

tarih çevresi

İki Aylık Tarih ve Kültür Dergisi

PROF . DR. HARUN YAKIŞIK'A
ARMAĞAN ENERJİ TARİHİ ÖZEL SAYISI

SAYI : 8

MART - NİSAN 2025

www.tarihcevresi.com

ISSN : 13 03 - 38 75



Plastik Atıklar ve Sürdürülebilirlik: Türkiye’de Plastik Atık Yönetimi

**Enerjinin Tarihsel Gelişimi, Etkileri, Yenilenebilir
Enerji ve Türkiye’nin Enerji Durumu**

Akıllı şebekeler ve Dijital Enerji Yönetimi: Geleceğin Akıllı Şehirleri

Elektrikli Araçların Gelişimi

Enerji Tarihine Dair Kısa bir Özet ve Bazı Açık Kaynaklar

**Sürdürülebilir Kalkınma, Döngüsel Ekonomi ve Yenilenebilir Enerji:
Tarihsel Süreç ve Mevcut Durum Değerlendirmesi**

tarih evresi

Aylık Tarih ve Kültür Dergisi

EDİTÖR

PROF . DR. HARUN YAKIŞIK'A
ARMAĞAN ENERJİ TARİHİ ÖZEL SAYISI

SAYI : 8

MART - NİSAN 2025

Sahibi ve Yazı İŞleri Müdürü

Ogün Nuri TAŞ

Yayın Yönetmeni

Prof. Dr. Nesim ŞEKER

Yayın Kurulu

Prof. Dr. Nesim ŞEKER, Doç. Dr. Nurten KILIÇ,
Doç. Dr. Birsen BULMUŐ

İrtibat

Tel: (0312) 256 74 92 - 0505 677 22 35

tarihdergisi@gmail.com

Bu dergi Hacettepe, Boğaziçi, Bilkent, ODTÜ niversitelerinde bulunan Doktorlar,
Doçentler ve Master Ğrencileri tarafından iki ayda bir yayımlanır.
Dergiye gönderilen yazılar basılmaz ise istenmesi halinde iade edilir.
Dergide yayımlanan yazıların içeriğinden yazı sahipleri sorumludur.

MT PROMASYON MATBAA

Tel: 0312 384 76 15

PROF . DR. HARUN YAKIŞIK

Kısa Özgeçmişim

Lisans eğitimini Erciyes Üniversitesi'nde ve Lisansüstü eğitimini Kırgız Türk Manas Üniversitesi'nde tamamlayan Harun Yakışık, 2008 yılından beri Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi'nde çalışmaktadır. Halen aynı üniversitede iktisat bölüm başkanlığı görevini yürütmektedir. Çalışma alanı kalkınma ekonomisi olan Yakışık, 2012 yılından beri Türkiye Ekonomi Kurumu'nun aktif üyesidir. Kalkınma iktisadi, sürdürülebilir kalkınma ve çevre ekonomisi gibi dersleri hem lisans hem de lisansüstü programlarında yürütmektedir. Ulusal ve uluslararası dergilerde yayımlanmış çok sayıda makalesi ve iki adet kitabı bulunan ve çok sayıda uluslararası konferansa katılan Yakışık, yüksek lisans ve doktora tezleri yürütmüş ve yürütmeye devam etmektedir.





İçindekiler

<i>Plastik Atıklar ve Sürdürülebilirlik:</i> <i>Türkiye’de Plastik Atık Yönetimi</i> <i>Prof. Dr. Harun YAKIŞIK.....</i>	<i>5</i>
<i>Enerjinin Tarihsel Gelişimi, Etkileri, Yenilenebilir</i> <i>Enerji ve Türkiye’nin Enerji Durumu</i> <i>Prof. Dr. Harun YAKIŞIK.....</i>	<i>28</i>
<i>Akıllı şebekeler ve Dijital Enerji Yönetimi:</i> <i>Geleceğin Akıllı Şehirleri</i> <i>Dr.Gökçen BAYRAM.....</i>	<i>40</i>
<i>Elektrikli Araçların Gelişimi</i> <i>Prof.Dr. Müslüme NARİN.....</i>	<i>53</i>
<i>Enerji Tarihine Dair Kısa bir Özet ve Bazı Açık Kaynaklar</i> <i>Barış ŞANLI.....</i>	<i>63</i>
<i>Sürdürülebilir Kalkınma, Döngüsel Ekonomi ve</i> <i>Yenilenebilir Enerji: Tarihsel Süreç ve</i> <i>Mevcut Durum Değerlendirmesi</i> <i>Doç. Dr. Burcu TÜRKCAN.....</i>	<i>68</i>

Plastik Atıklar ve Sürdürülebilirlik: Türkiye’de Plastik Atık Yönetimi¹

Harun YAKIŞIK²

BM’nin 17 Sürdürülebilir Kalkınma Amacı (SKA), insanların refah seviyelerini iyileştirmeyi ve ekosistemi korumayı hedeflemektedir. Bu 17 amaç ve 169 alt hedefi içeren 2030 gündemi göz önüne alındığında, çok sayıda gerçekleştirilmeyi bekleyen hedefin kendi aralarında etkileşim halinde olmamaları düşünülemez (United Nations, 2016). Olası etkileşimler bağlamında düşünüldüğünde, bu hedeflerden birinin başarısızlığı doğal olarak diğerlerini de etkileyecektir (Nilsson et al., 2016).

Plastik atıklar, su kaynaklarında yaşayan canlı türleri başta olmak üzere tüm ekosistemi (okyanus, deniz, göl, nehir, kara) doğrudan ve dolaylı olarak etkileyen en önemli kirleticilerdendir. Neden en önemli kirleticilerden olduğu plastiklerin kimyasal yapısından kaynaklanmaktadır. Plastikler, doğada hazır bulunmayıp petrokimyasallardan (doğal gaz veya petrol gibi fosil yakıtlar) üretilen ve kullanım kolaylığı ve maliyet avantajlarından dolayı hemen hemen hayatın her alanında kullanılan polimer (uzun zincirli yüksek molekül ağırlıklı) bileşiklerdir. Dolayısıyla plastik atıkların hem makro plastik hem mikro plastik (çapı 5 milimetreden küçük plastik parçaları) olarak tüm ekosistemin unsurlarını kirletici özelliğe sahip olması hem de geri dönüşümü en az düzeyde olan bir atık türü özelliğine sahip olması ile ilgilidir.

Özellikle 1950 sonrası nüfus artışına paralel olarak plastik ambalaj üretiminin de arttığını görmekteyiz.

Kimya endüstrisindeki hızlı gelişmelerin de plastik üretim artışını hızlandırdığı bilinmektedir. Aynı şekilde Avrupa ülkelerinde, hızlı ekonomik büyümelerin etkisiyle üretilen nihai ürünlerin ambalaj malzemesi olarak plastiğin kullanım süreci hızlanmıştır. Ambalaj malzemesi olarak plastiklerin yoğun olarak kullanılması ise her türlü tasarıma uygun olan esnek yapısı, dayanıklı olması ve üretim maliyeti avantajlarına sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Ancak çok masum bir ambalaj ve üretim girdisi olarak görünen plastiğin, bu kadar da masum olmadığı yapılan çalışma sonuçlarıyla ortaya konulmaktadır.

Nüfus artışı, teknolojik gelişmeler, dünya ticaretinin gelişmesi ve liberalleşmesinin etkileriyle plastik üretim ve atıklarının hızla arttığını görmekteyiz. Ancak makro ve mikro plastik atıkların insan sağlığı, çevre

¹ Bu çalışma 2023 yılında Cilt: 9 Sayı: 2, 36 – 55 sayı ve sayfa numaralı Giresun Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisinde yayınlanmıştır. Erişim: <https://doi.org/10.46849/guiibd.1403473>

² Prof. Dr., Çankırı Karatekin Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, haruny@karatekin.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9542-1614

sağlığı, geri dönüştürülemeyen/dönüştürülmeyen plastiklerin imha edilmesiyle küresel ısınma ve iklim değişikliğine olumsuz etkilerinin olduğu, bazı çalışma sonuçlarıyla ortaya konulmaktadır (Kosuth vd., 2018; Rochman vd., 2013).

Plastik atık ticaretinin 1990'lı yıllar sonrası hızla arttığı, 2004 yılında zirve yaptığı ve Çin'in tek başına küresel plastik atık ithalatının %45,1'ini gerçekleştirmesi dikkatleri çekmiştir (Hoorweg, D. ve Bhada-Tata, 2012). Bu bağlamda, literatürdeki çoğu çalışmanın; plastik atıkların geri dönüştürülmesinin önemi (Hage vd., 2009; Duraiappah vd., 2002), hem gelişmiş ülkeler hem de gelişmekte olan ülkelerin plastik atık ithalatını zorlaştırıcı düzenlemelere gitmesi durumunda küresel üretim verimliliğinin düşeceği (Higashida ve Managi, 2014: 250-270), gelişmiş ülkelerin katı çevre düzenlemelerine gitmesinin emtia fiyatlarını olumsuz etkileyeceği (Krutilla, 1991: 127-142) gibi alanlarda yoğunlaştığını görmekteyiz. Ancak literatürde plastik atık yönetimi, döngüsel ekonominin temelini oluşturan ikincil plastik üretimi, Çin'in 2017 yılında plastik atık ithalatını yasaklaması sonrası gelişmekte olan ülkelerde, özellikle Türkiye'de plastik atık ithalatı, geri dönüşümü ve plastik atık sektöründe lisanssız firmaların denetlenememe sorunları ve bu sektörde kayıt dışı istihdam ve ithalat ile ilgili yönetim boşlukları alanındaki çalışmaların az sayıda olduğu sonucuna varılmaktadır. Dolayısıyla çalışmanın motivasyonunu, birincil ve ikincil plastik üretiminde geline rakamsal boyutlar, plastik atık yönetimindeki boşluklar oluşturmaktadır. Dolayısıyla bu çalışmada, plastik atık yönetimi, uluslararası anlaşmalar, beş yıllık kalkınma planları ve SKA amaçları açısından değerlendirilecektir.

Çalışmanın en temel amacı ise plastik atıkları, uluslararası çevre ile ilgili anlaşmalar, beş yıllık kalkınma planları, SKA ve alt hedefleri bağlamında ve de uzun dönemli hedeflerin neresinde olduğumuzu değerlendirmek, politika yapıcılara ve daha sonraki araştırmacılara ışık tutacak şekilde tartışmaktır.

Plastiğin Tarihçesi

Plastiğe duyulan ihtiyacın sanayileşmeyle birlikte arttığı bilinmektedir. İngiliz kimyacı Alexander Parkes, parkesin adı verilen şekillendirilebilir plastiği üretmeyi 1862 yılında başarmıştır. Elde edilen bu şekillendirilebilir malzeme, ilk olarak düğme yapımında kullanılmıştır. Selüoit adlı malzemeyi 1869 yılında, John Wesley Hyatt üretmeyi başarmıştır. Hyatt, 1889 yılında selüoitten Kodak fotoğraf filmi yapımında kullanılacak malzemeyi yapmıştır. Daha sonra, bu malzeme bilardo topları yapımında kullanılmıştır. Sonraki süreçte, dünyanın ilk sentetik plastiği New York'ta Bakalit olarak 1907 yılında Leo Hendrik Baekeland tarafından geliştirilmiştir. Selüoit; oyuncaklarda, bıçak saplarında, fotoğraf filmlerinde de kullanılmaya başlanmış, ancak yanabilir özelliği ve çabuk bozulması sebebiyle sentetik plastiklerin yoğun olarak kullanılmaya başlandığı görülmüştür (Vlachopoulos ve Strutt, 2003). Diğer taraftan 1950 yılından günümüze değin plastiklerin farklı türleri; otomobil yan sanayinde, bahçe mobilyalarında, paketlenme, elektronik ve beyaz eşyaların plastik kısımları, pet, fiber, diş fırçası kılıfları, misina, boru, profil, CD, gözlük, yiyecek paketlenme, yapı ve inşaat malzemeleri, teflon tava, pek çok çözücüye ve aside karşı dirençli tıbbi malzeme ve fiber üretimi

gibi sektörlerde yoğun bir şekilde kullanılmaya devam etmiştir (Brandsch ve Piringer, 2008; Lambert, 2015). Bunun yanında petrokimya endüstrisindeki teknolojik gelişmelere paralel olarak uçak parçaları da dâhil üretim maliyeti avantajı, esnek oluşları, dayanıklılığı ve hafifliği sebebiyle plastiklerin üretim ve kullanım alanlarında çeşitlenme yaşandığını görmekteyiz (Amato, 2013: 811–814, Parker, 2020: 1943-1967). Üretim ve kullanımındaki kolaylıklar, plastiklere bağımlılığı da artırmıştır. Özellikle plastik ambalajlı ürünlerin raf ömrü uzun olabildiğinden ve ürünlerin taşınmasında sağladığı kolaylık ve maliyet avantajları kullanımını yaygın hâle getirmiştir. Plastik üretimindeki hızlı artışları ikinci dünya savaşından sonra daha çok görmekteyiz (Amato, 2013: 811–814). İktisadi büyümenin de altın yılları olarak gösterilen Avrupa ülkelerindeki yüksek oranlı büyümenin plastik üretimini de aynı hızda artırdığı bilinmektedir. Çünkü ekonomik genişlemeye bağlı olarak tüketim malzemelerindeki üretim ve talep artışı, ihtiyaç duyulan ambalaj ürünlerinde de seri üretim süreçlerini hızlandırmıştır (Parker, 2020: 1943-1967).

Plastik Üretimi, Plastik Atıklar Rakamsal Boyutları ve Zararları

Plastik üretimindeki artışların 1950 sonrası hız kazandığı ve özellikle 2000’li yıllardan sonra daha da hızlandığı görülmektedir. Bu alanda yapılan bir araştırmaya göre, petrol ve doğal gaz gibi yenilenemeyen hidrokarbonlardan üretilen plastiklerin (polimerler) yıllık küresel üretimi 1950’de yaklaşık 2 milyon tondan 2020’de yaklaşık 420 milyon tonu aşmış bulunmaktadır (Geyer, 2020; OECD, 2021). Bu tarihler arasında toplam plastik üretimine baktığımızda 9,2 milyar ton plastik üretimine ulaşılması sürdürülebilirliğin geleceği hakkında şüpheleri barındırmaktadır. Kümülatif olarak 9 milyar tona ulaşan bu plastiklerin %60’ı atık sahalarına veya doğrudan çevreye bırakılması, yönetim sorunlarının temelini oluşturmaktadır. Plastik atıkların rakamsal boyutlarına baktığımızda, 2000 yılında 156 milyon ton olan plastik atık miktarının katlanarak 2019’da 353 milyon tona çıktığı görülmektedir. Plastik atık sorunlarını tetikleyen diğer bir gelişme ise nüfus artışlarıdır. Dolayısıyla ekosistemin sürdürülebilirliğini tehdit eden iki artıştan bahsedebiliriz. Bu artışlardan biri dünya nüfus artışı, diğeri ise plastik üretim/tüketim artışının geldiği seviyedir. Nüfus artışı 1950 sonrası hızlanmış ve 1955-60 arasında en yüksek düzeye çıkmıştır. 2000 yılında yaklaşık 6 milyar olan dünya nüfusu, 2011 yılında 7 ve 2022 yılı itibarıyla 7 milyar 924 milyon kişiye ulaşmıştır. Dünya nüfusunda gözlenen bu hızlı artışın etkisiyle dünya nüfusu son dönemde yaklaşık 12 yılda bir, 1 milyar artar hâle gelmiştir (UNFPA, 2022). Aynı şekilde ekosistemi tehdit eden diğer bir artış ise plastik üretim ve tüketimindeki artış trendi olmuştur. 1950 ile 2017 arasında gerçekleşen 9,2 milyar ton plastik üretiminin yarısından fazlasının sadece 2004’ten günümüze kadar olan zaman diliminde gerçekleşmiş olması, plastik atık boyutlarını ortaya koymaktadır. Yıl bazında değerlendirecek olursak sadece 2020 yılında 400 milyon tondan fazla plastik üretiminin gerçekleşmiş olması ve bunların %40’a yakını da tek kullanımlık plastiklerin oluşturması, sorunun geldiği boyutları ortaya koymaktadır (Briggs, 2022). Plastik talebindeki küresel eğilimler bu şekilde devam ederse, 2050 yılına kadar yıllık küresel plastik üretiminin 1.100 milyon tonun üzerine çıkacağı tahmin edilmektedir (UNEP, 2022 raporu).

Plastiklerin neden ekosistem için en tehlikeli atık olduğu ise üretilen plastiklerin %99’a yakın kısmının

yenilenemeyen fosil yakıtlarından, %1’lik kısmının ise nişasta, selüloz, şeker ve bitkisel yağ gibi çeşitli polimerlerden üretilmesinden kaynaklanmaktadır (Birleşik Krallık Hükümeti, 2020). Diğer taraftan nüfus artışı ve plastik üretimindeki artışın bu seviyelere ulaşmasının, neden tehdit olduğu sorusunu akıllara getirmektedir. Döngüsel olarak düşündüğümüzde, plastiğin kullanıldığı tüm sektörler hem artan nüfusun ihtiyaçlarını karşılamakta hem de plastik üretiminin sağladığı maliyet ve kullanımında esneklik avantajlarından yararlanılmaktadır. Ancak döngüsel ekonomi yaklaşımıyla düşündüğümüzde, kullanılan plastiklerin atık olarak yakılması ve ekosisteme salınması yerine bu atıkların tekrar ekonomiye dönüştürülmesi gerekmektedir. Geri dönüştürülerek ekonomiye kazandırılmayan yıllık 20 milyon tondan fazla atık plastikler, göllerden nehirlere ve denizlere kadar su ekosistemlerine salınmış olacaktır (Lambert vd., 2014, Euronews, 2022). Göllerde, nehirlerde, denizlerde, okyanuslarda ve karalarda biriken bu plastikler, sonuçta insan sağlığı da dâhil olmak üzere ekosistemler, ekonomiler ve toplumlar üzerinde geri döndürülmesi güç olan sorunlar oluşturmaktadır. Yapılan araştırmaya göre, deniz kirliliğinin %60’ını tek kullanımlık plastikler oluşturmaktadır. Yine 2021 yılında yapılan diğer bir araştırmaya göre, 555 balık türünden alınan örneklerin 386 türünde plastik atık görülmüş ve plastik kirliliğinden etkilenen canlı türü sayısı yaklaşık 400’e ulaştığı tespit edilmiştir (Euronews, 2022).

Diğer taraftan yıllık üretiminin 420 milyon tonu geçen plastiklerin yaklaşık %12’si yakılmakta ve sadece %9’u geri dönüştürülmektedir (UNEP, 2022 raporu). Burada akıllara gelen diğer soru ise geri dönüştürülen ve yakılan plastikler toplam plastik üretiminin %21’i iken geri kalan %79 oranında plastikler nereye gitmektedir? En bilinen geleneksel yöntemlerle çöplüklere atıldığını ya da okyanuslar da dâhil olmak üzere su ekosistemlerine salınmakta olduğunu söyleyebiliriz. Özellikle gelecek dönemlerde plastik yönetimiyle ilgili etkin çözümler ve uygulamalar hayata geçirilmediği takdirde, su ekosistemlerinde birikecek plastik atıkların 2040 yılında yaklaşık 29 milyon tona çıkacağı tahmin edilmektedir (UNEP, 2022).

Plastik, tekstil, demir ve demir içermeyen metallerin 2019-2022 yılları için yıllık üretim miktarlarına baktığımızda sürekli arttığını görmekteyiz (Tablo 1). Pandeminin başladığı ve etkisini gösterdiği 2020 yılında grafikte örnek alınan kategorilerde üretim miktarları düşmektedir. Bu süreçte tedarik zincirlerinde yaşanan aksamlar sonucu işletmeler üretimlerine ara vermek zorunda kalmışlar, ancak 2021 yılından sonra özellikle plastik üretiminde hızlı artış süreci tekrar başlamıştır. Bunun en önemli sebeplerinden biri pandemi sürecinde eve kapanan tüketicilerin evlere sipariş vermeye başlaması ve bu tüketim alışkanlığının pandemi sonrası da devam ettiği söylenebilir. Pandemi süreci sadece eve yemek sipariş artışlarını değil e-ticarete konu olan diğer ürün yelpazelerini de genişletmiştir. Adrese getirilen paketler, aynı zamanda plastik ambalaj malzeme talebi artışını da tetiklemiştir. Aynı şekilde bilinçsizce çevreye salınan plastik atık miktarlarında artışlara sebep olmuştur. Bu sürecin SKA’dan 12. Amaç ile ters işlediği görülmüştür. Çünkü 12. Amaç “Sorumlu Üretim ve Tüketim” hedefine odaklanırken üretim ve tüketim kalıplarında çevre dostu tutum ve davranışların geliştirilmesini kapsamaktadır. Ancak adrese paket servisi tüketim alışkanlığının yaygınlaşmasıyla hem birincil plastik üretimini tetiklemiş hem de plastik atık kirliliğinin artmasına sebep olmuştur. Dolayısıyla pandemi

süreci 12. Amaçtan olumsuz saplamaların da yaşanmasına sebep olduğu söylenebilir. Diğer taraftan 2019 yılında plastik atık miktarı 930 bin ton iken, 2020 yılında 868 bin tona düşmüş, 2021 yılında tekrar 982 bin tona çıkmış ve bu artış 2022 yılında devam ederek 1 milyon tonu geçtiği görülmektedir (Tablo 1). Ancak bu plastik atıkların sırasıyla 37, 36, 58 ve 57 bin ton civarlarında geri dönüşümünün sağlandığı görülmektedir. Plastik atıkların geri dönüşüm yüzdeleri de plastik atık geri dönüşümünde ne kadar başarılı olabildiğimiz hakkında önemli ipuçları vermektedir.

Tablo. 1 Plastik Atık ve Geri Dönüşüm Verileri (2019-2022, bin ton)



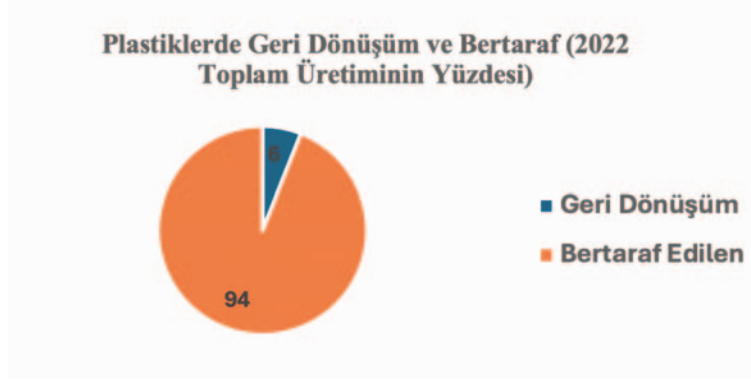
Kaynak: The National Environment Agency, 2023.

Dolayısıyla plastik atık geri dönüşüm ve imha (bertaraf) verilerinin dağılımı, etkin yönetim ve çözüm uygulamaları hayata geçirilmediği takdirde gelecekte ekosistem için nasıl bir tehdit oluşturabileceği hakkında ipuçları vermektedir. Plastik atıkların, 2022 verilerine göre sadece %6'sı geri dönüştürülürken %94'ü bertaraf edilmiş ya da ekosisteme salınmıştır (Şekil 1). Plastik atıkların %94'lük kısmı hakkında net istatistiklere ulaşamaması sorunun diğer bir boyutunu ortaya koymaktadır.

Plastik atıklara Türkiye açısından baktığımızda, Türkiye'nin 2021 yılında çıkardığı 5 milyon 600 bin ton plastik atık miktarı, plastik yönetiminin önemini ortaya koymaktadır. Türkiye'nin 2021 yılında çıkardığı bu plastik atık miktarı, en çok plastik atık çıkararak sıralamasında Türkiye'yi dokuzuncu sıraya koymaktadır. Diğer taraftan, Türkiye'de plastik atık geri dönüşüm tesislerinde çıkan yangın sayısı 1 iken, 2021 yılında 121'e çıkması, plastik atık yönetimindeki boşluklar hakkında bilgi vermektedir (Öztürk, 2022).

Daha sonraki bölümlerde açıklanacağı gibi plastik atıklarla ilgili önemli bir yönetim sorunu da verilerin üretimi, verilerin işlenmesi ve kamuoyuyla paylaşılması sorunu olduğu gündeme gelmektedir. Plastik atıklarla ilgili veri sorunu on ikinci kalkınma planında geniş yer tutmaktadır.

Şekil.1 Plastik Atık ve Geri Dönüşüm Verileri (2019-2022, bin ton)



Kaynak: The National Environment Agency, 2023.

Makro ve Mikroplastiklerin Ekosisteme Zararları

Artan plastik üretim ve plastik atıklarının doğuracağı sorunlarla ilgili çok sayıda soru gündeme getirilmektedir. Hatta plastikler için ekonominin hammadde kaynağı mı yoksa ekosistem için gittikçe büyüyen atık sorunu mu sorusu sıkça dillendirilir hâle gelmiştir. Sadece katı atık (makroplastik) olarak değil aynı zamanda plastikler aşınarak gözle görülemeyecek kadar küçük parçacıklar hâline gelip mikroplastik oluşumuna sebep olmaktadır. Birincil plastikler (makroplastikler), çevresel kirliliğin temel bileşeni olurken zaman içerisinde bu plastikler çözünerek toksik içerikli mikroplastiklere dönüşmektedir. İlk olarak “Mikroplastik” terimini 2004 yılında Thompson kullanmıştır. Genel olarak 5 mm’den küçük boyutlu plastik parçalara mikroplastikler denilmektedir (Bouwmeester vd., 2015; Hidalgo-Ruz vd., 2012). Hemen hemen hayatın her alanına giren plastik, kullanılması sonucu aşınarak ve çözünerek mikroplastik oluşturma potansiyeline sahiptir. Mikroplastik oluşturma potansiyeline sahip en yaygın plastikler; taşıt araçlarının lastikleri, kozmetik, ambalaj ve tekstil sektörlerinde kullanılan plastiklerdir. Bunun yanında deterjanlardan diş macunlarına kadar doğrudan temas ettiğimiz ürünlerin de yoğun mikroplastik içerdiği tespit edilmiştir (Cole vd., 2013). Diğer taraftan sentetik ve içeriğinde plastik barındıran kumaşlar da kullandıkça ve yıkandıkça sulara mikroplastik yayan önemli ürünlerdendir. Tek kullanımlık pet şişeler ve plastik ambalajlara ek olarak balıkçılık sektöründe kullanılan plastikten üretilmiş balık ağıları da diğer önemli mikroplastik yayan ürünlerdendir. Hayatımızın bir parçası hâline gelen özellikle temiz kaynak suyu olarak tüketilen pet şişeler ve damacaneler ısı ve devamlı kullanım nedeniyle bunlardan önce suya, ardından da insan vücuduna alınan mikroplastikler insan sağlığı açısından tehdit oluşturmaktadır (Gündoğdu ve Cevik, 2019, 2022; Karlsson vd., 2023).

Bununla birlikte plastik atıkların dögüsel ekonomi bağlamında ekonomiye tekrar kazandırılması,

sorunsuz çevre dostu bir adım olarak aktarılmasının da sorgulanması gerekmektedir. Çünkü plastik atıklar, zehirli kimyasallar ve toksin maddeler içerdiklerinden, üretim, kullanım, geri dönüşüm ve bertarafında çevre ve insan sağlığına zarar veren tehlikeli bir atık türüdür (Carbery vd., 2018). Hem doğayı hem canlı türlerini hem de insan sağlığını tehdit eden plastik atıkların temel zararları aşağıda yer almaktadır:

Özellikle makroplastikler, doğada uzun yıllar çözünmeden kalabilmektedir.

Bazı canlılar bu plastik atıkları vücutlarına alarak ölümlerine sebep olmaktadır.

Mikroplastik parçacıklar gıda ambalajlarından gıdalara, taşıt araçların lastiklerinden havaya, sudaki plastiklerin çözünmesi sonucu suya, oradan canlılara geçerek sonuçta insan vücuduna ulaşmaktadır (Eriksen vd., 2014).

Kısaca 1970’li yıllardan sonra ikili gezegen krizi olarak literatüre giren iklim değişikliği ve biyolojik çeşitlilik kaybına, 1990’lı yıllardan sonra plastik atık temelli kirlilik de eklenerek üçlü gezegen krizi olarak kavramlaşmıştır. İklim değişikliği, biyolojik çeşitliliğin azalması ve ekosistem kirliliğinin artışı ekosistemin bütünlüğünü bozarak özellikle yoksulluk, açlık, sağlık, su, şehirler ve iklim konularında SKA’na ulaşmayı %80 oranında zorlaştırdığı belirtilmektedir (Hanbay, 2020). Bu sonuç bize ekonomik büyüme ve sürdürülebilirlik için ekolojik ve sosyal sürdürülebilirliğin ihmal edilmemesi gerektiğine işaret etmektedir. Dolayısıyla çevre ve sosyal politikaları içermeyen yeşil büyümeden uzak “Geleceksiz Büyüme” toksik büyüme izi yaratarak her yıl dünyada kirlilik ve atıklardan ölen milyonlarca insan ölümleriyle karşı karşıya kalınacaktır (Coimbra, 2020). Katı atıklar grubunda değerlendirilen plastiklerin hem üretimi, toplanması, ayrıştırılması hem de geri dönüşüm ve bertarafında önemli yönetim sorunları bulunduğundan on ikinci kalkınma planında uygulanacak politikalarla ilgili geniş yer verilmiştir.

Çevre ile İlgili Küresel Anlaşmalar

Plastik atıkların ekosistemin taşıma kapasitesine yüklediği yükler ve plastik atıkların SKA’na ulaşmada ciddi engeller oluşturduğu gerçeği karşısında bölgesel ve küresel iş birliklerinin koordineli bir şekilde hayata geçirilmesi gerektiği açıktır. Etkin ve çözüm odaklı iş birliklerinin koordinasyonu da SKA’dan 17.sini oluşturmaktadır. Amaçlar için ortaklıklar başlığı altında “Uygulama araçlarını güçlendirmek ve sürdürülebilir kalkınma için küresel ortaklığı canlandırmak” hedefiyle açıklanmaktadır. Elbette ki iklim değişikliği, çölleşmeyle mücadele, biyolojik çeşitliliğin korunması gündem 2030 SKA ile başlamadığı bilinmektedir.

Hızlı büyüme rakamlarına ulaşıldığı 1950’li yıllar sonrası, doğrusal ekonominin hâkim olduğu üretim ve tüketim kalıpları sonucunda doğal kaynakların taşıma kapasitelerinin zorlandığı 1960’lı yıllarda gündem oluşturmaya başlamıştır. Çevresel bozulmaların artması sonucu, 1960’lı yıllardan sonrası çevresel duyarlılığı ve farkındalığı artırmak, çevresel sorunları dünya gündemine taşımak için çalışmaların başladığı görülmektedir.

Tablo 2’de detaylandırıldığı gibi çevre sorunlarını dünya gündemine taşıyan kitaplar, çevre farkındalığı oluşturma da ve ulusal ve uluslararası platformlarda konunun tartışılmasına ve eyleme geçilmesine zemin hazırlayan aktiviteler olarak değerlendirilmektedir. Özellikle sessiz bahar, nüfus bombası, büyümenin sınırları ve küçük güzeldir kitapları çevre farkındalığının dünya gündemine taşınmasında önemli etkileri olmuştur.

Tablo 2. Çevresel Sorunları Dünya Gündemine Taşıyan İlk Aktiviteler

1962	Rachel Carson’ın “Sessiz Bahar” kitabı	Kimyasalların insan-çevre dengesi üzerinde negatif etkilerini dünya gündemine taşımak
1968	Paul Ehrlich’in “Nüfus Bombası” kitabı	Hızlı nüfus artışının doğal kaynaklar üzerinde oluşturacağı negatif etkileri gündeme taşımak
1968	İtalyan sanayici Aurelio Peccei ve İskoç bilim insanı Alexander King tarafından Roma kulübünün kuruluşu	Gezegenin ve insanlığın geleceği, nüfus artışı ve çevresel bozulmaların geleceğini tartışmak
1972	Donella H. Meadows “Büyümenin Sınırları”	Sınırsız ekonomik büyüme ve tükenen doğal kaynaklar
1972	Stockholm Konferansı	Birleşmiş Milletler Çevre ve İnsan Konferansı, Birleşmiş Milletler Çevre Programının (UNEP) kuruluşu, bugünkü toplumların çevreye zarar vermeden gelecek nesillerin yaşam kalitelerini yükseltmek
1973	E.F.Schumacher’in “Küçük Güzeldir” kitabı	Önceliği insana veren bir ekonomi anlayışıyla ekonomik büyümenin sürdürülebilirliğini tartışmak

Kaynak: Rojas-Fernández vd., 2017; Bruvoll ve Medin, 2003: 27; Paul, 2008.

Diğer taraftan Akdeniz’in kimyasallar ve plastiklerden korunmasını önceliklendirmek için, deniz ortamı ve kıyı bölgesinin korunması, Akdeniz’de gemi ve uçaklardan boşaltmanın önlenmesi, Akdeniz’de tehlikeli atıkların sınır ötesi hareketleri ve bertarafı, kara kökenli kaynaklardan ve faaliyetlerinden kaynaklı kirliliğin önlenmesi, petrol ve diğer zararlı maddelerle kirlenmesinin önlenmesi, özel koruma alanlarının oluşturulması ve biyolojik çeşitliliğin korunması, bütünleşik kıyı alanları yönetimi, kıta sahanlığı ve deniz dibinin keşfi ve işletilmesinin yönetimi, deniz çöpleri, mavi ekonomi, iklim değişikliği plastik atıklardan temizlemesi gibi alanları kapsayan sözleşmeler Akdeniz ve kıyılarının korunması bağlamında sürdürülebilir su ve karasal yaşam alanları açısından önemli adımlardır (Tablo 3).

Tablo 3. Akdeniz Kirliliği ve Akdeniz'in Korunmasına Dair Sözleşmeler

1978	Barselona Sözleşmesi	Akdeniz'in kirliliğe karşı korunması sözleşmesi
1995	1992 Rio de Janeiro Çevre ve Kalkınma Zirvesi temelinde Barselona Sözleşmesinin kapsamını genişletme	Akdeniz'in Deniz Ortamı ve Kıyı Bölgesinin Korunması Sözleşmesi olarak adı değiştirilmiş, bu hâliyle 2004 yılında yürürlüğe girmiş ve Türkiye 2002 yılında imzalamıştır
2013	İstanbul deklarasyonu (COP18)	Akdeniz'in kirlilikten kurtarılması için ek protokol
2016	Atina Bildirisi (COP19)	Akdeniz'in kirlilikten kurtarılması için ek protokol
2017	Tiran Bildirisi (COP20)	Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri, 2030 Gündem, Kirlilik ve Biyolojik Çeşitlilik Teması
2019	Napoli Bildirisi COP21)	Akdeniz'de deniz çöpleri, mavi ekonomi, biyoçeşitlilik, deniz koruma alanları ve iklim değişikliği
2021-2022-	Antalya Bildirisi (COP22)	Mavi bir Akdeniz'e Doğru: Çöpsüz bir Miras Bırakmak, Biyolojik Çeşitliliği Korumak ve İklim İstikrarını Sürdürmek
2027	Orta Vadeli Strateji	"MED SOx ECA" 18 karar taslağı, Akdeniz'de gemilerde kullanılan yakıtın kükürt içeriğinin %0,1 ile sınırlandırılması

Kaynak: Dışişleri Bakanlığı, 2023

Sınırlı kaynaklarla sınırsız büyüme modeli olan doğrusal ekonomi modelinin merkezinde çevresel etkilerin değerlendirilmesi bulunmadığından, bu ekonomi modeli, küresel ısınma ve iklim değişikliği gibi önemli çevre sorunlarıyla insanlığı karşı karşıya getirmiştir. Kontrolsüz ekonomik faaliyetler, doğaya karbon salınımlarını artırmış ve ozon tabakasının incelmeye sebep olmuştur. Bu sorunlarla karşı karşıya kalınacağı, 1972 yılında Donella H. Meadows "Büyümenin Sınırları" çalışmasıyla dikkatler çekilmiştir.

Tablo 4'te belirtildiği gibi ozon tabakasının korunmasına yönelik Viyana sözleşmesi, ozon tabakasını incelten maddelerin kullanım ve üretimini kontrol altına almaya yönelik Montreal Protokolü, Ozon Tabakası Koordinasyon Komitesi (CCOL), ozon tabakasını incelten maddelerin (OTİM) azaltılması ve diğer taahhütler akıllara şu soruyu getirmektedir. Meadows ile 1972 yılında temel sorunlara dikkat çekildiği hâlde, neden protokol kabulü 15 yıl gecikmeyle gerçekleşmiştir? Aynı gecikmeli kararın, 1992 Rio Janeiro'da Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) ile imzaya açıldığı, 1997 yılında Kyoto'da düzenlenen BMİDÇS 3. Taraflar Konferansında (COP3) kabul edildiği, 2005 yılında yürürlüğe girdiği hâlde, neden sera gazı emisyonlarını azaltma taahhütleri başta gelişmiş ülkeler olmak üzere hiçbir ülke tarafından

yerine getirilmemiş ve Kyoto protokolünün miadı dolmuş, 2020 sonrası iklim değişikliği ve emisyon azaltımı taahhütleri 2015 yılında kabul edilip 2016 yılında yürürlüğe giren Paris anlaşmasına görevini devretmiştir (Kumar vd., 2021). Burada da iklim değişikliğinin tartışmaya açıldığı tarihi 1992 Rio zirvesinden başlatırsak, Paris anlaşmasının yürürlüğe girdiği 2016 yılına kadar 24 yıl gecikme yaşanmıştır. Kyoto protokolü için özellikle gelişmiş ölkelerin iklim değişikliği ile ilgili taahhütleri yerine getirmemesi ve Paris anlaşması ile ne kadar hedeflere ulaşılacağı konusunda da şüpheleri barındırmaktadır. Bu bağlamda artan enerji maliyetleri nedeniyle özellikle plastik atık geri dönüşüm yatırımlarının 1980’li yıllardan sonra başladığı görölmektedir. Türkiye ise 1991 yılında Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği ile özel sektöre atıkların geri dönüşümüyle ilgili yükümlölükler getirerek, geri dönüşüm sürecini başlatmıştır. 2020 yılında yaklaşık 10 milyon tona ulaşan toplam plastik üretiminin 4 milyon tonu plastik ambalaj malzemelerinden oluşmaktadır (PAGEV, 2019). Kentlerin hızlı büyümesi, üretim ve tüketim alışkanlıklarına paralel olarak artan plastik tüketimi, artan market zincirleri ve artan hazır ve paketlenmiş gıda tüketiminin de etkisiyle plastik atıkların hızla arttığı görölmektedir. Plastik ambalaj üretiminde yaklaşık 1450 firmanın faaliyet yürüttüğü gerçeği ve bunların %60’ına yakınının İstanbul merkezli olması, plastik atıkların geleceği ve plastik atık yönetiminin başarısı hakkında ipuçları vermektedir (PAGEV, 2019). Plastik üretim ve atıklarının bu hızla devam etmesi sonucunda, 2030 yılına kadar Batı Avrupa’da plastik atıkların kişi başı 70 kilograma, Türkiye’nin de toplam plastik atık bertaraf ve geri dönüşüm miktarlarının 7 milyon tona çıkacağı tahmin edilmektedir. Aynı şekilde 1991 yılında uygulamaya konulan plastik atıklarla ilgili yönetmeliğin yükümlölükler getirmesine rağmen 32 yıldır hâlen plastik atıkların ekosistemi ve insan sağlığını tehdit eder durumunun devam etmesi plastik atık yönetimiyle ilgili şüpheleri barındırmaktadır (Gündoğdu, 2022).

Tablo 4. Ozon Tabakasının İncelmesi, İklim Değişikliği ve Atık Yönetimi Sözleşmeleri

1985	Viyana Sözleşmesi (Ozon Tabakasının Korunması Sözleşmesi)	Ozon tabakasını incelten maddelerin (OTİM) azaltılmasına ilişkin olarak ilk hükümetler arası temaslar 1981 yılında başlamıştır. Amaç; çevre ve insan sağlığını korumak. Yasal kontrol ve bağlayıcılık getirmez.
1987	Ozon Tabakasını İncelten Maddeler İlişkin Montreal Protokolü	1985 yılından sonra protokol üzerinde çalışmalar başlatılmış, ozon tabakasını incelten maddelerin kontrolünün sağlanması, protokol 1987 yılında kabul edilmiştir.
1994	Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS)	BMİDÇS, 1992 Rio Janeiro’da imzaya açılmış, 21 Mart 1994 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Sera gazı salımlarını azaltmak, sera gazı yutaklarını (örneğin ormanlar, okyanuslar, göller) korumak, Türkiye 24 Mayıs 2004’te 189. Taraf olarak katılmıştır.

1997	Kyoto’da düzenlenen BMİDÇS 3. Taraflar Konferansında (COP3) kabul edilmiş, 2005 yılında yürürlüğe girmiş, Türkiye Protokol’e 2009 yılında taraf olmuş	Birinci taahhüt (2008-2012): Toplam sera gazı salımlarını 1990 düzeyinin %5 altına düşürülmesi, ikinci taahhüt (2013-20209: Emisyonları 2020 yılında 1990 yılına göre en az %18 azaltmak, Türkiye, Protokol kabul edildiğinde BMİDÇS taraf değildi, Kyoto protokolü yükümlülükleri hiçbir ülke tarafından yerine getirilmediğinden 2020 sonrası için Paris Anlaşması kabul edilmiştir.
1998	Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC)	BM Çevre Programı (UNEP) ile Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO), insan kaynaklı faaliyetlerin neden olduğu küresel ısınmanın iklim üzerindeki etkileri tartışılmıştır.
2015-2016	Paris anlaşması	2015’te kabul ve 2016’da onaylanmıştır. 2020 sonrası endüstriyelleşme öncesi döneme kıyasen küresel sıcaklık artışının 2°C’nin olabildiğince altında (mümkünse 1,5 derece seviyesinde) tutmak, fosil yakıt (petrol, kömür) kullanımının tedricen azaltılarak, yenilenebilir enerjiye yönelmek, Küresel iklim değişikliği ile mücadelede yeni dönem başlamış, Türkiye, finans ve teknoloji desteği şartıyla 2015 yılında Paris Anlaşmasını kabul etmiş ve 2016 yılında onaylamış, 2021 yılında 2053 net sıfır emisyon hedefini açıklamıştır.

Kaynak: İklim Değişikliği Başkanlığı, 2023; Dışişleri Bakanlığı, 2023.

Ekosistemin geleceği ile ilgili oluşan tehditlerin dünya gündemine taşınmasının ilk adımı olarak 1962 yılında Rachel Carson’ın “Sessiz Bahar” kitabıyla başladığını kabul edersek, 30 Kasım-1 Aralık 2023 tarihlerinde Dubai’de gerçekleştirilen “Dünya İklim Eylemi Zirvesi” Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi 28’inci Taraflar Konferansı (COP28)’na kadar, 61 yıldır bu alanda ulusal ve uluslararası düzlemde çok önemli sözleşmeler, anlaşmalar ve taahhütler kayıt altına alınmış bulunmaktadır. Özellikle 1976 yılında sürdürülebilir yaşam alanları konferansı ile başlayan süreç, sürdürülebilir kalkınmanın kavramsallaştığı ve ortak geleceğimiz hedeflerini sistematize eden 1987 Brundtland raporu, 2000 yılında BM BKH ve 2015 yılında BM SKA ile ekonomik, sosyal ve çevresel sürdürülebilirlik amaç ve hedefleri tüm ülkelerin sorumluluklarıyla gerçekleştirilebileceği gündeme getirilmiştir (Tablo 5). Bu çalışmanın da odak noktası, plastik üretim ve plastik atık yönetiminin tüm ülkelerin ortak sorunu olduğu ve yönetilemediği takdirde, sonuçlarına

tüm ülkelerin katlanacağı küresel sorun hâline geleceğidir. Plastik atıklar ve bunların etkin yönetimi, yaşam alanlarının sürdürülebilirliği, küresel ısınma, iklim değişikliği, ekonomik, sosyal ve çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmada büyük bir kısmıyla doğrudan ya da dolaylı olarak ilişkilidir. Plastik atıkların SKA ve alt hedefleriyle ilişki içerisinde olduğu 5. Bölümde Tablo.7’de sistematik olarak açıklanmıştır.

Tablo 5. Sürdürülebilir Yaşam Alanları ve Sürdürülebilir Kalkınma Süreci Anlaşmalar

1976-1996-2016	BM İnsan Yerleşimleri Programı (BM-Habitat)	İlk konferans Vancouver’da (Habitat-I), ikincisi İstanbul (Habitat-II) ve üçüncüsünü Ekvador’da (Habitat III) yapılmıştır. Yaşanabilir çevre için sürdürülebilir konut ve kentler kurmak.
1987	Brundtland Raporu	Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu’na hazırlanmış, “Ortak Geleceğimiz” ve sürdürülebilir kalkınma vurgulanmıştır.
1987	Avrupa tek senedi	1957 Roma Antlaşmasında yer almayan çevre düzenlemeleri Ortak Çevre Politikası başlığıyla bağımsız bir bölüm eklenmiştir.
1992	“Rio Zirvesi”	BM “Çevre ve Kalkınma Konferansı”
1993	Maastricht Antlaşması	Avrupa tek senedinde yer alan çevre bölümü genişletilmiştir. Çevreye saygılı bir büyüme öngörülmekte, çevre politikalarının sürdürülebilirliği ilk kez vurgulanmaktadır.
2000	Lizbon Stratejisi	Sürdürülebilir kalkınma hedefleri açıklanmıştır. Yenilebilir kaynaklardan elektrik üretimini %22’ler seviyesine çıkarmak, çevre dostu altyapı hizmetlerine öncelik verilmesi; büyümeden doğan atıkların geri dönüşümünün sağlanması.
2000	BM Binyıl kalkınma Hedefleri (BKH)	Sürdürülebilir kalkınmada önemli dönüm noktasını oluşturmaktadır. Sosyal kalkınma temelli oluşturulmuş ve çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması önemli hedef olmuştur.
2015	BM Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SKA)	17 genel amaç ve 169 alt hedeften oluşmaktadır. Sağlık, su, enerji, insana yakışır iş, sanayi, altyapı, sürdürülebilir şehirler, sorumlu üretim ve tüketim, iklim eylemi, sudaki yaşam, karadaki yaşam konularını içermektedir.
2020	Avrupa 2020 Stratejisi	Akıllı büyüme (bilgi ve yenilikçilik temelli), sürdürülebilir büyüme (çevre hassasiyetinin geliştiği), kapsayıcı büyüme (yüksek istihdam olanakları sağlayan) hedeflerini

Kaynak: UN, 2022; Duru, 2007: 280; Görmez, 2010: 89.

Özellikle katı atıklar içerisinde önemli yer tutan plastik atıkların yönetimiyle ilgili sözleşmeler ve politikalar Tablo 6’da detaylı olarak açıklanmıştır. Kalıcı organik kirleticilere ilişkin Stockholm sözleşmesi, plastik atık yönetimiyle ilgili değişiklikler içeren Basel sözleşmesi, plastik atıklarla ilgili uluslararası bağlayıcılığı olan bir Nairobi toplantısı ve Türkiye’nin de 2021 yılında uygulamaya koyduğu yeşil mutabakat eylem planı, plastik atık yönetimiyle ilgili önemli sözleşmelerdir.

Tablo 6. Atıklarla İlgili Sözleşme ve Yönetmelikler

2004	BM Çevre Programı (UNEP) “Kalıcı Organik Kirleticilere İlişkin Stockholm Sözleşmesi”	Tehlikeli kimyasalın üretimini, kullanımını, ithalatını ve ihracatını yasaklamasını, ortadan kaldırmasını, kısıtlamasını, plastiklerin kapsadığı tehlikeli katkı maddelerinin azaltılmasını, plastiklerin üretimini, kullanımını ve geri dönüşümüyle ilgili düzenlemeleri içermektedir. Türkiye 2010 yılında taraf olduğunu açıklamıştır.
2019	Basel Sözleşmesi (Plastik atık yönetimiyle ilgili değişiklikler)	Plastik atıklarla ilgili ticari düzenlemeler daha şeffaf hâle getirilmiş ve plastik atıkların çevreye duyarlı üretilmeleri düzenlemeleri yönünde adımlar atılmıştır
2022	Birleşmiş Milletler Çevre Meclisinin (UNEA), 2022 Nairobi toplantısı.	Plastik atıklarla ilgili uluslararası bağlayıcılığı olan bir anlaşma toplantısı. Hükümetler arası Plastik Müzakere Komitesi’nin (INC) 2024 sonu itibarı ile kurulmasını kararlaştırmıştır. Bu komitenin 2024’te imzaya açılacak olması, Paris İklim Sözleşmesi’nden sonra plastik kirliliğin ortadan kaldırılmasına yönelik uluslararası bağlayıcılığı olacak en iddialı çevre projesi olarak yerini alacak olmasıdır.
2021	Türkiye’nin plastik atık ithalatı kararı	Plastik atıkların ithalatı 1 Ocak 2021 tarihinden itibaren Ticaret Bakanlığı tarafından yasaklanmıştır.
2021	Yeşil Mutabakat Eylem Planı	Avrupa Birliği yeşil mutabakatını 2019 yılında açıklamıştır. Türkiye ise yeşil mutabakat eylem planını 2021 yılında açıklamıştır. Bu kapsamda mutabakat iklim değişikliğiyle mücadele politikalarına uyum sağlama ve yeşil dönüşümü destekleme, emisyon azaltma ve iklim değişikliği uyumuna katkı sağlama gibi konu başlıklarını içermektedir.

Kaynak: Dışişleri Bakanlığı, 2023, Euronews, 2020.

Yukarıda farklı gruplarıyla özetlenen çevreyle ilgili anlaşma ve sözleşmelere ek olarak Avrupa Birliği, 1973 yılında uygulamaya koyduğu birinci çevre eylem programından 2013-2020 yıllarını kapsayan yedinci çevre eylem programına kadar bir dizi çevre sorunlarıyla ilgili düzenlemeler yapmıştır. Bu çevre eylem planlarından altıncı eylem planı ve 2013-2020 yıllarını kapsayan yedinci çevre eylem planı ile ilgili önemli uygulamaları gündemlerine almıştır. Altıncı çevre eylem planında; küresel ısınmaya sebebiyet veren sera gazı emisyonlarını 2008-2012 yılları arasında %8 oranında azaltmak, doğa ve biyolojik çeşitliliğin korunması, atıkların geri dönüşüme uygun ayrıştırılması ve atık oluşumunun önlenmesi hedefleri belirlenmiştir. Yedinci çevre eylem planında ise Avrupa Birliğinde rekabetçi ve düşük karbon ekonomisine geçişinin sağlanması, vatandaşların sağlık ve refahının çevre ile ilgili risklere karşı korunması, çevre mevzuatının uygulanmasının geliştirilmesi, çevre ve iklim politikaları için gerekli yatırımın sağlanması, çevrenin diğer politika alanlarına uyumunun ve tutarlılığın sağlanması ve şehirlerin sürdürülebilirliğinin güçlendirilmesi hedeflerini içermektedir (Yaman ve Gül, 2018).

Türkiye’de SKA ve Plastik Atık Yönetimi

Atık yönetimi, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmanın önemli bileşenlerinden biridir. Türkiye Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği genel çerçevesini 1991 yılında uygulamaya koysa da yasal düzenlemelerin 1580 sayılı Belediye Kanunu ve 1593 sayılı Umumi Hıfzıssıhha Kanunu ile 1930 yılında başlamıştır (Sayıştay, 2007: 9). Aynı şekilde 1982 Anayasası’nda çevrenin korunmasına yönelik hedefler konmuş, 1983 tarih ve 2872 sayılı Çevre Kanunu ile çevrenin korunması ile ilgili ilkeler ve kurallar, yetkili ve sorumlu kurum ve kuruluşlar belirlenmiş, Türk Ceza Kanunu ve 30.03.2005 tarih ve 5326 sayılı Kabahatler Kanunu ile çevre kirliliğine yol açabilecek tüm atık uygulamaları için cezai uygulamalar belirlenmiş, katı atıklarla ilgili doğrudan ilk yönetmelik 1991 yılında Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği ile birlikte katı atıkların kontrolünün genel çerçevesi ortaya konmuş, 1993 yılında Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği yürürlüğe girmiş, 1995 yılında Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği yürürlüğe girmiş, 1997 yılında yayınlanan Çevresel Etki Değerlendirmesi Yönetmeliğinde ÇED raporu hazırlanacak tesisler listesine katı atık tesisleri de alınmıştır (Sayıştay, 2007:12; Neyim, 2009: 3).

Türkiye, çevreyle ilgili gerçekleştirilen ulusal ve uluslararası anlaşmaların hedef ve politikalarını hayata geçirmek için beş yıllık kalkınma planlarına önem vermektedir. Bu süreçte, beş yıllık kalkınma planı hazırlanırken, bir önceki beş yıllık kalkınma planının değerlendirilmesi yapılmakta ve yeni hedefler dikkate alınmaktadır.

Beş yıllık kalkınma planlarını genel olarak değerlendirdiğimizde; **birinci ve ikinci beş yıllık** kalkınma planlarında çevre ile ilgili doğrudan ilişkili başlıkları görememekteyiz. Bunun en temel sebebinin Birleşmiş Milletler Çevre ve İnsan Konferansı (Stockholm Konferansı) ve Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) kuruluşunun, ancak 1972 yılında hayata geçmiş olmasına bağlayabiliriz. İlk iki kalkınma planında, şehirlerin düzenli ve etkin konut ihtiyacının planlanması konuları, “Temizlik ve Kanalizasyon” başlığı altında değerlendirilmektedir. **Üçüncü beş yıllık kalkınma planında** ise su, hava ve kıyı konuları ele alınmış, çevre sorunları sosyal ve ekonomik kalkınma hedefleriyle ilişkilendirilmiş, artan sanayileşmenin uzun dönemde çevre sorunlarına sebep olacağı ifade edilmiş ve muhtemel etkileri en aza indirmek için kurumlar arası koordinasyondan bahsedilmiştir. **Dördüncü beş yıllık kalkınma planında** yerel yönetim ve merkezi yönetim koordinasyonu vurgulanmış, uluslararası çevre ile ilgili yasalar, bilimsel ve teknolojik gelişmelerin yakından takip edilmesi belirtilmiştir. **Beşinci beş yıllık kalkınma planında** ise sürdürülebilir çevre bağlamında ve Brundtland Raporu ve ortak geleceğimiz düzenlemeleri çerçevesinde doğal kaynakların etkin kullanımı, içme ve kullanma sularında insan sağlığını tehdit eden ortam ve atık standardı oluşturulması ilkeleri plana dâhil edilmiştir. **Altıncı beş yıllık kalkınma planında** sürdürülebilir kalkınma kavramına ilk kez altıncı planda yer verilmiş, belediyelerin ortak katı atık bertaraf etme ve düzenli çöp toplama alanlarının belirlenmesi kararlaştırılmıştır. **Yedinci beş yıllık kalkınma planında** ise Çevresel Etki Değerlendirmesi uygulamasına ağırlık verilmesi, atık yönetimi ve geri dönüşümü için etkin programların önemi, sürdürülebilir kalkınma hedefine uygun çevre bilincini artırma, katı atıkların geri dönüşümünde etkili olan artıma tesislerinin yapımı ve işletilmesi için teşvik sistemini geliştirme vurgulanmıştır. Ayrıca 1998 yılında Dünya Bankası'nın finansal desteği ve Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı ile Çevre Bakanlığı arasında Ulusal Çevre Stratejisi ve Eylem Planı (UÇEP) imzalanmıştır. **Sekizinci beş yıllık kalkınma planında** Çevresel Etki Değerlendirme Yönetmeliği uygulamada başarı sağlanamadığı vurgulanmış, çevre ve kalkınma veri ve bilgi erişim sistemlerinin etkinliğini artırma kararlaştırılmış, Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Stratejisi ve Eylem Planı yürürlüğe koyma, Atık Çevre Direktifi entegre edildiği ve Tehlikeli Atık Direktifi mevzuata aktarıldığı ve düzenli depolama ve atıkların yakılması gibi konularda eksik olduğu belirtilmiştir. **Dokuzuncu beş yıllık kalkınma planında** kirleten ve kullanan öder ilkelerini dikkate alan araçların kullanımı yaygınlaştırma, BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi çerçevesinde sera gazı azaltımı politika ve tedbirlerini içeren Ulusal Eylem Planının hazırlaması, belediyelerin içme suyu, kanalizasyon, atık su arıtma tesisi ve katı atık bertaraf tesisi kentsel altyapı ana planı ve finansman stratejilerinin belirlemesi, katı atıkların azaltılması, uygun toplama, taşıma, geri kazanım ve bertaraf sistemlerinin kurulması kararlaştırılmış ve 2007 yılında Çevre ve Orman Bakanlığı bünyesinde Çevre Fonu oluşturulmuş, Çevresel Etki Analizi Direktifi (ÇEA) büyük oranda iç hukuka aktarıldığı belirtilmiştir. **Onuncu beş yıllık kalkınma planında** ozon tabakasının incelenmesi ve iklimsel değişikliği çerçevesinde sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak için “yeşil büyüme” kavramının önem kazandığı, atık ve emisyon azaltma, enerji, su ve kaynak verimliliğini artırma, sürdürülebilir üretim ve tüketim için çevre dostu ürünlerin alınmasının özendirilmesi belirtilmiştir. **On birinci beş yıllık kalkınma planında** küresel ısınma ve iklim

değişikliği, çölleşme, biyolojik çeşitlilik kaybı, kuraklık, sera gazı emisyonlarını azaltmak, güvenilir içme ve kullanma suyuna erişiminin sağlanması, atık suların insan ve çevre sağlığına etkilerinin en aza indirme, katı atıkların azaltılması, kaynakta ayırma, ayrı toplama, geri kazanım, bertaraf safhaları ve düzensiz/vahşi döküm alanlarının rehabilitasyonu, sıfır atık projesi uygulamalarını yaygınlaştırma, çevresel veri ve göstergelerin standartlara uygun bir şekilde düzenli olarak üretimi, kamuoyu ile paylaşımı, toplama, izleme ve değerlendirme süreçleri için çevresel veri geliştirme gerekliliği vurgulanmış ve 2021 Yeşil Mutabakat Eylem Planı yayımlanmıştır. **On ikinci beş yıllık kalkınma planında** ise yeşil ve dijital dönüşüm, AB Yeşil Mutabakatına uyumlu politikaları hayata geçirme, AB ile uyumlu bir Emisyon Ticaret Sistemi (ETS) uygulamaya koyma, imalat sanayiinde yeşil dönüşümü destekleme, karbon ve su ayak izi hesaplama, atıkların kaynağında ayrı toplanması sağlama, Paris Anlaşması ve Türkiye'nin Ulusal Katkı Beyanı, 2053 net sıfır emisyon hedefi, "Uzun Dönemli İklim Değişikliği Stratejisi" hazırlama, "Yeşil Mutabakat Eylem Planı" kapsamında mevzuat çalışmaları yürütme kararlaştırılmıştır. Ayrıca Ulusal Su Bilgi Sistemi etkinliğini artırma, atık yönetimiyle ilgili her alanda veri tabanı oluşturma, izleme ve çevrimiçi veri giriş sistemlerinin geliştirilmesi, geri kazanılmış ikincil ürüne ait teknik standartların geliştirilmesi vurgulanmıştır (Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2023).

Yukarıdaki beş yıllık kalkınma planlarında çevre kirliliği, küresel ısınma, iklim değişikliği, katı atık yönetimi ve katı atıklarla ilgili veri işleme sistemleri gibi konular detaylı şekilde özetlenmiştir. Birinci ve ikinci beş yıllık kalkınma planları hariç tutulursa üçüncü beş yıllık kalkınma planıyla (1973-1977) başlayan çevresel sorunlar özellikle beşinci plandan on birinci kalkınma planına kadar katı atıklarla ilgili sorunlar ve önleyici politikalar geniş yer almaktadır. Ancak katı atıklardan plastik atıkların yarattığı çevre sorunları daha da derinleşmektedir. Diğer taraftan son kalkınma planı olan **on ikinci beş yıllık kalkınma planı** (2024-2028) yeşil ve dijital dönüşüm odaklı plastik atıkların yarattığı sorunlara yönelik daha kapsamlı politika önerilerini içermektedir (Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2023).

Plastik üretimi ve plastik atıklarının güncel verilerine göre, SKA'na ulaşmada engellerin neler olduğu daha da açık hâle gelmektedir. Özellikle birincil plastik üretimi, ikincil plastik üretimi ve plastik atık verileriyle SKA ve alt hedeflerinin gerçekleşme olasılıklarında ciddi saplamaların olduğu söylenebilir. Plastik atıkların SKA'dan hangi amaç ve alt hedeflerle doğrudan ilişkili olduğu ve plastik atık yönetimini zorlaştırdığı şu şekilde özetlenebilir.

Plastik atık yönetimi etkin hâle getirilmediği takdirde;

1. Sağlıklı ve kaliteli yaşam amacı olan bulaşıcı hastalıkları 2030 yılına kadar ortadan kaldırma (SKA 3) ve alt hedefi olan hava, su ve toprak kirliliğinden kaynaklanan hastalıklarını azaltma (SKA 3.9) hedefine,
2. Temiz su ve sanitasyon amacı olan sürdürülebilir su yönetimini güvence altına almak (SKA 6) ve güvenilir ve karşılanabilir içme suyuna adil erişim sağlama (SKA 6.1) alt hedefine,

3. İnsana yakışır iş ve büyüme alt hedefi olan çocuk işçiliğinin yasaklanması ve ortadan kaldırılması (SKA 8.7) ve güvencesiz işlerde çalışan göçmen işçilerin ortamlarını iyileştirmek (SKA 8.8) alt hedeflerine,

4. Sürdürülebilir şehir ve topluluklar amacı olan güvenli, dayanıklı ve sürdürülebilir şehirler oluşturmak (SKA 11) ve kişi başı olumsuz çevre etkilerini azaltan nitelikli atık yönetimi (SKA 11.6) alt hedefine,

5. Sorumlu üretim ve tüketim amacı olan sürdürülebilir üretim ve tüketim kalıplarını sağlamak (SKA 12), atıkların havaya, suya ve toprağa salınımını önemli miktarda azaltmak (SKA 12.4), geri kazanım ve yeniden kullanım yöntemleriyle atıkları azaltma (SKA 12.5) ve sürdürülebilir tüketim ve üretim kalıplarına yönelme (SKA 12.9) alt hedeflerine,

6. İklim eylemi amacı olan iklim değişikliği ve etkileri ile mücadele (SKA 13) ve iklim değişikliğiyle ilgili önlemlerin ulusal politikalara, stratejilere ve planlara entegre edilmesi (SKA 13.2) hedefine,

7. Sudaki yaşam amacı olan okyanusları, denizleri ve deniz kaynaklarını korumak ve sürdürülebilir kullanmak (SKA 14) ve 2025 yılına kadar deniz atıkları ve besin maddesi kirliliği dâhil, her türlü deniz kirliliğini önlemek, özellikle karasal faaliyetlerden kaynaklanan her türlü deniz kirliliğini önlemek ve kayda değer miktarda azaltmak (SKA 14.1) hedefine ulaşmak güçleşecektir.

Yukarıda SKA ve alt hedeflerinin plastik atık yönetimiyle ilişkilendirdiği açıklamalarda görüldüğü gibi amaç ve hedeflere ulaşma başarısının, beş yıllık kalkınma planlarında da belirtildiği gibi kurumlar arası etkin koordinasyonun gerçekleştirilmesi, plastik atıkların kaynaktan ayrıştırılması, plastik atık veri üretimi ve verilerin politika hedefleri doğrultusunda kamuoyuyla paylaşılması ve yeşil dönüşüm teknoloji yatırımlarının teşvik edilmesiyle doğru orantılı olduğu söylenebilir. Özellikle plastik atık toplama sektöründe göçmen çocuklarının çalışıyor olması, SKA 8.7 ve SKA 8.8 ile çelişiyor olduğu görülmektedir. Diğer taraftan plastik atık toplama ve geri dönüşüm sektörlerinde lisansız işletmelerin denetlenmesi gereği ortaya çıkmaktadır. Tek kullanımlık plastik atık miktarlarında görülen hızlı artışlar pandemi sonrasında değişen tüketim alışkanlıkları, eve sipariş sisteminin yaygınlaşması çevre sorunu olmaya devam etmektedir. Bu artışların hem Türkiye'nin 2053 sıfır atık hedefinde sapmaları tetikleyeceği hem de geri dönüştürülemeyen ve çevreye atılan atık miktarında artışlara sebep olacağı açıktır. Bu sorunların SKA 12, SKA 12.4, SKA 12.5 ve SKA 12.9 amaç ve alt hedeflerine ulaşmayı geciktireceği söylenebilir (Sürdürülebilir Kalkınma Raporu, 2021).

Sonuç

Plastik atıklar, tüm ülkelerin olduğu gibi Türkiye'nin de karşı karşıya kaldığı çevre sorunlarından biridir. Özellikle 2000'li yıllardan sonra, gelişen teknolojilere paralel olarak üretim esnekliği ve maliyet avantajları plastik üretimi, kullanımı ve atıkları arttırdığı görülmektedir. Bu hızlı artışı tetikleyen diğer faktörlerden hızlı

nüfus artışı, tek kullanımlık plastik alışkanlığı, pandemi sonrası değişen üretim ve tüketim kalıpları da sayılabilir. Artan plastik atıkların yönetim sorunları da eklenenince plastik atıkların çevresel, ekonomik ve sosyal sürdürülebilirlikte 2030 hedeflerine ulaşmayı da zorlaştırdığı ve direnç oluşturduğu gerçeğiyle karşı karşıya kalmaktadır.

Bu çalışmada plastik atık üretimi, kullanımı ve geri dönüştürülmesiyle ilgili tarihsel süreçler, sürdürülebilir çevreyle ilgili gerçekleştirilen ulusal ve uluslararası anlaşmalar, BM SKA ve Türkiye'nin 1960 sonrası uygulamaya koyduğu beş yıllık kalkınma planları çerçevesinde incelenmiştir. Daha önce yapılan çalışma bulguları, anlaşma taahhütleri ve kalkınma planları incelendiğinde, şu şekilde özetlenebilecek yönetim sorunları karşımıza çıkmaktadır. Yapılan çevre ile ilgili anlaşmalarda verilen taahhütlerin başta gelişmiş ülkeler olmak üzere Türkiye'nin de yerine getirmediği gerçeğiyle yüzleşilmektedir. Taahhütlerin yerine getirilmemesinin, diğer bir ifadeyle getirilememesinin sebepleri başka çalışmaların konusu olabilir. Ancak bu çalışmada daha önce de ifade edildiği gibi yönetim sorunları tarihsel süreçler, beş yıllık kalkınma planları ve SKA bağlamında değerlendirilmiştir. Bu soruna çözüm üretecek en etkin politik önerinin yerelde plastik atık yönetiminden birinci derecede sorumlu olan belediyelerle merkezi karar birimleri arasında koordinasyon ve denetimli teşvik sistemine işlerlik kazandırılması olduğu söylenebilir. Kurumlararası koordinasyon eksikliği ve buna işlerlik kazandırılması hemen hemen tüm beş yıllık kalkınma planlarında vurgulanmıştır.

Diğer bir sorun olarak, tüketicileri tek kullanımlık plastiklere yönlendiren geri bağlantılı üretim deseni olduğu gerçeği karşımıza çıkmaktadır. Aynı şekilde onuncu, on birinci ve on ikinci kalkınma planlarında, tek kullanımlık plastiklerin kullanımını azaltılması ve yerlerine çevreyle dost plastik üretimine geçişi sağlanması, yeşil dönüşüm için yeşil teknolojilerin teşvik sistemleriyle desteklenmesi vurgulanmaktadır. Yeşil dönüşüme geçişi hızlandıracak ve Türkiye'nin de 2053 sıfır atık hedeflerine ulaşmayı destekleyecek süreçlerde, tek kullanımlık plastik talebini azaltacak, üretici ve kaynakta ayrıştırma tüketici bilincini artıracak faaliyetlerin yaygınlaştırılması önem kazanmaktadır. Yine bu faaliyetlerinin önemini vurgulayan politikaların artırılması gerçeği onuncu, on birinci ve on ikinci beş yıllık kalkınma planlarında yer almaktadır. Diğer taraftan kalkınma planlarında da belirtildiği gibi plastik üretimi ve plastik atık yönetiminde yeşil dönüşümü destekleyecek uygulamanın, depozito sistemine geçişe işlerlik kazandırmayla olabileceği konusuna vurgu yapılabilir. Nasıl ki plastik poşetlere getirilen ücretlendirme sistemiyle plastik poşet atıkların azalmasına katkı sağladıysa depozito sistemine işlerlik kazandırılmasıyla da plastik atıkların azalmasına ve çevreye salınımını azaltıcı yönde katkı sağlayacağı söylenebilir.

Kısaca küresel çevre anlaşma taahhütlerinin yerine getirilmesi, beş yıllık kalkınma planları hedeflerine ulaşılması, daha yaşanabilir bir çevre ve sürdürülebilir ekonomik ve sosyal hedefler için etkin bir plastik atık yönetiminin sağlanması kaçınılmazdır. Aksi durum, geleceksiz bir dünyadır. Çünkü sürdürülemez çevre ve ekonomi demek sağlıklı toplumlar demektir.

Kaynaklar

- Akbaş, O. ve Özdemir, S. M. (2002), Avrupa Birliğinde Yaşam Boyu Öğrenme, *Milli Eğitim Dergisi*, 155-156, 1-12.
- Amato, J. A. (2013). *Plastic: A Toxic Love Story*. By Susan Freinkel (Boston: Houghton Mifflin Harcourt, 2011. 324 pp.), *Journal of Social History*, 46(3): 811–814. <https://doi.org/10.1093/jsh/shs055>
- Birleşik Krallık Hükümeti (2020). Policy paper Carrier bags: why there's a charge. <https://www.gov.uk/government/publications/single-use-plastic-carrier-bags-why-were-introducing-the-charge/carrierbags-why-theres-a-5p-charge>, (Erişim Tarihi: 14.11.2023).
- EURONEWS (2022). BM'den Plastik Kirliliğine Karşı İddialı Adım. <https://tr.euronews.com/2022/03/03/bm-den-plastik-kirliligine-kars-iddial-ad-m-uluslararası-sozlesme-2024-te-imzaya-ac-lacak> (Erişim Tarihi: 19.09.2023).
- Bouwmeester, H. P., Hollman, C., & Peters, R. J. (2015). Potential health impacts of environmental released micro- and nanoplastics in the human food chain production chain: experiences from nanotoxicity. *Environmental Science & Technology*, 49(15), 8932-8947.
- Brandsch, J., & Piringer, O. (2008). Characteristics of plastic materials. In: *Plastic packaging*. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, *Weinheim*, 15–61. doi: 10.1002/9783527621422.ch2
- Briggs, H. (2022). Plastik krizinin çözümü için umut doğdu. BBC. <https://www.bbc.com/turkce/haberler-dunya-60599536> (Erişim Tarihi: 21.10.2023).
- Bruvoll, A., & Medin, H. (2003). Factors behind the Environmental Kuznets Curve a Decomposition of the Changes in Air Pollution. *Environmental and Resource Economics*, 24, 27–48.
- Carbery, M., O'Connor, W., & Palanisami, T. (2018). Trophic transfer of microplastics and mixed contaminants in the marine food web and implications for human health. *Environment International*, 119, 400-409.
- Coimbra, F. (2020). The triple planetary crisis: Forging a new relationship between people and the earth. https://www.unep.org/news-and-stories/speech/triple-planetary-crisis-forging-new-relationship-between-people-and-earth?gad_source=1&gclid=CjwKCAiA9ourBhAVEiwA3L5RFR9AVq7eMbgUw-thYBAMibIti3qnigbw6K37031DJu7uRKAS-b9kPxoCB_gQAvD_BwE (Erişim Tarihi: 24.02.2023).
- Cole, M., Lindeque, P., Fileman, E., Halsband, C., Goodhead, R., Moger, J., & Galloway, T. S. (2013). Microplastic ingestion by zooplankton, *Environmental Science & Technology*, 47(12), 6646-6655.

- Dışişleri Bakanlığı, BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi. <https://www.mfa.gov.tr/bm-iklim-degisikligi-cerceve-sozlesmesi.tr.mfa> (Erişim Tarihi: 11.07.2023).
- Duraiappah, A.K., Xin, Z., & Beukering, P.J.H.V. (2002). Issues in production, recycling and international trade: analysing the Chinese plastic sector using an optimal life cycle (OLC) model. *Environment and Development Economics*, 7(1):47-74. doi:10.1017/S1355770X02000049
- Duru, B. (2007). *Avrupa Birliği Çevre Politikası*. (Ed., Erhan, Çağrı ve Senemoğlu, Deniz). İmaj Yayınevi: Ankara, 280.
- Eriksen, M., Lebreton, L.C.M., Carson, H.S., Thiel, M., Moore, C.J., Borro, JbC., et al. (2014). Plastic Pollution in the World's Oceans: More than 5 Trillion Plastic Pieces Weighing over 250,000 Tons Afloat at Sea. *PLoS ONE* 9(12), e111913. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0111913>
- Euronews (2023). Türkiye'de plastik/polietilen ithalatına getirilen yasak kaldırıldı. <https://tr.euronews.com/2021/07/10/turkiye-de-plastik-polietilen-ithalat-na-getirilen-yasak-kald-r-ld> (Erişim Tarihi: 11.09.2023).
- Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, 3(7), 700782.
- Görmez, K. (2010), *Çevre Sorunları*. Nobel Kitabevi, Basım sayısı: 3, Sayfa sayısı:175.
- Gündoğdu, S. (2022). Atık Oyunları: Geri Dönüşümsüz Hayatlar. <https://www.greenpeace.org/turkey/raporlar/rapor-atik-oyunlari-geri-donusumsuz-hayatlar/> (Erişim Tarihi: 14.11.2023).
- Gündoğdu, S., & Cevik C. (2019). Türkiye'deki Deniz Canlılarındaki Mikroplastik Kirliliği. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.27136.58888> (Erişim Tarihi: 07.09.2023).
- Hage, O., Söderholm, P., & Berglund, C. (2009). Norms and economic motivation in household recycling: Empirical evidence from Sweden, Resources. *Conservation and Recycling*, 53(3), 155-165. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2008.11.003>
- Hanbay K. E. (2020). Küresel İklim Değişikliğinin Olumlu ve Olumsuz Dışsallıkları Üzerine Bir Değerlendirme. *Sayıştay Dergisi* (118), 101-131.
- Hidalgo-Ruz, V., Gutow, L., Thompson, R. C.& Thiel, M. (2012). Microplastics in the marine environment: A review of the methods used for identification and quantification. *Environmental Science&Technology*,

46(6), 3060–3075.

- Higashida, K., & Managi, S. (2014). Determinants of trade in recyclable wastes: evidence from commodity-based trade of waste and scrap. *Environment and Development Economics*, 19(2), 250-270. doi:10.1017/S1355770X13000533
- Hoorweg, D., & Bhada-Tata, P., (2012). What a Waste: A Global Review of Solid Waste Management. Washington D.C., World Bank. *Urban Development & Local Government Unit*, No. 15, 98.
- İklim Değişikliği Başkanlığı (2023). Montreal Protokolü. <https://iklim.gov.tr/montreal-protokolu-i-38> (Erişim Tarihi: 14.08.2023).
- Karlsson, M.T., Dell, J., Gündoğdu, S., & Almroth, B.C., (2023). Plastic Waste Trade: The Hidden Numbers. https://ipen.org/sites/default/files/documents/ipen_plastic_waste_trade_report-final-3digital.pdf (Erişim Tarihi: 29.10.2023).
- Kosuth, M., Mason, S. A., & Wattenberg, E. V. (2018). Anthropogenic contamination of tap water, beer, and sea salt. *PLoS one*, 13(4), e0194970. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194970>
- Krutilla, K. (1991). Environmental regulation in an open economy. *Journal of Environmental Economics and Management*, 20 (2): 127-142.
- Kumar, R.; Verma, A.; Shome, A.; Sinha, R.; Sinha, S.; Kumar Jha, P.; Kumar, R.; Kumar, P.; Shubham; Das, S.; Sharma, P., & Prasad, P.V. (2021). Impacts of Plastic Pollution on Ecosystem Services, Sustainable Development Goals, and Need to Focus on Circular Economy and Policy Interventions. *Sustainability*, 13, 1-40.
- Lambert. S., Sinclair, C. J., & Boxall, A. B. A. (2014). Occurrence, degradation and effects of polymerbased materials in the environment. *Rev Environ Contam Toxicol* 227, 1-53. doi:10.1007/978-3-319-01327-5_1
- Lambert S. (2015). Biopolymers and their application as biodegradable plastics. In: Kalia CV (ed) Microbial factories: biodiversity, biopolymers, bioactive molecules, vol 2. *Springer India*, New Delhi, pp 1–9. doi:10.1007/978-81-3222595-9_1
- Neyim, C. (2009). Türkiye’de Eysel Nitelikli Atıklar. https://www.tubitak.gov.tr/tubitak_content_files/vizyon2023/csk/EK-4.pdf. (Erişim Tarihi: 2.11.2023).
- Nilsson, M., Griggs, D., & Visbeck, M., (2016). Policy: map the interactions between Sustainable Development

Goals. *Nature*, 534(7607), 320–322. 534, 320-322. <https://doi.org/10.1038/534320a>

OECD (2021). OECD Work on Plastics. <https://www.oecd.org/environment/plastics/> (Erişim Tarihi: 21.07.2023).

Öztürk, M. (2022). AB'nin atık ihracatının ana hedefi Türkiye mi? Independent Türkçe, <https://www.indyrturk.com/node/517611/t%C3%BCrki%C3%87yeden-sesler/abnin-at%C4%B1k-ihracat%C4%B1n%C4%B1n-ana-hedefi-t%C3%BCrkiye-mi> (Erişim Tarihi: 17.11.2023)

Parker, L. D. (2020). The COVID-19 office in transition: cost, efficiency and the social responsibility business case. *Accounting, Auditing & Accountability Journal*, 33(8), 1943-1967.

Paul, B. D. (2008). A history of the concept of sustainable development: Literature review. *The Annals of the University of Oradea*, 17(2), 577-579.

Rochman, C. M., Hoh, E., Kurobe, T., & Teh, S. J. (2013). Ingested plastic transfers hazardous chemicals to fish and induces hepatic stress. *Scientific Reports*, 3, 3263.

Rojas-Fernández A.G., Aguilar-Santelises L., Millán M.C., Aguilar-Santelises M., & García-Del Valle A., (2017). Teaching Chemistry with sustainability, multidisciplinary journal for education, *Social And Technological Sciences*, 4(1), 102-121.

Sayıştay (2007). Türkiye'de Atık Yönetimi, Ankara. https://sayistay.gov.tr/files/889_Cevre_Denetimi_Sayistaylar.pdf (Erişim Tarihi: 27.10.2023).

SBB (2023). Kalkınma Planları. Strateji ve Bütçe Başkanlığı, <https://www.sbb.gov.tr/kalkinma-planlari/> (Erişim Tarihi: 11.17.2023).

Sürdürülebilir Kalkınma Raporu (2021). <http://www.surdurulebilirkalkinma.gov.tr/wp-content/uploads/2021/02/SKA-ve-Gostergeleri-Kapak-Birlestirilmis.pdf> (Erişim Tarihi: 22.11.2023).

T.C. Dışişleri Bakanlığı (2023a). Barselona Sözleşmesi. [https://www.mfa.gov.tr/barselona-sozlesmesi.tr.mfa#:~:text=BM%20%C3%87evre%20Program%C4%B1'n%C4%B1n%20\(UNEP,MAP\)%201975%20y%C4%B1n%C4%B1nda%20olu%C5%9Fturulmas%C4%B1yla%20sonu%C3%A7la nm%C4%B1%C5%9Ft%C4%B1r](https://www.mfa.gov.tr/barselona-sozlesmesi.tr.mfa#:~:text=BM%20%C3%87evre%20Program%C4%B1'n%C4%B1n%20(UNEP,MAP)%201975%20y%C4%B1n%C4%B1nda%20olu%C5%9Fturulmas%C4%B1yla%20sonu%C3%A7la nm%C4%B1%C5%9Ft%C4%B1r) (Erişim Tarihi: 23.10.2023).

T.C. Dışişleri Bakanlığı (2023b). BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi. <https://www.mfa.gov.tr/bm-iklim-degisikligi-cerceve-sozlesmesi.tr.mfa> (Erişim Tarihi: 11.07.2023).

The National Environment Agency (2023). Waste Generation And Recycling Rates Increased In 2022 As Economic Activity Picked Up. <https://www.nea.gov.sg/media/news/news/index/waste-generation-and-recycling-rates-increased-in-2022-as-economic-activity-picked-up> (Erişim Tarihi: 19.05. 2023). UN (2022). The Sustainable Development Goals Report 2022. United Nations.

Vlachopoulos J., & Strutt D. (2003). Polymer processing. *Mater Sci Technol* 19(9), 1161–1169. doi:10.1179/026708303225004738

UNFPA (2022). World Population Trends. <https://www.unfpa.org/world-population-trends#readmore-expand>. (Erişim Tarihi: 13.10.2023).

Yaman, K., & Gül, M. (2018). Kuruluşundan Günümüze Avrupa Birliği'nin Çevre Politikası, Ekonomi. *İşletme ve Yönetim Dergisi*, 2(2), 198-217.

Enerjinin Tarihsel Gelişimi, Etkileri, Yenilenebilir

Enerji ve Türkiye'nin Enerji Durumu

Harun YAKIŞIK¹

Enerji tarihi, insanlığın enerji kaynaklarını keşfi ve kullanımı yolundaki evrimini anlatan önemli bir konudur. Enerji tarihi insanlık tarihiyle başlayan bir süreçtir. Tarihi süreç içerisinde insanlık her dönemde sürdürülebilir hayatlar için enerjiye ihtiyaç duymuştur. Bu bağlamda enerji tarihinin gelişimine insanlık tarihi açısından dönemler itibariyle baktığımızda “Prehistorik Dönem, Antik Dönem, Orta Çağ, Sanayi Devrimi, 20. Yüzyıl ve Günümüz” olarak sınıflandırabiliriz (Fleming ve Probert, 1984). Bu dönemlerin her birinde farklı enerji kaynaklarının kullanıldığı görülmektedir. Prehistorik dönemde insanların ateşi keşfettikleri, ateşi ısınma ve pişirme gibi temel ihtiyaçlarını karşılamak için odunu yakarak enerji ihtiyaçlarını karşıladıkları kayıtlara geçmiştir. Antik dönemde insanlar güneşin ısısını kullanarak suyu ısıtma veya tarımsal faaliyetlerde faydalanmayı öğrenmişlerdir. Bununla birlikte özellikle Mısırlılar rüzgâr gücünü yelkenli gemilerde kullanırken, Persler ise rüzgâr değirmenleri inşa etmişlerdir. Orta Çağ'a gelindiğinde ise insanlığın su gücünden faydalandıkları görülmektedir. Su değirmenleri tarım topluluklarında yaygın hale gelmiş ve nehirlerden sağlanan su gücü ile tahıl öğütme işlemlerini gerçekleştirmeye başlamışlardır (Smil, 1983). Sanayi devriminin yaygınlaştığı 18.yy. ve 19.yy'da kömür ve buhar makineleri başlıca enerji kaynağı haline gelmiştir. Ayrıca 19. yüzyılda petrol ve doğal gazın keşfi ile enerji üretiminde büyük bir devrim gerçekleşmiş; özellikle ulaşım sektöründe benzinli motorlar yaygınlaşmaya başlamıştır (von Tunzelmann, 1978; Moan ve Smith, 2007). Devam eden 20.yy'da ise enerji konseptinin tamamen değiştiği görülmektedir. Özellikle ikinci dünya savaşı sonrası nükleer enerjinin yaygınlaştığı belirgin hale gelmektedir. Daha sonraki süreçte fosil yakıtlarının karbon emisyonu, iklim değişikliği ve insan sağlığına olumsuz etkilerini azaltmak için güneş enerjisi panelleri ve rüzgâr türbinlerinin geliştirilmesiyle birlikte yenilenebilir enerjiye olan ilgi ve yatırımlar artmaya başlamıştır. Günümüzde ise sürdürülebilir enerji kaynaklarına dair bölgesel ve küresel iş birlikleri artmış; güneş, rüzgâr, hidroelektrik gibi kaynakların yanı sıra biyokütle ve jeotermal enerjide de yatırımlar hız kazanmıştır (Torrens, 1992: 245–262). Dolayısıyla enerji tarihi boyunca insanlar çeşitli kaynakları kullanarak yaşam standartlarını artırmışlar ancak bu süreç çevresel etkileri de beraberinde getirmiştir. Bu bağlamda günümüzde sürdürülebilirlik ön planda tutulmakta; fosil yakıt bağımlılığını azaltmak ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmek için küresel iş birlikleri ve yükümlülüklerin ülke politikalarının ajandalarına girmiştir.

¹ Prof. Dr., Çankırı Karatekin Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, haruny@karatekin.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9542-1614

Bu çalışmada enerjinin insanlık tarihi açısından önemi, yenilenebilir enerji kullanımının çevresel ve toplumsal etkileri, fosil yakıtları ve yenilenebilir enerji kullanımında öne çıkan ülkeler, Türkiye ve enerji boru hatları, Türkiye'nin son dönemde petrol ve doğal gaz arama çalışmaları ve Türkiye'nin son dönemde enerji depolama çalışmaları gibi konular ele alınacaktır.

Enerjinin İnsanlık Tarihi Açısından Önemi

Enerjinin insanlık tarihi açısından önemi, toplumsal, ekonomik ve teknolojik gelişmeler bağlamında değerlendirilebilir. Enerji, insanların yaşamlarını sürdürmeleri, toplumların gelişmesi ve medeniyetlerin ilerlemesi için temel bir gereksinimdir.

Enerjinin insanlık tarihinde oynadığı rolleri önemli gelişmeleri tetiklemesiyle açıklanabilir. Bu gelişmeleri enerji kullanımının sağladığı olumlu gelişmeler ve olumsuz gelişmeler olarak gruplandırmak mümkündür. *Olumlu gelişmeleri* beş başlık altında toplayabiliriz. **Birincisi**; enerji, tarımsal devrim alanında öne çıkmaktadır. Tarımsal üretimde enerji kaynaklarının kullanımı (örneğin, hayvan gücü veya su gücü) tarım devriminin gerçekleşmesinde kritik öneme sahiptir. Tarımda yaşanan gelişmelerin daha çok yerleşik hayata geçişle birlikte toplumların daha organize hale gelerek tetiklendiği bilinmektedir. Dolayısıyla yerleşik hayata geçişle birlikte daha verimli gıda üretimi neticesinde nüfus artışı hızlanmış ve şehirleşme artarak yeni mesleklerin doğmasını tetiklemiştir (Lichtfouse et al., 2009: 1-6). **İkincisi**; sanayi devriminin başlamasıyla enerji alanında önemli gelişmeler gerçekleşmiştir. Bu süreçte fosil yakıtlarının önemli kısmını oluşturan kömürün yaygınlaşması sanayileşmeyi hızlandırmış; atölye ve fabrikaların kurulma süreci hızlanmış ve makineleşmeyi artırmıştır. Bununla birlikte üretim yöntemleri değişmiş ve ekonomik büyümenin getirdiği kazançlar artmıştır (Cardwell, 1994). **Üçüncüsü**; enerjinin ulaşım ve iletişim alanında tetiklediği gelişmelerdir. Buharla çalışan motorların ve daha sonra içten yanmalı motorların icadıyla ulaşımda devrim niteliğinde olan gelişmelerdir. Bu bağlamda demirin ve demiryolları ağının yaygınlaşmasındaki önemi yadsınamaz. Bununla birlikte yelkenli gemilerin yerini alan buharlı gemi sektörünün gelişmesi, uluslararası ticaretin yaygınlaşmasına yol açmıştır. Elektriğin icadıyla enerji alanında gelişmeler hızlanmış, telgrafın icadı da eklenerek yeni iletişim araçları sektörü yaygınlaşmış; bu da bilgi akışını hızlandırmıştır (Cuma vd., 2016). **Dördüncüsü**; enerjinin modern hayatta tetiklediği gelişmelerdir. Elektriğin günlük yaşama girmesi aydınlatma, ısıtma ve birçok teknolojik cihazın kullanımına olanak tanımış; bu durum yaşam standartlarını önemli ölçüde yükseltmiştir (Rosenberg, 1998: 7-24). Diğer taraftan enerji kaynakları sağlık hizmetlerinin modernizasyonuna katkıda bulunmuş; hastaneler daha iyi ekipmanlarla donatılmaya başlanmış ve sağlıklı bireylerin yetişmesine katkı sağlayarak beşerî sermayenin gelişmesine önemli katkılarda bulunmuştur. **Beşincisi** ise enerjiye dayalı sanayiler gelişerek yeni iş fırsatların yaratılmasına olanak tanımıştır. Dolayısıyla bu süreç ülkelerin ekonomik büyümelerinde kayda değer gelişmelere katkı sağlamıştır (Kar ve Kınık, 2008).

Enerji kullanımının sonuçlandığı *olumsuz gelişmelere* bakıldığında çevresel bozulmalar bağlamında özetlenebilir. Bunlar ise ekonomik büyüme ve zenginleşmeyle ilintili olarak fosil yakıtlarına artan baskılar sonucu doğal kaynaklar aşırı kullanılmaya başlanmış, ekosistemin dengesi bozulmuş ve atmosferde sera gazlarının artmasına neden olmuştur. Bu süreç iklim değişikliğini tetiklemiş, doğal afetlerin şiddeti ve sıklık derecesini artırmış, ormansızlaşmayla birlikte çölleşmeyi artırmış ve biyolojik çeşitliliği azaltmıştır. Artan gıda riskleriyle birlikte gıda stokları azalmış, ekolojik göçler hızlanmış, artan kentleşmeyle birlikte kent merkezli çevresel sorunlar derinleşmiştir.

Fosil Yakıtları ve Yenilenebilir Enerji Kullanımında Öne Çıkan Ülkeler

Fosil kaynaklarının dağılımına, arzına ve enerji yollarına bakıldığında ülkeler ve kıtalararası eşit dağılmadığı bilinen bir gerçektir. Zengin petrol kaynaklarına sahip ülkeler Suudi Arabistan, Rusya, ABD, Irak ve İran gibi ülkelerin öne çıktığı görülmektedir. Bu ülkeler içerisinde Suudi Arabistan ve Rusya genellikle OPEC (Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü) içinde en büyük üretici konumundadır. OPEC ülkeleri dünya petrol arzında da önemli bir paya sahiptir. Doğal gaz açısından bakıldığında Rusya, ABD, Katar ve İran gibi ülkeler öne çıkmaktadır. Doğal gazın en büyük rezervlerine sahip ülke Rusya'dır. Ayrıca Katar da sıvılaştırılmış doğal gaz (LNG) ihracatında önde gelen bir ülke konumundadır. En çok kömür üreten ve tüketen ülkeler ise Çin, ABD ve Avustralya'dır (IEA, 2024 Raporu).

Yenilenebilir enerji alanında ise bazı ülkelerin öne çıktığı görülmektedir. Özellikle Çin dünyanın en büyük güneş enerjisi ve rüzgâr enerjisi üreticisi olduğu bilinmektedir. Dolayısıyla Çin yenilenebilir kaynakların toplam elektrik üretimindeki payını hızla artmaktadır (Zhao ve Luo, 2017: 48; Lo, 2014: 509). Bu alanda ikinci sırada olan ülke ABD'dir. Özellikle rüzgâr enerjisi kapasitesi bakımından öne çıkmaktadır. Diğer taraftan güneş enerjisinde de önemli bir gelişme göstermektedir. Yenilenebilir enerji geçişinin öncülerinden Almanya üçüncü olarak kendini göstermektedir. Özellikle güneş ve rüzgâr enerjisine büyük yatırımlar yapmaktadır. Hızla büyüyen yenilenebilir enerji sektörü ile Hindistan dikkatleri çekmektedir. Güneş enerjisi alanında önemli projeleri bulunmaktadır.

Avrupa'da rüzgâr gücü konusunda ve yenilenebilir kaynakların elektrik üretimi içindeki payını sürekli artıran ülkelerden biri Almanya diğer ise İspanya'dır. Fransa'nın ise nükleer enerji dışında, rüzgâr ve güneş enerjisinden elektrik üretimi hızla devam etmektedir. İsveç ise hidroelektrik santralleri ön planda olarak enerji ihtiyacının büyük kısmını yenilenebilir kaynaklardan karşılamaktadır. Diğer dikkatleri çeken ülke ise Danimarka'dır. Danimarka elektriğinin %40'tan fazlasını rüzgârdan elde etmektedir. Norveç ise hidroelektrik santralleri ile neredeyse tamamen yenilenebilir enerji üretiminde öne çıkmaktadır (IEA, 2024 Raporu).

Diğer taraftan Güney Amerika ülkelerinden Brezilya, özellikle hidroelektrik santralleri ülkenin elektrik üretiminin büyük bir kısmını gerçekleştirmektedir (Nagy ve Körmendi, 2012: 393).

Türkiye ve Enerji Boru Hatları

Türkiye'nin sahip olduğu jeostratejik konumunun verdiği avantajları kullanarak enerji üssü olmak için enerji boru hatları yatırımlarına büyük önem vermektedir. Petrol boru hatları açısından değerlendirildiğinde Batman-Dörtüol ham petrol boru hattı, 1967 yılında hizmete açılmış ve Türkiye'nin ilk ham petrol boru hattı olma özelliğine sahiptir. Bu hatla Türkiye Batman'da üretilen petrolü Dörtüol'a taşımaktadır. Diğer bir hat ise Bakü-Tiflis-Ceyhan (BTC) ham petrol boru hattıdır. İnşaatına 2003 yılında başlanmış ve 2006 yılında hizmete girmiştir. Azerbaycan'ın Bakü şehrinde başlayarak, Gürcistan üzerinden Türkiye'nin Ceyhan limanına ulaşan ve Hazar petrolerini dünya pazarına taşıyan bir hat olma özelliğine sahiptir (T.C. Enerji Bakanlığı, 2025a).

Türkiye'nin doğal gaz boru hatları değerlendirildiğinde öne çıkan doğal gaz boru hattı, Rusya-Türkiye doğal gaz boru hattıdır (Batı Hattı). Bu hattın inşasına 1986 yılında başlanmış ve 1987 yılında hizmete açılmış olan bu hat, Rusya'dan başlayarak Bulgaristan üzerinden Türkiye'ye doğal gaz taşıyan hattır. Diğer bir hat ise Mavi Akım doğal gaz boru hattıdır. 2001 yılında inşasına başlanıp 3003 yılında hizmete açılan hat, Rusya'dan Karadeniz altından Türkiye'ye doğrudan doğal gaz taşıyan deniz altı boru hattı olma özelliğine sahiptir. İran'dan Türkiye'ye doğal gaz taşıyan Doğu Anadolu doğal gaz ana iletim hattı 1996 yılında inşasına başlanmış ve 2001 yılında hizmete açılmıştır. Bakü-Tiflis-Erzurum (BTE) doğal gaz boru hattı ise 2004 yılında inşasına başlanıp 2007 yılında hizmete alınmıştır. Bu hat Azerbaycan'ın Şah Deniz sahasından çıkarılan doğal gazı Gürcistan üzerinden Türkiye'ye taşıyan hattır. Trans -Anadolu doğal gaz boru hattı (TANAP) ise 2015 yılında inşasına başlanıp 2018 yılında hizmete açılmış olan bu hat, Azerbaycan'ın Şah Deniz II sahasından çıkarılan doğal gazı Türkiye üzerinden Avrupa'ya taşıyan hattır (TANAP,2023; Erdağ,2013:875). Türk akım olarak bilinen doğal gaz boru hattı ise 2017 yılında inşasına başlanıp 2020 yılında hizmete başlamış ve Rusya'dan Karadeniz üzerinden Türkiye'ye ve buradan Avrupa'ya doğal gaz taşımaktadır (T.C. Enerji Bakanlığı, 2025a).

Diğer taraftan Kuzey akım projesi, Rusya'nın doğusunda bulunan gaz rezervlerini Avrupa'nın enerji piyasasına taşımak amacıyla geliştirilmiş bir doğalgaz boru hattı projesidir. Proje, özellikle Almanya, Danimarka, Hollanda ve diğer Avrupa ülkelerine doğrudan doğalgaz sağlamayı hedeflemektedir. Proje'nin ilk aşaması olan Kuzey Akım 1 boru hattı, 2011 yılında işletmeye alınmış ve Rus enerji şirketi Gazprom ile Avrupa'daki enerji firmaları arasında ortaklıkla gerçekleştirilmiştir. Kapasite olarak bakıldığında Kuzey akım 1 boru hattı, 55 milyar metreküp yıllık taşıma kapasitesine sahiptir. Kuzey akım 2 boru hattı da inşa edilmekteyken, bazı siyasi ve hukuki engeller nedeniyle proje tamamlanamamıştır. Bu hat Avrupa'nın doğalgaz arz güvenliğini artırmayı ve Rus gazının Uzak Doğu ve diğer pazarlara yönlendirilmesini azaltmayı hedeflemesi açısından stratejik bir öneme sahiptir. Ancak, proje özellikle jeopolitik tartışmalara da konu olmuştur ve bazı ülkeler projeye karşı çıkmıştır. 2022'de başlayan Rusya-Ukrayna savaşı sonucunda, Kuzey Akım boru hatlarının

durumu ve işleyişi üzerine birçok tartışma yaşanmıştır. Yaşanan bu savaşın etkisiyle Kuzey Akım 1'in faaliyeti çeşitli sorunlarla karşılaşmış ve Kuzey Akım 2'nin işletmeye alınması duraksamıştır (T.C. Enerji Bakanlığı, 2025a).

Türkiye'nin Son Dönemde Petrol ve Doğal Gaz Arama Çalışmaları

Türkiye, özellikle son yıllarda enerji politikalarını çeşitlendirmek ve dışa bağımlılığı azaltmak amacıyla yeni petrol ve gaz arama projelerine ağırlık vermiştir.

Petrol arama çalışmaları kapsamında Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Trakya Bölgesi, Karadeniz ve Akdeniz'de çalışmalarını yürütmektedir. Türkiye'nin geleneksel petrol üretim alanlarından biri olan Güneydoğu Anadolu Bölgesi, özellikle Batman, Diyarbakır ve Şırnak illerinde önemli arama ve üretim faaliyetleri sürdürülmektedir. Bu bölgede özellikle TPAO (Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı) öncülüğünde yürütülen çalışmalar devam etmektedir. Trakya'da da petrol arama faaliyetleri yoğunlaşmaktadır. Bu bölge hem karasal hem de kıyı bölgeleri açısından araştırma ve keşif çalışmalarına açık olduğu bilinmektedir. Türkiye, Karadeniz'deki doğal gaz keşiflerinin yanı sıra, Akdeniz'de de petrol arama ve keşif faaliyetlerine önem vermektedir. Türkiye, Akdeniz'in çeşitli bölgelerinde petrol ve doğal gaz arama ruhsatları vermekte ve bu alandaki faaliyetlerini artırmaktadır. Bu bağlamda Türkiye, enerji alanında çeşitli uluslararası şirketlerle iş birlikleri yaparak yatırımlarını artırmaktadır. Bu ortaklıklar, petrol arama faaliyetlerinin hızlandırılmasında önemli bir rol oynamaktadır. Bu kapsamda 2023 itibarıyla Türkiye'nin petrol üretiminde kısmi bir artış gözlemlenmiştir. TPAO, bazı yeni yatakların devreye girmesiyle birlikte üretim kapasitesini artırmayı hedeflemektedir. Türkiye bu çalışmalarını yerli ekipman ve teknoloji ile gerçekleştirmeye çalışmaktadır. Rezerv potansiyellerine bakıldığında Güneydoğu Anadolu Bölgesindeki petrol rezerv potansiyeli, Türkiye'nin toplam petrol rezervlerinin önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Ancak, keşif çalışmaları devam etmektedir. Karadeniz ve Akdeniz'de ise Türkiye'nin deniz alanlarında yapılacak olan araştırmaların rezerv potansiyeli belirleme çalışmaları devam etmektedir. Uzmanların öngörülerini doğrultusunda bu bölgelerde önemli rezervlerin bulunabileceği söylenebilir. Türkiye'nin yürüttüğü bu çalışmalar sonucunda keşfedilen ve halihazırda işlenen rezervlerin muhtemel etkilerine bakıldığında önemli sonuçlar şu şekilde değerlendirilebilir. Bu etkilerin ilk sonucu Türkiye'nin enerji dışa bağımlılığını azaltıcı yönde olabileceği yöndedir. Dolayısıyla petrol arama çalışmaları ile elde edilecek olan yerli üretim, Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığını azaltacaktır. Bu durum, Türkiye'nin enerji stratejisinde önemli bir değişim yaratma potansiyeline sahiptir. Yerli petrol üretiminin artması, Türkiye'ye ekonomik katkı sağlayacak, yeni istihdam olanakları yaratacak ve enerji maliyetlerinde potansiyel bir düşüşe yol açabilecektir. Diğer taraftan Türkiye'nin enerji üretiminde artış göstermesi, bölgedeki jeopolitik dengeleri etkileyebilir. Türkiye, enerji güvenliği açısından daha stratejik bir aktör konumuna gelebilir. Bununla birlikte petrol arama ve üretim faaliyetlerinin çevresel etkileri de göz önünde bulundurulmalıdır. Bu süreçlerin çevre dostu bir şekilde yönetilmesi, sürdürülebilirlik açısından önem taşımaktadır. Türkiye'nin petrol arama çalışmaları ve sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde petrol arama çalışmalarında elde edilen

ilerlemeler, enerji bağımsızlığı ve ekonomik kalkınma açısından umut verici bir durum oluşturmaktadır. Ancak, bu projelerin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için daha fazla araştırma, yatırım ve iş birliği gerekmektedir. Diğer taraftan bu sonuçların hane halklarının enerji faturalarına olumlu olarak yansıtılması hem enerji projelerine güveni artıracak hem de hane halklarının bütçelerine katkı sağlayacaktır (T.C. Enerji Bakanlığı, 2025b).

Türkiye'nin yeni doğal gaz rezerv arama çalışmaları 2020 yılında Sakarya gaz sahasının keşfiyle başlamıştır. Türkiye'nin Karadeniz'deki en büyük doğal gaz keşfi olarak öne çıkan Sakarya Gaz Sahası, 2020 yılında keşfedilmiş ve toplam rezervin yaklaşık 540 milyar metreküp olduğu tahmin edilmektedir. Türkiye, bu sahadan gaz çıkarmayı planlamakta ve üretim sürecini hızlandırmak için çeşitli adımlar atmaktadır. Marmara Denizi ve Ege Bölgesinde ise gaz arama ve araştırma çalışmalarına devam etmektedir. Ancak bu projelerin boyutu ve potansiyeli Sakarya Gaz Sahası kadar büyük olmasa da önemli bir potansiyele sahip olduğu tahmin edilmektedir. Dolayısıyla Sakarya Gaz Sahası'ndan elde edilecek doğal gaz, Türkiye'nin enerji güvenliğini artıracak ve dışa bağımlılığını azaltacaktır (T.C. Enerji Bakanlığı, 2025b). Bu durum benzer projelerle birleştiğinde Türkiye'nin enerji politikalarında önemli bir değişim yaratacağı tahmin edilmektedir. Doğal gaz çıkarımı ve işletilmesi Türkiye'ye doğrudan ekonomik katkı sağlayacak, yeni istihdam imkanları yaratacak ve enerji maliyetlerinde potansiyel düşüşe yol açabileceği tahmin edilmektedir (Tiftikçigil ve Yesevi, 2015: 23). Diğer taraftan Türkiye'nin enerji üretiminde artış göstermesi, bölgedeki jeopolitik dengeleri etkileme potansiyeline sahip olduğu tahmin edilmektedir. Dolayısıyla Türkiye hem enerji geçiş yolları açısından hem de enerji tedarik eden bir ülke olarak daha stratejik bir konuma geleceği belirtilebilir.

Türkiye'nin Son Dönemde Enerji Depolama Çalışmaları

Türkiye, enerji alanında son yıllarda önemli gelişmeler kaydetmiş ve enerji depolama sistemlerine yönelik projeler ve yatırımlar konusunda da çeşitli adımlar atmıştır. Bu kapsamda Türkiye'de kullanılan başlıca enerji depolama yöntemleri şu şekilde sıralanabilir (Fırat ve Fırat, 2017: 10-13).

Batarya Depolama Sistemleri: Lityum-iyon bataryalar, Türkiye'deki yenilenebilir enerji projeleri için en çok tercih edilen depolama sistemidir. Bu kapsamda Sakarya güneş enerjisi santrali 2022 yılında devreye alınan önemli projelerden biridir. Bu tesis toplam 5 MW batarya depolama kapasitesine sahiptir. Diğer depolama tesisi ise Kalyon Enerji'nin Bağlıca projesidir. 2021 yılında devreye sokulan proje, 1 GWh batarya depolama kapasitesine sahiptir. İzmir Aliağa'daki lityum iyon batarya projesi de Türkiye'nin önemli enerji depolama projelerinden biri olduğu söylenebilir (T. C. Cumhurbaşkanlığı Yatırım Ofisi, 2025; Kalyon Enerji, 2025).

Pompa Depolama Santralleri : Su seviyesini yükselterek enerji depolayan bu sistemler, Türkiye'de de kullanılmaktadır. Sakarya Pamukova pompa depolama santrali, 2000 MW kapasiteye sahip olan bu santral, Türkiye'nin önemli enerji depolama tesislerinden biridir. Diğer bir tesisi ise Karakaya pompa depolama santralidir. Bu santral, 1200 MW kapasiteye sahip ve enerji arz güvenliğini artırmada önemli rol oynamaktadır

(T. C. Cumhurbaşkanlığı Yatırım Ofisi, 2025).

Devam eden projelere bakıldığında Türkiye, 2023 itibarıyla yerli lityum iyon pil üretimine yönelmiştir. Bu projeler, özellikle elektrikli araç ve yenilenebilir enerji sistemleri için önemli bir adım olarak değerlendirilmektedir. Deva grup ve kalyon enerji iş birliği kapsamında enerji depolama sistemleri üzerinde çalışmalar devam etmekte olup bu projelerin hayata geçmesi durumunda Türkiye'nin batarya teknolojisi alanında rekabetçi hale gelmesine katkı sağlayacağı değerlendirilebilir (T. C. Cumhurbaşkanlığı Yatırım Ofisi, 2025).

Türkiye ayrıca hem doğal gaz hem de petrol için depolama sistemleri projelerini yürütmektedir. Bu projeler, enerji arz güvenliğini sağlamak ve fiyat dalgalanmalarını dengelemek için kritik öneme sahiptir. Bu depolama tesislerinden birincisi Silivri yeraltı doğal gaz depolama tesisidir. Tesisin kapasitesi 4,6 milyar metreküp olup Türkiye'nin en büyük yeraltı doğal gaz depolama tesisi olma özelliğine sahiptir. Diğer bir tesis ise Tuz Gölü yeraltı doğal gaz depolama tesisidir. Genişletme çalışmaları devam etmekle birlikte mevcut kapasitesi 1 milyar metreküptür. Tuz Gölü'nün altında bulunan bu tesiste tuz mağaralarında doğal gaz depolaması yapılmaktadır. Diğeri ise yeni bir yeraltı depolama projesi olan Tekirdağ doğal gaz depolama tesisinin kapasite 4 milyar metreküptür (BOTAŞ, 2025).

Petrol tesisleri olarak İskenderun ham petrol terminalidir. Ham petrol depolama ve tanker dolum tesisi olarak bu projenin kapasitesi 1,7 milyon metreküptür. Diğer bir ham petrol depolama tesisi ise Mersin terminalidir. Ham petrol depolama ve tanker dolum tesisi olan bu terminal, 2,6 milyon metreküp kapasiteye sahiptir. Diğer bir terminal ise Ceyhan ham petrol terminalidir. Terminalin kapasitesi 1,6 milyon metreküptür. Ham petrol işleme ve depolama tesisi olarak projelendirilen İzmir Aliğa rafinerisi ise 1,2 milyon metreküp kapasiteye sahiptir. Ham petrol işleme ve depolama tesisi olarak projelendirilen Tüpraş İzmit rafinerisi ise 1,1 milyon metreküp kapasiteye sahiptir (BOTAŞ, 2025).

Yenilenebilir Enerji Kullanımının Çevresel ve Toplumsal Etkileri

Yenilenebilir enerji kullanımını çevresel açıdan değerlendirdiğimizde, sürdürülebilir enerji kaynakları (güneş, rüzgâr, hidroelektrik, biyokütle vb.) fosil yakıtların aksine karbondioksit ve diğer sera gazı emisyonlarını önemli ölçüde azaltmaktadır. İklim değişikliği ile mücadelede bu yatırımların artırılması, çevresel bütünlüğü korumak için kritik öneme sahiptir. Dolayısıyla sürdürülebilir enerji kaynakları karbon salınımını azaltma potansiyeline sahiptir. Enerji güvenliği açısından baktığımızda, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, bir ülkenin enerji bağımsızlığını artırarak enerji güvenliğini sağlamaktadır. Fosil yakıtların ithalatına bağımlılık, enerji arzında kesintilere yol açabilmektedir (Gustav et al., 2008: 4048–4056). Dolayısıyla sürdürülebilir enerji yatırımlarının enerji güvenliği üzerinde önemli etkileri bulunmaktadır. Diğer taraftan sürdürülebilir enerji sektörü, yeni iş fırsatları ve ekonomik büyüme potansiyeli sunmaktadır. Bu alanda yapılacak yatırımlar, istihdamı artırmakta, yerel ekonomileri güçlendirmekte ve yenilikçi teknolojilerin gelişimini teşvik etmektedir.

Ayrıca yenilenebilir enerji, enerji erişiminin artırılmasına ve enerji fiyatlarının düşmesine katkı sağlamaktadır. Bu durum, özellikle düşük gelirli ülkeler için enerjiye erişimi kolaylaştırmakta ve sosyal eşitsizliği azaltmaktadır. Bu bağlamda göz önünde bulundurulması gereken diğer bir önemli konu ise sürdürülebilir enerji teknolojileri sürekli olarak gelişmektedir. Gelişmiş depolama çözümleri, akıllı şebekeler ve enerji verimliliği uygulamaları, bu alandaki yatırımları daha da cazip hale getirmektedir.

Eğer ülkelerin yenilenebilir enerji fırsatlarını değerlendirmede yaşayacakları gecikmeler daha derin olumsuz sonuçların doğmasına sebep olacaktır. Ayrıca fosil yakıtların kullanımında ısrar edilmesi iklim değişikliği, hava kirliliği ve çevresel tahribat gibi olumsuz sonuçları artıracaktır. Eğer teknolojik ilerlemelerin getirdiği fırsatlar da düşünüldüğünde yenilenebilir enerjiye hızlı dönüşler enerji türlerinin verimliliğini artırarak enerji maliyetlerinin azalmasına da katkı sağlayacaktır. Diğer taraftan enerji verimliliğinin artırılması hem enerji tasarrufu sağlayacak hem de enerji tüketimini azaltan önemli etkiler doğuracaktır. Bu bağlamda politika yapıcılarının temiz enerji politikaları oluşturarak yenilenebilir enerji yatırımlarını teşvik etmek; karbon salınımı hedeflerini belirleyerek fosil yakıt kullanımını azaltmaya yönelik adımlar atması önemli hale gelmektedir (Bayraç, 2011: 43). Ülkelerin yenilenebilir enerji politika ve dönüşümlerinin başarı şansının toplumların yenilenebilir enerji kullanımı konusunda bilinçlenmeleriyle doğru orantılı olduğu bilinmektedir. Çünkü toplumun bilinçlendirilmesi de sürdürülebilir enerjinin benimsenmesinde kritik bir rol oynamaktadır. Eğitim programları ve kampanyalar aracılığıyla bireylerin daha çevre dostu seçimler yapmaları teşvik edilmelidir. İnsanlık tarihindeki enerji kullanımı dönem dönem evrilmiş olsa da günümüzde karşılaşılan zorluklar yeni çözümler geliştirmeyi zorunlu kılmaktadır. Sürdürülebilirlik ilkesi doğrultusunda atılacak adımlar hem çevresel dengeyi korumak hem de gelecek nesiller için temiz bir dünya bırakmak adına büyük önem taşımaktadır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının olumlu etkilerine rağmen Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) tahminlerine göre 2035 yılında sanayinin kullanacağı enerji dağılımının yüzdeleri Tablo 1’de gösterilmektedir. Bu verilere göre petrol ve kömür gibi fosil yakıtlarının sanayide kullanım payları 2035 yılında yüzde 48’lerde olacağı tahmin edilmektedir. Bu veriler yenilenebilir enerjiye hızlı bir dönüşümün yaşanması gerektiğini açıkça göstermektedir.

Tablo 1. Endüstrinin Enerji Kaynakları (2035-%)

Enerji Kaynakları	Yüzde Payları (%)
Petrol	26
Elektrik	23
Kömür	22
Gaz	16
Biyokütle ve atık	8
Isı (Sıcaklık)	3

Kaynak: IEA

Toplam enerji üretimi içerisinde yenilenebilir enerji payının artırılmasıyla birlikte ekosisteme salınan karbon emisyonlarının azaltılması süreci hızlanacak ve enerjinin iklim değişikliğine olumlu katkıları sağlanmış olacaktır. Dolayısıyla daha yaşanabilir bir dünya hedeflerine ulaşma süreci hızlanarak 2050 sıfır karbon emisyonu hedeflerine yaklaşma şansı artacaktır. Bu bağlamda ülkelerin yenilenebilir enerji projelerine büyük yatırımlar yaptığı görülmektedir. Diğer taraftan yenilenebilir enerjinin sürekliliğini sağlamak için batarya teknolojilerindeki ilerlemeler önem kazanmaktadır. Özellikle lityum iyon bataryalar ile yeni nesil depolama çözümlerinin artması dikkat çekmektedir. Ayrıca yerleşim yerlerindeki binalarda ve sanayide enerji verimliliğini artırmak için akıllı teknoloji uygulamaları yaygınlaşmaktadır. Akıllı şebeke sistemlerindeki artışlarla da enerji tüketimi optimize edilmiş olacaktır. Bununla birlikte inşa edilen bina ve konutların daha az enerji tüketen malzemelerle inşa edilmesi, mevcut binalarda ısı yalıtım sistemlerinin yaygınlaştırılması enerji kullanımını verimli hale getirecektir. Dolayısıyla çok sayıda ülke iklim değişikliği hedeflerine ulaşmak için karbon nötr olma politikalarını geliştirdiği görülmektedir. Özellikle karbon emisyonunu azaltmak için “Karbon Yakalama Teknolojileri (CCS)” geliştirilmektedir. Ayrıca küçük modüler reaktörler (SMR) gibi yeni nesil nükleer teknolojiler, güvenli ve sürdürülebilir bir enerji kaynağı olarak yeniden değerlendirildiği görülmektedir (IEA, 2020). Çünkü artan nüfusla birlikte hem elektrikli ev aletlerine olan talebin artması hem de elektrikli araçların yaygınlaşmasıyla birlikte elektrik talebi artacağından yeni ve güvenli sistemlerini geliştirilmesi önem arz etmektedir. Yeşil hidrojen kapsamında fosil yakıtlar yerine hidrojenin kullanımının artması beklenmektedir. Yeşil hidrojene geçişin hızlanmasıyla birlikte temiz enerji üretiminin destekleneceği görülmektedir (Kurtuluş vd., 2006: 461). Enerji kullanımında verimliliği artıracak diğer gelişmelerin de dijitalleşme ve yapay zekâ alanlarındaki gelişmelerle artacağı beklenmektedir. Çünkü bu sayede kaynak kullanımı optimize edilmiş olacaktır.

Sonuç olarak enerjinin geleceği, sürdürülebilirlik hedefleri doğrultusunda dönüşüm geçirirken aynı zamanda ekonomik büyüme ile çevresel koruma arasında bir denge kurmayı amaçlamalıdır. Bu sürecin etkin bir şekilde yürütülmesinde kamu politikaları, özel sektör yatırımları ve toplumsal farkındalık büyük rol oynayacağı öne çıkmaktadır.

Sonuç

Enerji tarihi, insanlığın enerji kaynaklarını keşfi ve kullanımı yolundaki evrimini anlatan önemli bir konudur. Enerji tarihi insanlık tarihiyle başlayan bir süreçtir. Tarihi süreç içerisinde insanlık her dönemde sürdürülebilir hayatlar için enerjiye ihtiyaç duymuştur. Nüfusun artışıyla birlikte yeni enerji kaynaklarına olan ihtiyaçların da arttığı bilinen bir gerçektir. Çünkü enerji, bir ülkenin ekonomik, sosyal ve teknolojik gelişiminin temel unsurlarından biridir. Son dönemlerde fosil kaynaklı enerji rezervlerindeki azalışlar ve karbon emisyonlarının azaltılmasına dair yükümlülükler ülkeleri yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırım yapmaya

zorladığı görülmektedir. Dolayısıyla ülkelerin sürdürülebilir bir şekilde büyümesi ve refah seviyesinin artması, büyük ölçüde enerji kaynaklarının etkin kullanımı ile doğrudan ilişkilidir. Bununla birlikte ülkelerin, sanayi üretimini, tarım faaliyetlerini ve hizmet sektörünü sürdürülebilir enerji kaynaklarıyla gerçekleştirmesi önem arz etmektedir. Çünkü güçlü ve sürdürülebilir enerji kaynakları, sanayi tesislerinin verimliliğini artırır ve yeni iş alanlarının yaratılmasına yardımcı olacağı belirtilebilir. Böylece yenilenebilir enerji kaynakları, ekonomik faaliyetleri artırarak, yeni iş imkanlarının artmasına, dolayısıyla sosyal refahın yükselmesine katkı sağlar. Fosil enerji kaynaklarına (kömür, petrol, doğalgaz) bağımlılığın maliyet artırıcı etkisi olduğu gibi olumsuz çevre sonuçları doğurucu etkisi kaçınılmaz hale gelme riski bulunmaktadır. Dolayısıyla yenilenebilir enerji kaynakları (güneş, rüzgar, hidroelektrik gibi) bu bağımlılığı azaltarak çevresel sürdürülebilirliğe katkıda bulunacağı açıktır. Bu bağlamda ülkelerin yenilenebilir enerji dönüşümlerini sağlaması, iklim değişikliği ile mücadelede kritik öneme sahiptir. Ayrıca enerji sektörü, teknolojik yenilikler için itici güce sahiptir. Özellikle enerji depolama çözümleri, akıllı şebekeler ve enerji verimliliği teknolojileri gibi alanlarda yapılacak yenilikler, ülkelerin küresel rekabet avantajı kazanmalarına katkı sağlayacaktır. Diğer taraftan enerji kaynaklarının güvenli ve sürdürülebilir bir şekilde sağlanması, ekonomik istikrarı ve sosyal huzuru doğrudan etkileyeceği açıktır. Günümüzde olduğu gibi gelecekte de enerji bağımsızlığı kazanan ülkeler, dışa bağımlılıklarını azaltarak uluslararası ilişkilerinde daha güçlü bir konuma gelecekleri belirtilebilir. Yenilenebilir enerji alanında sağlanan avantajlar sadece ekonomik açıdan değil aynı zamanda toplumun refah düzeyini de etkileyen bir unsur olarak görülmektedir. Yenilenebilir ve güvenli enerjiye ulaşımın artması, toplumun eğitim, sağlık ve diğer sosyal hizmetlerin kalitesini artıracığından, genel yaşam standartlarını artırmada önemli katkıları olacaktır.

Yenilenebilir enerji dönüşümlerini Türkiye açısından değerlendirildiğinde doğrudan ve dolaylı olarak birçok iş fırsatı yaratacağı açıktır. Yenilenebilir enerji projeleri, mühendislik, üretim, montaj ve bakım gibi alanlarda yeni istihdam olanaklarının artmasına katkı sunacaktır. Dolayısıyla istihdam oranlarının artmasına ve toplumsal kalkınmaya katkıda sunacağı açıktır.

Diğer taraftan Türkiye'nin sahip olduğu enerji hatları sadece ulusal ekonomik çıkarlar için değil, aynı zamanda Avrupa'nın enerji güvenliği açısından da kritik öneme sahiptir. Türkiye hem doğalgaz hem de petrol arzında köprü işlevini sürdürerek uluslararası ticaretin önemli bir parçası haline gelecektir. Bu değerlendirmeler ışığında Türkiye'nin enerji politikaları ve projelerini verimli ve etkin biçimde sürdürmesi önemli hale gelmektedir.

Kaynaklar

- Bayraç, H. Naci (2011). Küresel Rüzgar Enerjisi Politikaları ve Uygulamaları, *Uludağ Journal of Economy and Society*, 30 (1), s. 37-57.
- BOTAŞ. (2025). <https://www.botas.gov.tr/Sayfa/marmaraereglisi-Ing-terminali/20> (Erişim Tarihi: 14.02.2025)
- Cardwell, D. (1994). *The Fontana History of Technology*, Fontana Press, London.
- Cuma, M. U., Cengiz, A. H., & Tümay, M. (2016). Çukurova Üniversitesinde Kentsel Elektrikli Araç Ulaşımı ve Şarj İstasyonu Uygulama Simülasyonu. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 31(2), 343-354. <https://doi.org/10.21605/cukurovaummfd.310314>
- Fırat, S. Ü. ve Fırat, O. Z. (2017). Sanayi 4.0 Devrimi Üzerine Karşılaştırmalı Bir İnceleme: Kavramlar, Küresel Gelişmeler ve Türkiye. *Toprak İşveren*, 114, 10-23. Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/Seniye_Firat/publication/318316976_
- Fleming, P.D., Probert, S.D. (1984). The evolution of wind-turbines: an historical review. *Appl Energy*;18:163e77.
- Gustav R., Anne H., Thomas F., Christian P., Felipe T., Reinhard H. (2008). Potentials and prospects for renewable energies at global scale, *Energy Policy* 36, 4048–4056
- IEA Raporu, (2024). <http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2024/weo2004.pdf.s.59> (Erişim Tarihi 12.01.2025)
- IEA. (2020). International Energy Agency. Energy Technology Perspectives 2020, Special Report on Carbon Capture Utilisation and Storage. <https://doi.org/10.1787/208b66f4-en>
- IEA. World energy outlook. Paris. (2010). IEA/OECD.
- Kalyon Enerji. (2025) <https://www.kalyonenerji.com/tr/haber-detay/enerji-ve-tabii-kaynaklar-bakani-sayin-alparslan-bayraktar-ve-hazine-ve-maliye-bakani-sayin-mehmet-simsek-kalyon-karapinar-gesi-ziyaret-etti> (Erişim Tarihi: 21.01.2025)
- Kar, M. ve Kınık, E. (2008). Türkiye’de Elektrik Tüketimi Çeşitleri ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Ekonometrik bir Analizi, *Afyon Kocatepe Üniversitesi İİBF Dergisi*, 10(11), 333-353.
- Kurtuluş, G., Tabakoğlu, F. Ö., ve Türe, İ. E. (2006). Türkiye’de Hidrojen Enerjisi Çalışmaları ve Unido-Ichet, Türkiye 10. Enerji Kongresi.
- Lichtfouse E., Navarrete M., Debaeke P., Souchère V., Alberola C., Ménéassieu J. (2009) A review, *Agron.*

Sustain. Dev. 29, 1–6.

- Lo, Kevin (2014), A Critical Review of China’s Rapidly Developing Renewable Energy and Energy Efficiency Policies, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 29, p. 508-516.
- Moan, J.L., Smith, Z.A. (2007). *Energy Use Worldwide: A Reference Handbook*. ABCCLIO, Santa Barbara, CA.
- Nagy, Karoly ve Körmendi, Krisztina (2012), Use of Renewable Energy Sources in Light of the “New Energy Strategy for Europe 2011-2020, *Applied Energy*, 96, p. 393-399.
- Rosenberg, N. (1998). The Role of Electricity in Industrial Development, *The Energy Journal*, 19, 7-24.
- Smil, V. (1983). *Biomass Energies: Resources, Links, Constraints*. Plenum Press New York.
- T. C. Cumhurbaşkanlığı Yatırım Ofisi (2025). Türkiye’nin En Büyük Şebeke Ölçekli Enerji Depolama Projesi <https://www.invest.gov.tr/tr/news/news-from-turkey/sayfalar/turkiye's-largest-grid-scale-energy-storage-project-to-be-launched-in-tekirdag.aspx> (Erişim Tarihi: 14.02.2025)
- T. C. Enerji Bakanlığı. (2025a). Boru Hatları ve Projeleri. <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-transit-boru-hatlari> (Erişim Tarihi: 14.02.2025)
- T. C. Enerji Bakanlığı. (2025b). Enerjide Arama Etkinlikleri ve Belgeler <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerjide-arama-etkinlikleri-ve-belgeler> (Erişim Tarihi: 14.02.2025)
- Tiftikçigil, Burcu ve Yesevi, Çağla (2015), Türkiye’nin Enerji Görünümü Stratejiler ve İlişkiler, Derin Yayınları, İstanbul.
- Torrens, H.S. (1992). A study of failure with a successful innovation: Day, Joseph and the 2-stroke internal-combustion engine. *Social Studies of Science* 22 (2), 245–262.
- Trans Anadolu Doğalgaz Hattı Projesi (TANAP). <http://www.tanap.com/wp-content/uploads/2023/03/liflet.pdf>.
- von Tunzelmann, G.N. (1978). *Steam Power and British Industrialization to 1860*. Oxford University Press, Oxford, UK.
- Zhao, Xu ve Luo, Dongkun (2017), Driving Force of Rising Renewable Energy In China: Environment, Regulation and Employment, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 68, p.48-56.

Akıllı Şebekeler ve Dijital Enerji Yönetimi:

Geleceğin Akıllı Şehirleri

Gökçen BAYRAM¹

Hızlı kentleşme ve artan kent nüfusu kentte yaşayanların enerjiye erişim, ulaşım, tüketim ihtiyaçlarının karşılanması, hizmetlerin sağlanması gibi konularda sorunlar yaşamaması için etkin bir şehir yönetimi politikalarına ihtiyaç duymaktadır. Akıllı şehir sistemi yaşanabilecek sorunların önlenmesi ve sorunlar ile karşılaşıldığında hızlıca çözümler üretilebilmesi adına girişimleri bulunan şehir modelidir (Türkiye Cumhuriyeti Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2025).

Akıllı şehirler bilgi ve iletişim teknolojileri ile nesnelerin interneti ağına bağlı çeşitli unsurları bir araya getirerek şehirde olan ve şehir sakinlerini ilgilendiren bütün özellikleri ve hizmetleri entegre etmeyi hedefler. Bu modelde hizmetler ve kaynakların verimli bir şekilde yönetilmesi ve kullanılması önemlidir. İnsanlar, sağlık hizmetleri, eğitim, ulaşım, binalar, sanayi kuruluşları, kamu hizmetleri, çevre faaliyetleri, ticari işlemler, su dağıtımı, elektrik enerjisi dağıtımı, atık yönetimi, güvenlik, kültür aktiviteleri gibi toplumu ilgilendiren bütün alanların izlenmesi ve hizmetlerin sürdürülebilirliği için analizlerin yapılması bu sistemin amaçlarıdır (Neffati vd. 2021).

Karbondioksit, metan ve diazot monoksit gibi atmosferik gazlar sanayi devrimini takip eden yıllardan günümüze kadar olan yıllarda fosil yakıt kullanımına dayalı olarak %40 artış göstermiştir. Küresel elektrik enerjisi tüketimi her yıl yaklaşık olarak %3 oranında artmakta ve şehirlerin küresel enerjinin neredeyse %75'ini tükettiği tahmin edilmektedir. Şehirde yaşayan insan sayısı arttıkça elektrik enerjisine olan talep de artmaya devam edecek bununla birlikte kömür, petrol ve gaz gibi fosil yakıtlara dayalı enerji kaynaklarının kullanımı da artacaktır (Bachanek vd., 2021).

Çevre kirliliği de çevresel duyarlılıkları ve farkındalıkları artırmıştır. Fosil yakıt kaynaklı CO2 ve diğer zehirli gazların açığa çıkması doğaya zararlı olduğu gibi insan sağlığına da zararlıdır. Halk sağlığına duyulan hassasiyet de enerji ve yakıt tasarruflarının önceliklendirildiği akıllı şehirlere duyulan önemi artırmaktadır. Şehir içinde her geçen gün azalan yeşil alanlar da çevresel duyarlılığın bir başka unsurudur. Temiz hava, temiz çevre, temiz su kaynaklarına erişim isteği akıllı şehirlere olan ilgiyi de artırmıştır.

Akıllı şehirlerin temel amacı, teknolojiyi şehir yönetimi ve düzeni için gerekli olan tüm süreçlerde kullanarak çevresel, sosyal ve ekonomik sürdürülebilirliği sağlamak ve şehirleri daha yaşanabilir hale getirmektir. En son

¹ Dr., Marmara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, gknbayram85@gmail.com, ORCID:0000-0001-8892-1020.

ve gelişmiş teknolojiler ile donatılan akıllı şehirlerde enerji verimliliği de dikkate alınmalıdır. Akıllı şehirlerde elektrik enerjisine doğrudan insan müdahalesinin minimum seviyede olduğu ve dijital teknolojiler ile kendini yöneten sistemler önem kazanmaktadır (Almihat vd., 2022).

Akıllı Şehir Kavramına Yönelik Farklı Tanımlar

Akıllı şehir kavramına dair çeşitli tanımlar bulunmaktadır. Bu tanımlardan bazıları enerji dönüşümü ve sürdürülebilirlik kapsamında oluşturulmuştur. Çevresel kirlilik ile ilgili farkındalığın artması doğrultusunda kentlerde yaşayanlar gerek yerel yönetimlere gerek merkezi yönetimlere çeşitli baskılar yapmaktadır. Karbon emisyonlarını azaltma ve enerji verimliliği yönetimlerin üzerine çalıştığı konulardır. Örnek olması adına Amsterdam Belediyesi, akıllı şehri “yenilikçi teknolojiler kullanan ve iklim hedefleri doğrultusunda enerji tüketimiyle ilgili davranış değişikliklerini teşvik eden şehir” olarak tanımlamaktadır (Macaluso vd., 2023).

Bir başka tanıma göre akıllı şehirler bazı sektörler veya bazı alanlar ile sınırlandırılmamalı kentlerde yaşayan tüm insanları ve tüm sektörleri kapsamalıdır. Avrupa Komisyonu ise akıllı şehirleri şu şekilde tanımlamaktadır: “Akıllı şehir, geleneksel altyapı ve hizmetlerin dijital çözümlerle daha verimli hale getirildiği, sakinlerine ve işletmelere fayda sağlayan bir yerdir.” (Macaluso vd., 2023).

Teknolojinin yoğun olarak kullanıldığı akıllı şehirleri tanımlayan yedi özellik aşağıdaki gibi açıklanabilir (Macaluso vd., 2023):

Kentte yaşayanların yaşam kalitesini artırmayı amaçlayan ve bu amacı başarmak için altyapı ve hizmetleri birbirine bağlayan bilgi ve iletişim teknolojilerinin yaygın olarak kullanılması.

Kentte yaşayanların sağlık, ulaşım ve enerji sorunlarını ortadan kaldırarak refahın artırılması için teknolojinin kullanılması.

Kentte yaşayanların kentin yönetilmesi ve geliştirilmesi adına fikirlerini dile getirebildiği açıklığın ve katılımın sağlanması.

Şehri en iyi şekilde yönetebilmek adına sensörler ile gerçek zamanlı olarak veriyi toplama ve veriyi analiz etmek.

Kamu, sanayi ve şehirde yaşayanların bir araya geldiği ve iş birliklerinin sağlandığı iş ortamlarının oluşturulması.

Eğitim programları ve sosyal paylaşım ortamları oluşturularak şehirde yaşayanların şehir sorunlarına çözüm üretmesine katılım sağlamalarının desteklenmesi.

Şehir yaşamının çevre üzerinde meydana getirdiği olumsuz etkileri azaltmak amacıyla sürdürülebilirlik hedeflerinin yerine getirilmesi.

Şekil 1. Akıllı şehir özellikleri (Macaluso vd., 2023).



Şekil 1. Akıllı şehir özellikleri (Macaluso vd., 2023’den alıntılanmıştır).

Şekil 1’de ekonomik ve çevresel olarak daha sürdürülebilir ve şehirde yaşayanların daha yaşanabilir bir ortamda yaşamalarını amaçlayan akıllı şehir kavramının beş temel bileşeni gösterilmektedir. Teknolojinin kullanımı ve veriye ulaşımın sağlanıp analizlerin yapılması beş temel bileşenin birbirleriyle olan entegrasyonunu sağlamak adına önemli bir yer tutmaktadır.

Akıllı şehirlerin sürdürülebilir ve verimli olarak yaşanabilir olmasında aşağıdaki özellikler önemlidir (Kozłowski & Suwar, 2021):

Akıllı Ekonomi: Bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanıldığı, e-ticaret ve e-iş modellerinin geliştirildiği, yenilikçi fikirlerin, yeni ürün ve hizmetlerin ortaya çıktığı bir ekonomi modelidir.

Akıllı İnsan: Bilgi ve iletişim teknolojileri ile şehirde yaşayanların inovasyon yeteneklerinin artırılması, eğitim ve öğretim araçlarına kolaylıkla ulaşılması, dünyadaki yeniliklere erişilmesi ve dünya geneli ile iletişim kurulması sağlanır.

Akıllı Yönetim: Bilgi ve iletişim teknolojilerinden faydalanarak e-devlet uygulamaları, şehirde yaşayanların aldığı hizmet kalitesini iyileştirmek, verimli kamu yönetimi ve vatandaşların şehir yönetimine katkıda bulunması olarak özetlenebilir.

Akıllı Hareketlilik: Bilgi ve iletişim teknolojileri sayesinde ulaşım hizmetlerine erişebilirlik ve ulaşım araçlarının sürdürülebilirliği olarak özetlenebilir.

Akıllı Çevre: Bilgi ve iletişim teknolojileri şehirdeki doğal yaşamın sürdürülebilirliğini sağlar. Atık yönetiminin etkinliği, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, kirliliğin önlenmesi, yeşil alanların korunması hedeflenmektedir.

Akıllı Yaşam: Bilgi ve iletişim teknolojileri ile şehirde yaşayanların sosyal girişimlerden haberdar

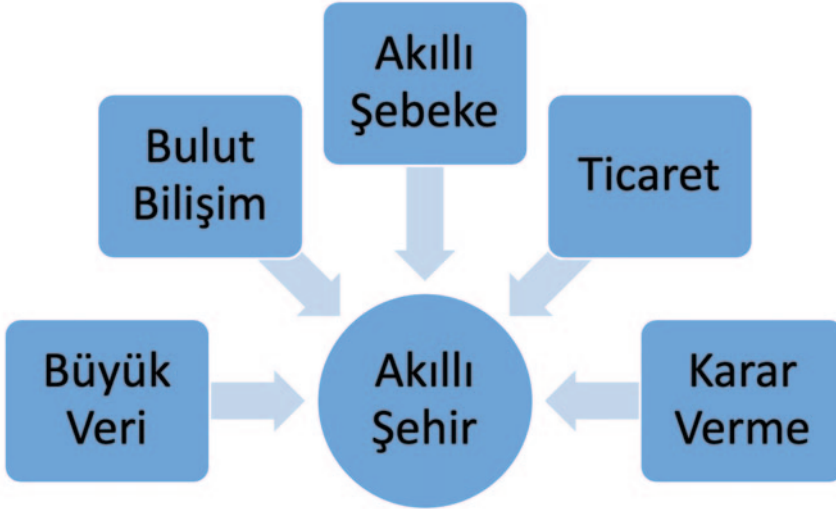
olması sağlanır. Vatandaşların güvenliği ve sağlığı öncelikli amaçlar arasındadır. Eğlence aktiviteleri, kültür etkinlikleri, turizmin desteklenmesi gibi özellikler de akıllı yaşam çerçevesinde sayılmaktadır.

Dijital Enerji Yönetimi ve Teknoloji

Günümüzde kullanılan enerji yönetim uygulamaları ağırlıklı olarak yerel izleme ve kontrol sistemlerine bağlıdır. Bu durumda ölçeklenebilirlik ve gerçek zamanlı yanıt verme kabiliyeti zorlukları ortaya çıkar (Alijoyo vd., 2024).

Geleneksel elektrik şebekeleri ile elektrik dağıtımının verimli ve güvenli bir şekilde gerçekleştirilmesinde zorluklar ile karşılaşmaktadır. Makine öğrenimi, yapay sinir ağları ve genetik algoritmalar gibi yapay zeka tekniklerinin uygulandığı akıllı şebekeler aracılığı ile elektrik dağıtımının verimliliği ve güvenliği sağlanmış olur. Yapay zeka teknolojilerinin gerçek zamanlı izleme ve şebeke performansını en iyilemesi karşılaşılan sorunların önüne geçebildiği gibi üretilen elektriğin kayıp ve kaçığından kaynaklı maliyet sorununu da ortadan kaldırır (Marques & Oliveira, 2024).

Akıllı şehirler için enerjinin güvenliği ile enerji dağıtımında kesintilerin ve kayıpların önüne geçilmesi kritik bir rol oynamaktadır. Yerel ve dağıtık olan enerji altyapısının entegrasyonu, artan enerji talebini karşılamak, enerji üretiminden kaynaklı çevreye zararlı gazların salınmasının önüne geçilmesi ve yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisinin üretilmesinin teşvik edilmesi için teknolojiden faydalanılmaktadır.



Şekil 2. Akıllı Şehirlerde enerji sistemleri bileşenleri (Kim vd., 2021'den alıntılanmıştır).

Şekil 2'de akıllı şehirlerdeki enerji sistemlerinin bileşenleri görülmektedir. Akıllı şebekeler dağıtılmış enerji sisteminin ve iletişim teknolojilerinin gelişmesi sonucunda merkezi olmayan ve dijitalleşmeye dayalı bir sistem olarak tanımlanabilir. Akıllı şebekeler sayesinde dağıtılmış yani merkezi olmayan enerji sistemlerinin

entegrasyonu sağlanır. Ticaret bileşeni enerji kaynakları tarafından fazla üretilen ki genellikle yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen enerjinin ana şebekeye satılarak ekonomik fayda elde etmesini tanımlar. Dijital teknolojiler sayesinde her tüketicinin arz ve talebi belirlenerek üretilecek enerji miktarı kontrol edilir. Karar verme süreci oldukça karışık bir süreçtir. Bilgi ve iletişim teknolojileri aracılığı ile daha tutarlı kararlar verilebilir. Bulut bilişim ile farklı yerlerden verilere kolaylıkla ulaşılarak veriler hızlıca işlenebilir ve böylece zamandan, maliyetten ve işgücünden tasarruf edilir. Büyük veri sayesinde yapay zeka teknolojilerinden verimli olarak faydalanılır ve akıllı şehirlerde karşılaşılabilecek olası sorunlara karşı analizler yapıp önlemler alınabilir (Kim vd., 2021).

Enerji tüketimi esnasında dikkate değer miktarda enerji de israf edilmektedir. Akıllı enerji uygulamaları ile enerji üretimi, dağıtımı ve tüketimi izlenerek etkili bir enerji yönetimi gerçekleştirilebilir. Akıllı enerji sistemleri enerji verimliliğini artıracaktır. Bunun için de akıllı enerji çözümleri uygulanmalıdır. Yıkıcı teknolojiler olarak da adlandırılan ve akıllı enerji sistemlerinin geliştirilmesinde etkili olan teknolojiler şekil 3'te gösterilmiştir. Vurgulanması gereken önemli teknolojik araçlardan biri nesnelere internetidir. Enerji yönetim sistemlerinin geliştirilmesinde ve devamlılığının sağlanmasında önemli bir konuma sahiptir. Enerjinin üretilmesi, dağıtılması ve tüketilmesi süreçlerinin her aşamasında yer alarak verimliliği ve sürdürülebilirliği sağlamaktadır (Mishra & Sing, 2023).



Şekil 3. Enerji sektöründe kullanılan teknolojiler (Mishra & Sing, 2023'den alıntılanmıştır).

Şekil 3'te yer alan teknolojiler aşağıda açıklanmıştır (Mishra & Sing, 2023):

6G Nesnelere İnterneti: Nesnelere interneti ile 5G ağların birleşimi 6G gibi yeni nesil kablosuz iletişim teknolojilerinin enerji verimliliğinde etkili olmasını sağlayacaktır. Bu teknolojinin en önemli katkısı akıllı şebekelerin geliştirilmesidir. Bir diğer alan da akıllı binalardır. Konutların ısıtma, soğutma, aydınlatma, elektrikli ev aletlerinin çalışması gibi enerji kullandığı alanlarda enerji güvenliği ve enerji verimliliği sağlanır. Sanayi sektöründe endüstriyel süreçlerde sensörler ile veriyi izleyerek verimliliğin

artırılmasını sağlar. Boru hatları ve enerji şebekelerinin de altyapılarının güvenilirliği ve verimliliği sağlanır.

Yapay Zeka: Yapay zeka teknolojileri geçmiş enerji tüketim verilerinden yola çıkarak enerji talebini tahmin edebilir. Enerji şirketleri bu talebe yönelik üretim yaparlar. Yenilenebilir enerji kaynaklarının yönetilmesini, bu kaynaklardan rüzgar ve güneş enerjisinin kısıtları doğrultusunda enerji üretilmesini ve dağıtım stratejilerini gerçekleştirir. Hava durumu ve piyasada oluşa fiyatlandırmalar doğrultusunda yeni oluşacak fiyatlandırmaları öngörebilir.

Büyük Veri: Akıllı sensörler, bilgi teknolojileri ve nesnelerin interneti teknolojileri devasa miktarda veri üretmektedir. Sağlıklı kararlar alınması, enerji verimliliği, yönetimin tutarlılığı, talep ve üretim tahminlerinin yapılması için büyük veriden analiz yapılması önemlidir. Büyük verinin analizi için yapay zeka, makine öğrenimi, derin öğrenme gibi yöntemler kullanılmaktadır.

Bulut Bilişim: Büyük verinin işlenmesi, verinin hesaplanması ve analizi için faydalar sağlar. Bulut bilişim donanım, yazılım ile internet ve iletişim protokollerini biraraya getirir. Donanım maliyetlerini düşürmek, büyük verinin güvenli bir şekilde depolanması, coğrafi olarak farklı konumlarda bulunan kullanıcıların erişimi bulut bilişimin en önemli özellikleridir.

Sis Bilişim: Bu teknoloji akıllı şebekeler tarafından üretilen büyük miktardaki veriyi yönetmeye yardımcı olur. Enerji tüketimi, hava durumu ve elektrik enerjisi üretim verileri gibi verileri bulundurarak elektrik kesintileri ve acil durumlarda hızlı müdahaleyi sağlar.

Kuantum Bilişim: Kuantum bilgisayarlar enerji talebini doğru ve tutarlı olarak tahmin edebilmek için kullanılmaktadır. Yenilenebilir enerji ve fosil yakıtlardan elde edilen enerji üretimi ve tüketimini tahmin edebilmek için makine öğrenim teknikleri ve veri analitiği kullanılmaktadır. Kuantum bilişim günümüzde kullanılan bilgisayarlar ve veri merkezlerine göre daha az enerji tüketmekte ve daha az karbon emisyonlarına neden olmaktadır. Karmaşık hesaplamaları da daha az enerji kullanarak daha hızlı yapıyor olması da önemli kriterlerdir.

Blokzincir: Blokzincir teknolojisi verilerin merkezi olmayan ve dağıtık bir sistem üzerinde güvenli bir şekilde tutulmasını ve paylaşılmasını sağlar. Dışardan müdahalelere kapalı bir teknolojidir. Bu teknolojiye verileri içeren bloklar bir zincir halinde birbirlerine bağlıdırlar. Yenilenebilir enerji sertifikalarının yönetimi ve eşler arası elektrik ticaretinin süreçlerinin azaltılmasında etkili olmaktadır.

Akıllı Şebekeler

Akıllı şebekeler gelişmiş iletişim ve kontrol teknolojilerini kullanarak enerji üretimi ve dağıtımını kapsayan tüm aşamalarda yer alan teknolojilerin, ürünlerin ve hizmetlerin entegrasyonunu sağlar. Aynı zamanda akıllı şebeke dijital teknolojilerin, bilgi ve iletişim teknolojilerinin ve sensör sistemlerinin birlikte verimli bir şekilde kullanılmasını anlamına da gelmektedir. Yazılım ve donanım da akıllı şebekelerin unsurlarındandır. Şekil 4'te

görüldüğü gibi gerek fosil yakıtlardan gerekse yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektrik enerjisini konutların, sanayinin ve elektrikli araçların elektrik ihtiyaçlarını karşılamasında akıllı şebekeler entegrasyonu sağlamak için yer almaktadır. Elektrik enerjisi tüketicileri tepe talep yönetimi ile yüksek enerji tüketen klimalar, çamaşır kurutucuları, su ısıtıcıları gibi cihazlarını kontrol ederek daha bilinçli şekilde kullanabilecek, enerji tüketimini sınırlandırabileceklerdir (Neffati vd. 2021).



Şekil 4. Akıllı şebekelerin bileşenleri (Neffati vd. 2021’den alıntılanmıştır)

Akıllı şebekeler ile ilgili teknolojiler aşağıda açıklanmıştır (Neffati vd. 2021):

Akıllı Kullanımlar: Akıllı sensörler aracılığı ile tüketici tercihleri ve kullanım verisine göre enerji tüketimi belirlenebilir. Termik santrallerde kazan sıcaklığının ortalama sıcaklığını sürdürebilmesi için akıllı sensörlerden faydalanılır.

Akıllı Güç Sayaçları: Akıllı şebekeler sensör verilerin otomatik olarak toplanmasını sağlar böylece elektrik dağıtım şirketleri faturalandırmayı ilgili yere gitmeden sistemi üzerinden yapar. Elektrik tesisatında arıza oluştuğunda ilgili kişilerin hızlıca arıza olan yere gönderilebilmesini sağlar.

Akıllı Şebeke Trafo Merkezleri: Enerji akışı belirli yönlerde bölünerek dağıtım güvenliği sağlanır.

Ultra Davranışsal Kablolar: Uzun mesafeli enerji iletiminde kullanılır. Otomatik kontrol sistemlerini içermektedir. Gelişmiş analiz araçları bulunmaktadır. Hava koşullarına bağlı arızalar erkenden tahmin

edilebilir ve önlemler alınabilir.

Entegre Haberleşme: Akıllı şebeke sisteminin devamlılığını sağlamak amacıyla bilgi alışverişinde bulunmayı sağlar. Enerji ihtiyaçlarının hızlıca karşılanmasını sağlar. Entegre haberleşmeyi sağlamak için ihtiyaç duyulan yenilikçi teknolojiler arasında kablosuz bağlantılar, denetleyici kontrol ve veri toplama sistemi ve mobil ağlar yer almaktadır.

Faz Ölçüm Birimleri: Gerçek zamanlı ölçümleri elde etmek için uzaktan ölçüm noktaları zaman senkronizasyonu ile uyumlandırılır.

Entegre haberleşmenin sürekliliği için dikkat edilmesi gereken unsurlar bulunmaktadır. Bu unsurlar aşağıdaki gibi sıralanabilir (Neffati vd. 2021):

Sistemin kolay uygulanabilir olması

Yanıt süresi

Standartlara uygunluk

Veri iletim kapasitesi

Güvenlik

Ağ kapsama kapasitesi

Akıllı Şebekelerin sağladığı faydalar aşağıdaki gibi özetlenebilir (Marques & Oliveira, 2024):

Enerji Verimliliği: Yapay zeka tabanlı elektrik şebekeleri sayesinde enerji kayıpları azaltılır. Enerji dağıtımını iyileştirilir böylece enerji üretiminde kullanılan kaynaklar israf edilmez ve maliyetler de düşürülür.

Güvenilirlik ve Dayanıklılık: Yapay zeka teknolojileri sayesinde olası arızalar gerçekleşmeden önce tahmin edilerek gerekli önlemler alınır ve böylece elektrik kesinti süresi azaltılır.

Sürdürülebilirlik: Yapay zeka teknolojileri sayesinde yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektriğin kullanımı optimize edilir. Fosil yakıt kullanımı yerine yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı özendirilerek çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlanır.

Maliyet Azaltma: Yapay zeka teknolojileri ile desteklenen akıllı şebekeler sayesinde elektrik dağıtım süreçlerinde manuel müdahale ihtiyacı azaltılır ve manuel müdahale kaynaklı maliyetler düşürülür.

Tüketici Katılımı: Akıllı sayaçlar ile tüketicilerin enerji kullanımı izlenerek güncel veriler doğrultusunda her tüketicinin kullanımına göre kişiselleştirilmiş enerji hizmetleri sunulabilir. Böylece tüketici memnuniyeti artırıldığı gibi ekonomik ve erimli bir enerji tüketimi de sağlanır.

Yukarda belirtilen maddeler akıllı şebekelerin sağladığı faydalar iken karşılaşılan zorluklar aşağıdaki gibi açıklanabilir (Marques & Oliveira, 2024).

Veri Karmaşıklığı: Yapay zeka teknolojileri ile çeşitli kaynaklardan anlık olarak büyük miktarda veri üretilir. Büyük veriyi yönetmek ve analizler yapmak karmaşıklığa neden olmaktadır.

Siber Güvenlik: Akıllı şebekeler dijital teknolojilerin entegrasyonu olduğu için siber tehditlere karşı açık olmakta dolayısıyla gerekli önlemler alınmalıdır.

Uygulama Maliyeti: Akıllı şebekeler, akıllı sayaçlar, sensörler gibi dijital teknolojiler ve yapay zeka araçlarından oluşmaktadır. Bu teknolojiler donanım, yazılım ve uzman iş gücüne ihtiyaç duymaktadır. İlk yatırım maliyetleri oldukça yüksek olmaktadır.

Düzenleyici ve Politik Sınırlar: Yapay zeka teknolojileri aracılığı ile tüketicilerin verilerine erişim sağlanması kişisel verilerin gizliliği kapsamında sorunlar yaşanmasına neden olabilecektir. Bu sorunlar ile karşılaşılması adına yönergeler oluşturulmalıdır.

Akıllı şebeke kavramının alt bir unsuru olan mikro şebekeler yeni nesil bir elektrik iletim ağıdır. Daha küçük ve yerel bir enerji sistemidir. Elektrik sağlayıcısı ile tüketici arasında gerçek zamanlı enerji verisi paylaşımını sağlar. Elektrik sağlayıcılarına en önemli faydası güç dalgalanmalarını azaltarak voltajı düzenlemesidir. Özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üreten ve ürettiği elektrik enerjisinden azını tüketen tüketicilerin fazla elektriği güvenli olarak satabilmelerine imkan tanır (Kim vd., 2021).

Sensörler, akıllı elektronik sistemler, akıllı sayaçlar gibi cihazlar akıllı şebeke altyapısına yerleştirilerek elektrik üretimi, dağıtımı ve tüketimi aşamalarında verilerin anlık olarak toplanmasına ve takip edilmesine olanak sağlar. Toplanan ve depolanan büyük veri ile akıllı şebeke altyapısındaki çeşitli aşamalardan daha iyi izlenebilir ve süreç sürekli iyileştirilir (De Dutta & Prasad, 2020).

Enerji yönetim sistemlerinin karmaşık yapısı dijital ortamda farklı veri türlerinin iletilmesini gerekli kılmaktadır. Elektrik üretiminden, dağıtım sistemlerine ve bina içi tüketim bilgilerine kadar bütün süreci kapsayan gerekli ve büyük bir veri seti söz konusudur. Elektrik talebindeki ani dalgalanmaları analiz edip yönetebilmek adına tüketicinin davranışlarına dair elde edilen veriler toplanması istenen verilere örnek olarak verilebilir. Nesnelerin interneti tabanlı iletişim ağları ihtiyaç duyulan verilerin toplanması ve iletilmesinde etkilidir (Almihat vd., 2022).

Ev enerji otomasyon sistemleri gibi teknolojilerin kullanılması ile hanelerde tüketilen enerji izlenip kolaylıkla yönetilebilecektir. Akıllı sokak aydınlatmaları ile enerji tasarrufları sağlanacak ve enerji maliyetleri düşecektir. Dinamik elektrik fiyatlandırma sistemleri ile tüketicilerin kullanım saatlerine göre fiyatlandırma ve enerjiye erişimde sürekliliğin devamı sağlanacaktır. Dağıtım otomasyon sistemleri ile elektrik şebekelerinin verimliliği artırılacaktır (De Dutta & Prasad, 2020).

Fırtına, sel, orman yangını ve deprem gibi doğal afetlerde elektrik enerji santrallerinin güvenliği ve olası tehlikelerin önlenmesinde yerel ve dağıtık altyapı sistemlerinin entegre edilmesi etkilidir. Mikro şebekeler bu entegrasyonu sağlayarak olası felaketlerin ve zararların önüne geçebilir (De Dutta & Prasad, 2020).

Mevcut enerji sistemleri ile tüketiciler günlere ve saatlere göre kullandıkları elektrik miktarı hakkında detaylı bilgi sahibi olamamaktadırlar. Kullandıkları elektrik enerjisi kaynaklı çevresel etkiler ve aşırı elektrik tüketimi bilgisine de ulaşamamaktalar. Mevcut enerji şebekeleri aşırı kullanım ve enerji tasarrufunda eksik olduğu için verimsizlik görülmektedir. Bunlara ek olarak konut ve ticari binalarda kullanılan ve ihtiyaç duyulan enerji miktarı hakkında güncel verilere de ulaşılammakta ve böylece aşırı tüketim veya enerji kısıtları sorunları ortaya çıkmakta doğru planlama yapılamamaktadır (Almihat vd., 2022).

Mevcut enerji şebekelerine göre akıllı şehirlerde enerji tahmin teknikleri enerji ihtiyacını tahmin ederek gerekli enerji üretimini belirleyerek kullanılmayan enerjinin üretilmesinin önüne geçebilecektir. Akıllı sayaç teknolojilerinin gelişimi ve binalarda kullanımının artması ile özellikle akıllı evlerde enerji arz ve talebi dengesi sağlanabilir. Tüketicinin konforunu en iyileyen tüketim aralığı bulunarak enerji tasarrufu sağlanır. Enerji tasarrufunu sağlayabilmek için hava koşulları, iklim koşulları, enerji üretimi, yenilenebilir enerji kaynakları, tüketilen enerji miktarı ile ilgili değişkenlere ait veriler toplanarak bir veri tabanı oluşturulmalıdır. Bu veri tabanı doğrultusunda tahmin algoritması kullanılarak ev aletlerinin, evin ısıtılması, evin soğutulması, sıcak su temini için gerekli enerji planlaması yapılır. Böylece enerji depolama sistemlerinin (Energy Storage Systems, ESS) planlamaları yapılabilir (Kim vd., 2021).

Akıllı Şehirler ve Yenilenebilir Enerji

Rüzgar ve güneş gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji üretiminde süreklilik sağlanamamaktadır. Bu durum yenilenebilir enerji kullanımına dair önemli kısıtlardandır. Akıllı şebekeler yenilenebilir enerji santralleri ile entegre çalışarak enerji dağıtımında ortaya çıkabilecek kesintilere anlık müdahalede bulunabilir. Bununla birlikte yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektrik enerjisi ile şehirde tüketilen enerji verileri anlık olarak takip edilerek enerji üretimi planlamaları yapılabilir.

Enerji üretimi, dağıtımı ve tüketimi gibi çeşitli kaynaklardan veriler gelmektedir. Bu veriler yapay zeka teknolojilerinden olan bulut teknolojisinde bir araya getirilmesi ile çeşitli faydalar sağlanabilir (Alijoyo vd., 2024).



Şekil 5. Akıllı şehirlerde enerji yönetim sistemi tabanlı yenilenebilir enerji (Almihat vd., 2022'den alıntılanmıştır).

Sürdürülebilir enerji sistemlerine geçişte yenilenebilir enerji önem kazanmaktadır. Enerji dönüşümü ve düşük karbonlu bir topluma geçiş için enerji altyapısı ve kentsel altyapıda teknolojilerin uygulanması da gereklidir. Yenilenebilir enerji altyapısı için gerekli olan teknolojiler aşağıda sıralanmıştır (Bachanek vd., 2021):

Akıllı Sayaçlar: Gerçek zamanlı ölçümler yaparak enerji, su ve gaz tüketimleri analiz edilir.

Akıllı Şebekeler: Akıllı sayaçlar ve teknolojiyi kullanan cihazlar ile enerji sistemlerinin yenilenebilir enerjiyi de dahil ederek yeniden tasarlanmasına ve enerji verimliliğine olanak sağlar.

Akıllı Binalar: Çeşitli sensörler ve teknolojiler ile donatılan binaların güvenliği, su, enerji verimliliği sağlanır. İsrarlar ve maliyetler azaltılmaya çalışılır.

Elektrikli Araçlar: Elektrik enerjisi ile çalışan araçlar için şehrin uygun noktalarına şarj alanlarının yapılması ve bunun için altyapının hazırlanması önemlidir.

Akıllı Park Sistemleri: Otoparklar ve cadde üzerindeki park yerlerinin doluluk ve müsaitlik bilgilerinin anlık olarak paylaşılması amaçlanır.

Akıllı LED Sokak Aydınlatması: Işık sensörleri ve iletişim araçları havanın aydınlık olmasına göre lambaların otomatik olarak yanmasını ve sönmesini sağlar. Böylece aydınlık havalarda bile sokak lambaları ile sokakların boşuna aydınlatılmasının ve enerji tüketiminin önüne geçilir.

Sonuç

Şehirleşmenin artması ile şehirde yaşayan insan sayısı da her geçen yıl artış göstermektedir. Artan nüfusun ihtiyaçlarının karşılanması sürdürülebilir ve yaşanabilir şehir anlayışının en önemli amaçlarından. Sağlık, eğitim, kültür, sosyalleşme, istihdam, ulaşım, enerji, gıda ve şehrin yönetilmesi üzerine çalışmaların yapıldığı, politikaların oluşturduğu konulardır.

Artan şehirleşme enerji ihtiyacını ve bu ihtiyacın neden olduğu sorunları da beraberinde getirmektedir. Enerjinin sürekli ve kesintisiz olması, enerjinin maliyetlerinin düşük olması ve enerji üretimi ve tüketiminin çevresel sorunlara neden olmaması çeşitli çalışmalara ve araştırmalara konu olmuştur.

Çeşitli hizmetlerin sürekli ve hızlı bir şekilde hizmeti talep edenlere ulaştırılması ve fayda sağlaması ile çevresel duyarlılık akıllı şehir kavramınının gündeme gelmesini sağlamıştır. Akıllı ulaşım, akıllı bina, akıllı enerji gibi alt bileşenlerden oluşan akıllı şehir kavramında teknoloji her alanda yoğun olarak kullanılmaktadır.

Teknolojinin akıllı enerji sistemlerinde kullanılması ile şehirde yaşayanların ve şehrin süreçleri için gerekli olan enerji temini tam zamanlı, sürekli, düşük maliyetli, doğaya zarar vermeden ve güvenli olarak sağlanır. Teknoloji sayesinde geleneksel enerji sistemlerinde enerji dağıtımında meydana gelen kayıp, kaçak gibi enerji israfına neden olan sorunlar da ortadan kaldırılır.

Bütün bu nedenler ve kazanımlar akıllı şehir ve alt bileşeni olan akıllı enerji sistemleri üzerine daha çok dikkatin çekilmesini vurgulamaktadır. Her geçen gün gelişen ve iyileşen teknoloji sayesinde kazanımlar daha çok artacak ve akıllı şehirler yönetim planlarında kendilerine önemli yerler bulacaktır.

Kaynaklar

- Alijoyo, F. A., Vidhate, D. A., Kaur, C., Nivedan, V., Rani, V. K., & Balakumar, A. (2024). Cloud-Based IoT Solutions for Smart Grids: Advancing Smart Technologies in Energy Management. In 2024 IEEE 3rd International Conference on Electrical Power and Energy Systems (ICEPES) (pp. 1-6). IEEE.
- Almihat, M. G. M., Kahn, M. T. E., Aboalez, K., & Almaktoof, A. M. (2022). Energy and sustainable development in smart cities: An overview. *Smart Cities*, 5(4), 1389-1408.
- Bachanek, K. H., Tundys, B., Wiśniewski, T., Puzio, E., & Maroušková, A. (2021). Intelligent street lighting in a smart city concepts—A direction to energy saving in cities: An overview and case study. *Energies*, 14(11), 3018.
- De Dutta, S., & Prasad, R. (2020). Digitalization of global cities and the smart grid. *Wireless Personal Communications*, 113(3), 1385-1395.
- Kim, H., Choi, H., Kang, H., An, J., Yeom, S., & Hong, T. (2021). A systematic review of the smart energy conservation system: From smart homes to sustainable smart cities. *Renewable and sustainable energy reviews*, 140, 110755.
- Kozłowski, W., & Suwar, K. (2021). Smart city: definitions, dimensions, and initiatives. *European Research Studies Journal Volume XXIV, Special Issue 3*, pp. 509-520.
- Macaluso, A., Flickenschild, M., Gasparotti, A., Wedman, H., Panagiotidou, Z., Lämmel, P., ... & Gars, G. L. (2023). Social approach to the transition to smart cities.
- Marques, P. C., & Oliveira, P. A. (2024). Artificial Intelligence Technologies Applied to Smart Grids and Management. Preprints.
- Mishra, P., & Singh, G. (2023). Energy management systems in sustainable smart cities based on the internet of energy: A technical review. *Energies*, 16(19), 6903.
- Neffati, O. S., Sengan, S., Thangavelu, K. D., Kumar, S. D., Setiawan, R., Elangovan, M., ... & Velayutham, P. (2021). Migrating from traditional grid to smart grid in smart cities promoted in developing country. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 45, 101125.
- Türkiye Cumhuriyeti Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, (2025). 19.02.2025 tarihinde erişilmiştir. <https://cbsgunu.csb.gov.tr/akilli-sehir-nedir-i-99015>

Elektrikli Araçların Gelişimi

Müslüme NARİN¹

Günümüzde elektrikli otomobillerin satışları artarak devam etmektedir. Bu satışlar 2024 yılında yaklaşık 17 milyona ulaşmış, böylece dünya genelinde satılan her beş otomobilden birinden daha fazlasını oluşturmuştur. Dolayısıyla elektrikli otomobillerin, çok sayıda ülkede üretimi hızla artış göstermiştir. Örneğin 2024 yılında elektrikli otomobil satışlarında ülkelerin ya da bölgelerin payları Çin’de %45’e, Avrupa’da %25’e ve ABD’de %11’e ulaşmıştır. Özellikle son yıllarda elektrik otomobil satışlarındaki artış çok büyük düzeyde olmuştur. 2022 yılında 10,5 milyon olan elektrikli otomobil satışı, 2023 yılında 14 milyona, 2024 yılında ise 17 milyona ulaşmıştır. Ayrıca satılan tüm otomobillerin içindeki elektrikli otomobillerin payı 2023 yılında %14 iken 2023 yılında bu pay %18’e çıkmıştır. Bu verilerden de anlaşılmaktadır ki elektrik otomobillerin üretimi ve satışı artmaya devam edecek gibi görünmektedir. Özellikle Çin’deki otomobil firmaları, 2023 yılında dünya genelindeki tüm otomobillerin yarısından fazlasını (%60) üretmiştir (IEA, 2024). Türkiye’de de 2024 yılında elektrikli otomobil satışı, bir önceki yıla göre yaklaşık %52 artarak 100 bine ulaşmıştır. Böylece pazar payı %10’a yükselmiştir (Özbuğutu & Yılmaz, 2025).

IEA’nın bugünün enerji, iklim ve endüstriyel politikalarını kapsayan Açıklanan Politikalar Senaryosu’na göre 2035 yılına kadar küresel olarak satılan otomobillerin yarısını (%50) elektrik otomobillerin oluşturacağı öngörülmektedir. Bu öngörünün gerçekleşebilmesi, elektrik üretim maliyetinin düşürülmesine ve elektrikli araçların daha düşük fiyatlı olmasına bağlı olacaktır. Özellikle kamu tarafından üretilecek şarjların yaygınlaştırılması, elektrikli araçların satışında ivme kazandırılacağı ileri sürülmektedir (IEA, 2024).

Burada şu soruyu sormak gerekmektedir: Elektrikli araçlar ilk ne zaman üretilmiştir? ve üretim süreci nasıl seyretmiştir?

Elektrikli Aracın Doğuşu

Elektrikli araçlar, insanoğlunun en önemli teknolojik dönüşümlerinden birini oluşturmuştur. Elektrikli araç üretimine ilişkin 19. yüzyılın ilk yarısında başlayan çalışmalar, ikinci yarısından itibaren küçük ve basit mekanizmalı olarak gerçekleştirilmiş, özellikle yüzyılın sonuna doğru yollarda çok sayıda elektrik motoru ile çalışan araçlar görülmeye başlamıştır.

¹ Prof. Dr., Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, muslume.narin@hbv.edu.tr, ORCID: 0000-0002-1476-2802

1830'lara kadar atlı arabalarla gerçekleştirilen ulaşım, bu dönemden itibaren pille çalışan araçlara doğru evrimleşmiştir. Özellikle Macaristan, Hollanda, İngiltere ve ABD'deki mucitler, pille çalışan bir araç yapmayla ilgili çalışmalar yapmaya başlamış, hatta bu araçların testleri de gerçekleştirilmiştir. Bu testlerin sonunda ilk küçük ölçekli elektrikli araçlardan bazıları da üretilmiştir. İngiliz mucit Robert Anderson, 1832 yılında ilk ilkel elektrikli aracı geliştirmiştir. İngiltere ve Fransa'da daha kullanılabilir versiyonlarının üretilmesi 19. yüzyılın ikinci yarısından sonra gerçekleşmiştir. Özellikle 1859 yılında Fransız fizikçi Gaston Planté'nin bir araçta elektrik depolamanın uygulanabilir bir yolunu sunan ilk kurşun-asitli aküyü icat etmesiyle çalışmalar hızlanmaya başlamıştır. 1881 yılında bir başka Fransız bilim adamı Camille Alphonse Faure, akünün tasarımını ve kapasitesini önemli ölçüde geliştirmiştir. 1884 yılında İngiliz mucit Thomas Parker, elektrikli arabaların ilk seri üretimini yapmış, bunu 1888 yılında Alman mühendis Andreas Flocken'in ilk gerçek elektrikli arabayı üretmesi izlemiştir. 1890 yılında ise Amerikalı kimyager William Morrison, ABD'deki ilk başarılı elektrikli aracı üretmiştir. Altı kişilik olarak tasarlanan bu aracın azami hızı saatte 14 mil olmuştur. Bu aracın üretimiyle birlikte ABD genelinde elektrikli arabalara ilgi artmaya başlamıştır (Energy Saving, 2025).

1897 yılında elektrik bataryasını doldurabilme özelliğine sahip rejeneratif frenleme sistemi keşfedilmiştir. Bu sistemin elektrikli bir araca uygulanmasıyla ulaşım mesafesi artırılmıştır (Westbrook, 2005). Bu da elektrikli araçların gelişiminde önemli bir avantaj sağlamıştır. Elektrikli araçlara yönelik ilgi 1890'ların sonu ve 1900'lü yılların başında büyük ölçüde artmıştır. 1897'de Walter Bersey, Londra sokaklarına akülü taksilerden oluşan bir filo tasarlamış ve tanıtmıştır.

Elektrikli Otomobilin Erken Yükselişi ve Düşüşü

Elektrikli araçların 1900'lü yılların başında popüler olmasını anlamak için, kişisel aracın ve diğer mevcut seçeneklerin gelişimini anlamak da önemlidir. 20. yüzyılın başında, at hala birincil ulaşım aracı olmaya devam etmiştir. Ancak Amerikalıların refahı arttıkça, dolaşmak için yeni geliştirilen motorlu araçlara yönelmişlerdir. Bu araçların buhar, benzin ya da elektrikli versiyonları geliştirilmiştir. Özellikle 1800'lü yıllardan içten yanmalı motorlarda yapılan gelişmeler sayesinde 1900'lü yıllarda benzinle çalışan yeni araçlar piyasaya çıkmıştır. Ancak bu araçların da gürültülü olması egzozlarının rahatsız edici olması gibi bazı sıkıntıları olmuştur. Oysa elektrikli arabalarda bu sorunlar yoktur. Hatta sessiz, kullanımı kolay olması, diğer arabalar gibi kötü kokuları olmaması gibi nedenlerle elektrikli arabaları daha tercih edilir hale getirmiştir. Elektrikli arabalar, özellikle kadınlar olmak üzere şehir sakinleri arasında hızla popüler hale gelmiştir. 1910'larda özellikle daha fazla insanın elektriğe erişimi arttıkça elektrikli arabaları şarj etmek daha kolay hale gelmiştir. Bu durum, 1911'de New York Times'da yer alan bir yazıda da belirtildiği gibi "en iyi bilinen ve önde gelen benzinli araba üreticileri" de dahil olmak üzere her kesimden insan arasında elektrikli otomobillerin popülerliğini artırmıştır.

Elektrikli araçlar 1990-1912 döneminde önemli bir gelişme göstermiştir. 1900'lü yılların başlarında,

elektrikli arabalar ABD'deki yollardaki tüm araçların üçte birini oluşturmuştur. O dönemdeki birçok mucit, elektrikli araçlara yönelik yüksek talebi fark etmiş ve teknolojiyi geliştirme yollarını araştırmıştır. Bunlardan biri Thomas Edison'dur. Edison, 1901 yılında elektrikli araçlar için daha gelişmiş bataryalar üretmeye başlamıştır. Yine aynı adı taşıyan spor otomobil şirketinin kurucusu Ferdinand Porsche, 1898'de P1 adlı bir elektrikli otomobil geliştirmiştir. Bu araç, bataryada ve benzin motorunda depolanan elektrikle çalışan dünyanın ilk hibrit elektrikli otomobili olmuştur.

Ancak, Henry Ford'un seri üretim Model T'si elektrikli otomobile darbe vurmuştur. 1909 yılında Ford firmasının seri üretime geçmesi ve içten yanmalı motor kullanması nedeniyle elektrikli araçların kullanımı azalmış, hatta sona ermiştir. Bunun arkasında elektrikli araçların maliyetinin diğer araçlara göre üç kat daha yüksek olması, yeni karayollarının yapımı ile uzak mesafeli seyahatin gerekli olması, yakıt takviyesinin hızlı yapılamaması, diğer araçlara göre yüksek hızlara ulaşamama gibi nedenler yatmaktadır (Kocabey, 2018). Elektrikli araçlara yönelik araştırmalarda önemli gelişmelere rağmen, içten yanmalı araçların üretimi çok daha fazla yaygınlaşmıştır. 1912 yılına gelindiğinde ABD'de elektrikli araç sayısı, içten yanmalı araç sayısının ancak üçte biri düzeyinde kalmıştır.

1914 yılında Henry Ford, düşük maliyetli bir elektrikli otomobil için seçenekleri araştırmak üzere Thomas Edison ile ortaklık kurmuştur. Ancak Ford'un popüler Model T otomobili, benzinle çalışan otomobiller olması ve fiyatının daha düşük olması nedeniyle daha fazla yaygınlaşmıştır. Bu gelişme, elektrikli araçlara kısa dönemde önemli bir darbe oluşturmuştur.

1920'lere gelindiğinde, ABD şehirleri birbirine bağlayan daha iyi yolların çoğalması, Amerikalıların daha çok dışarıya çıkıp gezmek istemesine yol açmıştır. Teksas'ta ham petrolünün keşfedilmesiyle, gaz kırsal Amerikalılar için ucuz ve kolayca ulaşılabilir hale gelmiştir. Dolayısıyla ülke genelinde benzin istasyonları açılmaya başlamıştır. Öte yandan şehirler dışında Amerika'nın birçok yerinde yeterli elektrik yoktur.

1920-1935 döneminde geliştirilmiş yol altyapısı ile ucuz ve yaygın olarak bulunan benzin, elektrikli araçlara yönelik ilginin azalmasında etkin rol oynamıştır. Elektrikli otomobiller, düşük hızları ve düşük menzilleri yüzünden şehirlerde kullanımıyla sınırlı kalmıştır. Hatta 1935 yılına gelindiğinde elektrikli otomobiller, neredeyse tamamen ortadan kalkmıştır.

Petrol Fiyatındaki Artış ve Elektrikli Araçlar

1935'ten sonraki 30 yıl boyunca elektrikli araçların teknolojisinde çok az ilerleme kaydedilerek bir tür karanlık çağa girilmiştir. Ucuz, bol miktarda benzin ve içten yanmalı motorda sürekli iyileştirme, alternatif yakıtlı araçlara olan talebi engellemiştir.

1970’li yıllarda petrol fiyatları artmış ve benzin kıtlığı baş göstermiştir. Özellikle 1973’te Arap Petrol Ambargosu ile petrol fiyatları zirveye ulaşmıştır (Energy.gov, 2014). ABD’nin yabancı petrole olan bağımlılığını azaltma ve yerli yakıt kaynakları bulma konusunda yeni araştırmalara yönelmesine yol açmıştır (Energy Saving, 2025). Ancak buna rağmen 1970’lerde üretilen araçlar, sınırlı performans ve menzile sahip oldukları için benzinle çalışan otomobillerle rekabet etmekte zorlanmıştır. Birçok büyük ve küçük otomobil üreticisi, elektrikli araçlar da dâhil olmak üzere alternatif yakıtlı araçların üretimi için araştırmaya başlamışlardır.

Örneğin, General Motors, 1973 yılında bir sempozyumda kentsel elektrikli otomobil prototipi geliştirmiştir (Energy.gov, 2014). 1971 yılında NASA, elektrikli araçların tekrar popüler hale gelmesine destek vermiştir. Ay’da yolculuk yapan ilk insanlı araç olan Ay gezgini elektrikle çalışan bir araç olmuştur. 1976 yılında ABD Kongresi, ABD Enerji Bakanlığı’nın elektrikli ve hibrit araçlarda araştırma ve geliştirmeyi desteklemesini yetkilendiren “Elektrikli ve Hibrit Araç Araştırma, Geliştirme ve Tanıtım Yasası”nı kabul etmiştir. 1990’lı yılların başında Kaliforniya temiz hava ajansı, elektrikli arabaların daha yakıt tasarruflu, daha düşük ya da sıfır emisyonlu araçların üretimi için baskı yapmaya başlamıştır. Otomobil üreticileri de bu gelişmelere sonucu elektrikli modeller geliştirmek amacıyla çalışmalar yapmışlardır. 1991 yılında Sony ve Asahi Kasei tarafından lityum iyon pilin ticarileştirilmesi, daha uzun mesafeler kat edebilen elektrikli araçların geliştirilmesinde etkin rol oynamıştır (Energy Saving, 2025).

Özellikle de 1960’lardan sonra artan nüfusun da etkisiyle kullanılan benzinli araç sayısı giderek artmış ve elektrikli araçlar karayolu taşımacılığında ihmal edilmiştir. 1960’lı yıllarda otomobil fabrikalarının yoğun üretim yapması, böylece otomobil sayısının artması, araçlarda kullanılan fosil yakıtlar hava kirliliğini artırmaya başlamıştır. Sera gazları içerisinde en büyük payı karbondioksitlerin oluşturduğu, bu da atmosferde sera etkisi yaratarak iklim değişikliğine yol açtığı gözlenmiştir. Dolayısıyla elektrikli araçlar, bu dönemden itibaren tekrar gündeme gelmiş, ancak çok fazla çalışma da yapılmamıştır. Bu gelişmelerin yanı sıra 1970’li yıllarda yapılan açıklamalarda, yakın gelecekte kömür, petrol ve doğal gazdan oluşan fosil yakıtların rezervlerinin sonuna gelineceği ileri sürülmüştür. Bu nedenlerle dünya genelinde yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim başlamıştır. Ulaştırma alanında da alternatif yakıtların kullanıldığı otomobillerin üretimi ve kullanımı artan oranda yaygınlaşmaya başlamıştır. Böylece giderek benzinli ve mazotlu araçların yerini elektrikli araçlar almaya başlamıştır.

1972 yılında BMW, 1602 E adlı bir elektrikli araç tasarlamış, ancak üretime geçmemiştir. 1970’li yılların ortalarına doğru yaşanan petrol krizi, petrol üreticisi olmayan birçok ülkede elektrikli araç araştırmalarını tekrar hızlandırmıştır. Elektrikli araçların çevre ile uyumlu olmaları nedeniyle özellikle 1980’li yıllarda hükümetler otomobil üreticilerine destek vermeye başlamıştır. 1990’lı yıllardan sonra gelişen batarya teknolojileri, elektrikli araçların yeniden gelişmesinde oldukça etkili olmuştur. 1997 yılında Toyota firması hibrit otomobil Prius’u kamuoyuna tanıtmıştır (Hedef Filo, 2024).

Çevresel Kaygular ve Elektrikli Araçlar

1970’li yıllardaki uzun benzin kuyruklarından itibaren geçen yaklaşık yirmi yılda, elektrikli araçlara yönelik ilgi büyük ölçüde azalmıştır. Ancak 1990’lı yıllardan itibaren hava kirliliği, çevresel kaygular, iklim değişikliği gibi nedenlerle elektrikli araçlara yönelik ilgi yeniden canlanmaya başlamıştır. Bu süreçte otomobil üreticileri, popüler araç modellerinin bazılarını elektrikli araçlara dönüştürmeye başlamışlardır. Bu çalışmalarla, elektrikli araçların benzinle çalışan araçlara çok yakın bir hıza ve performansa ulaştırmışlardır. 1990’ların ortalarında General Motors, EV1 adı verilen elektrikli otomobili sıfırdan tasarlamış ve geliştirmiştir. 80 mil menzili olan ve yalnızca yedi saniyede 50 mil hızına çıkabilen EV1, kısa sürede büyük bir takipçi kitlesine sahip olmuştur. Ancak yüksek maliyeti yüzünden EV1, hiç bir zaman uygulanabilir olmamış, hatta 2001 yılında üretimi durdurulmuştur.

2006 yılında çekilen “Elektrikli Arabayı Kim Öldürdü?” belgeseli, 1996’da General Motors EV1’in yaratılışı, sınırlı ticarileştirilmesini inceleyen bir Amerikan belgesel filmidir. Bu filmde otomobil üreticilerinin, petrol sektörünün, ABD Federal Hükümeti ve Kaliforniya Hükümetinin, akülerin, hidrojenli araçların ve tüketicilerin bu teknolojinin geliştirilmesini ve benimsenmesini sınırlamadaki rolleri incelenmiştir.

1990’ların sonlarında ekonomideki canlanma, büyüyen bir orta sınıf ve düşük benzin fiyatları nedeniyle, tüketiciler yakıt tasarruflu araçlara yönelme konusunda kendilerini zorunlu hissetmemişlerdir. Elektrikli araçlara yönelik kamuoyunda pek fazla ilgi olmasa da arka planda ülkelerin enerji ile ilgili birimleri, bilim insanları ve mühendisler, piller de dâhil olmak üzere elektrikli araç teknolojisini geliştirmek için çalışmalar yapmaya devam etmişlerdir.

Elektrikli Otomobillere Dönüş

20. yüzyılın ikinci yarısında elektrikli araçlarla ilgili çalışmalar devam etse de elektrikli araçların canlanması 21. yüzyılın başlarına kadar gerçekleşmemiştir. Günümüzde elektrik araçlara olan ilginin artmasında birkaç olay önemli rol oynamıştır.

Birincisi, daha önce de belirtildiği gibi, 1997 yılında Japonya’da Toyota tarafından piyasaya sürülen Prius, dünyanın ilk seri üretim hibrit elektrikli aracı olmuştur. 2000 yılında Prius, dünya genelinde piyasaya sürülmüş, ünlüler arasında talep edilerek, aracın profili yükselmeye başlamıştır. Toyota, Prius’un üretimini artırmak için nikel metal hibrit pil kullanmıştır. O dönemden itibaren benzin fiyatlarındaki artış ve karbon kirliliğiyle ilgili duyulan endişeler, Prius’un son yıllarda dünya genelinde en çok satış hibrit araç olmasına yardımcı olmuştur.

İkincisi, 2006’da küçük bir Silikon Vadisi girişimi olan Tesla Motors’un tek bir şarjla 200 milden fazla

gidebilen lüks bir elektrikli spor araba üretmeye başlayacağını duyurulmasıdır. 2003 yılında ABD’de bir grup mühendis tamamen elektrikli arabalar tasarlamak ve üretmenin mümkün olduğunu göstermek amacıyla bir araya gelmişlerdir. Martin Eberhard ve Marc Tarpenning projelerini Elon Musk’a iletmişler, o da şirketin yatırımcısı olarak birlikte işe başlamışlar ve 2004 yılında Tesla şirketini kurmuşlardır (Clondle, 2023). ABD’li elektrikli otomobil üreticisi Tesla, 2004 yılında Tesla Roadster üzerinde çalışmaya başlamış ve bu araç ilk olarak 2008 yılında müşterilere teslim edilmiştir. Diğer elektrikli araçlardan farklı olarak Tesla, tek seferde şarj edilebilme ve 200 km gidebilme özelliğine sahiptir. Tesla’nın bu modeli, lityum iyon pil hücreleri kullanan ilk karayolu yasal seri üretime sahip tamamen elektrikli otomobil olmuştur. Tesla’nın 2011 yılında Roadcaster adıyla piyasaya çıkardığı model, 240 km menzile sahip olmuştur.

2020 Mart ayında Tesla bir milyon elektrikli otomobil üreten ilk otomobil üreticisi olmuştur. 2010 yılından 2020 yılına kadar geçen on yıllık süreçte tamamen elektrikli otomobil ve hafif ticari araçların satışları 10 milyonu geçmiştir. 2021 Mayıs ayında Birleşik Krallık, ülke genelindeki yollarında 500 binden fazla ultra düşük emisyonlu elektrikli aracın sürüldüğünü duyurmuştur. Birleşik Krallık, hükümetin 2030 yılına kadar yeni benzinli ve dizel otomobil satışını sona erdirmeye taahhüdüyle elektrikli araç üretiminde ön saflarda olacağı öngörülmüştür. Birleşik Krallık 2023 Eylül ayında, 2035 yılına kadar yeni benzinli ve dizel otomobil satışını erteleyeceğini duyurmuştur (Energy Saving, 2025). O dönemden günümüze kadar geçen kısa sürece Tesla, otomobilleriyle büyük bir beğeni kazanmış ve Kaliforniya’daki en büyük otomotiv endüstrisi işvereni haline gelmiştir.

Üçüncüsü, 2010 yılı sonunda Japonya ve ABD’de tanıtılan, fiyatı ve performansı uygun olan Nissan Leaf, ilk kez piyasaya çıkmış ve 6 yılda 250 bin adetten fazla satılmıştır (Hedef Filo, 2024). Bu araç, büyük bir üreticiler tarafından kitle pazarı için üretilen ilk modern tamamen elektrikli, sıfır egzoz emisyonlu aile hatchback otomobili olmuştur. Dünya genelinde tamamen elektrikli otomobil ve kamyonet satışlarının büyük ölçüde arttığı görülmüştür. İlk piyasaya çıkan elektrikli araçların fiyatları yüksek olmasına rağmen büyük satış rakamlarına ulaşmıştır. Bu durum diğer araç üreticisi firmaların dikkatini bu alana yöneltmiştir. Günümüzde hemen hemen neredeyse tüm markaların mutlaka bir elektrikli araç modeli bulunmaktadır. Elektrikli araç teknolojisi özellikle son on yılda çok hızlı gelişmiş ve elektrikli otomobil fiyatları giderek düşmeye başlamıştır. 2024 yılında 17 milyona çıkan elektrikli araç sayısının daha çok artacağı, hatta 2030 yılına kadar birçok otomobil üreticisinin benzinle çalışan araç üretimini tamamen durduracağı tahmin edilmektedir (Yap, 2024).

Dördüncüsü, Chevrolet tarafından 2010 yılından bu yana üretilen Chevy Volt, hibrit alt orta sınıf otomobildir. Birinci nesil Chevy Volt, 2010-2015 yılları arasında üretilmiş, ikinci neslinin üretimine de 2016 yılında başlamıştır. Ticari olarak satılan ilk plug-in hibrit olan Volt, pil bittiğinde elektrikli sürüşünü tamamlayan bir benzinli motora sahiptir. Tüketicilerin çoğu yolculukta elektrikli araç kullanmayı ve aracın menzilini uzatmak için benzin kullanmayı tercih etmektedir.

Günümüzde tüketiciler elektrikli araç satın alırken çok fazla seçeneğe sahiptirler. Bugün, iki kişilik Smart ED'den orta boy Ford C-Max Enerji'ye ve BMW i3 lüks SUV'a kadar çeşitli boyutlarda elektrikli ve hibrit model mevcuttur. Benzin fiyatları yükselmeye ve elektrikli araçların fiyatları düşmeye devam ederken, elektrikli araçlara ilgi de giderek artmaktadır.

Elektrikli Otomobillerin Geleceği

Elektrikli araçların geleceğinin nereye gideceğini söylemek oldukça zordur. Ancak daha sürdürülebilir bir gelecek yaratmak için çok fazla potansiyele sahip olduğu da bir gerçektir. Otomotiv sektöründe devrim yaratan elektrikli araçlar, daha fazla insanın çevre sorunlarını önleyici ve sürdürülebilir bir ulaşım çözümüne yönelmesini sağlamaktadır. Dünyanın birçok ülkesinde hükümetler, enerji şirketleri ve otomobil üreticileri, bu yeni teknolojinin benimsenmesini teşvik etmek amacıyla büyük yatırımlar yapmaktadırlar. Elektrikli araçların geleceği çevresel ve ekonomik faktörlerle şekillenmektedir.

Elektrikli araç piyasalarında gelecek yıllarda ortaya çıkabilecek gelişmeler aşağıda yer almaktadır (BeeFull, 2025):

Batarya Teknolojisindeki Gelişmeler: Günümüzde elektrikli araçlarda yaygın olarak lityum-iyon bataryalar kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra enerji yoğunluğu daha yüksek, şarj süreleri daha hızlı, ömürleri daha uzun yeni nesil batarya teknolojileri geliştirilmektedir. Geleceğin elektrikli araçlarında devrim yaratmada katı hal bataryalarının önemli rol oynayacağı ileri sürülmektedir. Katı hal bataryaları, daha güvenli ve daha verimli enerji depolama işlevine sahiptir. Çinli pil üreticisi Tailan, 2024 yılında çok yüksek enerji yoğunluğuna sahip yeni bir katı hal batarya hücrelerini tanıtmıştır. Bu bataryanın seri üretimine geçilmesi halinde elektrikli araçlara 2.000 km'lik bir menzil sağlaması beklenmektedir (Zhan, 2024). Bu gelişmeler elektrikli araç piyasalarındaki büyümeyi hızlandıracaktır. Öte yandan batarya geri dönüşümü konusunda yapılan çalışmalar da çevre dostu bir yaklaşımla sürdürülebilirliği sağlayacaktır.

Şarj İstasyonlarının Genişlemesi: Elektrikli araçların yaygınlaşması, zorunlu olarak şarj altyapısının da gelişmesine yol açmaktadır. Gelecek yıllarda şehirlerde ve kırsal alanlarda daha fazla şarj istasyonunun kurulması zorunlu olacaktır. Hükümetler ile özel sektörün iş birliği yaparak şarj altyapısını geliştirmesi, elektrik araç kullanımını daha çok artıracaktır. Özellikle hızlı şarj istasyonlarının sayısının artması, uzun yolculukların daha güven içinde yapılmasını sağlayacaktır. Şarj istasyonları sayısının artması, bu istasyonlarda enerji çeşitlendirmesine gidilmesine de yol açacaktır. Güneş, rüzgâr enerjisi ile çalışan şarj istasyonlarının kurulması da mümkün olacaktır.

Otonom Sürüş Teknolojileri: Elektrikli araçların geleceği otonom sürüş teknolojileri ile de şekillenmektedir. Otonom sürüş sistemleri, güvenliği artırmak ve sürücülerin üzerindeki araç kullanımıyla ilgili

stresi azaltmak amacıyla geliştirilmektedir. Elektrikli güç sistemleri ile çalışan otonom araçlarda, bu iki teknoloji birbirini tamamlama özelliğine sahiptir. Gelecek yıllarda otonom sürüş teknolojilerinin kullanıldığı elektrikli araçların daha yaygın kullanılması beklenmektedir. Bu araçlar sürücüsüz hizmet sağlamakta, böylece trafik sıkışıklığını ve yakıt tüketimini azaltacağı beklenmektedir. Bunların yanı sıra otonom sürüş, şehir içi ulaşımı daha verimli hale getirerek karbon salımını da azaltmaya katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Otonom sürüş teknolojileri bir yandan güvenlik sağlayacak öte yandan ulaşımında genel olarak verimliliği artıracaktır.

Sürdürülebilir Malzeme Kullanımı: Elektrikli araçların üretiminde kullanılan ara mallarının sürdürülebilirliği, gelecekte daha büyük öneme sahip olacaktır. Günümüzde otomotiv sektörü, üretim sürecinde çevre ile uyumlu malzemeleri kullanmaya başlamışlardır. Bu kullanımın gelecekte de devam etmesi beklenmektedir. Elektrikli araçların hafif ve dayanıklı olması, üretimde kullanılan malzemelerin sürdürülebilir kaynaklardan sağlanması, çevresel olumsuzlukların azaltılmasında önemli rol oynamaktadır.

Önümüzdeki yıllarda geri dönüşümü sağlanabilen ve biyolojik olarak parçalanabilen malzemelerin kullanımı da artış gösterecektir. Bu tür malzemeler bir yandan çevre dostu öte yandan enerji verimliliğini artıran malzemelerdir. Bu anlamda sürdürülebilir malzeme kullanımı, elektrikli araçların üretiminde çevre dostu malzemeler olması açısından önemli bir role sahiptir. Örneğin otomobil üreticileri, otomobillerin iç mekanlarında kullanılan kumaş ve plastiklerin geri dönüşümden sağlanmış malzemelerden oluşturmaya yönelik çalışmalar yapmaktadır. Bu tür teknolojiler üretiminde sürdürülebilirliğin artmasına ve tüketicilere çevre dostu seçenekler sunması açısından elektrikli otomobillerin daha kolay benimsenmesini sağlayacaktır.

Küresel Politikalar ve Teşvikler: Elektrikli araçların gelecekte nasıl şekilleneceği, hükümet politikaları ve teşvikleri ile yakından ilişkilidir. Birçok ülke elektrikli araçların talebini artırmak için çeşitli teşvikler sunmaktadır. Vergi indirimleri, hibe programları ve düşük faizli krediler sağlayarak tüketicilerin elektrikli araçların satın alınması teşvik edilmektedir. Bu politikalar elektrikli araç piyasasında önemli bir talep artışı sağlamaktadır. Ayrıca hükümetler, iklim değişikliği ile mücadele hedefleri kapsamında elektrikli araçların yaygınlaşmasını yönlendirebilmektedir. İlerleyen yıllarda mevcut politikalar ile yeni teşviklerin devreye girmeye beklenmektedir. Bu politikalar ve teşvikler, elektrikli araçlar piyasasında yeni fırsatlar oluşturacaktır. Özellikle 2030 yılı itibarıyla, birçok ülkede elektrikli araçlara yönelik teşvikler artacak, bu durum elektrikli araçların satın alınmasını daha cazip hale getirecektir.

Ulaşım ile ilgili gelişmelerde, elektrikli araçlar önemli rol oynamaktadır. Özellikle pil teknolojilerindeki gelişmeler, şarj istasyonlarının genişlemesi, otonom sürüş teknolojilerindeki gelişmeler, sürdürülebilir malzeme kullanımı, küresel politikalar ve teşvikler, elektrikli araçların geleceğini şekillendiren unsurlardır. Batarya üretimi ve bataryaların geri dönüşümü ile ilgili sorunlar, şarj istasyonlarının geliştirmesi gibi hususlar, gelecekte çözülmesi gereken önemli konuları oluşturmaktadır. Bu zorlukların üstesinden gelebilmek için daha yoğun

araştırma ve geliştirme çalışmalarının yapılması kaçınılmaz hale gelecektir.

Türkiye’de Elektrikli Araçlar

Türkiye’de elektrikli binek otomobil sayısı 2016 yılında 426 iken, 2023 yılında 69 bine, 2024 yılında ise 100 bine ulaşmıştır. 2016 yılından itibaren sekiz yıllık bir süreçte baş döndürücü bir artış yaşanmıştır.

Türkiye’de yerli elektrikli araç üretime yönelik çalışmalar çeşitli şirketler tarafından gerçekleştirilmektedir. İlk yerli elektrikli spor araba Sapmaz 3Gen, 2013 yılında prototip olarak üretilmiştir. Günümüzde elektrikli araç dönüşümü yapan firmalar, Derindere Motorlu Araçlar (DMA), BD otomotiv, Devrimsel Teknoloji, Mekatron Mühendislik Teknolojileri olarak sıralanabilir. DMA’nın günümüzde ürettiği elektrikli araçlar yeni kasa Toyota Corolla’dan çevirdiği araçlardır (Kocabey, 2018).

Ayrıca Türkiye’nin Otomobili Girişim Grubu (TOGG), Türkiye’de otomobil üretimi yapan bir şirkettir. Bu şirket ilk otomobili 29 Ekim 2022 tarihinde seri üretime hazır hale getirilmiştir. Aracın maliyeti 2022 yılı Eylül ayında 750 bin TL olarak belirtilmiştir.

Sonuç olarak ülkemizde yerli otomobil çalışmalarına hız verilmiştir. şu anda ülkemiz yollarında yerli üretim elektrikli araçların sayısı giderek artmıştır. Önümüzdeki yıllarda bu sayının daha da artması beklenmektedir.

Kaynaklar

- BeeFull (2025). Elektrikli Araçların Geleceği Hakkında 5 Öngörü. BeeFull, <https://beefull.com/blog/elektrikli-araclarin-gelecegi-hakkinda-5-ongoru/> (Erişim Tarihi: 05.02.2025).
- Clondle (2023). Tesla nasıl ortaya çıktı? <https://www.clondle.com/post/tesla-nas%C4%B1l-ortaya-%C3%A7%C4%B1kt%C4%B1#>: (Erişim Tarihi: 02.02.2025).
- Energy Saving (2025). A brief history of the electric car. Energy Saving Trust, Updated 7 February 2025, <https://energysavingtrust.org.uk/a-brief-history-of-the-electric-car> (Erişim Tarihi: 12.05.2025).
- Energy.gov (2014). The History of the Electric Car. <https://www.energy.gov/articles/history-electric-car> (Erişim Tarihi: 06.02.2025).
- Erkul Kaya, N. (2024). Türkiye’de elektrikli araç satışları 2023’te 8 kattan fazla arttı. Anadolu Ajansı, 24.04.2024, <https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/turkiyede-elektrikli-arac-satislari-2023te-8-kattan-fazla-artti-/3200718#>:
- Hedef Filo (2024). Elektrikli Araç Tarihçesi. <https://ev.hedefilo.com/elektrikli-arac-tarihcesi>
- IEA (2024). Global EV Outlook 2024: Moving towards increased affordability. <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2024> (Erişim Tarihi: 15.01.2025).
- Karababa, B. D. (2024). Elektrikli Araçların Tarihçesi. Arabam, 14 Mart 2024, https://www.arabam.com/blog/elektrikli_dunyasi/elektrikli-otomobil-uretiminin-tarihi/
- Kocabay, S. (2018). Elektrikli Otomobillerin Dünü, Bugünü Ve Geleceği. *Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi*, 1 (1), 16-23.
- Özbuğutu, A. C., & Yılmaz, E. (2025). 2024’te 100 bine yakın elektrikli otomobil satıldı. AA Ekonomi, 08.01.2025, <https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/2024te-100-bine-yakin-elektrikli-otomobil-satildi/3444453> (Erişim Tarihi: 10.01.2025).
- Westbrook, M. (2005). *The Electric Car: Development and future of battery, hybrid and fuel-cell cars*. The Institution of Engineering and Technology (IET), Power and Engy Series 38.
- Yap, L. (2024). History of Modern Electric Cars. Green Cars, <https://www.greencars.com/greencars-101/history-of-modern-electric-cars> (Erişim Tarihi: 10.02.2025).
- Zhan, P. (2024). Solid-state battery startup Talent New Energy unveils cell with ultra-high energy density. Chevpst, <https://cnevpost.com/2024/04/03/talent-unveils-battery-cell-ultra-high-energy-density/> (Erişim Tarihi: 10.02.2025).

Enerji Tarihine Dair Kısa bir Özet ve Bazı Açık Kaynaklar

Barış ŞANLI

Türkiye'nin enerji politikalarını anlamak için çoğu zaman çok geriye gitmeye gerek olmayabilir. Fakat dönem dönem eskilere gitmek de eğlenceli ve bilgilendirici bir perspektif sunar. Osmanlı'dan günümüze enerji politikalarında değişmeyen konulardan biri İstanbul ve civarının tedarik güvenliğidir. Değişen ise çok şey olmuştur, mesela buharlı gemiler için adalarda ve Doğu Akdeniz'de bulundurulmuş kömür depolarından, güneş enerjisine bir çok değişiklik gözlenmektedir. Fakat değişimlerin de kendi içinde bir tutarlılığı vardır: Yerli kaynak ve teknolojinin artırılması.

Ben tarih uzmanı veya araştırmacısı olmadığım için sadece genel hatları ile gördüğüm resmi paylaşmayı tercih ediyorum. Bunları belgelerle destekleyebileceğim gibi destekleyemeyeceğim noktalarda var.

Osmanlı gerçek bir enerji dönüşümü yaşamadı. Bunun en büyük sebebi ise, orman kaynaklarının fazlalığı ve ilerlemenin sadece belirli bölgelerde olması yani talebin de yüksek olmamasıdır. Bu dönüşümlerde, özellikle gelişmiş ülkelerde gördüğümüz ilk durum "odun kıtlığıdır". Odun kıtlığı ve yüksek fiyat, kömüre yani bir sonraki kaynağa geçişi tetikler. Osmanlı'da talep azlığından, devletin kontrolünden, kaynak yoksunluğu acil bir sorun değildi.

Değişimin asıl başlangıcı buharlı gemiler ile başladı. Buharlı gemilerin sisteme ilk girdiği yıllardan Ereğli-yani Zonguldak- kömürleri çıkarılana kadar İngiliz kömürlerine büyük bir bağımlılık vardı. Çünkü dönemin en büyük kömür üreticisi İngiltere'ydi. İlk kömürle tanışma 1820'lerin sonlarında başlamıştır. Ereğli kumpanyası ise Mart 1821'de kuruldu. Ereğli kömürlerinde yüksek üretime çıkılması ise 1912 yılını buldu.

Osmanlı'daki gelişmenin ise ana noktası sanırım Tersane-i Amire oluyor. Yine de yerli bir buhar kazanı konusunda çok başarılı sonuçlar elde edilemiyor. Tersane ve yerli gemi bir çok teknolojinin birleşimi olduğundan, Osmanlı'nın itici gücü de denebilir.

Enerji kaynaklarında önemli bir kaynak ise odun kömürüdür. Kömüre ise çok sıcak bakılmıyor. Çünkü bazı uç olayların yaşandığı yıllar haricinde gerek de yok. Sanayileşme düşük ve çoğu yer ağaç. Bana ilginç gelen nokta ise, tuğla fabrikalarının çok sonra başlamasıdır. Yani evleri yapabilecek üç ihtimal var, toprak, taş veya odun. Çünkü tuğlayı pişirmek gerekecek, büyük bir masraf ve yüksek miktarda enerji tüketimine ihtiyaç olacak. Çoğu ev bu sebeple ahşap.

İstanbul'da evlerin önemli bir kısmının ahşap olması ise içeride ısınmayı etkilediği gibi yangın

tehlikelerini de beraberinde getiriyor. Eğer demir döküp herkesin satın alabileceği kadar ucuza imal edemezseniz, ahşap evlerde nasıl ısınma sağlayabilirsiniz? Bu sebeple de gül şeklinde mangallar var sanırım.

Odundan bir diğer kaynağa geçiş muhtemelen Cumhuriyet döneminde, hatta son 50 yılda bile olmuş olabilir. Uluslararası Enerji Ajansı verilerini baz alırsak, 1973'te odun kullanımı hala kömürün 2 katının üzerindedir. Ama ikisinin toplamı petrol tüketiminin de altındadır. Yani odundan kömür oradan petrol yerine, odundan petrole geçilmiş gibidir.

Maden kömürleri konusunda Osmanlıca Maden Kömürleri kitabı önsözünde, Osmanlıca olarak ilk eser olduğunu iddia ediyordu. Bunu ancak geçtiğimiz aylarda netliğe kavuşturabildik, evet ilk kitaplardan biri olabilir. Fakat daha önceki dönemlerde teknik kitapların genelde Fransızca yazıldığını biliyoruz, fakat daha geçmişini bilmiyorum.

Elektriğin başlangıcını ise, sanırım telgraf dönemine dayandırmak mümkün. Telgraf sistemi ve bu sistemler için insan yetiştirilmesi de elektrik mühendisliğine baz teşkil ediyor. Bu sebeple elektrik üretimi öncesi de pil vs konusunda önemli bir bilgi birikimi olduğu kabul edilebilir. Bu konuda en önemli eser Mebhas-ı Telgraf'tır. Kitap elektrik üretimlerinden çok önce manyetik ve çözelteli-kimyasal elektrik üretimi konusunda bilgilere sahiptir.

Bildiğim kadarı ile, elektrik mühendisi sayabileceğimiz bir çok kişi, konuya telgraf ile başlıyor ve Paris'te eğitim alıyorlar. ABD'de de elektrik gelişimi yine telgraf kısmı ile başlıyor. Yani elektrikte tüm dünyadakine benzer bir güzergah takip edilmiş olabilir. 1847'de Abdülmecit'in huzurunda Osmanlı'nın ilk telgraf denemesi gerçekleştirilmiş ve Morse'a bir de nişan göndermiştir.

Daha sonra tramvay konusu var, İstanbul özelinde elektriğe dair öncü bir hareket göremedim. İzmir'de olabilir deniyor ama materyal kanıtlarını da görmedim. Atlı tramvaylar uzun süre aktifti. İstanbul'da ilk elektrikli tramvay 1914 Şubat ayında başlamış gözüküyor. İstanbul'daki Tünel'in hikayesini anlatan IETT kitabında, buharlı makinelerle çekilen Tünel araçları var, resimlerde 1960'larda hala buharlı makineler devrede. Alaaddin Tok'un tezinde buharlı makinelerin sarayda su basma için kullanıldığına da değinilmiş.

Abdülhamit dönemi sanırım 2 bölüme ayrılabilir. Görüldüğü kadarı ile elektrikli araba ve tekne siparişleri verilmiş, Saray'da bir elektrifikasyon –sınırlı da olsa- yapılmış, hatta elektrikli bir piyano da var. Fakat Yıldız Sarayında bazı yangınlara sebep olması, elektrik konusunda padişahın fikrini etkilemiş olmalıdır. Tekrar hatırlatmak gerekir ise, İstanbul'da o zaman ki evler ahşap. Yine bu dönemde Tersane'de elektrik çalışmalarının devam ettiği görülmektedir.

Dönem dönem beni gülümseten konulardan biri de 1914-1915 yılında yayınlanan "Elektrik pilleri ve akümülatörler" kitabıdır. Dağıttık enerji ve pil devrimini yaşadığımızı zannettiğimiz bu günlerde, kitabın ilk sayfasındaki "Herkes kendi hanesinde kendi kendine: Elektrik pilleri ve Akümülatörler ile tenvirat(aydınlatma)

icra edebilir” cümlesi hep ilginç gelmiştir.

Daha sonra ise Mehmet Refik Fenmen’in elektrik üretimine katkıları gelmektedir. Bir çok ismi görmemize rağmen, Fenmen yazdığı eserler ile daha yakın tanıma imkanı bulduğumuz bir figürdür. Einstein ile ilgili yazılan Osmanlıca ilk kitap olan “Aynştayn nazariyesi”de aynı yazar tarafından kaleme alınmıştır. YÖK veritabanında bir çok bilgi bulunabilir.

Elektrikte güzel kaynaklardan biri de Amel-i Elektriktir. Elektrik işleri dergisi bu konuda çok değerli kaynaklardan biridir.

Doğalgaz tarafında ise şehir gazı-hava gazı ile başlayan bir dönem vardır, bu dönemde kurulan şirketin ismi de “Gaz de Constantinople” yani İstanbul gaz şirketi idi. İğdaş’ın Osmanlı’dan Günümüze Havagazının Tarihçesi isimli bir kitabı da vardır.

1930’lara kadar sanırım enerji kelimesi “enerji” olarak başladı. Elektrik İşleri Etüd İdaresi(EİEİ), MTA ve Etibank’ın kurulması önemli bir dönüm noktasıdır. EİEİ Kitaplarının 3 tanesi çevrimiçi arşivimde de bulunmaktadır.

1940’da Şevket Aydınelli’nin Türkiye’nin enerji ekonomisi önemli bilgileri ve aynı zamanda uluslararası gelişmeleri de içermektedir.

1953’de 1. İstisari Enerji Kongresi o dönem fikirlerini toplamak anlamında önemli bir toplantıdır. Bu toplantılarda doğalgaz dahil bir çok konu görüşülmüştür. “Türkiye Enerji Kurumu” önerilerini de burada görüyoruz.

Ben şahsen 1959 yılında Turgut Özal’ın bir elektrik mühendisi olarak yazdığı “Elektrik planı ve Türkiye’de elektrik enerjisinin istikbali hakkında düşünceler” makalesini de önemli buluyorum.

1963 yılında Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Sanayi Bakanlığından ayrılarak kurulmuştur. Türkiye elektrik kurumu (TEK) ise 1970’de kurulmuştur.

Son dönemlerde en çok dikkati çeken konu ise sanırım Keban barajıdır. Cumhuriyetin ilk büyük mega projelerinden biridir ve tamamlanması dört gözle beklenmektedir. Sonrasını ise yakın dönem olarak değerlendiriyorum.

Kendi Özetim

Tarih nostaljiden çok, bugünü nasıl şekillendirdiği için önemlidir. Enerji gibi bir konuda, tarihe bakmadan da herşeyi anlayabiliriz, ama tarih hem derinlik hem de içerik vermektedir. Daha çok tarihsel belge ile daha net sonuçlar elde ettiğimi iddia edemem. Şahsen ilk tarih kitabında “tamam”, ikincide “fakat”, üçüncü de “yani?”, sonrasında ise “tam da öyle değil” şeklinde bir gelişmem olduğunu itiraf edebilirim.

Osmanlı'da bir enerji dönüşümü olmadığını söyleyebilirim. Belki çok çok son dönemlerde. Yapılan teknolojik ilerlemenin de –devlet tarafında- tersane ile olduğu kabul edilebilir. Odundan kömüre geçişten çok, odundan petrole geçişi gözlemlemek mümkün gibi. Bu da uzun dönem enerji tüketiminde iki uç nokta(odun-petrol) olduğunu gösteriyor.

Elektriğin hikayesi ise telgraf ile başlıyor, buradaki insan kaynağı sonraları elektrik üretimine taşınıyor. Osmanlı ve daha sonrası Cumhuriyet'te büyük sanayicilerin olmaması dönüşümlerin hızını bence etkiliyor. Benzer durum Almanya ve İngiltere'nin elektrifikasyonunun karşılaştırıldığı Networks of Power kitabında da görülebilir. İngiltere'de ilerleme belediyelere bırakılınca 10larca frekans, voltaj ve farklı yollar ortaya çıkmıştır.

Sistemin ilk döneminde yurtdışında eğitim görmüş mühendislerin heyecanlarını görmek mümkündür. Yani onlar bu yeni kurulan Cumhuriyeti modern ülkelere çevirme yolunda eserler vererek, çalışmalarla öne çıkıyorlar. Özellikle uluslararası gelişmeler yakından takip ediliyor ve sanırım politikaların kaynağı da bu öneriler oluyor.

Kaynaklar

Elektrik Mühendisliği dergisi, geçmiş sayılarında Turgut zal'ın da makalelerinin olduğu 1956-1970 dönemi için güzel bir kaynak

İstanbul Büyükşehir Belediyesi Atatürk Kitaplığında, bir çok Osmanlıca eserin PDF'lerine ye olarak erişmeniz mümkün. Dr Alaaddin Tok'a yönlendirme için teşekkürler.

Milliyet Gazete Arşivi açık ve ücretsiz bir erişimi var. YK'n Tez veritabanında bir çok enerji tezi var. İETT Medya Arşivinde güzel kitaplar var.

Salt Araştırma da bazı kaynaklar açık, şimdi üyelik de istiyor. MTA Dergi arşivinde güzel kaynaklar var. Kendi arşivimde de bir çok kaynağa ulaşabilirsiniz.

Sürdürülebilir Kalkınma, Döngüsel Ekonomi ve Yenilenebilir Enerji: Tarihsel Süreç ve Mevcut Durum Değerlendirmesi

Burcu TÜRKCAN¹

Giriş

Bugünkü neslin istek ve ihtiyaçlarını karşılarken gelecek nesillerin ihtiyaçlarından ödün vermemek olarak tanımlanan sürdürülebilir kalkınma, kaynakların etkin kullanımı ve küresel sınırların dikkate alınması ilkelerine dayanmaktadır (Türkcan vd., 2024: 25). Bu tanımlama doğrultusunda Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) tarafından 2015 yılında Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SKA) deklare edilmiştir. SKA, 17 ana başlık altında 2030 yılına kadar gerçekleştirilmesi istenen ana hedeflerdir ve uluslararası anlamda kabul görmüştür. Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarından biri ‘Erişilebilir ve Temiz Enerji’ olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu Amaç kapsamında, ana hedef, herkes için karşılanabilir, güvenilir, sürdürülebilir ve modern enerjiye erişimi sağlamaktır. Bu ana hedef kapsamındaki 5 alt hedeften biri “2030’a kadar yenilenebilir enerjinin küresel enerji kaynakları içindeki payının önemli ölçüde artırılması” olarak ifade edilmektedir. Alt hedeflerden bir diğeri ise “2030’a kadar yenilenebilir enerjiyi, enerji verimliliğini ve gelişmiş ve daha temiz fosil yakıt teknolojilerini kapsayan temiz enerji araştırmaları ve teknolojilerine erişimi kolaylaştırmak için uluslararası iş birliğinin geliştirilmesi ve enerji altyapısı ve temiz enerji teknolojisi alanlarına yatırımın teşvik edilmesidir (<https://turkiye.un.org/tr/sdgs/7>). Dolayısıyla yenilenebilir enerjinin, bu sürdürülebilir kalkınma amacı açısından önemli bir yer tuttuğu görülmektedir. Peki, niçin bugün yenilenebilir enerji Dünya enerji gündeminde bu kadar önemli bir yere sahiptir?

Sanayi Devrimi ile birlikte hızlanan üretim süreçleri ve beraberinde küresel ölçeğe yayılan tüketim çılgınlığının yarattığı çevresel kirlenme ve kaynakların hızla tüketilmesi, insanlığın 20.yüzyılın ikinci yarısından itibaren Küresel İklim Krizi gerçeğiyle yüzleşmesine neden olmuştur (Huyugüzel Kışla vd., 2022a). Ozon tabakasındaki deliğin genişlemesiyle artan küresel sıcaklık değeri, buzulların erimesi ve deniz seviyelerinin yükselmesine yol açarken, hızla kirlenilen ve tüketilen doğal kaynaklar da çevresel kirliliğini arttırmış, biyoçeşitliliği azaltmış ve belli bölgelerde çölleşmelere neden olmuştur. İçilebilir su kaynakları zehirli kimyasallar ile kirlenmiş, denizler ve okyanuslardaki mikropplastisite oranı insanlık tarihinin en yüksek düzeyine ulaşmıştır (Subpiramanyam, 2021). Bazı canlı türlerinin yok olması nedeniyle virüs ve bakterilerin ara konakları ortadan kalkmış, insanlar arasında COVID-19 pandemisi gibi ölümcül virütik salgınlar baş göstermeye başlamıştır (Hu-

¹ Doç. Dr., Ege Üniversitesi İİBF İktisat Bölümü, burcu.turkcan@ege.edu.tr, ORCID: 0000-0002-7494-5897

yugüzel Kışla vd., 2022b). Tüm bunlarla birlikte fosil enerji kaynaklarına dayalı üretim yapılarının, söz konusu kaynakların yenilenemez olması sebebiyle sürdürülebilir olmadığının da farkına varılmıştır. Kaynaklar tükenmeye başladıkça fiyatları yükselmiş, 1970lerde yaşanan Petrol şokları üretim ve tüketim süreçlerinde tehlike çanlarının çalmaya başladığını işaret etmiştir. Bu noktada hem çevre kirliliğine yol açan hem de yakın gelecekte tükenme riski yüksek olan fosil kaynak temelli enerji üretiminin yerine sürdürülebilir ve daha az maliyetli bir enerji türü olan yenilenebilir enerjiye geçiş yapılması gerekliliği uluslararası arenada kabul görmüştür. Doğrusal üretim-tüketim süreçlerinden döngüsel süreçlere geçiş yapılmış, sürdürülebilirlik ekseninde en etkin politika opsiyonu olarak tükenmeyen enerji kaynaklarına yönelik hızlanmıştır.

Döngüsel Ekonomi ve Yenilenebilir Enerji

Döngüsel Ekonomi, doğrusal ekonomi anlayışından farklı olarak ekonomide çevre ve toplum unsurlarını dikkate alarak sürdürülebilir bir döngüyü sağlamaya çalışan ekonomi yaklaşımıdır (Eriş ve Türkcan, 2023: 100). Doğrusal süreçten kasıt, ekonomide kitle üretimi ve tüketimi ile yerleşmiş olan Al – Yap – Tüket – At zinciridir. Ancak döngüsel ekonomi yaklaşımında bu doğrusal bakış açısı bir kenara bırakılmaktadır. Kircherr vd. (2017) döngüsel ekonomiyi, üretim/dağıtım ve tüketim süreçlerinde kullanılan malzemelerin azaltılması, geri dönüştürülerek yeniden kullanılması ve geri kazanılması şeklinde tanımlamaktadır. Avrupa Parlamentosunun (2023) yaptığı tanımlamaya göre Döngüsel Ekonomi, sürdürülebilir, düşük karbon emisyonlu, etkin kaynak kullanımına dayalı ve rekabetçi ekonomidir. Şekil 1’de Döngüsel Ekonomi, ana hatlarıyla şematize edilmektedir.

Şekil 1: Döngüsel Ekonomi



Kaynak: Şekil yazar tarafından oluşturulmuştur.

Bu temel bileşenler dikkate alındığında döngüsel ekonomide *yenilenebilir enerji* önemli bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları hidro, jeotermal, güneş, rüzgar, odun, bitki artıkları, biyokütle, gel-git ve dalga olarak sınıflandırılmaktadır (www.mfa.gov.tr). Rüzgar enerjisi; sonsuz bir güç olup kaynağı Güneş'tir. Güneş'in Dünya'ya gönderdiği enerjinin yaklaşık %2'si rüzgar enerjisine dönüşmektedir. Güneş enerjisi, Güneş'in çekirdeğinde yer alan füzyon süreci ile açığa çıkan ışımaya enerjisidir. Jeotermal enerji ise yer yüzeyinin altında ısı şeklinde depolanan enerjidir. Bu termal enerji, kayalarda ve akışkanlarda depolanır. Hidro ise su gücünden elde edilen enerjidir. Hidroelektrik santraller; yenilenebilir, yüksek verimli, yakıt gideri olmayan, uzun ömürlü ve işletme gideri çok düşük enerji üretmektedirler. Biyokütle, bir veya birden fazla türden canlı organizmaların toplam kütlesi olarak tanımlanır. Biyokütle enerjisi, canlı ve yakın geçmişte yaşamış organizmalardan elde edilen yenilenebilir enerjidir (<https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji>) Gel-git ve dalga enerjileri ise isimlerinden anlaşılacağı üzere suyun gel-git ve dalga hareketlerinden enerji üretilmesini ifade etmektedir. Bitki artıkları da yenilenebilir bir enerji kaynağı olup bu artıklardan elde edilen kompost, ısı enerjisine dönüştürülerek ısınmada kullanılabilir (Yağın Sever, 10.01.2019). Döngüsel ekonomi yaklaşımında yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde özellikle enerjiye dönüştürülebilen atıklara önem atfedilmektedir. Bu yaklaşımda geri dönüşüm ana bileşen olduğundan, atık yönetimi oldukça önemlidir. Bu bağlamda geri dönüştürülemeyen atıklardan enerji elde edilmesi hedeflenir. Bitki artıklarından (kompost) elde edilen enerji buna en güzel örnektir. Gıda ve organik atıklardan elde edilen metan biyogazı ile de elektrik üretilebilmektedir (Fırat ve Eraslan, 2021).

Bilinen yaygın tanımıyla ekonomi, kıt kaynaklar ile sınırsız insan ihtiyaçlarının optimum düzeyde sağlanmasının yollarını arayan bilim dalıdır. Fosil kaynaklardan elde edilen enerji, kıt kaynaklar sınıflandırmasına dâhil olduğundan, daima var olacak enerji ihtiyacının sürdürülebilir yöntemler ile doğaya zarar vermeden elde edilmesi yenilenebilir enerji kaynaklarına dayanmaktadır. Yenilenebilir enerjinin bazı diğer avantajları da söz konusudur. Bunlar şu şekilde sıralanabilir:

- Elde edilmeleri ve kullanılmaları güvenlidir.
- Çevre dostudurlar. Sera gazı emisyonunun düşmesine katkıda bulunurlar.
- Fosil kaynaklar gibi tükenmekte olmadıklarından fiyatları sürekli ciddi artışlar göstermez ve enerji piyasalarının fiyat istikrarına katkıda bulunurlar.
- Enerji ithalatını azaltarak dışa bağımlılığı düşürürler.
- Yeni istihdam olanakları sağlarlar.
- Doğal afet, savaş gibi durumlarda bu enerji kaynaklarından enerji üreten tesislerin zarar görmesi, ciddi çevresel etkiler yaratmaz (Yurdadoğ ve Tosunoğlu, 2017: 3).

Sayılan tüm bu avantajlar dikkate alındığında günümüzün sürdürülebilir kalkınma paradigmasında güncel iktisadi yaklaşım olan Döngüsel Ekonomi kapsamında yenilenebilir enerji kaynakları, gerek ekonomiler gerekse de toplumlar için gelecek vadetmektedir.

Dünya’da Yenilenebilir Enerji: Tarihsel Gelişimi ve Mevcut Durumu

Dünya’da yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı oldukça eski tarihlere dayanmakla birlikte bu kaynaklardan üretilen enerjinin üretim ve ticaret amacıyla kullanımı nispeten yenidir. Bu yenilenebilir enerji kaynaklarından en yakın tarihte gelişeni belki de Güneş enerjisidir. 1950’ler, Uluslararası Güneş Enerjisi Topluluğu’nun (International Solar Energy Society) kurulması Güneş araştırmalarının modern çağımı işaret etmiştir. 1960’ların başlarında güneş termal enerjisi (ısıyı oluşturmak için güneş ışığının yoğunlaştırılması) İsrail’deki evlere sıcak su sağlamak için yaygın olarak kullanılırken 1970’lerdeki enerji krizi ve artan petrol fiyatları, daha fazla ülkenin Güneş teknolojisine yatırım yapmasıyla güneş enerjisi üretiminin gelişimini daha da ileriye taşımıştır.

Jeotermal enerji de nispeten geç gelişen bir yenilenebilir enerji alanıdır. Bilinen ilk ticari kullanımı, insanların Arkansas’ın Hot Springs şehrinde üç kaplıcadan beslenen banyoları kullanmak için 1 dolar ödeyebildiği 1830 yılına dayanır. Yaklaşık 60 yıl sonra, dünyanın ilk bölgesel ısıtma sistemi Boise kentinde kurulmuş ve kaplıcalardan 200’den fazla eve ve işletmeye su pompalanmıştır. Ancak ABD’deki tüm bu jeotermal ilklere rağmen, Avrupalılar ilk jeotermal enerji santralini kurmuşlardır. 1904’te, bir İtalyan prensi olan Piero Conti, Toskana’nın Larderello jeotermal sahasından buharı kullanan bir jeotermal enerji deneyi aracılığıyla ampulleri çalıştırmıştır. Çalışmaları daha sonra bölgede buharla beslenen bir ticari enerji santralinin inşasıyla sonuçlanmıştır.

Rüzgar enerjisinin gelişiminde de tıpkı Güneş enerjisinde olduğu gibi petrol krizinin etkili olduğu bilinmektedir. Esasında insanoğlu uzun zamandır mekanik amaçlar için rüzgar enerjisini kullanmaktadır. Çin’deki yel değirmenleri su pompalamak için kullanılırken, Orta Doğu’da da MÖ 200’e kadar yel değirmenleri tahıl öğütmek için kullanılmıştır. Daha sonra Avrupa’da Hollandalılar yel değirmenlerini kağıt yapmak ve gölleri kurutmak gibi çeşitli endüstriyel kullanımlar için uyarlamışlardır. Elektrik mühendisi James Blyth, 1887’de İskoçya’daki arka bahçesinde dünyanın ilk rüzgar türbinini inşa ederken, Charles Brush ve Poul la Cour, 19. yüzyılın sonundan önce sırasıyla Ohio ve Danimarka’da kendi türbinlerini inşa etmişlerdir. Danimarka hükümet politikaları, ülkenin rüzgar enerjisi endüstrisinin gelişimini desteklediğinden, Danimarka ticari rüzgar enerjisinde ilk lider ülke olarak ortaya çıkmıştır. Daha sonra 1980’lerde Kaliforniya’da kamu hizmeti ölçeğinde rüzgar çiftlikleri kurulmuş ve bunu 1990’larda faaliyete geçen Almanya ve İspanya’daki rüzgar çiftlikleri izlemiştir.

Su gücünden enerji üretimi anlamına gelen hidroenerjinin de tarihi oldukça eskiye dayanmaktadır. Antik Yunanlılar buğdayı una çevirmek için hidroelektrik enerjisini kullanmışlardır. Ancak, elektrik üretmek için hidroelektrik kullanımı çok daha sonra yaygınlaşmıştır. Su türbini teknolojisindeki yenilikler, İngiliz-Amerikan mühendis James Francis tarafından icat edilen ve günümüzde de yaygın olarak kullanılan Francis türbini de dahil olmak üzere 1800’ler boyunca gerçekleşmiştir. II. Dünya Savaşı’ndan sonra hidroelektrik gelişimi Avrupa,

Kuzey Amerika, Japonya ve eski Sovyetler Birliği'ndeki devlete ait projelerle daha da hızlanmıştır (IBM, 8 Şubat 2024).

Günümüzde ise yenilenebilir enerji alanında Dünya benzeri görülmemiş bir ilerleme kaydetmiştir. Uluslararası Enerji Ajansı'nın (IEA – International Energy Agency) 2024 yılı Yenilenebilir Enerji Raporu'na göre küresel yenilenebilir enerji kapasitesinin 2030 yılına kadar 2,7 kat artarak ülkelerin mevcut hedeflerini yaklaşık %25 oranında aşması beklenmektedir. Yaklaşık 140 ülkedeki iklim ve enerji güvenliği politikaları, yenilenebilir enerji kaynaklarının fosil yakıtlı enerji santralleriyle maliyet açısından rekabetçi hale getirilmesinde önemli bir rol oynamıştır. Raporda ülkelerin yenilenebilir enerji alanındaki ilerleme kapasitelerinin de altı çizilmektedir. Bu raporda vurgulanan bir diğer husus, Çin'in 2030 yılına kadar küresel kapasitedeki artışın %60'ını oluşturarak küresel yenilenebilir enerji lideri konumunu sağlamlaştırmaya hazırlandığıdır. Avrupa Birliği ve ABD'nin 2024 ile 2030 yılları arasında yenilenebilir kapasite artış hızını iki katına çıkarması beklenirken, Hindistan'ın büyük ekonomiler arasında en hızlı büyüme oranını yakalamak üzere olduğu belirtilmektedir. Ayrıca raporda yenilenebilir enerji türlerinin gelişim hızına da değinilmektedir. Şimdi ile 2030 arasında eklenen yeni güneş enerjisi kapasitesi, bu on yılın sonuna kadar küresel olarak yenilenebilir enerjideki büyümenin %80'ini oluşturacağına dikkat çekilmiştir. Son tedarik zinciri ve makroekonomik zorluklara rağmen rüzgar enerjisi sektörünün de toparlanması beklenmektedir. 2023 yılı itibarıyla küresel elektrik enerjisi üretiminin %30'u yenilenebilir enerji kaynakları tarafından gerçekleştirilmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları tarafından üretilen elektrik enerjisinin ise %5'i Güneş'ten, %8'i rüzgardan, %14'ü hidrodan ve %3'ü de diğer yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilmektedir. Uluslararası Enerji Ajansı, 2030 yılı itibarıyla küresel elektrik üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının payının %46'ya yükseleceğini öngörmektedir (IEA, 2024a).

World Energy Outlook 2024 Raporu'nda ise Orta Doğu'da artan çatışmalar ve Rusya-Ukrayna Savaşı gibi nedenlerle, dünyanın karşı karşıya olduğu enerji güvenliği risklerinin devam ettiğinin altı çizilmiştir. Günümüzün enerji piyasalarındaki kırılganlık, Uluslararası Enerji Ajansı'nın (IEA) temel ve merkezi misyonu olan enerji güvenliğinin değişmez önemini ve daha verimli, daha temiz enerji sistemlerinin enerji güvenliği risklerini azaltabileceği yolların bir hatırlatıcısı olduğu ifade edilmiştir. Ayrıca temiz enerjiye geçişin son yıllarda hükümet politikaları ve endüstriyel stratejiler tarafından şekillendirilen keskin bir şekilde hızlandığı, ancak bu politika ve stratejilerin nasıl gelişeceği konusunda yakın vadede her zamankinden daha fazla belirsizlik olduğu da belirtilmiştir. Rapora göre temiz enerji, 2023'te eklenen 560 gigawatt'tan (GW) fazla yeni yenilenebilir enerji kapasitesi de dâhil olmak üzere enerji sistemine benzeri görülmemiş bir hızla girmektedir. Yükselen ve gelişmekte olan ekonomilerin öncülüğünde enerji hizmetlerine olan talep hızla artmakta, ancak geçişlerin devam eden ilerlemesi, on yılın sonunda küresel ekonominin ilave miktarda petrol, doğal gaz veya kömür kullanmadan büyümeye devam edebileceği anlamına gelmektedir. Geniş temiz enerji üretim kapasitesi, ulusal ve küresel net sıfır hedeflerine uyum sağlamaya yönelik daha hızlı geçişler için alan yaratmakta ancak bu, günümüzün yatırım akışlarındaki ve temiz enerji tedarik zincirlerindeki dengesizliklerin ele alınması anlamına da gelmektedir. Ra-

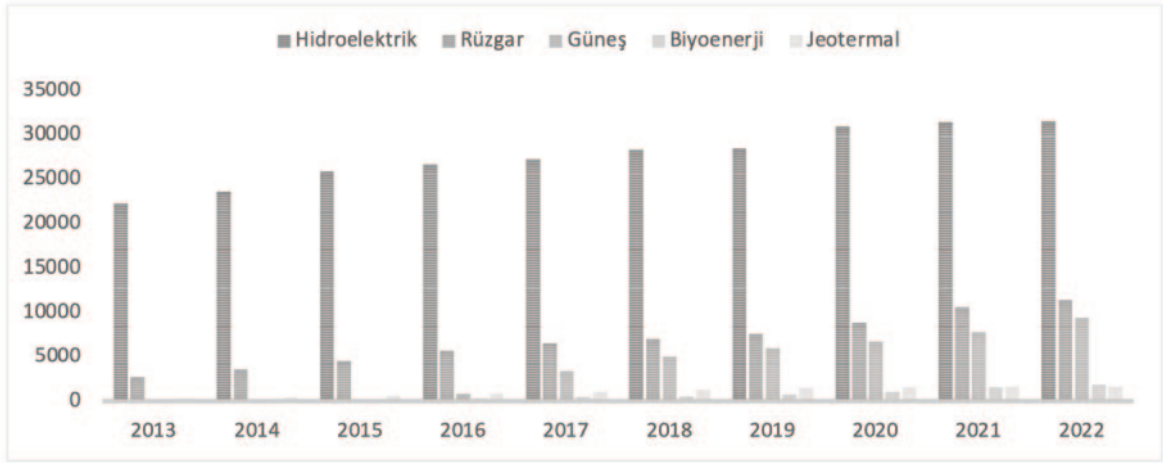
porda ayrıca Dünya'nın, iklim hedefleriyle uyumlu bir gidişattan hala çok uzakta olduğuna da vurgu yapılmaktadır. Hükümetlerin, yatırımcıların ve tüketicilerin verdiği kararların, çoğu zaman günümüz enerji sistemindeki kusurları daha temiz ve daha güvenli bir yola doğru itmek yerine pekiştirdiği belirtilmektedir. Günümüz uygulaması, dünyayı 2100 yılına kadar küresel ortalama sıcaklıklarda 2,4°C'lik bir artışa doğru yönlendirirken, bunun da değişen iklimden kaynaklanan daha ciddi riskleri beraberinde getirdiği ifade edilmektedir.

Türkiye'de Yenilenebilir Enerji: Tarihsel Gelişimi ve Mevcut Durumu

Türkiye'nin yenilenebilir enerji üzerine yatırımlarını genişletmesi, Dünya ile benzer bir tarihsel gelişim süreci işaret etmektedir. Türkiye'de her ne kadar hidroelektrik santralleri üzerine ciddi bir yatırım uzun zamandır söz konusu olsa da bu alandaki yatırımların da 1980lerde başladığını söylemek yanlış olmaz. İlk HES üretimleri de 90larda başlamıştır. İlk ünitesi 1992 yılında faaliyete geçen Atatürk Barajı ve HES, 2002 yılında enerji üretimine başlayan Berke Barajı ve HES, 2012 yılında faaliyete geçen Ermenek Barajı ve HES, 2013 yılında faaliyete geçen Deriner Barajı ve HES ve Türkiye'nin en yüksek barajı olarak faaliyet gösteren Yusufeli Barajı ve HES bu yatırımlardan bazılarını oluşturmaktadır (Demir ve Yakışık, 2024: 1343). Rüzgar santrallerine bakıldığında da ilk girişimin 1998 yılında İzmir Çeşme'de 3 türbinlik bir yatırım şeklinde olduğu görülmektedir. Bu yatırımı takiben Bozcaada'da da bir rüzgar santrali devreye girmiştir. İlk Güneş santrali ise 2011 yılında İstanbul Büyükşehir Belediyesi ve TÜBİTAK tarafından İkitelli'de kurulmuştur (Güçlüer Küpeli ve Güney, 2019: 2-3).

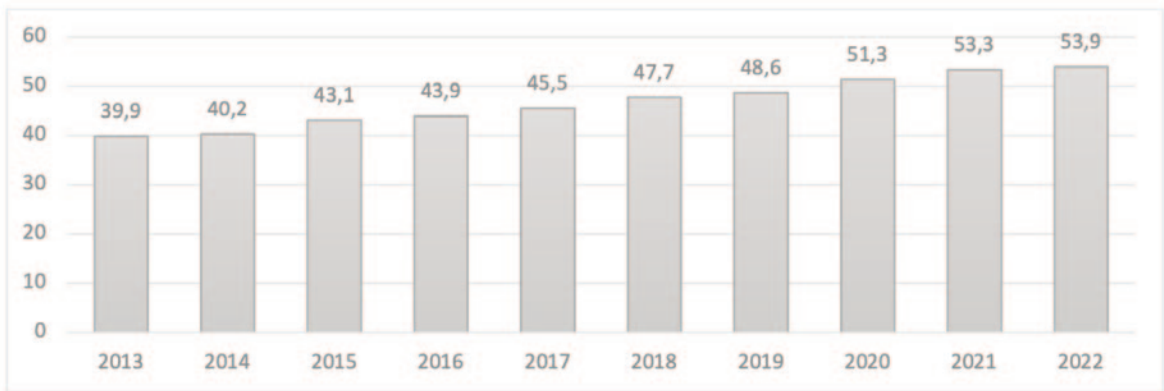
UEA (2024a) Avrupa'da toplam yenilenebilir enerji kapasitesinin 2030 yılı itibariyle iki katına çıkacağını öngörmektedir. Bu artışın ise başta Almanya olmak üzere İngiltere, İtalya, Türkiye, Fransa, İspanya ve Hollanda şeklinde 7 ülke tarafından sağlanacağı öngörülmektedir. Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı (IRENA) verilerine göre Türkiye 2023 yılı itibariyle yenilenebilir enerji kurulu güç kapasitesinde Avrupa 5.'si olurken, Dünya'da da 11. Sıraya yükselmiştir. İlk 3'te ise Çin, ABD ve Brezilya yer almaktadır (<https://enerji.gov.tr/>). PwC Türkiye, "Türkiye Elektrik Piyasasına Genel Bakış 2023" Raporu'nda da yenilenebilir enerjiye yönelik odaklanmanın, Türkiye'yi son 10 yılda diğer ülkelerden ayırtırdığının altı çizmektedir.

Grafik 1'de Türkiye'de türlerine göre yenilenebilir enerji kapasitesi 2013 – 2022 yılları için gösterilmektedir. Grafikten görüldüğü üzere Türkiye'de hidroelektrik, en yüksek kapasiteli yenilenebilir enerji türüdür ve yıllar itibariyle az da olsa kapasite genişlemesi sağlanmıştır. Bu kadar yüksek bir hidroelektrik kapasitemizin olmasındaki temel neden coğrafi avantajdan kaynaklı sahip olduğumuz su kaynakları üzerine tarihsel süreçte kurmuş olduğumuz hidroelektrik santralleridir (HES). İkinci en yüksek kapasiteye ise rüzgar enerjisi sahiptir. Rüzgar enerjisinin 2013'ten 2022'ye kapasitesinde ciddi bir artışın olduğu da göze çarpmaktadır. Üçüncü sırada ise Türkiye'de Güneş enerjisi yer almaktadır. 2013 yılında Güneş enerjisi kapasitesi 0'a yakinken, 2022 yılına gelindiğinde ciddi bir atılım gerçekleştirilmiş olduğu görülmektedir. Biyoenerji ve jeotermal kapasiteleri halen çok düşük olmakla birlikte 2013 yılında bunların da sifıra yakın oldukları dikkate alınırca bu alanlarda da ilerleme kaydedildiği görülmektedir.

Grafik 1: Türkiye'nin Türlerine Göre Yenilenebilir Enerji Kapasitesi (MW)

Kaynak: IRENA, 2023.

Grafik 2’de ise Türkiye’de yine 2013 – 2022 yılları arasında elektrik kapasitesinde yenilenebilir enerjinin payına yer verilmektedir. Grafikten de gözlendiği üzere 2013 yılında yenilenebilir enerjinin payı %39,9 iken 2022 yılına gelindiğinde bu oran %53,9’a yükselmiştir. Dolayısıyla elektrik kapasitesinin yarısından çoğunun yenilenebilir enerji kaynaklarından geldiğini söylemek artık mümkündür.

Grafik 2: Elektrik Kapasitesinde Yenilenebilir Enerjinin Payı

Kaynak: IRENA, 2023.

Türkiye ekonomisi açısından yenilenebilir enerji kaynaklarının özel bir önemi bulunmaktadır. Zira 2023 yılı itibarıyla Türkiye’de enerji kaynaklı dış ticaret açığı toplam dış ticaret açığının yaklaşık %50’sini oluşturmaktadır. Ancak yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim ile birlikte enerji ithalatından kaynaklı dış ticaretinin düşme eğilimine girdiği de görülmektedir. Türkiye’de enerji ürünleri ithalatı 2023 yılında bir önceki yıla göre

%28 azalmıştır (SHURA, 2023: 3).

2022 yılında yayınlanan Türkiye Ulusal Enerji Planı'nda 2035 yılı hedefleri, tüm yenilenebilir enerji alanlarında kapasite artırımının sağlanması yönünde olmuştur. 2035 yılı itibariyle kurulu gücün rüzgar enerjisinde 29,6 GW'a; Güneş enerjisinde, 52,9 GW'a; hidroelektrik santrallerde 35,1 GW'a; biyokütle ve jeotermalde toplam 5,1 GW'a yükseltilmesi hedeflenmektedir. 2022 yılında her bir enerji kaynağının durumları ile karşılaştırma yapıldığında en yüksek ilerleme hedefinin Güneş enerjisinde olduğu göze çarpmaktadır (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2022: 14-15).

Sonuç

1. Sanayi Devrimi ile birlikte kitle üretiminin başlamasıyla sanayileşmiş ülkeler hızlı ekonomik büyüme oranları ve refah artışlarını tecrübe ederken, insanlık tarihinde hiç yaşanmamış bir kaynak tüketimi ve çevresel kirlenmenin de kapıları aralanmıştır. Sorumlu üretim ve tüketim davranışlarından uzak hareket eden insanoğlu, sonuçta bugünkü neslin istek ve ihtiyaçlarını karşılamanın peşine düşerken gelecek nesillerin ihtiyaçlarını göz ardı etmiştir. Sanayi üretimi sera gazı emisyonunu hızla yükseltmiş, sadece kitle üretimi değil kitle tüketimi de çevresel kirliliği arttırmıştır. Ozon tabakasındaki delik genişledikçe küresel ısınma artmış, biyoçeşitlilik zarar görmüştür. Nükleer silahların kullanıldığı savaşlar ve büyük nükleer kazalar, üzerinde yaşadığımız kürede geri döndürülmesi çok güç hasarlar bırakmıştır. Özellikle son 50 yılda doğal afetler artmış, su kıtlığı baş göstermiş, bazı canlı türlerinin nesli tükenmiş, salgın hastalıklar artmıştır. Tüm bu gerçekler insanlığı sürdürülebilirlik arayışlarına yöneltmiş, sürdürülebilir kalkınma kavramı 2000li yılların başından itibaren insanlığın ana gündem maddesi haline gelmiştir. Kaynaklar tükendikçe döngüsellik kavramı ön plana çıkmış, al-kullan-at tarzındaki üretim ve tüketim alışkanlıklarına dayalı ekonomi anlayışının yerini geri dönüşüm ve yeniden kullanımın hakim olduğu, yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı daha sürdürülebilir bir ekonomi yaklaşımı olarak döngüsel ekonomi almıştır. Döngüsel bir ekonomide kaynakların en etkin kullanımının sağlanması ve yenilenebilir opsiyonların benimsenmesi esastır. Bu bağlamda yenilenebilir enerji kaynakları önem kazanmaktadır. İnsanlığın, geldiği aşamada özellikle elektrik enerjisine daima ihtiyaç duyacağı açıktır. Fosil kaynaklar tükenebilir nitelikte olmakla birlikte elektrik, asla tükenmeyecek yenilenebilir enerji kaynakları ile üretilebilecek bir enerji türüdür. Bu nedenle mevcut kaynakları en etkin kullanmak adına günümüzde petrol ve türevlerinden yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim önem kazanmış, özellikle elektrikli araçlar yaygınlaşmaya başlamıştır. Her ne kadar enerji nükleer santraller yoluyla da üretilebiliyor olsa da bu tür santrallerin çevreye yönelik potansiyel zararları ve yüksek kurulum maliyetleri gibi nedenlerle yenilenebilir enerji üretimi yine ön plana çıkmaktadır. Bu kapsamda tüm Dünya'da sıfır karbon emisyonu hedefine ulaşabilmek üzere yenilenebilir enerji üretiminin toplam enerji üretimi içerisindeki payının hızla yükseltilmesi hedeflenmiştir. Türkiye de bu trendi yakından takip etmiş ve bu alanda ciddi yatırımlar yapmıştır. Bu yatırımlar sayesinde Türkiye, Dünya'da yenilenebilir enerji güç kapasitesindeki artış konusunda ilk 15'te yer almayı başarmıştır. Türkiye'nin önemli su kaynakları üzerinde bulunması hidroelektrik açısından avantaj sağlarken, coğrafi alanının büyük kısmının yoğun Güneş alması, sürekli

rüzgar alan çok sayıda bölgesinin bulunması, jeotermal kaynaklarının olması da yenilenebilir enerji açısından ciddi avantajlar sağlamaktadır. Türkiye'nin yenilenebilir enerji üretimi profiline bakıldığında özellikle elektrik enerjisi üretiminde hidroelektriğin önemli payının olduğu, rüzgar ve Güneş enerjileri üretiminde de son 10 yılda ciddi atılımlar gerçekleştirildiği görülmektedir. Bu sayede enerji ithalatı son birkaç yıl içerisinde dikkate değer şekilde azalmış ve bu durum da dış ticaret açığını azaltıcı etki yapmıştır. Tüm bu sayılan hususlar bir arada ele alındığında Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırımlarına devam etmesi halinde sürdürülebilir kalkınma konusunda önemli bir ilerleme kaydedebileceği öngörülmektedir.

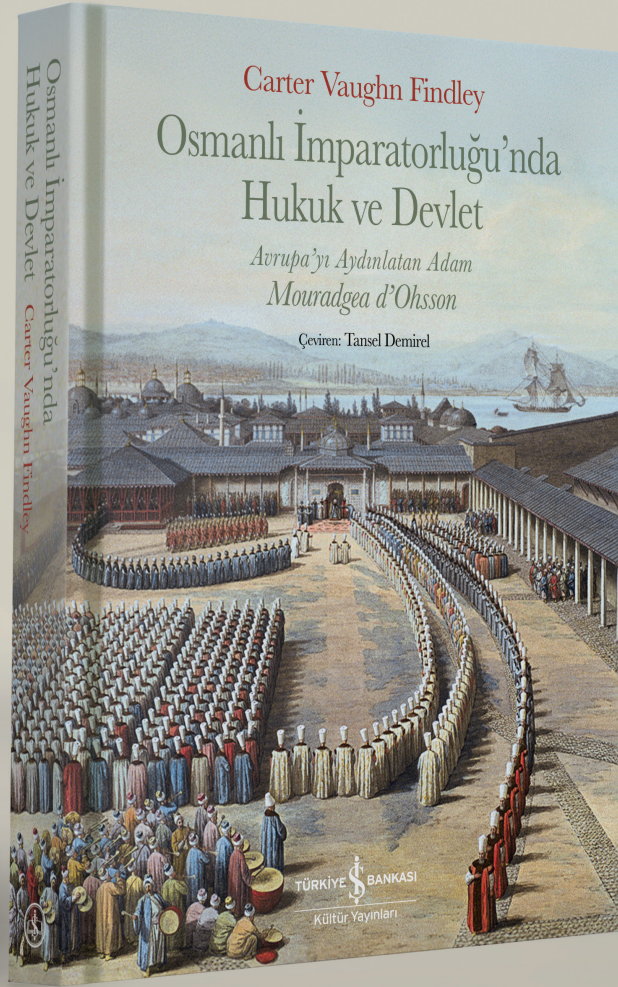
Kaynaklar

- Avrupa Parlamentosu. (2023). Circular Economy: Definition, Importance and Benefits. <https://www.europarl.europa.eu> (Erişim Tarihi: 28.01.2025.)
- Birleşmiş Milletler Türkiye. Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları. <https://turkiye.un.org/tr/sdgs/7> (Erişim Tarihi: 07.02.2025).
- Demir, M. A. ve Yakışık, H. (2024). Enerjinin Tarihsel Gelişimi. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 13(3): 1333 – 1353.
- Eriş, E. D. ve Türkcan, B. (2023). Döngüsel Ekonomide Eko-İnovasyon: Literatür Araştırması ve COVID Sonrası Dönem İçin Bir Yol Haritası. *Sürdürülebilirlik ve Toplumsal Dönüşüm*. Ed. Asuman Altay ve Yakup Özkaya. Nobel Akademik Yayıncılık. Ankara. Ss. 97 – 120.
- Fırat, E. ve Eraslan, S. (2021). Çöplerimiz Sadece Çöp Olarak Kalmamalı: Çöpten Elektrik Üretimi. *Doğa ve Çevre, Ekonomi*, 11(97).
- Güçlüer Küpeli, D. ve Güney, C. (2019). Türkiye’de Yenilenebilir Enerji ve Enerji Politikası. TMMOB 6. Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi. Ankara. https://obs.hkmo.org.tr/show-media/resimler/ekler/534254789aea533_ek.pdf
- Huyugüzel Kışla, G. Ş., İnce Yenilmez, M. ve Türkcan, B. (2022a). Sürdürülebilirlik ve Döngüsel Ekonomi: Pandemi Sonrası Dönem İçin Öngörüler ve Politika Önerileri. Ed. N. Merve Hamzoğlu ve İsmail Ertek. *Sürdürülebilir Kalkınma ve Ekonomi*. İstanbul Kültür Üniversitesi Yayınları. İstanbul. Ss. 368 – 378.
- Huyugüzel Kışla, G. Ş., Türkcan, B. ve İnce Yenilmez, M. (2022b). Sustainable Covid-19 Recovery and Circular Economy. *Sustainability and Climate Change*, 15(4): 289 – 295.
- IBM. (8 Şubat 2024). The History of Renewable Energy. <https://www.ibm.com/think/topics/renewable-energy-history> (Erişim Tarihi: 08.02.2025).
- IEA. (2024a). Renewables 2024 – Analysis and Forecast to 2030. <https://www.iea.org> (Erişim Tarihi: 07.02.2025).
- IEA. (2024b). World Energy Outlook 2024. <https://www.iea.org> (Erişim Tarihi: 07.02.2025).
- IRENA. (2023). Renewable Capacity Statistics 2023. <https://www.irena.org/Publications/2023/Mar/Renewable-capacity-statistics-2023> (Erişim Tarihi: 07.02.2025).
- Kirchherr, J., Reike, D. ve Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the Circular Economy: An Analysis of 114 Definitions. *Resources, Conservation ve Recycling*, 127: 221 – 232.
- PwC. (2023). Türkiye Elektrik Piyasasına Genel Bakış. <https://www.pwc.com.tr/turkiye-elektrik-piyasasina-genel-bakis> (Erişim Tarihi: 07.02.2025).

- SHURA. (2023). Türkiye Enerji Dönüşümü Görünümü 2023. <https://shura.org.tr/wp-content/uploads/2024/04/ozet.pdf> (Erişim Tarihi: 07.02.2025).
- Subpiramanyam, S. (2021). Outdoor Disinfectant Sprays for the Prevention of Covid-19: Are They Safe for the Environment? *Science of the Total Environment*, 759(144289): 1-15.
- T.C. Dışışleri Bakanlığı. Yenilenebilir Enerji Kaynakları. <https://www.mfa.gov.tr> (Erişim tarihi: 07.02.2025)
- T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. Enerji. <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji> (Erişim tarihi: 07.02.2025).
- T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. Türkiye, Yenilenebilir Enerji Kurulu Gücünde 11'nci Sıraya Yükseldi. <https://enerji.gov.tr/haber-detay?id=21306> (Erişim Tarihi:07.02.2025).
- Yalçın Sever, C. (10.01.2019). Bitkisel Orman Atıkları Enerjiye Dönüştü. <http://www.turktarim.gov.tr/Haber/204/bitkisel-orman-atiklari-enerjiye-donustu-> (Erişim Tarihi: 07.02.2025).
- Yurdadoğ, V. ve Tosunoğlu, Ő. (2017). Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Destek Politikaları. *Eurasian Business & Economics Journal*, 9: 1 – 21.

Osmanlı İmparatorluğu'nda Hukuk ve Devlet

Değerli Osmanlı tarihçisi Carter V. Findley, bu çalışmasında Aydınlanma döneminin İslam ve Osmanlı İmparatorluğu hakkındaki eserlerinin görsel malzeme bakımından en zengini ve içerdiği bilgiler bakımından da en önemlisine, Ignatius Mouradzea d'Ohsson'un (1740-1807) şaheseri *Tableau général de l'Empire othoman*'a çok farklı bir ışık tutuyor.



*Osmanlı İmparatorluğu'nda
Hukuk ve Devlet*
Avrupa'yı Aydınlatan Adam
Mouradzea d'Ohsson
Carter Vaughn Findley
Çev. Tansel Demirel
432 sayfa

Kurucusu olduğumuz Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları;
Türkiye'yi yeni kitaplarla, okurları yeni dünyalarla tanıştırmaya,
okuma sevgisini büyütme devam ediyor.