bu durum, Türkiye gibi ülkelerde ekolojik sömürüyü artırarak, çevresel adaleti olumsuz etkilemesi olasıdır. İklim Kanunu'nda, karbon fiyatlandırma araçlarına geniş yer ayrılmasına rağmen (İklim Kanunu Teklifi, 2025), düşük gelirli toplulukların ve küçük ölçekli üreticilerin bu mekanizmalardan nasıl etkileneceği belirsizdir. Ayrıca, İklim Kanunu, yeşil kalkınma vizyonunu doğrultusunda finansman mekanizmalarının oluşturulmasını öngörse de (İklim Kanunu Teklifi, 2025) özel sektörün teşvik

Çevre, İklim ve Sürdürülebilirlik

edilmesi ön planda tutulmakta ve kırsal kalkınma ile sosyal eşitsizliklerin giderilmesi konusunda detaylı bir politika içermemektedir.

5. Tartışma ve Sonuç

Türkiye'nin İklim Değişikliği Kanun Teklifi, kâğıt üzerinde çevresel sürdürülebilirlik ve iklim kriziyle mücadele hedeflerini içerse de, teklifin içeriği ve öngörülen uygulama araçları incelendiğinde, esas itibarıyla neoliberal piyasa mekanizmalarının yeniden üretildiği bir çerçevede sunduğu görülebilir. Karbon ticareti, emisyon azaltımı için ekonomik teşvikler ve piyasa temelli düzenlemeler gibi unsurlar, çevresel adaletin ve katılımcı yönetişimin önüne geçmekte; iklim krizinin neden olduğu çok boyutlu eşitsizlikleri göz ardı etmektedir.

Bu bağlamda, Türkiye'nin iklim politikaları ile küresel neoliberal eğilimler arasında güçlü bir paralellik göze çarpmaktadır. Türkiye'nin Paris Anlaşması'nı geç onaylaması ve ardından açıkladığı "2053 net sıfır emisyon" hedefini büyük ölçüde sermaye dostu piyasa araçlarıyla gerçekleştirmeye çalışması, iklim eyleminin yalnızca ekonomik fayda üzerinden tanımlandığı bir yaklaşımı yansıtmaktadır. Bu durum, Klein'in (2015) sert biçimde eleştirdiği "iklim krizini kapitalizmle çözmek" yanılığının Türkiye özelinde ne derece somutlaştığını göstermektedir. Zira piyasa temelli çözümler, çevreyi koruma amacından ziyade, sermayenin kendini yeniden üretme kapasitesini artırma işlevi görmektedir.

Bununla birlikte, Türkiye'nin iklim politikalarında belirgin biçimde hissedilen "yukarıdan-aşağıya" yönetim modeli, katılımcılıktan uzak, teknokratik ve merkezileşmiş bir yapının hâkimiyetini pekiştirmektedir. Yerel yönetimlerin, sivil toplumun ve kırılgan grupların karar alma süreçlerine yeterince dâhil edilmediği bu yaklaşım, çevresel adaletin tesisi açısından ciddi sorunlara neden olabilir. Oysa iklim adaleti, yalnızca emisyon azaltımıyla değil; aynı zamanda sosyal eşitsizliklerin giderilmesi, kırılgan toplulukların korunması ve demokratik katılımın güçlendirilmesiyle mümkündür (Schlosberg & Collins, 2014).

Ne var ki, İklim Kanunu Teklifi bu eşitlikçi dönüşüm perspektifinden oldukça uzaktır. Emisyon azaltımı hedeflerinin büyük ölçüde özel sektörün inisiyatifine bırakılması, çevre koruma sorumluluğunu piyasa aktörlerine devreden ve kamu yararı ilkesini ikinci plana iten bir yaklaşımı yansıtmaktadır. Hâlbuki çevresel sorunların toplumsal etkilerini azaltmak için kamunun daha etkin, düzenleyici ve koruyucu bir rol üstlenmesi gerekmektedir. Bu noktada Klein'in (2015) "şok doktrini" benzetmesinde ifade ettiği gibi: çevresel krizlerin, neoliberal dönüşümleri meşrulaştırmak için araçsallaştırılması, ancak krizden faydalanan sermaye gruplarının güçlenmesine neden olmaktadır.

Ayrıca, karbon ticareti ve benzeri piyasa mekanizmalarının etkinliği yalnızca teknik ve ekonomik kriterlerle değil, aynı zamanda etik, sosyal ve tarihsel bağlamlarla birlikte değerlendirilmelidir. Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde, karbon piyasalarının yerel halklar ve ekosistemler üzerindeki etkileri yeterince hesaba katılmadan uygulamaya konulması, "karbon sömürgecilik" tartışmalarını gündeme getirebilir. Emisyonları azaltma adına çevresel yükümlülüklerin yoksul kesimlere devredilmesi, iklim adaletsizliğini derinleştirebilir ve böylelikle çevresel yıkım meşru bir zemin kazanabilir.

Bu çerçevede, Türkiye'nin iklim kriziyle mücadelede başarılı olabilmesi için mevcut piyasa temelli çözümlerden uzaklaşarak daha adil, sürdürülebilir ve toplumsal ihtiyaçları gözeten bir politika çerçevesine geçmesi gerekmektedir. Günümüzde karbon ticareti ve yeşil finansman gibi piyasa odaklı mekanizmalar temel çözüm araçları olarak sunulsa da,

bu uygulamaların gerçek emisyon azaltımını sağlamakta yetersiz kaldığı açıkça görülmektedir. Victor ve Dollar'ın (2020) "Potemkin piyasaları" kavramıyla ifade ettiği gibi, yüzeyde etkili görünen ancak gerçekte köklü bir dönüşüm yaratmaktan uzak olan bu sistemler, fosil yakıt kullanımının meşruiyetini sürdürerek mevcut ekonomik düzenin devamlılığını sağlamaktadır.

Türkiye'nin iklim politikalarında köklü bir dönüşüm yaparak, piyasa temelli mekanizmalar yerine emisyonları doğrudan azaltacak somut adımlar atması elzemdir. Bu doğrultuda devlet öncülüğünde sürdürülebilir yatırımlar teşvik edilmeli; yerel yönetimler, sivil toplum kuruluşları ve kırılgan topluluklar karar alma süreçlerine aktif biçimde dâhil edilmelidir. Yoksa hâlihazırda küresel iklim politikalarına dâhil olup, aynı zamanda termik santrallerin inşasına devam etmek orantılı bir politik yaklaşım olmamakla beraber, mevzuatların varlığının sadece göstermelik olduğunu göstermektedir. Ya da eğer kanun gerçekten iklim kriziyle mücadele amacı taşıyorsa, örneğin kömürden çıkış için belirli bir tarih veya uygulama ortaya koyabilirdi (Türkiye'de 2022 yılında 68.440 insan hava kirliliği nedeniyle hayatını kaybetmiştir (Temiz Hava Hakkı Platformu, 2025)). Benzer şekilde, Global Energy Monitor Küresel Kömür Santrali Takibi Proje Yöneticisi Christine Sheerer'in belirttiği gibi, Türkiye, 2024'te üç kömür santrali planını (Karaburun, Kırazlıdere ve Malkara) iptal etse de, Ekonomik Kalkınma ve İş Birliği Örgütü (OECD) içinde yeni kömür santrallerine izin vermeye devam eden tek ülkedir. 2015'ten bu yana 70 GW'tan fazla kömür kapasitesini iptal etmiştir ancak CCS teknolojisi olmadan yeni santraller planlayan tek OECD üyesidir. Kömür yatırımlarını sürdürürken, aynı doğrultuda COP29'daki iklim taahhüdünde kömürden çıkışa değinmemiştir (Sheerer, 2024). Hatta Türkiye Cumhuriyeti Enerji Bakanı, "Bu ülkenin enerjiye ihtiyacı var. Cari açığı azaltmamız için kendi kaynağımızı kullanmamız lazım. Kömüre sırtımızı dönmeyiz." (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2024) şeklinde kömürden çıkıştan ziyade kömürle bütünleşmeyi içeren bir söylemde bulunmuştur. Bu çelişki, iklim taahhütlerinin sahiciğini sorgulamakta ve iklim yasasının amaçladığı dönüşümü gerçekleştirmeye kapasitesine dair ciddi şüpheler uyandırmaktadır.

Bu bağlamda, Türkiye'nin etkili ve adil bir iklim politikası inşa edebilmesi için aşağıdaki politika ve yönetim önerileri kritik önem taşımaktadır:

Katılımcı ve Yerel Odaklı Yönetişim Modellerinin Geliştirilmesi: Türkiye'nin mevcut iklim yönetişimi modeli büyük oranda merkezileşmiş olup, yerel yönetimlerin, üniversitelerin, sivil toplum kuruluşlarının ve özellikle kırılgan grupların karar alma süreçlerine aktif katılımını yeterince içermemektedir. Bu durum, 15.04.2025 tarihli İklim Değişikliği Kanunu Teklifi incelendiğinde açıkça görülebilmektedir. Özellikle Madde 6/4'te yer alan şu ifade, karar alma süreçlerinin büyük ölçüde valilik ve merkezi idare temsil yetine bırakıldığını göstermektedir (İklim Kanunu Teklifi, 2025):

"İl İklim Değişikliği ve Uyum Koordinasyon Kurulu; vali başkanlığında, İklim Değişikliği ve Uyum Koordinasyon Kurulu üyelerinin varsa il ve/veya bölge teşkilatı ile il özel idaresi ve ildeki tüm belediyelerin temsilcilerinden oluşur..."

Her ne kadar bu cümlede yerel yönetimlere bir rol tanınmış olsa da, kurul yapısı büyük ölçüde kamu idaresi temsilcileriyle sınırlanmıştır. Sivil toplum kuruluşlarının, bilim insanlarının ve kırılgan grupların temsil edilmesi ise yalnızca valinin takdirine bağlanmıştır (İklim Kanunu Teklifi, 2025):

"Kurula, çalışma konularının gerektirdiği hallerde, valinin davetiyle diğer kurum ve kuruluşlar, üniversiteler, sivil toplum kuruluşları ve özel sektör temsilcileri de oy hakkı olmaksızın

çalışmalara katkı sunmak üzere çağırılabilir.” (Madde 6/4)

Bu yapı, yerel ve katılımcı yönetim ilkeleriyle bağdaşmamaktadır. Aarhus Sözleşmesi'nin 6. ve 8. maddeleri ise kamuoyunun çevresel karar alma süreçlerine katılımını yalnızca “katkı” düzeyinde değil, hak temelli bir yükümlülük olarak tanımlamaktadır. Dolayısıyla, İklim Kanunu'na katılımcı yönetimi anayasal güvenceye bağlayacak şekilde yeni düzenlemeler getirilmesi gereklidir (Özlüer, 2018).

Ayrıca, 5393 sayılı Belediye Kanunu'nun 14. maddesi ve 5216 sayılı Büyükşehir Belediye Kanunu'nun 7. maddesi 2025 tarihli İklim Kanunu Teklifi ile değişikliğe uğramış ve her iki kanuna da şu ibare eklenmiştir (İklim Kanunu Teklifi, 2025):

“Sera gazı emisyonlarının azaltılması ve iklim değişikliğine uyum sağlanması amacıyla yerel iklim değişikliği eylem planlarını hazırlamak.” (İklim Kanunu Teklifi Madde 14/5 ve 14/7)

Bu değişiklik yerel yönetimlere teknik sorumluluk yüklemekle birlikte, karar alma süreçlerine katılım yönünden bağlayıcı ve hak temelli bir temsil modeli öngörmemektedir. Bu durum, İklim Kanunu Taslağı'nın yerel demokrasiyi güçlendirmekten ziyade, merkezi eşgüdümle sınırlı bir katılım modelini tercih ettiğini göstermektedir.

Dolayısıyla, İklim Kanunu'nda yerel iklim kurullarının yapısal reformu; üniversiteler, STK'lar, meslek odaları ve savunmasız grupların temsilcilerini içerecek şekilde oy hakkı ve karar alma gücüyle donatılmasını zorunlu kılmaktadır. Ayrıca, yerel iklim eylem planlarının yalnızca “hazırlanması” değil, uygulanmasının ve izlenmesinin de yerel düzeyde denetlenmesi bir gerekliliktir.

İklim Adaletini Önceleyen Bir Hukuki ve Politik Çerçevenin İnşası: İklim krizinden orantısız şekilde etkilenen kırılgan grupların haklarının korunması, çevresel adaletin ve iklim adaletinin sağlanması açısından hayati önem taşımaktadır. Türkiye Cumhuriyeti Anayasası'nın 10. maddesi “kanun önünde eşitlik” ilkesini; 56. maddesi ise herkesin sağlıklı ve dengeli bir çevrede yaşama hakkını güvence altına almaktadır (Türkiye Cumhuriyeti Anayasası, 2018). Bununla birlikte, İklim Değişikliği Kanunu Teklifi'nde bu anayasal ilkelerin somut yansımalarının zayıf olduğu görülmektedir.

Her ne kadar İklim Kanunu Teklifi Madde 2/1-a kapsamında “adil geçiş” (İklim Kanunu Teklifi, 2025) tanımı yapılmış ve bu kavram “kimsenin geride bırakılmadığı” bir dönüşüm vizyonu olarak belirtilmişse de, bu ilkenin uygulamaya nasıl geçirileceğine dair açık bir politika çerçevesi sunulmamaktadır. Ayrıca, Madde 3/1'de “iklim adaleti” (İklim Kanunu Teklifi, 2025) ilkesine genel esaslar arasında yer verilmiş olsa da, kırılgan grupların (kadınlar, göçmenler, kırsal topluluklar, düşük gelirli kesimler) karar alma süreçlerine aktif katılımı, sosyal haklara erişimi ve özel koruma düzenlemeleri ile desteklenmesine ilişkin açık bir yükümlülük bulunmamaktadır.

Oysa Paris Anlaşması'nın 7. maddesi “iklim değişikliğine uyum” süreçlerinde sosyal eşitsizliklerin giderilmesine, kapsayıcılığa ve topluluk temelli eylemlere vurgu yapmaktadır (United Nations, 2015). Bu kapsamda, Türkiye'nin İklim Kanunu'na “iklim adaleti” ilkesini yalnızca temenni değil, uygulamaya yönelik bağlayıcı hükümler olarak dâhil etmesi gereklidir. Özellikle Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı'na dair Madde 5/f'de belirtilen “sosyal koruma araçları geliştirme” (İklim Kanunu Teklifi, 2025) görevi, kırılgan grupların sistematik olarak tanımlanması ve desteklenmesi ile güçlendirilmelidir. İklim Kanunu, adil geçiş kapsamında işsiz kalabilecek sektör çalışanlarına yönelik sosyal politika araçları (yeşil istihdam teşvikleri, yeniden beceri kazandırma

programları gibi) içermeli ve bu uygulamaları merkezi ve yerel düzeyde güvence altına almalıdır.

Piyasa Temelli Mekanizmaların Sınırlandırılması ve Kamu Yararı Odaklı Politikaların Önceliklendirilmesi: İklim Kanunu Teklifi'nin en tartışmalı yönlerinden biri, karbon fiyatlandırma araçları, Emisyon Ticaret Sistemi ve karbon piyasaları gibi neoliberal piyasa mekanizmalarına aşırı ölçüde ağırlık vermesidir. Özellikle Madde 7, 8 ve 9, Emisyon Ticaret Sistemi'nin kurulması, karbon tahsisatlarının dağıtılması, karbon piyasalarının organize edilmesi ve ticari gelirlerin düzenlenmesine odaklanmaktadır. Örneğin, Madde 8/1 şu ifadeyi içermektedir (İklim Kanunu Teklifi, 2025):

“Tahsisatlar; farklılaştırılmamış nitelikte, devredilebilen, kaydı olarak ihraç edilen ve belirli bir süre boyunca bir ton karbondioksit eşdeğerinde emisyon izni sağlayan 6362 sayılı Kanun 3 üncü maddesinde belirtilen anlamda sermaye piyasası araçlarıdır.”

Bu durumda, çevresel mücadelenin asli amacı olan emisyon azaltımı hedefinden saparak, karbonun bir ticari meta haline (Gürçam, 2022b) gelmesine neden olabilecek ciddi riskler barındırmaktadır. Üstelik bu sistemde tahsisatların büyük bir kısmının ücretsiz verilmesi olasılığı da kamu yararına aykırı sonuçlar doğurabilir.

Bu çerçevede, 2872 sayılı Çevre Kanunu'nun 3. maddesinde yer alan “kirleten öder” ilkesi (Çevre Kanunu, 1983) ve kamu yararı vurgusu gereği, karbon piyasalarının sıkı denetime tabi olması ve kamu yararına öncelik tanıyan politikalarla desteklenmesi gereklidir. Ayrıca karbon vergisi gibi doğrudan, şeffaf ve yeniden dağıtıcı etkileri olan araçların (örneğin, düşük gelirli hanelere doğrudan gelir desteği sağlayacak karbon vergisi sistemleri) değerlendirilmesi, hem adalet ilkesine hem de etkinliğe daha fazla katkı sunacaktır. ETS'ye alternatif bu tür uygulamalar, iklim politikalarının sosyoekonomik meşruiyetini artıracaktır.

Ekolojik Ekonomi Perspektifinin Politika Yapım Sürecine Entegrasyonu: Türkiye'nin iklim politikası hâlen geleneksel büyüme odaklı kalkınma anlayışının etkisi altındadır. İklim Kanunu Teklifi'nin genel amacı Madde 1/1'de “yeşil kalkınma vizyonu” ile tanımlanmıştır (İklim Kanunu Teklifi, 2025). Ancak bu vizyon, kalkınmanın ekolojik sınırlar içerisinde gerçekleşmesini sağlamak yerine, çevreyle uyumlu sermaye birikimi modelini meşrulaştıran bir çerçeveye dönüşme riski taşımaktadır.

Bu bağlamda, sürdürülebilirlik için yalnızca “yeşil büyüme” retoriğine yaslanmak yerine, ekolojik ekonomi ilkelerine dayalı bir dönüşümün benimsenmesi gerekmektedir. Örneğin, Madde 4/a-5 döngüsel ekonomi prensiplerinin uygulanmasından söz etse de (İklim Kanunu Teklifi, 2025), bu prensiplerin kamusal üretim ve tüketim biçimlerine entegrasyonu yönünde net mekanizmalar tanımlanmamıştır. Ayrıca, tarım ve enerji politikaları bağlamında agroekoloji, enerji kooperatifleri ve yerel üretim sistemleri gibi düşük karbonlu alternatifler kanun teklifinde yeterince yer bulmamıştır.

Oysa Avrupa Yeşil Mutabakatı, kalkınma stratejilerini ekosistem hizmetleri, kaynak sınırları ve biyolojik çeşitlilikle uyumlu hale getirme zorunluluğunu vurgulamakta (European Commission, 2019); Paris Anlaşması'nın 2.1 (c) maddesi ise iklim dostu kalkınma yolunda mali akışların yönlendirilmesini şart koşmaktadır (United Nations, 2015). Türkiye'nin uzun vadeli planlamalarında da, “büyüme” yerine “düşük tüketim, ekolojik uyum, sosyal kapsayıcılık” gibi ölçütlerin esas alınması, hem çevresel bütünlük hem de sosyal adalet açısından elzemdir.

Bilimsel Dayanaklı, Şeffaf ve Hesap Verebilir Bir İklim Politika Süreci: İklim kriziyle mücadelede başarının temel koşullarından biri, politika yapım süreçlerinin bilimsel verilere dayanması, şeffaf olması ve kamuya hesap verebilir bir yapıda işlenmesidir. İklim Değişikliği Kanunu Teklifi'nin Madde 6/2-g bendinde (İklim Kanunu Teklifi, 2025), karar alma süreçlerini desteklemek amacıyla bilimsel çalışmaların yapılabileceği ve iklim araştırma merkezlerinin kurulabileceği belirtilmiştir. Ancak bu maddede, bilimsel sürecin nasıl örgütleneceği, bu yapıların bağımsızlığı ve politika üretiminde ne düzeyde etkili olacağına dair açık bir çerçeve sunulmamıştır.

Bu belirsizlik, kanunun bilimsel dayanaklardan uzak politikaların önünü açabileceği ve siyasal etkilere açık hale gelebileceği riskini doğurmaktadır. Oysa Aarhus Sözleşmesi ile uyumlu olarak çevresel bilgiye erişim, kamuoyunun bilgilendirilmesi ve karar alma süreçlerine katılımın sağlanması gereklidir. Aynı şekilde, 4982 sayılı Bilgi Edinme Hakkı Kanunu ve 6698 sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu arasında şeffaflık ve veri gizliliği dengesinin yasal teminat altına alınması gereklidir.

Bu kapsamda, sera gazı envanterlerinin ve emisyon azaltım raporlarının kamuya açık hale getirilmesi, karar verici kurumların siyasal bağımsızlıklarını koruyacak şekilde yapılandırılması ve üniversiteler ile bağımsız araştırma kuruluşlarının politika oluşturma süreçlerine kurumsal olarak dahil edilmesi önerilmektedir. Bilimsel özerklik ve şeffaflık ilkelerinin yasal güvence altına alınması, hem yerel hem ulusal düzeyde iklim politikalarının meşruiyetini ve toplumsal kabulünü güçlendirecektir.

Son olarak, söz konusu hususlar göz ardı edilerek atılacak her türlü adım, iklim krizinin çözümüne katkı sağlamaktan ziyade, neoliberal kapitalizmin çevresel duyarlılık kisvesi altındaki bir yeniden üretimini teşkil etmekten öteye geçemeyecektir.

Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır.

6. Kaynaklar

- Acar, E. (2010). Kamu yönetiminde dönüşüm kapsamında su dağıtım hizmetlerinin çözümü. Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kamu Yönetimi Anabilim Dalı, Doktora Tezi.
- Akın, C., & Doğan, E. (2024). Türkiye'de Neoliberal Belediyecilik: Büyükşehir Belediyeleri Üzerine Analitik Bütçe Sınıflandırması Temelinde Çözümleme. *Memleket Siyaset Yönetim*, 19(42), 215–242. <https://doi.org/10.56524/msydergi.1350423>
- Algül, F. (2016). Yeni toplumsal hareketler ve sosyal medya: Kuzey ormanları savunması hareketine yönelik bir örnek olay incelemesi. *Marmara İletişim Dergisi*, 22, 139–152.
- Anwar, N., & Sur, M. (2021). Climate Change, Urban Futures, and the Gendering of Cities in South Asia. In *Climate Justice and Migration Mobility, Development, and Displacement in the Global South*. Heinrich Böll Foundation.
- Arora-Jonsson, S. (2023). The sustainable development goals: A universalist promise for the future. *Futures*, 146, 103087. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2022.103087>
- Arora-Jonsson, S., & Gurung, J. (2023). Changing business as usual in global climate and development action: Making space for social justice in carbon markets. *World*

Development Perspectives, 29, 100474. <https://doi.org/10.1016/j.wdp.2022.100474>

- Asgarov, V. (2024). Neoliberal Ekonomi Politikaların Katı Atık Yönetimi Üzerindeki Etkisi: Eskişehir Tepebaşı Belediyesi Örneği. Eskişehir Anadolu Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Avcı, S. (2005). Türkiye'de termik santraller ve çevresel etkileri. *Coğrafya Dergisi*, 13, 1–26.
- Aydoğdu, M. H. (2024). İklim Değişikliğinin Sosyal ve Ekonomik Yapı Üzerine Etkilerinin Genel Değerlendirmesi. In *Sürdürülebilir Gelecek İçin İklim Perspektifleri*. Özgür Yayınları. <https://doi.org/10.58830/ozgur.pub564.c2270>
- Bachram, H. (2004). Climate fraud and carbon colonialism: the new trade in greenhouse gases. *Capitalism Nature Socialism*, 15(4), 5–20. <https://doi.org/10.1080/1045575042000287299>
- Bailey, I., & Maresh, S. (2009). Scales and networks of neoliberal climate governance: the regulatory and territorial logics of European Union emissions trading. *Transactions of the Institute of British Geographers*, 34(4), 445–461. <https://doi.org/10.1111/j.1475-5661.2009.00355.x>
- Bal, H. Ç. (2013). Dünyada ve Türkiye'de Kirlilik İzinleri Piyasaları ve Çevre Sorunlarının Çözümünde Bu Piyasaların Etkinliği. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 4(7), 196–217.
- Barbato, C. T., & Strong, A. L. (2023). Farmer perspectives on carbon markets incentivizing agricultural soil carbon sequestration. *Npj Climate Action*, 2(1), 26. <https://doi.org/10.1038/s44168-023-00055-4>
- Barrett, S. R. H., Speth, R. L., Eastham, S. D., Dedoussi, I. C., Ashok, A., Malina, R., & Keith, D. W. (2015). Impact of the Volkswagen emissions control defeat device on US public health. *Environmental Research Letters*, 10(11), 114005. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/10/11/114005>
- Bernier, A. K. (2016). Neoliberalism and the Environmental Movement: Contemporary Considerations for the CounterHegemonic Struggle [University of Colorado at Boulder]. [file:///C:/Users/istan/Downloads/neoliberalismAndTheEnvironmentalMovementContemporaryConsid\(1\).pdf](file:///C:/Users/istan/Downloads/neoliberalismAndTheEnvironmentalMovementContemporaryConsid(1).pdf)
- Bezgrebelna, M., Hajat, S., Njenga, S., Settembrino, M. R., Vickery, J., & Kidd, S. A. (2024). Neoliberalism, Climate Change, and Displaced and Homeless Populations: Exploring Interactions Through Case Studies. *Humanity & Society*, 48(2–4), 107–129. <https://doi.org/10.1177/01605976231219232>
- Bilgili, M. Y., & Firdin, E. (2017). Çevre Politikasının Ekonomik ve Mali Araçları: Çevre Vergileri Üzerine Teorik Bir İnceleme. *Journal of Life Economics*, 4(2), 125–140.
- Binboğa, G. (2014). Uluslararası Karbon Ticareti ve Türkiye. *Yaşar Üniversitesi E-Dergisi*, 9(34), 5732–5759.
- Bogert, J. M., Ellers, J., Lewandowsky, S., Balgopal, M. M., & Harvey, J. A. (2022). Reviewing the relationship between neoliberal societies and nature: implications of the industrialized dominant social paradigm for a

- sustainable future. *Ecology and Society*, 27(2), art7. <https://doi.org/10.5751/ES-13134-270207>
- Böhm, S., Misoczky, M. C., & Moog, S. (2012). Greening Capitalism? A Marxist Critique of Carbon Markets. *Organization Studies*, 33(11), 1617–1638. <https://doi.org/10.1177/0170840612463326>
- Bozkurt, A. U. (2008). Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Enerji Verimliliği Açısından Değerlendirilmesi. Dokuz Eylül Üniversitesi, İşletme Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Bracking, S., & Leffel, B. (2021). Climate finance governance: Fit for purpose? *WIREs Climate Change*, 12(4). <https://doi.org/10.1002/wcc.709>
- Brecher, J. (2015). Climate Insurgency. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315635514>, ISBN9781315635514.
- Brooks, M. L., & Kessy, A. T. (2017). Neo-liberalism and the state: lessons from the Tanzania coffee industry. The African Review: A Journal of African Politics, Development and International Affairs, 44(2), 1–28.
- Bumpus, A. G., & Liverman, D. M. (2008). Accumulation by Decarbonization and the Governance of Carbon Offsets. *Economic Geography*, 84(2), 127–155. <https://doi.org/10.1111/j.1944-8287.2008.tb00401.x>
- Cairney, P., Timonina, I., & Stephan, H. (2023). How can policy and policymaking foster climate justice? A qualitative systematic review. *Open Research Europe*, 3, 51. <https://doi.org/10.12688/openreseurope.15719.2>
- Can, F. (2018). Türkiye’de Uygulanan ve Gönüllü Karbon Piyasalarında Faaliyette Bulunan Projelerin Paydaş Katılımı Açısından Değerlendirilmesi. *Ekonomi, Politika & Finans Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 1–17. <https://doi.org/10.30784/epfad.408988>
- Çankaya, F., & Şeker, Y. (2013). Karbon Sertifikalarının Türkiye Muhasebe Standartlarına Göre Muhasebeleştirilmesi. *World of Accounting Science*, 15(4), 105.
- Carrington, D. (2022). Oil firms’ climate claims are greenwashing, study concludes. The Guardian. <https://www.theguardian.com/environment/2022/feb/16/oil-firms-climate-claims-are-greenwashing-study-concludes>
- Çelikkol, H., & Özkan, N. (2011). Karbon Piyasaları ve Türkiye Perspektifi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 31, 203–222.
- Center for Climate Justice. (2025). What is Climate Justice? <https://centerclimatejustice.universityofcalifornia.edu/what-is-climate-justice/>
- Çetintaş, H., & Türköz, K. (2017). İklim Değişikliği İle Mücadelede Karbon Piyasalarının Rolü. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 20(37), 147–168.
- Ciplet, D., & Roberts, J. T. (2017). Climate change and the transition to neoliberal environmental governance. *Global Environmental Change*, 46, 148–156. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2017.09.003>
- UK Climate Change Act, 108 (2008). https://www.legislation.gov.uk/ukpga/2008/27/pdfs/ukpga_20080027_en.pdf
- Connell, R. (2010). Understanding Neoliberalism. In *Neoliberalism and Everyday Life* (pp. 22–36). McGill-Queen’s University Press. <https://doi.org/10.1515/9780773581050-004>
- Corporate Europe Observatory. (2015). EU emissions trading: 5 reasons to scrap the ETS. <https://corporateeurope.org/en/environment/2015/10/eu-emissions-trading-5-reasons-scrap-ets>
- Cortes-Vazquez, J. A., & Apostolopoulou, E. (2019). Against Neoliberal Natures: Environmental Movements, Radical Practice and “the Right to Nature.” *Geoforum*, 98, 202–205. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2019.01.007>
- Czarnecki, J. J., & Fiedler, K. (2016). The Neoliberal Turn in Environmental Regulation. *Utah Law Review*, 2016(1). <https://dc.law.utah.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1019&context=ulr>
- Çevre Kanunu, Pub. L. No. 2872, 38 (1983). <https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.2872.pdf>
- DB Energy. (2025). EU ETS - Emissions Trading System in the European Union. <https://www.dbenergy.pl/en/knowledge-base/eu-ets-emissions-trading-system>
- Demirel, M. (2009). Su Kaynakları Yönetimindeki Politika ve Sorunlar: Denizli Örneğinde Bir Değerlendirme. Pamukkale Üniversitesi, Kamu Yönetimi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Demirtaş, E. (2025). Kanal İstanbul raporu: Çevresel ve ekonomik tehditler kapıda. *Gazete Kadıköy*. <https://www.gazetekadikoy.com.tr/cevre/kanal-istanbul-raporu-cevresel-ve-ekonomik-tehditler-kapida>
- Dent, C. M. (2022). Neoliberal Environmentalism, Climate Interventionism and the Trade-Climate Nexus. *Sustainability*, 14(23), 15804. <https://doi.org/10.3390/su142315804>
- Doğru, A. Ö., Sözen, S., & Orhon, D. (2020). İstanbul’un Kuzey Ormanları’ndaki kayıplar ve etkileri. *Sarkaç*. <https://sarkac.org/2020/11/istanbulun-kuzey-ormanlarindaki-kayıplar-ve-etkileri/>
- Dong, F., Wang, Y., Su, B., Hua, Y., & Zhang, Y. (2019). The process of peak CO2 emissions in developed economies: A perspective of industrialization and urbanization. *Resources, Conservation and Recycling*, 141, 61–75. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.10.010>
- Durmuş Şenyapar, H. N. (2024). Unveiling Greenwashing Strategies: A Comprehensive Analysis of Impacts on Consumer Trust and Environmental Sustainability. *Journal of Energy Systems*, 8(3), 164–181. <https://doi.org/10.30521/jes.1436875>
- Duro, J. A., & Padilla, E. (2006). International inequalities in per capita CO2 emissions: A decomposition methodology by Kaya factors. *Energy Economics*, 28(2), 170–187. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2005.12.004>

- Ellerman, D. A., Convery, F., & Perthuis, C. De. (2010). Pricing Carbon: The European Union Emissions Trading Scheme. Cambridge University Press.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2024). Bu Ülkenin Enerjiye İhtiyacı Var. <https://enerji.gov.tr/haber-detay?id=21264>
- European Commission. (2019). The European Green Deal. https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:b828d165-1c22-11ea-8c1f-01aa75ed71a1.0002.02/DOC_1&format=PDF
- Fairhead, J., Leach, M., & Scoones, I. (2012). Green Grabbing: a new appropriation of nature? *Journal of Peasant Studies*, 39(2), 237–261. <https://doi.org/10.1080/03066150.2012.671770>
- Fieldman, G. (2011). Neoliberalism, the production of vulnerability and the hobbled state: Systemic barriers to climate adaptation. *Climate and Development*, 3(2), 159–174. <https://doi.org/10.1080/17565529.2011.582278>
- Fisher, S. (2015). The emerging geographies of climate justice. *The Geographical Journal*, 181(1), 73–82. <https://doi.org/10.1111/geoj.12078>
- Foster, J. B., & Clark, B. (2018). The Expropriation of Nature. *Monthly Review*, 1–27. https://doi.org/10.14452/MR-069-10-2018-03_1
- Frank, S. (2023). Does carbon offsetting do more harm than good? *Carbon Market Watch*. <https://carbonmarketwatch.org/2023/07/06/does-carbon-offsetting-do-more-harm-than-good/>
- Fremstad, A., & Paul, M. (2022). Neoliberalism and climate change: How the free-market myth has prevented climate action. *Ecological Economics*, 197, 107353. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2022.107353>
- Ganti, T. (2014). Neoliberalism. *Annual Review of Anthropology*, 43(1), 89–104. <https://doi.org/10.1146/annurev-anthro-092412-155528>
- Gencelli, A., Uncu, B. A., & Candaş, İ. (2024). İklim Krizini Dezavantajlı Gruplar Üzerinden Okumak: Türkiye ve İstanbul'da İklim Adaletine Yönelik Bir Değerlendirme. https://ipa.istanbul/wp-content/uploads/2024/08/KENT_GÜNDEMİ-IklimKriziniDezavantajliGruplarUzerindenOkumak.pdf
- Green, F., & Healy, N. (2022). How inequality fuels climate change: The climate case for a Green New Deal. *One Earth*, 5(6), 635–649. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2022.05.005>
- Gündüz, İ. O. (2013). Bir Çevre Vergisi Türü Olarak Enerji Vergisi: Fosil Yakıtların Vergilendirilmesi-I. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 22(2), 111–125.
- Güngör, G. (2012). Tarihi Açıdan Türkiye'de Özelleştirme Uygulamalarının Değerlendirilmesi. *Sakarya Üniversitesi İktisat Dergisi*, 1(2), 100–119.
- Gunningham, N. (2020). A Quiet Revolution: Central Banks, Financial Regulators, and Climate Finance. *Sustainability*, 12(22), 9596. <https://doi.org/10.3390/su12229596>
- Gürçam, S. (2022a). Analysing the Global Fight Against Climate Change and the Turkish Context. *Lectio Socialis*, 6(2), In-press. <https://doi.org/doi.org/10.47478/lectio.1004359>
- Gürçam, S. (2022b). The Neoliberal Initiative of the Aviation Industry to Fight the Climate Crisis: Greenwashing. *International Journal of Environment and Geoinformatics*, 9(3), 178–186. <https://doi.org/10.30897/ijgeo.1083921>
- Gürçam, S. (2023a). İklim Krizi ve Egemenlik Çerçevesinde İklim Mağdurları. *Journal of International Relations and Political Science Studies*, 7, 19–36.
- Gürçam, S. (2023b). Z Kuşağının İklim Krizi Hassasiyeti: 2023 Cumhurbaşkanlığı Seçimleri Öncesi Akp ve Chp'nin Yaklaşımları Üzerine Bir İnceleme. In *Siyaset Bilimi, Uluslararası İlişkiler ve Kamu Yönetimi Alanında Uluslararası Araştırmalar* (pp. 46–65). Platanus Yayın Grubu.
- Gürçam, S., & Konuralp, E. (2022). Küreselden Yerele Çevresel Politika Yapımı: Iğdır İl Özel İdaresi Üzerine Bir Memorandum. *Iğdır Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6, 65–84.
- Hans, V. B. (2024). Neo-Liberalism and Climate Change. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4652329>
- Harvey, D. (2005). A Brief History of Neoliberalism. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780199283262.001.0001>
- Heinrich-Böll-Stiftung. (2017). License to pollute - Carbon markets and the new economy of nature. <https://www.boell.de/en/2017/04/13/tipping-point-license-pollute-carbon-markets-and-new-economy-nature>
- Holemans, D. (2020). Emancipation in the Neoliberal Era: Rethinking Transition with Karl Polanyi. *Green European Journal*. <https://www.greeneuropeanjournal.eu/emancipation-in-the-neoliberal-era-rethinking-transition-with-karl-polanyi/>
- İklim Kanunu Teklifi, Pub. L. No. 84, 42 (2025). <https://cdn.tbmm.gov.tr/KKBSPublicFile/D28/Y3/T2/We bOnergeMetni/c0986a6f-d636-4c89-a92f-5db951eeeb09.pdf>
- In, S. Y., & Schumacher, K. (2021). Carbonwashing: A New Type of Carbon Data-related ESG Greenwashing. https://www.researchgate.net/publication/353549078_Carbonwashing_A_New_Type_of_Carbon_Data-related_ESG_Greenwashing
- IPCC. (2021). Climate Change 2021: The Physical Science Basis. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_FullReport.pdf
- IPCC. (2022). Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability Summary for Policymakers. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009325844.001>
- Ivers, L. (2023). Social Dimensions of Climate Change. World Bank Group.

- <https://www.worldbank.org/en/topic/social-dimensions-of-climate-change#1>
- Klein, N. (2015). *This Changes Everything: Capitalism vs. The Climate*. Simon & Schuster. ISBN13: 9781451697391, 576 pages.
- Konuralp, E. (2020). Between neoliberal appetite and environmentalist reservations: the political economy of sustainable aviation. *International Journal of Sustainable Aviation*, 6(2), 134. <https://doi.org/10.1504/IJSA.2020.110603>
- Lindwall, C. (2023). What Is Greenwashing? NRDC (Natural Resources Defense Council). <https://www.nrdc.org/stories/what-greenwashing>
- Lohmann, L. (2010). Neoliberalism and the calculable world: the rise of carbon trading. In *The Rise and Fall of Neoliberalism: The Collapse of an Economic Order?* Zed Books.
- MacNeil, R., & Paterson, M. (2012). Neoliberal climate policy: from market fetishism to the developmental state. *Environmental Politics*, 21(2), 230–247. <https://doi.org/10.1080/09644016.2012.651900>
- Maizland, L., & Fong, C. (2025). Global Climate Agreements: Successes and Failures. Council on Foreign Relations. <https://www.cfr.org/background/paris-global-climate-change-agreements>.
- Matt, E., & Okereke, C. (2014). A neo-Gramscian account of carbon markets. In *The Politics of Carbon Markets* (p. 20). Routledge.
- McAdam, J. (2012). Climate Change, Forced Migration, and International Law. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199587087.001.0001>
- McCarthy, J., & Prudham, S. (2004). Neoliberal nature and the nature of neoliberalism. *Geoforum*, 35(3), 275–283. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2003.07.003>
- Meckling, J. (2018). The developmental state in global regulation: Economic change and climate policy. *European Journal of International Relations*, 24(1), 58–81. <https://doi.org/10.1177/1354066117700966>
- Menton, M., Larrea, C., Latorre, S., Martinez-Alier, J., Peck, M., Temper, L., & Walter, M. (2020). Environmental justice and the SDGs: from synergies to gaps and contradictions. *Sustainability Science*, 15(6), 1621–1636. <https://doi.org/10.1007/s11625-020-00789-8>
- Michaelowa, A., Shishlov, I., & Brescia, D. (2019). Evolution of international carbon markets: lessons for the Paris Agreement. *WIREs Climate Change*, 10(6). <https://doi.org/10.1002/wcc.613>
- Moe-Lobeda, C. D. (2016). Climate Change as Climate Debt: Forging a Just Future. *Journal of the Society of Christian Ethics*, 36(1), 27–49. <https://doi.org/10.1353/sce.2016.0014>
- Mullard, S. (2023). Greenwashing: A form of corruption? The U4 Anti-Corruption Resource Centre. <https://www.u4.no/blog/greenwashing-a-form-of-corruption>
- Net Sıfır Türkiye. (2025). 2053 Net-Sıfır Hedefi ve Türkiye'nin Uzun Dönemli İklim Değişikliği Stratejisi. İklim Değişikliği Başkanlığı. <https://netsifirturkiye.org/2053-net-sifir-hedefi-ve-turkiyenin-uzun-donemli-iklim-degisikligi-stratejisi/>
- Newell, P. (2008). The political economy of global environmental governance. *Review of International Studies*, 34(3), 507–529. <https://doi.org/10.1017/S0260210508008140>
- Newell, P., & Mulvaney, D. (2013). The political economy of the 'just transition.' *The Geographical Journal*, 179(2), 132–140. <https://doi.org/10.1111/geoj.12008>
- Newell, P., & Paterson, M. (2010). Climate Capitalism. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511761850>
- Newell, P., Srivastava, S., Naess, L. O., Torres Contreras, G. A., & Price, R. (2021). Toward transformative climate justice: An emerging research agenda. *WIREs Climate Change*, 12(6). <https://doi.org/10.1002/wcc.733>
- Ogunbode, C. A., Doran, R., Ayanian, A. H., Park, J., Utsugi, A., van den Broek, K. L., Ghorayeb, J., Aquino, S. D., Lins, S., Aruta, J. J. B. R., Reyes, M. E. S., Zick, A., & Clayton, S. (2024). Climate justice beliefs related to climate action and policy support around the world. *Nature Climate Change*, 14(11), 1144–1150. <https://doi.org/10.1038/s41558-024-02168-y>
- Öner, Ş. (2023). İklim Değişikliği Sorununun Uluslararası Gelişmeler Eşliğinde Türkiye'nin Politika ve Kurumlarına Yansımaları. Ombudsman Akademik, 18, 13–47.
- Özlüer, I. Ö. (2018). Çevresel Konularda Bilgiye Erişim Rehberi ve Aarhus Sözleşmesi. <https://dogadernegi.org/wp-content/uploads/2023/06/cevresel-konularda-bilgiye-erisim-ve-aarhus-sozlesmesi.pdf>
- Paterson, M. (2012). Who and what are carbon markets for? Politics and the development of climate policy. *Climate Policy*, 12(1), 82–97. <https://doi.org/10.1080/14693062.2011.579259>
- Pearse, R. (2014). Climate Capitalism and its Discontents. *Global Environmental Politics*, 14(1), 130–135. https://doi.org/10.1162/GLEP_r_00217
- Pickering, J., & Barry, C. (2014). On the concept of climate debt: its moral and political value. In *Global Political Justice* (p. 19).
- Plec, E., & Pettenger, M. (2012). Greenwashing Consumption: The Didactic Framing of ExxonMobil's Energy Solutions. *Environmental Communication*, 6(4), 459–476. <https://doi.org/10.1080/17524032.2012.720270>
- Portney, P. R. (2020). Market-Based Approaches to Environmental Policy: A "Refresher" Course. Resources, <https://www.resources.org/archives/market-based-approaches-to-environmental-policy-a-refresher-course/>.
- Randalls, S. (2017). Assembling Climate Expertise: Carbon Markets, Neoliberalism and Science. In *Assembling Neoliberalism* (pp. 67–85). Palgrave Macmillan US. https://doi.org/10.1057/978-1-137-58204-1_4

- Rao, M. (2018). Reframing the Environment in Neoliberal India: Introduction to the Theme. *Sociological Bulletin*, 67(3), 259–274. <https://doi.org/10.1177/0038022918796377>
- Resmî Gazete. (2021). Milletlerarası Andlaşma. T.C Cumhurbaşkanlığı. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2021/10/20211007M1-1.pdf>
- Roberts, J. T., & Parks, B. (2006). A Climate of Injustice Global Inequality, North-South Politics, and Climate Policy. The MIT Press.
- Schendler, A. (2021). The Complicity of Corporate Sustainability. Stanford University. https://ssir.org/articles/entry/the_complicity_of_corporate_sustainability#
- Schlosberg, D. (2012). Climate Justice and Capabilities: A Framework for Adaptation Policy. *Ethics & International Affairs*, 26(4), 445–461. <https://doi.org/10.1017/S0892679412000615>
- Schlosberg, D., & Collins, L. B. (2014). From environmental to climate justice: climate change and the discourse of environmental justice. *WIREs Climate Change*, 5(3), 359–374. <https://doi.org/10.1002/wcc.275>
- Scott, M., & Lan, X. (2023). Does it matter how much the United States reduces its carbon dioxide emissions if China doesn't do the same? NOAA. <https://www.climate.gov/news-features/climate-qa/does-it-matter-how-much-united-states-reduces-its-carbon-dioxide-emissions>
- Shanor, A., & Light, S. E. (2022). Greenwashing and the first amendment. *Columbia Law Review*, 122(7), 2033–2118.
- Shash, N. (2015). Carbon markets as regulation strategy: States, non-state market actors and public-private climate governance. The American University in Cairo.
- Sheerer, C. (2024). Türkiye drops coal plans but remains alone among OECD without a ban on new coal plant permits. Global Energy Monitor. <https://globalenergymonitor.org/press-release/turkiye-drops-coal-plans-but-remains-alone-among-oecd-without-a-ban-on-new-coal-plant-permits/>
- Sovacool, B. K. (2011). Four Problems with Global Carbon Markets: A Critical Review. *Energy & Environment*, 22(6), 681–694. <https://doi.org/10.1260/0958-305X.22.6.681>
- Spash, C. L. (2022). Conservation in conflict: Corporations, capitalism and sustainable development. *Biological Conservation*, 269, 109528. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2022.109528>
- Tamzok, N. (2017). Yerli Kömüre Dayalı Termik Santral Potansiyeli, Darboğazlar ve Çözüm Önereleri. In Türkiye'de Termik Santraller 2017 (p. 172). TMMOB Makina Mühendisleri Odası.
- Tang, Y., Duan, H., & Yu, S. (2023). Mitigating climate change to alleviate economic inequality under the Paris Agreement. *IScience*, 26(1), 105734. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2022.105734>
- Türkiye Cumhuriyeti Anayasası, Pub. L. No. 2709, 75 (2018). <https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.2709.pdf>
- Temiz Hava Hakkı Platformu. (2025). THHP Bülteni Aralık 2024. <https://temizhavahakki.org/thhp-bulteni-aralik-2024/>
- Timmons Roberts, J., & Parks, B. C. (2007). Fueling Injustice: Globalization, Ecologically Unequal Exchange and Climate Change. *Globalizations*, 4(2), 193–210. <https://doi.org/10.1080/14747730701345218>
- TMMOB. (2017). Türkiye'de Termik Santraller 2017. https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/Sayfa159_0.pdf
- Türkeş, M. (2012). Türkiye'de Gözlenen ve Öngörülen İklim Değişikliği, Kuraklık ve Çölleşme. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 4(2), 1–32.
- Türkeş, M., Sümer, U. M., & Çetiner, G. (2000). Küresel iklim değişikliği ve olası etkiler. Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları, (13 Nisan 2000, İstanbul Sanayi Odası), 7-24, ÇKÖK Gn. Md. Ankara.
- United Nations. (2015). Paris Agreement. https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf
- US Inflation Reduction Act (IRA), 274 (2022). <https://www.congress.gov/bill/117th-congress/house-bill/5376/text>
- Üste, R. B. (2014). Neoliberal Politikaların Çevre Konusuna Etkileri Açısından Bir Değerlendirme. *Bitlis Eren Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 3(1), 155–176.
- Victor, D. G., & Dollar, D. (2020). Market-based solutions to climate change have failed to deliver. The Brookings Institution.
- Vigna, L., Friedrich, J., & Damassa, T. (2024). The History of Carbon Dioxide Emissions. World Resources Institute. <https://www.wri.org/insights/history-carbon-dioxide-emissions>
- Vollero, A. (2022). Understanding Greenwashing. In Greenwashing (pp. 1–20). Emerald Publishing Limited. <https://doi.org/10.1108/978-1-80117-966-920221001>
- Warlenius, R. (2018). Climate debt. In Climate Justice and the Economy (p. 16).
- Weiskopf, S. R., Rubenstein, M. A., Crozier, L. G., Gaichas, S., Griffis, R., Halofsky, J. E., Hyde, K. J. W., Morelli, T. L., Morissette, J. T., Muñoz, R. C., Pershing, A. J., Peterson, D. L., Poudel, R., Staudinger, M. D., Sutton-Grier, A. E., Thompson, L., Vose, J., Weltzin, J. F., & Whyte, K. P. (2020). Climate change effects on biodiversity, ecosystems, ecosystem services, and natural resource management in the United States. *Science of The Total Environment*, 733, 137782. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137782>
- Williams, J. (2024). Greenwashing: Appearance, illusion and the future of 'green' capitalism. *Geography Compass*, 18(1). <https://doi.org/10.1111/gec3.12736>
- World Bank. (2021). Groundswell Acting on Internal Climate Migration Part II. <https://hdl.handle.net/10986/36248>

- World Bank. (2025). Towards a Greener and More Resilient Türkiye.
<https://www.worldbank.org/en/country/turkey/brief/towards-a-greener-and-more-resilient-turkiye>
- Wright, C., & Nyberg, D. (2024). Corporations and climate change: An overview. *WIREs Climate Change*, 15(6).
<https://doi.org/10.1002/wcc.919>
- Yalçın, A. Z. (2010). Sürdürülebilir Kalkınma İçin Düşük Karbon Ekonomisinin Önemi ve Türkiye İçin Bir Değerlendirme. *Balıkesir University The Journal of Social Sciences Institute*, 13(24), 186–203.
- Yavan, S. (2016). Çevre Küresel Kamusal Malının Finansmanına Alternatif Bir Yöntem: Uluslararası Sosyal Regülasyonla. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 50, 1–25.
- Yıldırım, S. (2023). Greenwashing: a rapid escape from sustainability or a slow transition? *LBS Journal of Management & Research*, 21(1), 53–63.
<https://doi.org/10.1108/LBSJMR-11-2022-0077>