



TÜRKİYE CUMHURİYETİ CUMHURBAŞKANLIĞI
DİJİTAL DÖNÜŞÜM OFİSİ

YEŞİL TEKNOLOJİLER

d i j i t a l





İÇİNDEKİLER

ŞEKİLLER	4
TABLolar.....	4
GRAFİKLER.....	4
1. YEŞİL TEKNOLOJİ NEDİR?	5
2. YEŞİL TEKNOLOJİ NEDEN KULLANILIR?	6
3. YEŞİL TEKNOLOJİYİ MÜMKÜN KILAN BİLİMSEL VE TEKNOLOJİK GELİŞMELER	7
3.1. Yenilenebilir Enerji Teknolojileri	7
3.2. Yeşil Hidrojen	8
3.3. Bulut Depolama.....	8
3.4. Elektrikli Araçlar.....	8
3.5. Düşük Karbon Ekonomisi	9
3.6. Yenilenebilir Enerji Kaynakları	16
4. YEŞİL TEKNOLOJİNİN SAĞLADIĞI FAYDALAR.....	17
5. YEŞİL TEKNOLOJİNİN BENİMSENMESİNDE KARŞILAŞILAN ZORLUKLAR	21
6. YEŞİL TEKNOLOJİNİN ÇEŞİTLİ ALANLARA ETKİLERİ	23
7. TEKNOLOJİLERDE YEŞİL İNOVASYON	24
7.1. Yeşil Bilişim.....	24
7.2. Yeşil Bulut Bilişim.....	26
7.3. Yeşil Yapay Zekâ	27
7.4. Nesnelerin İnterneti Özellikli Yeşil Teknoloji	29
7.5. Otonom Sistemler.....	31
7.6. Yeşil Evler.....	31
7.7. Yeşil Üretim	34
7.8. Veri Merkezi Ekolojik Ayak İzi.....	36
7.9. Yeşil Bankacılık ve Yeşil Finansal Teknolojiler.....	38
7.10. Yeşil Telekomünikasyon Teknolojileri (5G/6G ve Ötesi)	41



8. YEŞİL İŞ OLANAKLARI	45
9. TÜRKİYE’DE YEŞİL TEKNOLOJİ ÇALIŞMALARI	50
9.1. Sıfır Atık Projesi.....	55
9.2. Yeşil e-Devlet Kapısı Çalışmaları.....	57
10. SONUÇ	59

ŞEKİLLER

Şekil 1: Karbon Yakalama ve Kullanma Teknolojilerine Genel Bakış.....	10
Şekil 2: "Referans Değere Dayalı Kredi Sistemi" ile "Tamamlamaya Yönelik Ticaret Sistemi" ..	11
Şekil 3: Yeşil Bulut Bilişim Mimarisi	26
Şekil 4: Yeşil Becerilere Sahip Sektör Sayısının En Yüksek Olduğı İlk 25 Ülke, (2021)	48

TABLolar

Tablo 1: Karbon Kredilerine İlişkin Uluslararası Girişimler, Kılavuzlar ve Diğer Eğilimler.....	13
Tablo 2: Uluslararası Gönüllü Kredi Kullanımına Örnekler	16
Tablo 3: Paydaşların Yeni Teknolojileri Benimsemesindeki Motivasyon ve Etki Alanları	22
Tablo 4: Yeşil İşlerin Vaatleri	46
Tablo 5: Yeşil İş Çıktılarının Faydaları.....	47
Tablo 6: Yeşil Gelecek Endeksine Göre Türkiye'nin Durumu.....	55

GRAFİKLER

Grafik 1: İhraç Edilen ve Kullanımdan Kaldırılan Uluslararası Karbon Kredisi Miktarındaki Değişimler	13
Grafik 2: Yeşil Evlerin Tercih Edilme Sebepleri	32
Grafik 3: Yeşil Evlerle İlgili Tüketici Talepleri	33
Grafik 4: 4G/5G Enerji Tüketimi	43
Grafik 5: Ülkelere Göre Yeşil Beceri Yoğunluğu, (2021)	49



1. YEŞİL TEKNOLOJİ NEDİR?

Tarihsel süreçte yaşanan teknolojik gelişmeler, sanayide büyük değişiklikleri beraberinde getirmiştir. Birinci Sanayi Devrimi'nin itici gücü olan buhar gücü (makineleşme), elektrik (seri üretim), elektronik ve bilgi teknolojileri (otomasyon) ile siber-fiziksel sistemler (dijitalleşme) alanlarında önemli dönüşümler yaşanmıştır. Bu dönüşümler insanlığa pek çok konuda fayda sağlamakla birlikte sosyal, ekonomik, teknolojik ve çevresel birçok tehdidi de beraberinde getirmiştir.

Binlerce yıldır var olan ve kullanımı birçok insanın düşündüğünden daha eskilere uzanan yeşil teknoloji; doğal çevre ve kaynakları korumak için kullanılan, insan faaliyetlerinin olumsuz etkilerini en aza indiren/azaltan; ürün, ekipman veya sistemlerin geliştirilmesi ve uygulanması olarak tanımlanmaktadır. Üretim hattından kullanımına kadar çevre dostu olacak şekilde oluşturulan yeşil teknoloji; temiz enerji üretimi, atıkların geri dönüşümü, çevreye karşı zararlı emisyonların azaltılması ve enerji tasarrufu da dâhil olmak üzere sürdürülebilirliği destekleyen pek çok farklı çözüm sunmaktadır. Yeşil ürünler ve geliştirilen teknolojiler tanımları itibarıyla çevre dostudur. Enerji tasarrufu, geri dönüşüm, sağlık ve güvenlik koşulları, yenilenebilir kaynaklar ve daha fazlası yeşil bir ürün veya teknolojinin geliştirilmesinde kullanılmaktadır.

7000 yıl önce Mısırlılar tarafından gemilerin su üzerinde taşınması için kullanılan rüzgâr, tarihte birincil yenilebilir enerji kaynakları arasında yer almaktadır. Yenilenebilir teknolojinin ivme kazanmasının altında yatan en temel sebepler arasında fosil yakıtların tükenme hızı ile arzında yaşanan sorunlar ve sebep olduğu çevre kirliliği gösterilmektedir. Geçmişle kıyaslandığında yeşil teknolojiye olan ihtiyaç günümüz ile benzerlik göstermektedir. Doğal kaynakların azalması ve yenilenemeyen kaynakların yoğun kullanımı nedeniyle günümüzde birçok sektör yeşil teknolojiye geçiş yapmaktadır.

Günümüzde modern teknoloji, insan etkileşiminin yanı sıra çok çeşitli donanımlara, karmaşık sistemlere ve ağlara dayanmaktadır. Yeşil teknoloji girişimleri, “daha yeşil” bir ortam elde etmek için bir ürünün projelendirilmesinden son kullanıcıya ulaşmasına kadar tüm aşamaları kapsamaktadır. Bu kapsamda yeşil teknolojilerin geliştirilmesi ve daha güvenli hale getirilmesi önemlidir.

Teknolojinin üretimi ve kullanımı hava, su ve gürültü kirliliğine neden olmaktadır. Genel olarak, yeşil teknolojinin benimsenmesi için bilgisayar gibi elektronik cihazların kullandığı elektrik miktarının azaltılması, eskimiş elektronik ekipmanların uygun şekilde yok edilmesi veya geri dönüştürülmesi, enerji açısından verimli bilgisayarlar, sunucular, yazıcılar, projektörler ve dijital cihazların tasarlanması ile bunların çevreye duyarlı bir şekilde kullanılması amaçlanmaktadır. Bu amaçlar doğrultusunda yeşil teknolojinin; teknolojinin çevre üzerindeki etkisini azaltması, bilgi işlem ortamının kalitesini artırması ve dünyanın daha çevre dostu bir yer haline getirilmesi hedeflerine katkı sunması beklenmektedir. Yeşil teknoloji, gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılayabilmesi için gerekli olan koşulları tehlikeye atmadan mevcut ihtiyaçları karşılayabilecek bir teknoloji olarak gelecek nesillere aktarılacaktır.

Yeşil çözümlere daha fazla yatırım yapılması, çevreye yönelik risklerin azaltılması ve doğal kaynakların korunması dünya gündeminde üst sıralarda yer almaktadır. Çevre dostu bir teknoloji olan ve bu nedenle çevre teknolojisi veya temiz teknoloji olarak da bilinen yeşil teknoloji, sürdürülebilir kalkınma girişim ve hedefleri ile ivme kazanmış ve son zamanlarda en hızlı büyüyen alanlardan biri haline gelmiştir.

2. YEŞİL TEKNOLOJİ NEDEN KULLANILIR?

Yeşil teknolojinin başlıca amaçları; küresel ısınmayı kontrol etmek, sera gazı salınımı azaltmak ve insanların/hayvanların/gezegenin sağlığına daha az zarar verecek bir şekilde doğal kaynakları etkilemeyen yenilikçi buluşlar geliştirmektir. Genel olarak, yeşil teknolojinin gerekliliği, çevreye yönelik risklerin azaltılması ve doğal kaynakların korunması ile ilgilidir. Aynı zamanda yeşil teknoloji, diğer yenilenemeyen kaynakların tamamen tükenmesini önlemek için temiz, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasını sağlamaktadır.

Yeşil teknolojinin, gelecekte yeni enerji üretim yöntemlerinin kullanımını artırması ve artan karbon emisyonuna bağlı olarak ortaya çıkan küresel iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini azaltması beklenmektedir. Aynı zamanda, kritik fosil yakıtları tüketmeyen enerji kaynakları sunan yeşil teknoloji; azot/karbondiyoksit gibi sera gazı emisyonlarını azaltarak küresel ısınmayla mücadele etmekte, teknoloji ile geri dönüştürülebilir bileşenleri bir araya getirmekte ve kirlilikten arınmış bir atmosfere sahip olmaya yardımcı olmaktadır.

Teknolojinin kullanımının dünya genelinde artması ve yeşil teknolojinin ilerlemesiyle birlikte yeşil teknolojik ürünlere olan ihtiyaç da artmıştır. Bu ürünlere yeşil bilgisayarlar örnek olarak verilebilmektedir. Mevcut bilgisayarlar; büyük ölçüde kadminyum, kurşun ve plastik gibi maddelerden oluşurken yeşil teknoloji imhası güvenli, geri dönüştürülebilir maddelerden oluşan parçalara sahip bilgisayarlar üretmeye çalışmaktadır. İnşaat sektörü bakımından ise yeşil



teknolojide sürdürülebilir özelliklerin bir araya getirildiği ve yapı endüstrisinin çevre dostu hale getirilerek iyileştirildiği görülmektedir. Uzun vadede iyi sonuçlar getiren ancak başlangıç maliyeti yüksek olan yeşil binaların yaklaşık %50 oranında daha az enerji kullanması toplum için yeşil teknolojinin gerekliliğini yansıtmakta ve böylelikle doğal kaynaklar korunmaktadır.

Yeşil teknolojinin alternatif enerji kaynakları sağlaması, biyolojik olarak parçalanabilen malzemeleri desteklemesi, geri dönüşümü teşvik etmesi ve sürdürülebilir olması nedeniyle birçok gelişmiş veya gelişmekte olan ülke, iklim değişikliğinin zararlı etkilerinden korunmak için bu teknolojiye geçiş yapmaktadır. Hava kirliliğinin yılda 9 milyondan fazla insanın ölümüne sebep olmasıyla yeşil teknoloji daha kritik bir konuma gelerek ülkeler tarafından hızla benimsenmeye başlamıştır.¹

3.YEŞİL TEKNOLOJİYİ MÜMKÜN KILAN BİLİMSEL VE TEKNOLOJİK GELİŞMELER

3.1. Yenilenebilir Enerji Teknolojileri

Artan enerji ihtiyacı ve temiz enerji kullanımına yönelik talepler karşısında günümüzde enerji sektörünün birincil odak noktası; lityum iyon pil teknolojisindeki gelişmeler de dâhil olmak üzere pil teknolojisidir. Gelişmiş depolama çözümleri ve akıllı enerji teknolojileri, elektrik üreticilerinin ve dağıtım şirketlerinin güneş ve rüzgâr gibi yenilenebilir üretim teknolojilerinin kesintili doğasını yönetmelerine yardımcı olmaktadır. Aynı zamanda daha ucuz, güçlü ve uzun ömürlü pillerin geliştirilmesi elektrikli araç pazarında büyümeyi desteklemektedir. Ek olarak küçük modüler reaktörlerin (Small Modular Reactor-SMR) inşasını mümkün kılan teknolojik gelişmeler, sınırlı altyapıya sahip veya diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına yeterli erişimi olmayan bölgelerde, daha az ekolojik ayak iziyle ve geleneksel nükleer enerji reaktörlerinin oluşturduğu güvenlik riskleri olmadan güvenilir karbonsuz enerji için fırsatlar sunmaktadır.

¹ Qamar, M. Z., Ali, W., Qamar, O., & Noor, M. (2021). Green technology and its implications worldwide.

3.2. Yeşil Hidrojen

Yeşil hidrojen, sadece yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektrik kullanılarak suyun elektroliziyle elde edilir, oksijen dışında hiçbir yan ürün bırakmaz ve dolayısıyla karbon salınımı yapmaz. Hidrojenin “yeşil” olarak nitelendirilebilmesi için yenilenebilir kaynaklardan veya karbon yakalama ve depolama teknolojisine sahip karbon kaynaklarından üretilmesi gerekmektedir.²

3.3. Bulut Depolama

Bilgisayarlar, sabit diskler veya sunucular büyük miktarda elektrik tüketimine sebep olmaktadır. Ancak günümüzde teknolojiye ilerlemeler sayesinde bilgi işlem daha verimli hale gelmiştir. Etkili yeniliklerden biri, kullanıcıların her yerden güvenli ve hızlı erişim sağlaması amacıyla süper güçlü üçüncü taraf sunucularda neredeyse sınırsız miktarda veri depolamasına olanak tanıyan bulut depolamadır. Bulut depolama sayesinde enerji tasarrufu sağlanmış; ek olarak, büyük miktarda güç kullanan dağıtık bilgi işlem ağları belirli sayıda merkezde birleştirilmiştir.

Bulut bilişim, depolama ve işlemeyi internet üzerindeki dijital bir alana aktararak çalışmaktadır. Söz konusu dijital alan hem enerji gereksinimlerini hem de enerji tüketimini önemli miktarda azaltmaktadır. Dolayısıyla karbon emisyonlarında da azalma meydana gelmektedir. Bulut bilişim aynı zamanda donanım ihtiyacının ve eko-atık olarak nitelenen fiziksel ürünlerin olmaması anlamına gelmektedir. Bulut bilişimin diğer bir önemli faydası da kaynakların farklı kullanıcılar arasında paylaşılmasıdır. Böylelikle bilgi teknolojisi (BT) kaynaklarının daha verimli kullanılması sağlanmaktadır.

3.4. Elektrikli Araçlar

Ulaşımın elektrifikasyonu, dünyada yeşil teknolojinin yaygın kullanım alanlarından biri haline gelmiştir. Çoğu gelişmiş ve gelişmekte olan ülke, karbondan arınma planları çerçevesinde elektrikli araçları gündemine dâhil etmiştir. Elektrikli araçların en belirgin faydası, kolayca bulunabilen bir kaynak olan elektrikle yakıt ikmali yapılabilmesi ve benzinli araçlardan çok daha verimli olmasıdır. Elektrikli otomobillerin çevre dostu özelliklerinin başında sıfır veya minimum karbon emisyonuna sahip olması gelmektedir. Elektrikli motorlar enerjiyi elektrokimyasal olarak dönüştürmekte ve benzinli araçlarda olduğu gibi zehirli duman

² Dick, B., Karell H. (2022). 2022 Emerging Technology Trends | Market and Legal Insights for Innovators. 21 Aralık 2022 tarihinde <https://www.perkinscoie.com/images/content/2/5/250636/4-ETT-Chapter-4-GreenTech.pdf> adresinden erişildi.



üretmemektedir. Ayrıca geri dönüştürülebilir bileşenlere sahip ve bazı durumlarda güneş enerjisi sistemleriyle kullanılmak üzere dönüştürülebilen lityum-iyon pillerle çalışmaktadır.

3.5. Düşük Karbon Ekonomisi

Düşük karbon ekonomisi, bir ekonomide imalat ve tüketim zincirinde meydana gelen tüm ekonomik faaliyetler için gereken enerjiyi, en düşük ya da sıfır düzeyde karbon emisyonu üreterek sağlamayı hedefleyen bir modeldir.

Düşük karbon ekonomisi için aşağıda verilen üç temel unsurun bir arada gerçekleşmesi gerekmektedir:

- Gelişen teknolojiler sayesinde enerji tüketiminin azaltılması ve mevcut enerji verimliliğinin en üst düzeye çıkarılması,
- Karbondan arındırılmış, sıfır emisyonlu enerji teknolojilerinin kullanılması,
- Fosil yakıtlardan karbonun yakalanması ve depolanması.

Düşük karbon ekonomisi, üretimden tüketime tüm yaşamsal faaliyetler için gerekli olan enerjinin fosil yakıtlar haricinde daha temiz ve yenilenebilir kaynaklardan elde edilmesini gerektirmektedir. Düşük karbon ekonomisine geçiş sürecinde karbon yoğun üretim ve tüketim anlayışının değiştirilmesi, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin ortak hareket etmesini sağlayacak temel başlangıç noktasıdır.³

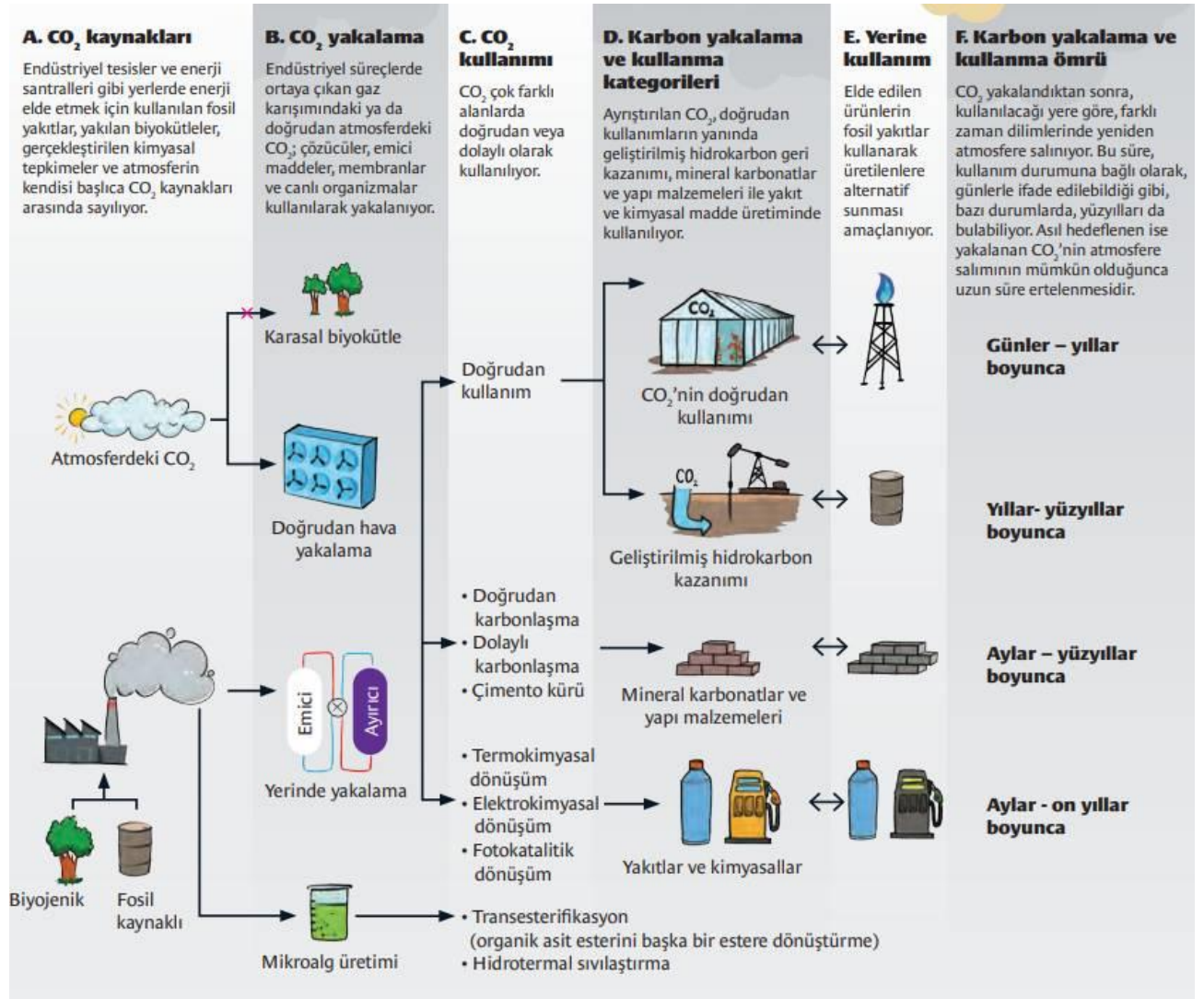
Karbon yakalama, kullanma ve depolama (Carbon Capture, Usage and Storage-CCUS), büyük çaplı tesisler ve enerji santralleri tarafından salınan karbondioksitin atmosfere yayılmasını önleyebilecek çeşitli teknolojiler zinciridir. CCUS, yakıt olarak fosil yakıtlar ya da biyokütle kullanan enerji üretimi veya endüstriyel tesisler gibi büyük noktasal kaynaklardan karbondioksitin (CO₂) yakalanmasını ifade etmektedir. Atmosferden de doğrudan yakalanabilen karbondioksit için ilk önlem, karbondioksiti yayılmadan önce hapseden çözücü filtrelerin fabrika bacalarına yerleştirilmesidir. Bu sayede gaz, kullanılabileceği veya depolanabileceği yerlere aktarılmaktadır. Yakalanan karbondioksit, tükenmiş bir petrol veya gaz sahası ya da tuzlu su akiferi gibi jeolojik bir rezervuarın 800-3000 metre derinine enjekte edilerek Dünya'nın atmosferik karbon döngüsünden kalıcı olarak izole edilmektedir. Ek olarak, yakalanan karbondioksit birçok farklı endüstriyel amaç için kullanılsa da büyük bir çoğunluğu petrol şirketleri tarafından kullanılmaktadır.

³ YALÇIN, A. Z. (2010). SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA İÇİN DÜŞÜK KARBON EKONOMİSİNİN ÖNEMİ VE TÜRKİYE İÇİN BİR DEĞERLENDİRME. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 13(24), 186-203.



Fosil yakıtların yoğun kullanımı atmosfere büyük miktarda karbondioksit salmakta ve küresel iklim değişikliği sorunlarına yol açmaktadır. Fosil yakıtlara olan bağımlılığı azaltma çabaları karbon emisyonlarının azaltılmasına yardımcı olsa da enerji yoğun birçok endüstri ve rafineri halen yüksek emisyonlara sebep olmaktadır. Emisyonların azaltılmasının başlı başına yeterli olmaması atmosferdeki karbondioksiti toplayacak şekilde çözümler üretilmesini tetiklemiştir. İlerleyen dönemlerde karbon yakalama, kullanma ve depolama uygulamalarının yüksek karbon emisyonlarıyla mücadelede önemli bir rol oynaması beklenmektedir.

Şekil 1: Karbon Yakalama ve Kullanma Teknolojilerine Genel Bakış



Kaynak: Baydemir, Tuncay. (2022) *Doğrudan Hava Yakalama Teknolojisi*, https://bilimteknik.tubitak.gov.tr/system/files/makale/hava_yakalama.pdf, 20.12.2022 tarihinde erişildi.



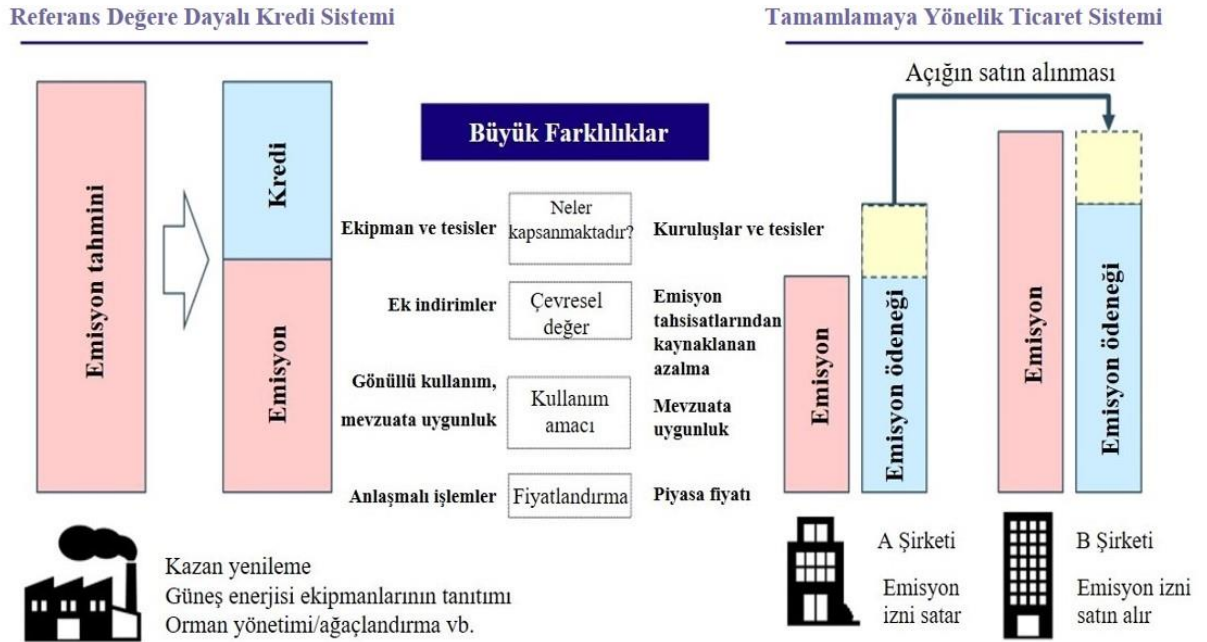
Karbon kredilendirme sistemi; yakıt kazanlarının yenilenmesi, güneş enerjisi üretim ekipmanlarının uygulamaya alınması ve orman yönetimi gibi projeler ile üretilen emisyonların azaltılmasını ve karbon giderimlerini/tutumlarını sertifikalandıran bir sistemdir.

Emisyon azaltımları; izleme, raporlama ve doğrulama (Measurement, Reporting and Verification-MRV) süreci yoluyla belirlenen referans ve fiili emisyonlar veya uzaklaştırmalar arasındaki farka dayalı olarak hesaplanmaktadır. Ayrıca kredi alıcılarının kredileri, gönüllü olarak karbon denkleştirme için veya kredi türüne bağlı olarak düzenleyici sistemlerde kullanabilecekleri "Referans Değere Dayalı Kredi Sistemi" olarak da adlandırılabilir.

Karbon kredisi ihraç eden kuruluşlar; emisyon azaltımı, karbon tutulması ve karbon giderimi için teşvik mekanizmalarından biri olan karbon kredileri satışından gelir elde edebilmektedir. Avrupa, Kaliforniya, Çin, Tokyo ve Japonya başta olmak üzere birçok ülkede uygulamaya konulan Emisyon Ticaret Sistemi (Emissions Trading System-ETS) "Tamamlamaya Yönelik Ticaret Sistemi" olarak adlandırılmaktadır.

Karbon kredileri, talep tarafında gönüllü çabaları destekleyen bir mekanizma iken; üst sınır ve ticaret, bir tür karbon fiyatlandırması işlevi gören düzenleyici bir mekanizmadır.

Şekil 2: "Referans Değere Dayalı Kredi Sistemi" ile "Tamamlamaya Yönelik Ticaret Sistemi"



Kaynak: Study Group on Preparation of Operational Environment to Ensure Proper Use of Carbon Credits toward Achieving Carbon Neutrality. (2022).

Karbon kredileri, temel alınan sera gazı (GHG) emisyon azaltım miktarı için t-CO₂ birimleri cinsinden sertifikalandırılmakta ve alıcılar t-CO₂ birimleri cinsinden karbon denkleştirme talep edebilmektedir. Sertifikalar, yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen elektrik ve ısı miktarını kilowatt saat (kWh) veya kilo joule (kJ) cinsinden taahhüt etmektedir.

Bir sertifikasyon kurumu karbon kredisi verdiğinde, karbon kredilerinin kalitesini sağlamak amacıyla hedef proje için gereklilikler belirlenmektedir. Uluslararası Karbon Azaltma ve Dengeleme Birliği (Carbon Reduction & Offset Alliance-ICROA) tarafından oluşturulan mevcut karbon kredisi gereklilikleri "ICROA En İyi Uygulama İlkeleri'dir" (Icroa Code Of Best Practice). ICROA En İyi Uygulama İlkeleri, denkleştirmeyi de kapsayarak karbon yönetimi için uluslararası en iyi uygulamayı tanımlamayı amaçlamaktadır.

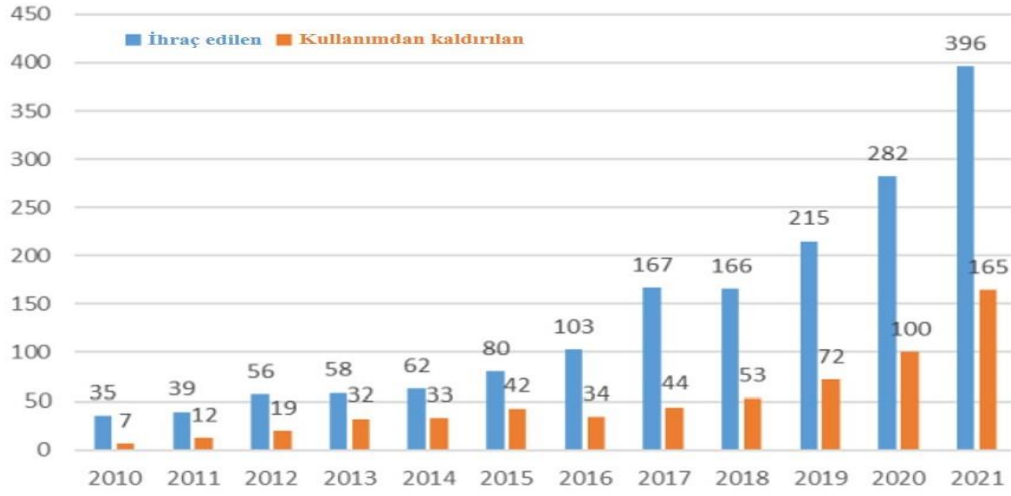
Karbon Kredisi Eğilimleri

- **Uluslararası Eğilimler**

Hükümet düzenlemeleri ve vergilendirme tedbirleri, esas olarak şirketleri karbon emisyonlarını azaltmaya teşvik eden düzenleyici tedbirler olarak tasarlanmıştır. Ancak, iklim değişikliğine karşı önlem çağrılarının artmasıyla birlikte sermaye piyasaları, satıcılar, tüketiciler, sivil toplum kuruluşları ve diğer paydaşlar karbon nötrlüğüne ulaşmak amacıyla etkileşimde bulunurken, şirketleri düzenleyen yeni bir yönetim yapısına geçişin örnekleri de görülmektedir. Bu durumda, özel sektör öncülüğünde gönüllü karbon kredileri kullanan şirketlerin girişimleri de ivme kazanmıştır. Özellikle, enerji tasarrufu ve yenilenebilir enerji kullanımı yoluyla gönüllü emisyon azaltma girişimlerinin yanı sıra karbon azaltma çabalarına rağmen kalan emisyonları dengeleyebilmek için karbon kredilerinin kullanılmasına odaklanılmıştır.



Grafik 1: İhraç Edilen ve Kullanımdan Kaldırılan Uluslararası Karbon Kredisi Miktarındaki Değişimler



Kaynak: Study Group on Preparation of Operational Environment to Ensure Proper Use of Carbon Credits toward Achieving Carbon Neutrality. (2022).

- Uluslararası Girişimler

Tablo 1’de Mart 2022 itibarıyla, sera gazı emisyonlarının hesaplanması ve raporlanmasıyla ilgili kurallar, karbon nötrlüğü için yapılan başvurularla ilgili uluslararası standartlar, kaliteli karbon kredileri için talep yöntemleri ve bunların ne zaman kullanılacağı gibi konular özetlenmiştir.

Aşağıdaki tabloda karbon kredilerine ilişkin uluslararası girişimler, kılavuzlar ve diğer eğilimler özetlenmektedir.

Tablo 1: Karbon Kredilerine İlişkin Uluslararası Girişimler, Kılavuzlar ve Diğer Eğilimler

Girişim, Kılavuz	Özet
Sera Gazı Protokolü (GHG Protokol)	• Dünya Kaynaklar Enstitüsü (WRI) ve Dünya Sürdürülebilir Kalkınma İş Konseyi (WBCSD) tarafından belirlenen sera gazı emisyonlarını hesaplamak ve raporlamak için gerekli yöntem ve usullere ilişkin kılavuzdur. • Sera Gazı Protokolü (GHG Protocol) olup, özellikle emisyonlar söz konusu olduğunda SBTi (Bilim Temelli Hedefler Girişimi)/RE100 gibi uluslararası standartlarda referans verilen kılavuzdur. ISO 14064 standardı kurumsal/proje bazlı emisyonları ölçme ve raporlama yöntemlerine yönelik oluşturulan uluslararası standart olsa da GHG Protokolü filli olarak uluslararası standart haline gelmiştir. • Ayrıca, 2023’ün ilk aylarına doğru, arazi kullanımı ve karbon tutma işlemleriyle ilgili olarak sera gazı emisyonlarının hesaplanması ve raporlanması için “Arazi Sektörü ve Giderimler Kılavuzu” oluşturulmuştur.



Uluslararası Standardizasyon Örgütü (ISO)	[ISO14064] • Bir kuruma veya projeye ait sera gazı emisyonlarının hesaplanması, raporlanması ve doğrulanmasına ilişkin gereklilikleri belirleyen bir uluslararası standarttır. • Kurumsal emisyon hesaplaması (ISO 14064-1) ve proje bazlı emisyon hesaplaması (ISO 14064-2) olarak iki kısımdan oluşmaktadır. [ISO14065] • Akreditasyon ve diğer doğrulama yöntemlerinde kullanılmak üzere sera gazı emisyonunun geçerliliği ve doğrulanması için gereklilikleri belirleyen standarttır. [ISO14068] • Sera gazı emisyonu yönetimi ve ilişkili faaliyetlerde karbon nötrlüğünün sağlanması için uluslararası bir standarttır.
Karbon Muhasebesi Finansalları Ortaklığı (PCAF)	➤ 18 Kasım 2020 tarihinde; Karbon Muhasebesi Finansalları Ortaklığı (PCAF) finansal kurumların uluslararası bir girişimi/ağı olarak, PCAF Standardını yayımlamıştır. PCAF Standardı, GHG Protokolüne dayalı olarak, yatırım ve kredilerle bağlantılı GHG emisyonlarını hesaplamaya yönelik bir metodolojidir. Kaçınılan emisyon ve emisyon giderimi bu standartta bir raporlama seçeneği olarak yer almaktadır. ➤ Müşteriler tarafından ve projelerde satın alınan karbon kredileri raporlanabilmektedir. 10 Kasım 2021 tarihinde yayımlanan taslak yeni metodoloji, mutlak emisyonlarının dengelenmesi için müşteriler tarafından ve projelerde satın alınan karbon kredileri dikkate alınmaksızın raporlanmasını önermektedir.
SBTi (Bilim Temelli Hedefler Girişimi)	➤ Bilim temelli net sıfır hedefini teşvik eden uluslararası bir girişimdir. ➤ 28 Ekim 2021 tarihinde ilan edilen Net Sıfır Hedefi; net sıfıra geçiş yöntemleri ile net sıfır noktasında değerlendirilen karbon kredilerini, karbon tutma ve giderimleri olarak değerlendirip net sıfır hedefine ulaşma rolünü özetlemektedir. ➤ Kullanılabilecek karbon tutumu ve giderimi kredilerinin miktarı sınırlıdır. Bu sınırlamalar, sektörlere göre farklılık göstermekle birlikte genellikle referans yıl emisyonlarının %10'u oranındadır.
Gönüllü Karbon Piyasalarının Ölçeklendirilmesi Görev Gücü (TSVCM)	➤ Gönüllü Karbon Piyasalarının Ölçeklendirilmesi Görev Gücü (TSVCM), Paris Anlaşması'nın hedeflerine ulaşılmasına yardımcı olmak üzere etkili ve verimli bir gönüllü karbon piyasasının ölçeklendirilmesi için çalışan özel sektör öncülüğünde bir girişimdir. ➤ Mevcut karbon piyasasının büyüklüğünün en az 15 katına çıkarılması gerektiğini savunmaktadır.

**Gönüllü Karbon Piyasası
Uyumluluk Girişimi (VCMİ)**

- Gönüllü Karbon Piyasası Uyumluluk Girişimi (VCMİ), Paris Anlaşması'nın hedeflerine ulaşmak için gönüllü karbon piyasalarına katılımı teşvik eden bir platformdur.
- 29 Ekim 2021 tarihinde yayımlanan yol haritasında;
 - Şirketler ve diğer devlet dışı aktörler için karbon kredilerinin 1,5°C ile uyumlu gönüllü kullanımı da dâhil olmak üzere üst düzey çevresel, sosyal ve toplumsal uyum ile yüksek hedefli karbon kredilerinin gönüllü kullanımı hakkında daha açık bir kılavuz hazırlanması,
 - Gönüllü Karbon Piyasalarından finans imkânlarına erişimi artırmak için ulusal olarak belirlenen hedeflere ulaşılmasını sağlamak ve sürdürülebilir kalkınma önceliklerini desteklemek için ülke stratejilerinin hazırlanması,
 - Paris Anlaşması ve diğer düzenleyici çerçeveler kapsamında gelişen uluslararası mimariye uyum için tavsiyelerin hazırlanması hususlarının dikkate alınması önerilmektedir.

Kaynak: Study Group on Preparation of Operational Environment to Ensure Proper Use of Carbon Credits toward Achieving Carbon Neutrality. (2022).

Karbon kredileri genellikle komisyoncuların/perakendecilerin aracılık ettiği müzakere edilmiş ve tezgâh üstü piyasa (Over-the-counter-OTC) işlemlerde alınıp satılmaktadır. Ancak son yıllarda bu işlemlere ek olarak, borsa ve ticaret platformu kurulması yönünde de bir hareketlenme olmuştur.

Son yıllarda karbon kredilerinin oluşturulması ve kullanımı uluslararası alanda artan bir eğilim göstermektedir. Ürün ve hizmetler için kredi kullanımının yanı sıra, kuruluşlarda veya tesislerde karbon dengeleme; üreticiler ile BT şirketleri tarafından gerçekleştirilmekte ve gönüllülük esasına dayanmaktadır.⁴

⁴ Study Group on Preparation of Operational Environment to Ensure Proper Use of Carbon Credits toward Achieving Carbon Neutrality. (2022).



Tablo 2: Uluslararası Gönüllü Kredi Kullanımına Örnekler

Karbon Kredisi Kullanım Kategorisi	Örnekler
Ürünler ve Hizmetler	*Shell Tokyo Gas ve Osaka Gas'a doğa temelli kredilerle dengelenen karbon nötr sıvılaştırılmış doğal gaz tedarik etmektedir. *Occidental Petrol arama, ulaşım, depolama, nakliye, rafine işlemleri ve sonrasında kullanım ve yanma dâhil olmak üzere genel petrol döngüsünden hesaplanan sera gazı emisyonunu karşılamak için Doğrulanmış Karbon Standardını (VCF) kullanmaktadır.
Yerleşkeler ve Kurumlar	*Volkswagen 2050 yılına kadar karbon nötre ulaşmaya dair kurumsal hedefini açıklamıştır. Artık emisyonları; Endonezya VCS, CCB Standardı kapsamında sertifikalandırılan orman kredileriyle dengeleme planını açıklamıştır. *Microsoft 2030 itibarıyla karbon nötr olacağını ve karbon giderim kredisi temin edeceğini beyan etmiştir. Ayrıca; buna özel kredileri tedarik etmeye yönelik teklif talepleri ve tekdüze bir yüksek kalite standardı oluşturma yönündeki planlarını da açıklamıştır.

3.6. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Alternatif yakıtların geliştirilmesi, yeni enerji üretme araçları ve enerji verimliliği yeşil teknoloji için oldukça önemlidir. Fosil yakıtlara uygulanabilir bir alternatif sağlamak amacıyla, birçok işletme atmosferik karbon üretmeyen alternatif enerji kaynakları tasarlamaya çalışmaktadır. Güneş ve rüzgâr enerjisi günümüzde en ucuz enerji kaynakları arasında yer almaktadır. Ancak biyogaz, dalga, gel-git, jeotermal, biyokütle ve düşük etkili hidroelektrik de yenilenebilir enerji türleridir. Söz edilen enerji türlerinin yenilenebilir olmaları, doğada mevcut oldukları ve sürekli olarak tedarik edildikleri anlamına gelmektedir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının en önemli özelliği, sera gazı emisyonu üretmemesidir. Su kaynaklarının yakınında işlenmesi gereken fosil yakıtların aksine, rüzgâr ve güneş enerjisi gibi yenilenebilir kaynakların çalışması için suya ihtiyaç yoktur. Ayrıca yenilenebilir enerjinin birden fazla kaynaktan elde edilebilmesi, sürdürülebilirlik seçeneklerini genişletmektedir.

Yenilenebilir enerjiyle ilgili bir diğerk önemli husus da büyük ölçekli istihdamı desteklemesidir. Fosil yakıt teknolojilerinin çoğu otomatiktir ve çoğu zaman insan müdahalesi gerektirmez. Öte yandan, yenilenebilir enerji sektörü farklı alanlarda daha fazla iş gücü gerektirmektedir. Bu nedenle, ekonomi için daha fazla istihdam fırsatı sağlanabilmekte ve sektördeki büyüme yerel endüstriler için de olumlu etkiler meydana getirmektedir.

4. YEŞİL TEKNOLOJİNİN SAĞLADIĞI FAYDALAR

- **Enerji tüketimini azaltır**

Yeşil teknoloji, ürün yaşam döngüsünün her alanında enerji verimliliğini gözeterek enerji tüketimini azaltmaya yardımcı olmaktadır. Verimli makineler üretim için gereken enerjiyi azaltırken, bitmiş ürünün enerji tüketimini en aza indirmek için de sürdürülebilir ürün tasarımı uygulayarak hem işletmeler hem de tüketiciler için tasarruf sağlamaktadır. Ek olarak güneş panelleri, hidroelektrik veya rüzgâr türbinleri gibi teknolojiler sayesinde yeşil teknoloji, yenilenemeyen enerji kaynaklarının kullanımını azaltmaya yardımcı olmaktadır. Örneğin; hidroelektrik enerji, insanlığın ilk yararlandığı teknolojilerden biridir ve fosil yakıtlara olan bağımlılığı azaltmaya büyük katkı sağlamıştır. İşletmeler ve hanehalkı, yeşil teknoloji çözümlerini kullanarak enerji faturalarından tasarruf sağlamaktadır. Örneğin; eski ampuller, ışık yayan diyot (Light-Emitting Diode-LED) ampullerle değiştirildiğinde aydınlatma enerjisi faturaları neredeyse bir gecede %50 oranında azaltılabilmektedir. Piyasaya çıkan diğerk yeşil teknolojiler, yapay zekâ tarafından yönetilen akıllı güç adaptörleri sayesinde cihazların kullandığı elektrikten %10 oranında tasarruf sağlamaktır.

- **Atıkları azaltır**

Geri dönüşüm atıkları azaltmaya yardımcı olan ve aynı zamanda yeni ürünler oluşturmak için kullanılabilcek ham maddelerin geri kazanılmasına olanak tanıyan önemli bir yeşil teknolojidir. Geri kazanılan malzemeler, düzenli depolama alanlarına ulaşan katı atık miktarını azaltırken aynı zamanda gezegenimizden sürekli olarak yeni ham madde çıkarma ihtiyacını da azaltmaktadır. Böylelikle yeşil teknolojiyle birlikte geri dönüşüme ve doğal

kaynakların korunmasına yardımcı olmaktadır. Söz edilen bu yeşil teknolojinin örnekleri arasında ağaçların kesilmesini önemli ölçüde azaltan kağıt geri dönüşümü yer almaktadır.

- **rn tasarımı ve performansını iyileştirir**

Pazar rekabeti ile birlikte sürdürülebilirlik ve çevresel zorluklar hakkında kazanılan kamu bilinci ile verimli ve sürdürülebilir tasarımlara daha fazla ilgi gösterilmeye başlanmıştır. Verimli ve sürdürülebilir tasarımların geliştirilmesi, yalnızca ürün performansını değil aynı zamanda üretim süreçlerini, malzeme seçimini ve tasarım metodolojilerini iyileştirmektedir. Modern rn tasarımı; ürün performansını, uzun ömürlülüğü, üretim sürecini ve yaşam döngüsünü optimize etmek için dijital ikiz ve makine öğrenmesi gibi yenilikçi teknolojilerden yararlanmaktadır. Yeşil teknolojinin kullanılması, daha düşük karbon ayak izine sahip daha çevre dostu ürünlerin oluşturulmasına imkân sağlamaktadır. Örneğin; modern arabaların aerodinamiği, araç hareket halindeyken hava akışının neden olduğu sürtünmeyi en aza indirerek yakıt tüketimini azaltmak için optimize edilmiştir. Bu, ağırlıklı olarak Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (Computational Fluid Dynamics-CFD) gibi bir dijital ikiz kullanılarak geliştirilen aerodinamik tasarım sayesinde elde edilmektedir. Sonlu Elemanlar Yöntemi (Finite Element Methods-FEM) gibi diğer dijital ikizler, otomobilin şasisinin yapısal direncini artırmak ve aynı zamanda ağırlığını azaltmak için kullanılmakta ve yeni bir arabanın üretilmesi için gereken ham madde sayısını azaltmaktadır. Sürekli geleşen bu teknolojilerle yeni performans ve çevre dostu hedeflere ulaşılmakta ve kullanılan dijital araçlar, yeşil bilgi işlem sayesinde daha çevre dostu hale gelmektedir. Makine ğrenmesi ve dijital ikizin birlikte kullanımı, elektrik tüketimini en aza düşürmekte ve ürün tasarımı/performansını iyileştirmektedir.

- **Tasarruf ve rekabet avantajı sağlar**

Yeşil teknolojiye geçişin maliyeti başlangıçta oldukça yüksek olsa da uzun vadede önemli ölçüde tasarruf ve rekabet avantajı sağlamaktadır. Tasarruf ve rekabet avantajı sunmasının temel nedenleri, yeşil teknolojinin enerji ve kaynakları daha verimli kullanması ve yeni yetenekler sağlamak üzere tasarlanmış olmasıdır. Örneğin, güneş panelleri sayesinde konutlar kendi elektriklerini üreterek ekonomik anlamda ciddi tasarruf elde edebilmekte ve çevre kirliliğini büyük oranda azaltmaktadır.

- **Çevre dostu tarımı kolaylaştırır**

Gezeganimizde tatlı su miktarının az olması tarımla ilgili en büyük endişelerden biridir. Yeşil teknoloji, mahsul yetiştirmek için daha çevre dostu yöntemler geliştirerek tarıma fayda sağlamaktadır. Örneğin, hidroponik⁵, su tüketimini azaltmaya yardımcı olarak tarıma fayda sağlayan bir yeşil teknolojidir. Bu teknoloji sayesinde, geleneksel tarımda gerekli olan miktara kıyasla daha az su kullanılmakta ve böylece ürün yetiştirmek daha verimli hale gelmektedir. Tatlı su sorununa çözüm sağlayabilecek başka bir yeşil teknoloji de atık su geri kazanım sistemleridir. Bu sistemlerle, yeni tatlı su kaynağı kullanımına ihtiyaç duymadan, su geri kazanılmaktadır. Bu yöntem kentsel, endüstriyel ve tarımsal kullanım için uygundur.

- **Hava kirliliğini azaltır**

Kentsel alanlarda hava kirliliğine sebep olan unsurların başında trafik ve sanayileşme gelmektedir. Şehirlerde hava kirliliğini azaltmak için hibrit ve elektrikli araçlar gibi yeşil teknolojilerin kullanımı teşvik edilmektedir. Araçların çalıştırılması için gereken güç yenilenebilir ve temiz kaynaklardan sağlandığında ve ulaşım teknolojilerinde elektrifikasyon gerçekleştirildiğinde hava kirliliğinin azaltılması mümkün olabilecektir. Şehirlerdeki hava kirliliğini azaltmaya yardımcı olan bir diğer yeşil teknoloji ise sürdürülebilir kentsel tasarımıdır. Sürdürülebilir şehir planlaması ve tasarımı sayesinde, ağaçlarla yeşil alanları artırmak ve hava kalitesini iyileştirmek mümkündür.

- **Karbon ayak izini azaltır**

Salınan sera gazlarının atmosferde birikmesi, iklim değişikliğinin çok daha şiddetli olarak hissedilmesine neden olmaktadır. Tarımsal ürün yetiştirmeyi zorlaştıran, insan yaşamını olumsuz etkileyen ve doğal dengenin bozulmasına yol açan bu değişimi önlemenin yolu karbon ayak izini azaltmaktır. Yeşil enerjiden geri dönüşüme ve doğal kaynakların daha akılcı kullanımına kadar yeşil teknoloji, karbon ayak izinin azaltılmasında büyük rol oynamaktadır. Bunun için karbon yakalama ve depolamadan biyogaza kadar birçok yeni yeşil teknoloji geliştirilmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmak, yeşil alanları korumak/artırmak ve geri dönüşüm sürecini verimli bir şekilde yürütmek karbon salınımının azaltılmasına yardımcı olmaktadır. Yeşil teknolojilerin karbon ayak izini azaltmada yardımcı olabileceği diğer bir konu ise birçok endüstrinin, karbon kredisi satın alıp karbon emisyonlarını gönüllü olarak dengelemesidir.

⁵ Hidroponik, toprak kullanmadan su içinde mineral besin çözümleri kullanarak bitki yetiştirme yöntemidir.



- **Yeni istihdam fırsatları sağlar**

Yeşil teknolojilerin önem kazanması, sürdürülebilir teknoloji çözümlerinde nitelikli iş gücü ihtiyacını da beraberinde getirmektedir. Bu sebeple yeşil teknolojinin toplum için faydalarından biri, ekonominin bu gelişen sektörle beraber yeni istihdam fırsatları sunmasıdır.⁶

- **Dış pazarlarda ürün standartlarını karşılama yeteneği kazandırır**

İhracatçı şirketlerin rakipleri karşısında avantaj kazanmasına ve pazar payını artırmaya yardımcı olan etkenler arasında yeşil teknolojinin benimsenmesi ilk sıralarda yer almaktadır. Ürünlerini sanayileşmiş ülkelere ihraç etmek isteyen üreticilerin, çevresel faktörleri göz önünde bulundurması ve belirlenen standartları karşılaması gerekmektedir.

- **Girdi maliyetlerini azaltır**

Yeşil teknoloji; girdi, enerji, işletme ve bakım maliyetlerinin azaltılmasıyla üretim verimliliğini artırmakta ve şirketin rekabet gücünü artırmaktadır.

- **Çevresel itibarı artırır**

Rakip şirketlerin ve tüketicilerin çevreye karşı daha bilinçli hale gelmesi, yeşil teknolojilerin benimsenmesini ve şirketlerin çevresel itibarını artırmaktadır.

- **Gelecekteki çevre düzenlemelerinin gereklerini karşılar**

Yeşil teknolojiye yatırım yapan şirketlerin gelecekte hem daha donanımlı olması hem de beklenen ürün standartlarının yanında yeni çevresel düzenlemelerin hazır olması beklenmektedir.

⁶ Sustainability Success, <https://sustainability-success.com/benefits-of-green-technology/>, Erişim Tarihi: 20.12.2022



5. YEŞİL TEKNOLOJİNİN BENİMSENMESİNDE KARŞILAŞILAN ZORLUKLAR

Henüz yeni bir teknoloji olan yeşil teknolojinin kullanımı, geliştirilmesi ve eğitim maliyetleri, yerleşik teknolojilere kıyasla daha masraflıdır. Yeşil teknoloji; altyapının desteklenmesi, teknolojiye hazır olma, iş gücü ve coğrafi unsurlar gibi birçok faktöre bağlıdır. Bu sebeple yeşil teknolojinin uygulanabilirliği ülkeden ülkeye farklılık göstermektedir. Yeşil teknolojilerin benimsenmesi ve uygulanması için karşılaşılan engeller; uygun bir düzenleyici çerçevenin bulunmaması gibi kurumsal ya da teknolojik, finansal, siyasi, kültürel veya hukuki engeller olarak karşımıza çıkabilmektedir.

Bir şirketin bakış açısından yeşil teknolojilerin benimsenmesinin önündeki muhtemel engeller şu şekilde özetlenebilir:

- Yüksek uygulama maliyetleri,
- Bilgi eksikliği,
- Bilinen alternatif ham madde girdisi olmaması,
- Bilinen alternatif süreç teknolojisi olmaması,
- Performans etkileri hakkında belirsizlik,
- İnsan kaynakları ve kapasite eksikliği.

Hükümet, özel sektör ve sivil toplum kuruluşlarından finans, araştırma ve eğitim kurumlarına kadar çok sayıda tarafın bulunması, yukarıda söz edilen engellerin aşılma sürecini daha karmaşık hale getirmektedir. Yeşil büyümenin sağlanması, yeşil teknolojinin önündeki engellerin tespit edilmesine ve ortadan kaldırılmasına bağlıdır.⁷

Tablo 3'te, paydaşlar açısından yeşil teknolojiler de dahil olmak üzere yeni teknolojilerin benimsenmesindeki motivasyon ve etki alanları özetlenmiştir.

⁷ Escap, U. N. (2012). Low carbon green growth roadmap for Asia and the Pacific: Turning resource constraints and the climate crisis into economic growth opportunities.



Tablo 3: Paydaşların Yeni Teknolojileri Benimsemesindeki Motivasyon ve Etki Alanları

Paydaşlar	Motivasyon	Etki Alanı
Devletler/Yönetim Düzeyi	- Gelişme hedefleri - Çevre hedefleri - Rekabet üstünlüğü - Güvenlik	- Vergilendirme - İthalat/İhracat - Yenilik politikaları - Eğitim ve kapasite geliştirme - Düzenleyici programlar - Kurumsal gelişim - Kredi ve yatırım
Özel Sektör İşletmeleri	- Kâr - Yatırım getirisi - Pazar payı - Rekabet üstünlüğü	- Anapara yatırımı - Teknoloji Ar&Ge/Ticarileştirme - Pazarlama - Beceriler/Kapasite geliştirme - Bilgi edinimi - Teknoloji transferi - Kredi verme politikaları - Teknoloji seçimi
Uluslararası Kalkınma Kurumları	- Temel ve uygulamalı bilgi - Araştırma - Eğitim - Bilgi transferi - Güvenilirlik algısı	- Araştırma ve geliştirme - Teknolojinin ticarileştirilmesi - Teknoloji transferi
Medya/Kamu Grupları	- Bilgi yayma - Eğitim - Farkındalık - Bilinçli kararlar	- Tanıtım ve reklamcılık - Eğitim programları - Toplum programları - Bilgi yayma
Bireysel Tüketiciler	- Hayatta kalma - Yaşam kalitesi - Bilgi - Makul fiyatlı çözümler	- Satın alma kararları - Bilgi seçimi - Öğrenme yolları - Bilginin uygulanması

Kaynak: Escap, U. N. (2012). Low carbon green growth roadmap for Asia and the Pacific: Turning resource constraints and the climate crisis into economic growth opportunities.



6. YEŞİL TEKNOLOJİNİN ÇEŞİTLİ ALANLARA ETKİLERİ

- **Ekonomi**

Yenilenebilir enerji üretimi ve depolanmasındaki gelişmelerin, enerji ekonomisinin karbondan arındırılmasını hızlandırması ve aynı zamanda mevcut enerji tedarik zincirinde büyük değişimlere yol açması beklenmektedir. Elektrik üretiminin daha dağıtık ve son pazarlara daha yakın olacak olması ve bu değişimin alternatif enerji üreticileri ve dağıtıcıları için yeni fırsatlar sunması, söz edilen değişimin nedenleri arasındadır. Ayrıca büyük ölçekli endüstriyel enerji kullanıcıları, enerji piyasasında daha fazla çeşitlilik ve rekabetten yararlanırken kendi karbon ayak izlerini de azaltabileceklerdir.

- **Çevre**

Yeşil teknolojinin temel amacı; beşeri faktörlerin doğal çevre üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmaktır. Yeşil teknolojinin başlıca odak noktaları; iklim değişikliğinde büyük payı bulunan sera gazı salınımının, plastik atıkların ve hava kirliliğinin azaltılmasıdır. Yeşil teknoloji geliştirme çalışmaları çevreyi birçok yönden olumlu etkilese de başka çevresel zorlukları beraberinde getirmektedir. Örneğin, gelişmiş pil tasarımları ve belirli metaller/kimyasallara yönelik artan talep, üretim süreçlerinde çevreye verilen zararın artmasına neden olabilir.

- **Politika**

Paris Anlaşması'nda belirtildiği üzere küresel ortalama sıcaklıkların 2°C'yi aşmaması ve emisyonların 2030'a kadar %45 oranında azaltılması için ülkemizin de içinde yer aldığı 100'den fazla ülke 2050 yılına kadar net sıfır emisyon taahhüdünde bulunmuştur. Bu taahhütler, hükümet genelinde yeni politik kararlar alınmasını sağlamak ve sürdürülebilir teknolojiler ile bunları uygulayacak altyapıya yönelik yeni harcama ve yatırım çekme girişimlerini yönlendirmektedir.

- **Toplum**

Yeşil teknolojinin çevresel zararları azaltma potansiyeli, bu alandaki gelişmelerden elde edilen kazanımların sosyal, ekonomik ve çevresel etkilerle dengelenmesini gerektirmektedir. Örneğin; yeşil teknolojinin elektriği daha düşük maliyetle daha fazla insana sunma potansiyeli, uygun fiyatlı ve güvenilir yenilenebilir teknolojilere erişimi artırması konusunda önemli bir odak noktasıdır.

Daha düşük etkili, daha az kirletici teknolojilerin yaygın olarak benimsenmesi, topluluklara orantısız bir şekilde yük olan sosyal, ekonomik ve çevresel sorunları azaltmak için fırsatlar sunmaktadır.⁸

7. TEKNOLOJİLERDE YEŞİL İNOVASYON

7.1. Yeşil Bilişim

Yeşil bilişim; bilgisayarların, çiplerin ve diğer teknoloji bileşenlerinin çevre üzerindeki olumsuz etkilerinin en aza indirilerek yeniden tasarlanması, üretilmesi, kullanılması ve imha edilmesi yaklaşımını benimsemektedir. Yeşil bilişim, ürünün kullanım ömrünü uzatan ve ürünü daha enerji verimli hale getiren, geri dönüştürülmüş ürünün ve üretim atıklarının daha az kimyasalla ayrışmasını ve biyolojik olarak parçalanmasını hedeflemektedir. Sürdürülebilirliği sağlamak ve bilişim kaynaklarının kullanımını iyileştirmek için tasarlanan yeşil bilişim uygulamaları şu şekilde özetlenebilir:

- ***Enerji yönetimi***

Gelişmiş Yapılandırma ve Güç Arayüzü (The Advanced Configuration and Power Interface-ACPI), bir işletim sisteminin ilgili donanımının güç tasarrufu özelliklerinin doğrudan kontrol edilmesini sağlamaktadır. Birçok uygulama, kullanıcının merkezi işlem birimine verilen voltajları manuel olarak değiştirmesine olanak tanımakta, böylece hem üretilen ısı miktarını hem de tüketilen elektrik miktarını azaltmaktadır.

- ***Uzaktan çalışma***

Yeşil bilişimde telekonferans ve telebulunma (telepresence) gibi teknolojiler sıklıkla kullanılmaktadır. Avantajları arasında; seyahat kaynaklı sera gazı emisyonlarının azalması ve ofis kullanımından kaynaklanan elektrik, aydınlatma vb. için daha düşük genel gider maliyetlerinden daha yüksek kâr marjı elde edilmesi yer almaktadır.

⁸ Dick, B., Karell H. (2022) 2022 Emerging Technology Trends | Market and Legal Insights for Innovators. 21 Aralık 2022 tarihinde <https://www.perkinscoie.com/images/content/2/5/250636/4-ETT-Chapter-4-GreenTech.pdf> adresinden erişildi.

- **Kaynak tahsisi**

Kaynak tahsisi, mevcut kaynakları verimli bir şekilde dağıtmak için kullanılmaktadır. Kaynak yönetiminin bir parçası olup proje yönetimi hizmetlerinin dağıtımı, görevlerin ve işlemlerin gerektirdiği kaynakların koordinasyonudur.

- **Dijitalleşme**

Dijitalleşme ile bir yönetici, tek ve güçlü bir sistem üzerindeki birden fazla fiziksel sistemi sanal makineler halinde birleştirebilir, böylece mevcut sistemin güç tüketimini ve soğutucu sistemlerin kullanımını azaltabilir.

- **Geri dönüşüm**

Bilgisayar ekipmanlarının geri dönüşümü kurşun, cıva ve krom gibi zararlı malzemeleri ortadan kaldırabilir ve yeniden üretilmesi gereken ekipmanların yerini alarak enerji ve emisyon tasarrufu sağlayabilir.

- **E-atık geri dönüşümü**

E-hurda veya e-atık olarak bilinen elektronik atıklar, kullanılmış elektronik eşyaların geri dönüştürülmesidir. Elektronik eşyalar, uygun şekilde imha edilmedikleri takdirde atmosfere yayılan tehlikeli kimyasallar ve malzemeler yaymaktadır.⁹

Yeşil bilişim konusunda öncelikli alanların başında yüksek elektrik tüketimi nedeniyle veri merkezleri gelmektedir. Veri merkezleri yüklü miktarda enerji tüketen yapılar olduğu için dijitalleşme sürecinde çevreci bir bakış açısıyla yönetilmesi gerekmektedir. Elektronik verilere olan bağımlılığın artması, veri merkezlerinin boyutunda ve sayısında hızlı bir büyümeye yol açmaktadır. Söz konusu büyüme, internet iletişiminin ve medyasının hızla benimsenmesinden, iş süreçlerinin ve uygulamalarının dijitalleşmesinden kaynaklanmaktadır. Bu sebeple birçok eyalet, yerel devlet; kamusal bilgi, raporlama, işlemler, güvenlik ve bilişim için interneti kullanan e-devlet stratejilerini benimsemiştir.¹⁰

⁹ Green Computing (2020) Academia. edu. https://www.academia.edu/42827476/Green_Computing, Erişim Tarihi: 19.12.2022.

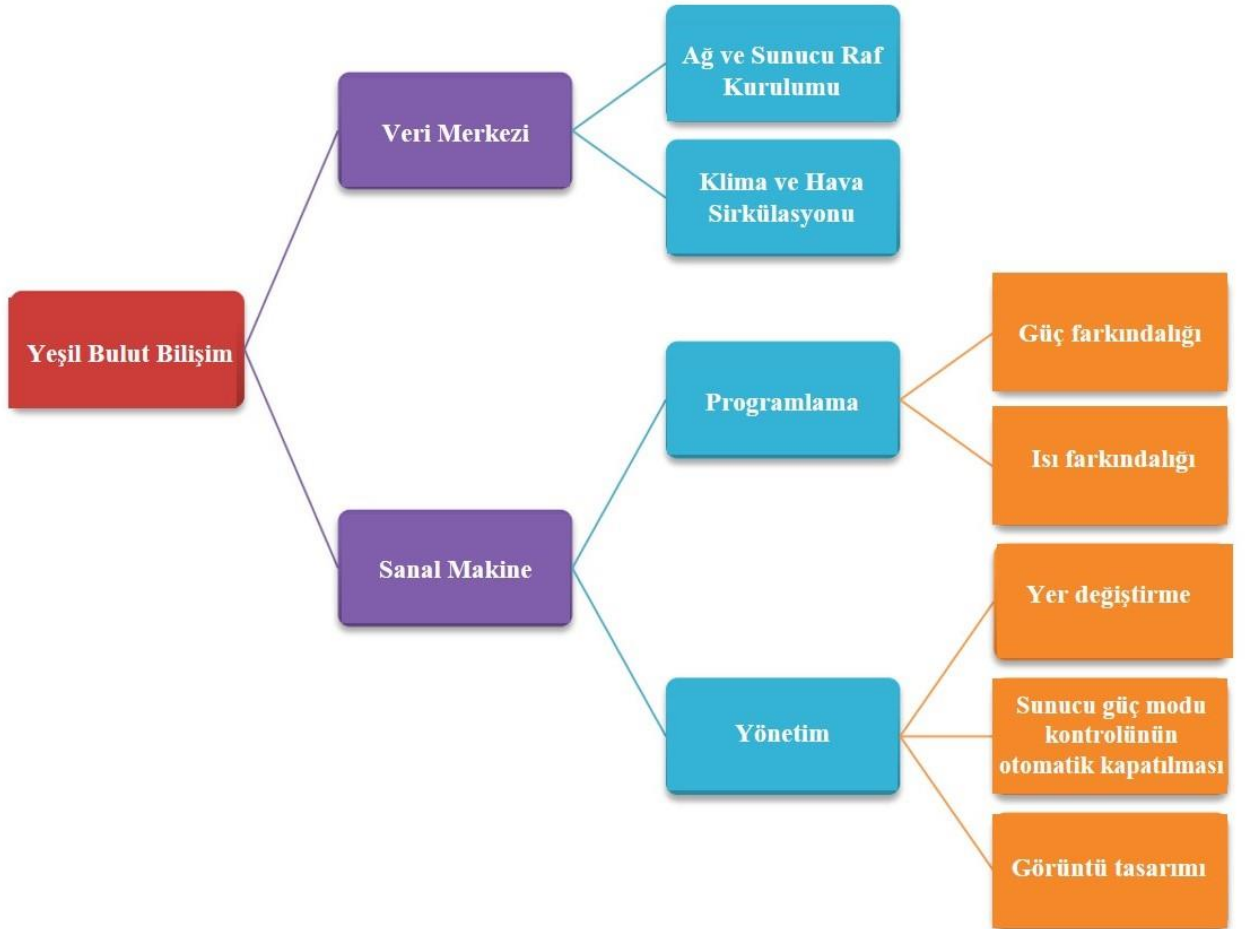
¹⁰ Mishra, A., Yazici, A., & Mishra, D. (2012). Green information technology/information system education: Curriculum views. *TTEMTechnics Technologies Education Management*, 7(3), 679-686.



7.2. Yeşil Bulut Bilişim

Bulut bilişim, kaynak kullanım verimliliğini artırmak için mevcut teknolojileri birleştiren bir yaklaşımdır. Yeşil bulut bilişim ise çevreyi destekleyen, tüketilen gücü ve enerjiyi yeniden kullanabilen ve kaynakları verimli bir şekilde optimize eden yeşil teknolojilerdendir. Ortamdaki CO₂ emisyonlarını azaltmakta ve BT endüstrisini daha çevre dostu hale getirmektedir. Yeşil bulut bilişim; tehlikeli kimyasalların kullanımını azaltmayı, ürünün kullanım ömrü boyunca enerji verimliliğini en üst düzeye çıkarmayı ve yeşil kimyaya benzer şekilde eski ürünlerin ve üretim atıklarının geri dönüşümünü teşvik etmektedir. Bu tür yöntemlere örnek olarak enerji tasarruflu merkezi işlem birimleri ve sunucuları ile azaltılan kaynak harcaması ve elektronik atıkların uygun şekilde yok edilmesi verilebilir. Temel araştırma alanları, bilgisayar kullanımını mümkün olduğunca enerji verimli hale getirmeyi amaçlamaktadır. Bir güç farkındalığı metodolojisini kullanan yeşil bulut bilişim mimarisi Şekil 3'te verilmiştir.

Şekil 3: Yeşil Bulut Bilişim Mimarisi



Kaynak: Abd El-Mawla, N., & Ibrahim, H. (2022). Green Cloud Computing (GCC), Applications, Challenges and Future Research Directions.

Yeşil bulut bilişim, büyük ölçüde yazılım tasarımına sahiptir ve yazılım bileşenlerinin etkili iletişimini gerektirmektedir. Kaynaklar sunucu talebine bağlı olarak otomatik eklenmeli veya geri çekilmelidir.

Yeşil bulut bilişimin maliyeti, teknik olmayan bir endişe kaynağıdır. Bu maliyetler bulut kullanıcılarına yansıtılmakta ve sonucunda bulut sağlayıcıların hizmet fiyatları yükseltilmektedir. Çevresel endişelere ek olarak maliyetle ilgili bir diğer konu ise; BT elektrik gereksinimleri ve enerji maliyetleri artması sonucunda ortaya çıkan ekonomik ihtiyaçların bir endişe kaynağı olmasıdır.

Teknik olmayan bir diğer konu ise yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımıdır. Enerjinin kesintili doğası, bulut bilgi işlem şirketleri için bir engeldir ve bulut operasyon planlaması için geleneksel metodolojileri ortadan kaldırmaktadır. Bazı bulut sağlayıcıları, yenilenebilir enerji kaynaklarının mevcut olduğu veya işletim aşaması boyunca mevcut olacağı yerlerde veri merkezleri kurmuştur.¹¹

Enerji verimliliği, yeşil bulut bilişimin temel yapı taşıdır. Günümüzde bulut bilişimde çok çekirdekli Merkezi İşlem Birimleri (Central Processing Unit-CPU) tasarım yaptığından güç yönetimini desteklemek için optimizasyon ve yönetim tekniklerinin tasarlanmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bulutun bir başka büyük güç tüketen bölümü ise, veri depolama bileşenleri ve veri yönetimi yazılımından oluşan veri merkezidir.

Bulutun doğa üzerindeki etkisini ölçmek için temel olarak çevreye dayalı araç tasarımına, yani karbon emisyonu hesaplama araçlarına odaklanılmaktadır. Bulutları, yeşil bulut bilişim alanında sertifikalandırmak için kapsamlı bir düzenleyici çerçeve ve tasarıma ihtiyaç duyulmaktadır.¹²

7.3. Yeşil Yapay Zekâ

Yeşil yapay zekâ; yapay zekânın (YZ) değerini, karbon emisyonlarını azaltmak ve gezegenimizi iklim değişikliğinin etkilerinden korumak amacıyla ihtiyaç duyulan yeşil değerlerle birleştirmektedir. Yeşil YZ, karbon ağırlıklı süreçlere çözüm olarak görülmektedir. Çevreye daha fazla zarar vermeden yapay zekânın sunabileceği olumlu katkıyı en üst düzeye çıkarma konusunda önemli potansiyele sahiptir. Enerji israfını azaltmak amacıyla akıllı bir

¹¹ Abd El-Mawla, N., & Ibrahim, H. (2022). Green Cloud Computing (GCC), Applications, Challenges and Future Research Directions.

¹² Patil, A., & Patil, D. (2019, February). An analysis report on green cloud computing current trends and future research challenges. In *Proceedings of International Conference on Sustainable Computing in Science, Technology and Management (SUSCOM)*, Amity University Rajasthan, Jaipur-India.



şebeke sistemini izlemek ve yönetmek için YZ kullanılması da dâhil olmak üzere çeşitli yöntemler uygulanmaktadır.

Yeşil yapay zekâ ile sağlanabilecek potansiyel faydalar aşağıda özetlenmiştir:

- Enerji tüketimini azaltır,
- Enerji üretimini ve dağıtımını optimize ederek verimliliği artırır,
- Atık ve kirliliği ortadan kaldırmak için ürün geliştirme ve tasarımını iyileştirilmesinde yardımcı olur,
- Yenilenebilir enerjinin en iyi şekilde nasıl tahsis edileceğinin belirlenmesine yardımcı olur,
- Kaynak israfını azaltır,
- Karbon emisyonunu azaltır,
- Akıllı şehirler ile yaşam kalitesini iyileştirir.

YZ kullanımı giderek daha büyük bir karbon ayak izi oluştururken, YZ'nin kendisi de sürdürülebilirlik çabalarının bir parçası olarak kullanılmaktadır. YZ'nin önemli rol oynayacağı öngörülen alanlardan biri de enerji kullanımıdır. YZ uygulamaları, elektrik arz ve talep ihtiyaçlarını gerçek zamanlı olarak dengeleyebilmekte, enerji kullanımını ve depolamayı optimize ederek tüketim oranlarını düşürebilmektedir. Yeşil enerjili bir gelecekte yenilenebilir enerji; mikro şebekeler, rüzgâr çiftlikleri ve güneş panelleri gibi çeşitli kaynaklardan sağlanacaktır. Bu tür kaynaklar tarafından üretilen enerji, mevcut hava koşullarına bağlı olduğundan belirsizdir. Böylesine merkezi olmayan bir küresel enerji ağının; endüstriyel tesislere, ofis binalarına, evlere ve ihtiyaç duyulan her yere güç dağıtılması YZ yardımıyla yönetilebilir. İklim ve öngörülemez hava koşulları dikkate alındığında, mevcut enerji sistemi YZ merkezli akıllı bir sisteme dönüştürülerek sistem daha dayanıklı ve esnek bir şebeke ile yönetilebilecektir. Giderek birbirine bağlı hale gelen bir dünyada gelişen dijital ekonomilerde elektrik talebi arttıkça şebeke esnekliği ve dayanıklılığı da gerekli olacaktır.

Yapay zekânın yeşil teknoloji alanında fayda sağladığı bir diğer alan ise tarımdır. Modern tarım işletmeleri, mahsul tahminleri veya iklim kontrolü için çiftlik verilerini analiz etmek üzere yapay zekâyı kullanabilmektedir. Tarım emek yoğun bir sektör olduğundan, yer sıkıntısı çekilen alanlarda YZ daha az kaynakla daha fazla mahsul yetiştirilmesini sağlamaktadır.¹³

¹³ Sustainability, <https://sustainabilitymag.com/sustainability/sustainability-applications-for-artificial-intelligence>, Erişim Tarihi: 18.12.2022

Günümüzde yapay zekâ; kentsel altyapılar, hizmetler ve kolaylıklar sunmak için gerekli verimlilik ve otomasyonun elde edilmesine yardımcı olan kritik bir akıllı Şehir unsuru haline gelmektedir. Yapay zekâ alanındaki gelişmeler, Őehirlerin altyapı verimliliklerini ve tahmine dayalı analitik yeteneklerini artırmaları; akıllı Şehirlerde yaşam kalitesini ve sürdürülebilirliği iyileştirmeleri için önemli fırsatlar sunmaktadır. Akıllı ve yenilikçi dijital teknolojilerin kullanımı iklim, salgın hastalıklar, doğal afetler veya sosyoekonomik faktörler gibi kentsel krizlerle mücadelede yaygın bir yaklaşım haline gelmiştir.

7.4. Nesnelerin İnterneti zellikli Yeşil Teknoloji

Tarım ve enerjiden, ulaşım ve akıllı Őehirlere kadar nesnelerin interneti (IoT), kuruluşların yeşil uygulamaları ve yönetimini benimsemelerinin nn açmaktadır. IoT'nin sürdürülebilirlik konularında yarattığı etkilerden bazıları aşağıda özetlenmiştir:

- **Akıllı Tarım:** Nüfus artışı, kirlilik ve toprak yorgunluğu gibi çeşitli faktörler, mahsul üretimini en üst düzeye çıkarmayı zorlaŐtırmaktadır. IoT uygulamaları; mevcut arazi azalsa bile optimum sulama modellerini belirlemek, pestisit¹⁴ kullanımını en aza indirmek ve verimliliği en üst düzeye çıkarmak için mahsul büyümesini, toprak koŐullarını, sulama döngülerini, hava durumunu ve gübre kullanımını takip edebilmektedir.
- **Hava Kalitesi:** Hava kalitesinin bozulması; fel, kalp hastalığı, akciğer kanseri ve astım gibi kronik ve akut solunum yolu hastalıkları risklerinin artmasına neden olmaktadır. IoT mleri yoğun nüfuslu Şehirlerde mobil kirlilik sensörleri kullanarak trafik emisyonlarını, otonom araçların yakıt verimliliğini, akıllı trafik ıŐıkları aracılığıyla araç akıŐlarını ve çeşitli yöntemlerle hava kalitesini izleyebilmektedir. Daha az nüfuslu bölgelerde IoT sensörleri ve ağları, zararlı sızıntıları (rn: Metan gazı vb.) ve emisyonları anında tespit etmek için boru hatlarını izleyebilmektedir.
- **BiyoçeŐitlilik ve Habitat İzleme:** Tehdit altında ve nesli tükenmekte olan türleri korumayı amaçlayan doğa koruma uzmanları için doğru veriye ulaşmak oldukça önemlidir. Kameralar, sensörler ve hücresel iletişim kullanan IoT mleri, hayvan davranışlarını ve alışkanlıklarını inceleyebilmekte ve anlık olarak müdahale edebilmektedir.

¹⁴ Pestisit, zararlı organizmaları engellemek, kontrol altına almak ya da zararlarını azaltmak için kullanılan madde ya da maddelerden oluşan karıŐımlardır.



- **Temiz Enerji:** IoT, karbon ayak izini azaltmak için evlerde, ofislerde ve kamusal alanlarda elektrik üretimi, dağıtımı ve kullanımının gerçek zamanlı olarak izlenmesini sağlamaktadır. Ayrıca güneş panelleri ve rüzgâr türbinleri gibi akıllı şebeke çözümleri ve enerji verimliliğini artıran akıllı ölçüm çözümleri sunmaktadır.
- **Endüstriyel İzleme:** IoT, sondajların ve rafinerilerin kimyasal sızıntılar gibi olası çevresel etkilerini en aza indirirken, çıktıların optimize etmelerine de yardımcı olmaktadır. Uzaktan izleme ve uyarılar, saha ziyaretlerini en aza indiren optimal yaklaşımı desteklemekte ve endüstriyel tankların yanı sıra kimyasal taşıyan gemi ve araç filolarının kritik arızalarını önlemeye yardımcı olmaktadır.
- **Akıllı Ev/Akıllı Bina:** IoT; tüketimi azaltmak, alternatif enerji kullanımını en üst düzeye çıkarmak, konforu artırmak ve elektrik faturalarını düşürmek için sensörleri ve uç zekâyı (edge intelligence)¹⁵ kullanan akıllı evler ile konutlarda güçlü bir rol oynamaktadır. Akıllı binalar, enerji kullanımını azaltmak, güneş enerjisini dönüştürmek ve daha verimli HVAC¹⁶ teknolojisinden faydalanmak için yeşil teknolojiyi kullanmaktadır.
- **Ulaşım:** Toplu taşıma araçlarından elektrikli ve otonom araçlara kadar IoT cihazları, araçların ve ulaşımın doğasını değiştirme potansiyeline sahiptir. IoT'nin yeşil kullanım alanları arasında akıllı şehir otobüsleri ve filo izleme teknolojisi yer almaktadır. Filo izleme teknolojisi ile şehir sokaklarındaki trafik akışını optimize etmek, uyarlanabilir kontrol ve sürücü analizlerini raporlamak mümkündür.
- **Akıllı Şehirler:** Birçok şehir, şehir aydınlatmasından su sistemlerine ve atık su yönetimine kadar her alanda operasyonları optimize etmek ve kaynak kullanımını azaltırken kârı artırmak için IoT çözümlerine yönelmektedir.¹⁷

¹⁵ Uç zekâ, uç bilişim ve yapay zekânın birleşimidir. Uç zekâ, veri işlemeyi geliştirmeyi amaçlar ve veriler ile kullanıcıların gizliliğini korur.

¹⁶ HVAC (Heating, Ventilation and Air Conditioning): Isıtma, Havalandırma ve Klima.

¹⁷ Digi International Inc., IoT-Enabled Green Technology Solution Brief 2021.

7.5. Otonom Sistemler

Otonom sistemler; derin pekiştirmeli öğrenme¹⁸ (Deep Reinforcement Learning-DRL) gibi yöntemlerle optimize edilen ve yapay zekâ/makine öğrenmesi modelleri aracılığıyla enerji kullanım verimliliğini artırmayı amaçlayan bir teknolojidir. Ağ, bilgi işlem ve depolama kaynaklarının “akıllı” bir şekilde tahsis edilmesi ve yerleştirilmesi aracılığıyla istenen davranış/performans devam ederken aynı anda talebi de yakından takip etmek için bu kaynaklar yönetilmekte ve enerji tüketimi azaltılabilmektedir. Örneğin, tahmin edilen süreler boyunca etkin olmayan veya hareketsiz kalan ağ ögelerini akıllıca dönüştürmek; iletim, ağ, bilgi işlem veya depolama için gereken güç miktarını azaltarak verimliliği artırmaktadır.

Radyo ve altyapı bileşenlerinin buluta bir uygulama olarak eklenmesiyle, birden çok kaynaktan gelen ağ verileri ortak bir veri tabanında toplanabilmekte ve yapay zekâ/makine öğrenmesi kullanılarak analiz edilebilmektedir. Bu durum, yapay zekâ/makine öğrenmesi kullanılarak güçlendirilebilen verimli, dağıtık, kendi kendini organize eden ağ algoritmalarının (Distributed, Self-organizing Network Algorithms - DSON) gelişimine katkı sunmaktadır. Gözleme dayalı veriler, içgörüler ve geniş alan optimizasyon yöntemleri aracılığıyla çeşitli güç verimliliğine sahip algoritmaların geliştirilmesine izin verecek ve bu durum OPEX¹⁹ tasarruflarıyla sonuçlanacaktır.²⁰

7.6. Yeşil Evler

Çevre gereksinimlerini karşılayabilen ve bina sakinleri için konforlu bir bölge yaratan yeşil evler; insan ve çevreyi uyumlu hale getirmektedir. Hem enerji ve kaynakların çevreye olumsuz etkisini en aza indirmesiyle hem de yapım aşamasında ve sonrasında tasarruf sağlamasıyla bilinen yeşil evler sürdürülebilir kalkınmanın bir parçası kabul edilmekte ve sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşılması için bir temel teşkil etmektedir. Tasarımı, inşası, işletilmesi ile enerji konularında üst düzey verim sağlaması ve yaşam konforu için gereken tüm unsurlara sahip olması yeşil evleri daha popüler hale getirmektedir. Kısa vadede maliyetli olan ancak uzun vadede çevresel, sosyal ve ekonomik olarak yüksek seviyede fayda sağlayan yeşil evlerin inşasının gelecekte artması beklenmektedir.

¹⁸ Derin pekiştirmeli öğrenme, pekiştirmeli öğrenme ile derin öğrenmeyi birleştiren makine öğrenmesi alt dalıdır.

¹⁹ Operasyonel Mükemmellik (Operational Expenditures-OPEX); her düzeyde liderlik sağlayan, karar alma mekanizmalarını güçlendiren ve sürdürülebilir başarıya ulaşmak için iş gücünü, süreçleri ve teknolojiyi etkin bir şekilde kullanma becerisine sahip kapsayıcı bir yönetim sistemidir.

²⁰ ATIS, Next G Alliance Report: 6G Technologies, 2022;
https://www.nextgalliance.org/working_group/technology



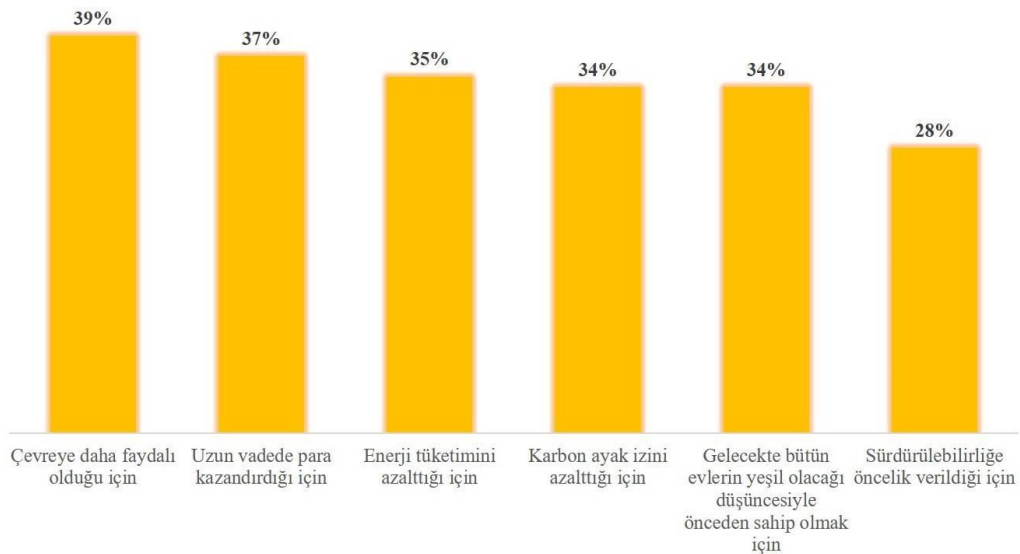
Yeşil evlerin özellikleri arasında;

- Enerji, su ve diğer kaynakların daha verimli kullanılması,
- Güneş enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması,
- Kirlilik ve atıkların azaltılması önlemleri ile yeniden kullanımın ve geri dönüşümün sağlanması,
- Açık yeşil alana erişimin mümkün olması,
- Hava kalitesinin yüksek olması,
- Açık yeşil alana erişimin mümkün olması,
- Yüksek düzeyde hava geçirmezlik ile ısı kaybının önlenmesi,
- Toksik olmayan, etik ve sürdürülebilir malzemeler ve akıllı teknolojik ürünlerin kullanılması yer almaktadır.

İklim değişikliği söz konusu olduğunda, dünya çapında küresel ısınmaya yol açan karbon emisyonlarının yaklaşık %40'ını binalar oluşturmaktadır. Enerji faturalarının azaltılmasının yanı sıra sürdürülebilir bir yeşil evin daha sağlıklı ve rahat olması, insan sağlığını da birçok yönden olumlu etkilemektedir. Bu olumlu etkilerden bazıları;

- Daha iyi ısıtma, yalıtım ve gün ışığından dolayı solunum yolu hastalığı semptomlarının azalması,
- İyileştirilmiş havalandırma sayesinde kardiyovasküler hastalıkların azalması,
- Düşük emisyonlu malzemelerin kullanımı sonucunda kanser riskinin azalmasıdır.

Grafik 2: Yeşil Evlerin Tercih Edilme Sebepleri

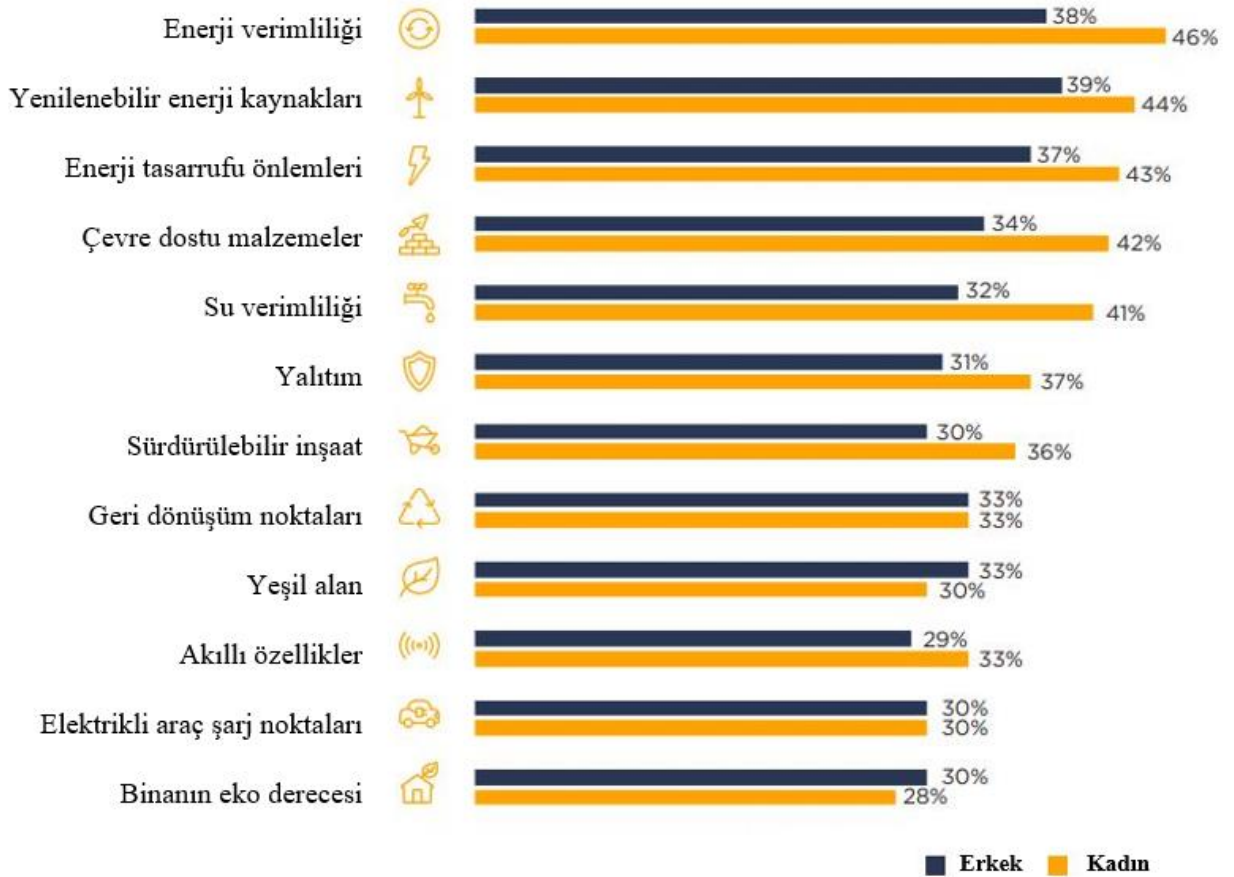


Kaynak: Shakespeare Martineau - Green Homes Report: What Buyers Want, 2022.

Grafik 2’de görüldüğü üzere, yeşil evler en çok çevreye sağladığı faydalar sebebiyle tercih edilmektedir. Ayrıca ekonomik açıdan uzun vadede para kazandırması, enerji tüketimi ve karbon ayak izini azaltması da yeşil bir evin tercih edilme oranını artırmaktadır.

Yeşil evlerin yaygınlaştırılması için; planlamanın basitleştirilmesi, mevcut enerji altyapısının geliştirilmesi, ısı pompası üretiminin ve Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmeler (KOBİ) için iyileştirilmiş finansman fırsatlarının artırılması gerekmektedir.²¹

Grafik 3: Yeşil Evlerle İlgili Tüketici Talepleri



Kaynak: Shakespeare Martineau - Green Homes Report: What Buyers Want, 2022.

Grafik 3’te verilen yeşil evlerle ilgili başlıca tüketici talepleri incelendiğinde ilk sırayı enerji verimliliğinin aldığı gözlemlenmektedir. Grafikte dikkat çeken bir diğer detay ise kadınların yeşil evlerle ilgili taleplerinin erkeklere kıyasla daha yoğun olmasıdır.

²¹ Shakespeare Martineau - Green Homes Report: What Buyers Want, 2022.

7.7. Yeşil Üretim

Sürdürülebilir üretim olarak da bilinen yeşil üretim, reaktif ve proaktif çevre dostu işletim süreçleri aracılığıyla kârlılığa odaklanan bir iş stratejisini ifade etmektedir. Yeşil üretim esas olarak 1990'ların başında eko-inovasyonun ortaya çıkmasıyla başlamıştır. Eko-inovasyon, kuruluş için yeni olan, çevresel risklerin ve kullanılan kaynakların olumsuz etkilerinin azaltılmasıyla sonuçlanan üretim yöntemidir.

Çevreye duyarlı bir üretim olan yeşil üretim, üretim sürecinde malzeme kaynaklarının bilinçli tüketimine ve çevre üzerindeki etkisine odaklanmaktadır. Ürünlerin tasarım, işleme/paketleme/kullanım süreçleri, hurda imhası ve tüm yaşam döngüsünü içeren yeşil üretim; çevreye karşı olumsuz etkileri azaltmayı ve kaynak kullanımını iyileştirmeyi amaçlamaktadır.

Bu konuda, uluslararası alanda Çevre Yönetim Sistemi (ÇYS) olarak bilinen ISO 14001 standardı, Uluslararası Standardizasyon Teşkilatı (ISO) tarafından yayımlanmıştır.²² ÇYS, bir kuruluşun çevre ile ilgili süreçlerini yönetmek ve sistematik bir yöntem sağlamak amacıyla sürekli iyileştirme aracı olarak hareket etmekte ve yeşil üretimin uygulanması için bir araç görevi görmektedir.

İmalat endüstrisinde toplumun sürdürülebilir kalkınmasının yanında ekonomi modeli geliştirilmesinde de önemli bir rol oynayan yeşil üretim; ömrünü tamamlamış ürünlerin geri kazandırılmasını ve yeniden kullanılmasını sağlamaktadır. Bu sayede yeşil verimliliğin artışına, atıkların azaltılmasına ve ekonomiye büyük ölçüde katkı sağlamaktadır.²³

²² DOO, D. (2015). ISO 14001: 2015 Environmental Management Systems.

²³ Leong, W. D., Lam, H. L., Ng, W. P. Q., Lim, C. H., Tan, C. P., & Ponnambalam, S. G. (2019). Lean and green manufacturing—a review on its applications and impacts. *Process integration and optimization for sustainability*, 3(1), 5-23.

Yeşil Üretim Uygulamaları

- **Mekanik Ürün Tasarım Sürecinde Yeşil Yöntemin Kullanılması**

Ürünlerin kalitesinin iyileştirilmesini, imalat sanayisinin “yeşil” gelişimini ve yeşil üretim sistemlerinin kurulmasını teşvik etmek amacıyla yeşil ürün üretim süresinin kontrol edilmesi gerekmektedir. Yeşil yöntem; çevresel faktörleri, ürün kalitesini, işlevini ve ürünün geri dönüşümünü dikkate alan modern bir tasarım yöntemidir. Yeşil yöntemle ürünlerin tüm yaşam döngüsünün kapsamlı bir analizi yapılmaktadır. Analiz sayesinde; ürünlerin kalitesi artırılarak işlevi genişletilmekte aynı zamanda, çevre kirliliği en düşük seviyeye düşürülmekte ve kaynakların kullanım oranı artırılmaktadır.

- **Makine Ürünlerinin Üretiminde Kullanılan Yeşil Malzemeler**

Yeşil malzeme; ham maddenin benimsenmesi, ürünlerin üretimi ve kullanımı sürecinde çevreye çok az kirliliği olan veya hiç kirliliği olmayan, insan vücuduna zarar vermeyen malzemeyi ifade etmektedir. Geri dönüştürülebilir özelliğe sahip olan yeşil malzemeler, yalnızca üretim maliyetlerini ve malzeme tüketimini azaltmakla kalmamakta aynı zamanda çevre kirliliğini de azaltmakta; böylece yeşil üretimin gelişmesini desteklemektedir.

- **Makine Ürünleri Üretiminde Yeşil Teknolojinin Uygulanması**

Yeşil teknolojinin odak noktası, özellikle kirlilik ve kaynak israfı sürecinde geleneksel teknolojiyi değiştirmektir. Bu yüzden, ürünlerin üretim sürecinde çevre kirliliğinin azaltılmasını ve enerji kullanımının iyileştirilmesini sağlamaktadır. Yeşil teknoloji sayesinde kaynakların kullanım oranı iyileştirilmekte, geri kazanımını/kullanımını sağlanmakta, atık malzemeler ve sıvılar dönüştürülerek ürünlere işlenmektedir.²⁴

- **Geri Dönüşümün Başlatılması**

Mevcut veya gelecekteki karbon ayak izi için düzenli olarak depolama alanlarına gönderilen atık miktarları, fabrikaların karbon ayak izini artırmaktadır. Ek olarak geri dönüşümün başlatılmasıyla üretilen kilogram atık başına düşen çöp toplama maliyetleri de azaltılmaktadır.

²⁴ Liang, S. (2019, October). Development and Application of Green Manufacturing. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 631, No. 3, p. 032010). IOP Publishing.

- **Sanal Toplantılar ve Uzaktan Çalışmaya Teşvik**

Çalışanların iş seyahatleri, karbon ayak izini artıran unsurlardan biridir. Birçok üretim süreci takibinin uzaktan gerçekleştirilmesi ve üretim alanına uzaktan dâhil olunması küresel karbon emisyonunu düşürmektedir.

- **Dâhili İletişimin Dijitalleştirilmesi**

Tüm dâhili iletişimin %100 dijital hale getirilmesiyle hem kâğıt tasarrufu sağlanmakta hem de genel operasyonlar daha verimli hale gelmektedir. Dijital olarak birbirine bağlı olan bir iş gücü; daha hızlı, güvenli, üretken ve çevrecidir.

- **Otomasyon Araçları, Yapay Zekâ, IoT ve Cobot'lar Kullanılarak Güvenlik Önlemlerinin Uygulanması**

Cobot'lar veya iş birlikçi robotlar, görevleri tamamlamak için paylaşılan bir alanda insanlarla birlikte çalışmak üzere tasarlanmıştır. IoT, tüm üretim sürecinin yönlendirilmesine yardımcı olacak ve insanların tehlikeli işleri robotlarla koordine etmesine imkân sağlayacaktır. İmalat sanayisinde ölümcül olmayan yaralanmalardan kaçınmak ve insanların daha fazla zarar görmesini önlemek için yapay zekâ ve cobot'ların tehlikeli görevlerde kullanımının yaralanma sayısını azaltması beklenmektedir. Bu sayede, fabrikalar daha güvenli çalışma ortamlarına dönüştürülecektir. Artan güvenlik önlemleri, çalışanlar için daha az kesinti süresine neden olacak ve öngörülü bakımdan geçecekleri için makine onarım kesintilerini azaltacaktır. Bu sayede, üretkenlik artacak ve makineleri yeniden başlatmanın enerji maliyetleri düşürülecektir.

7.8. Veri Merkezi Ekolojik Ayak İzi

Mobil ağların işlevselliğinin büyük bir kısmı veri merkezine taşındığından, veri merkezi operasyonlarının çevresel etkisi dikkate alınmalıdır. Enerji kullanımı ve su tüketimi dâhil olmak üzere bir veri merkezinin ekolojik ayak izinin çeşitli bileşenleri bulunmaktadır. Bu bileşenler aşağıda özetlenmiştir:²⁵

²⁵ Next G Alliance Report: 6G Technologies, https://www.nextgalliance.org/wp-content/uploads/dlm_uploads/2022/07/TWG-report-6G-technologies.pdf adresinden 26.12.2022 tarihinde erişildi.

- **Yenilenebilir Enerji**

Yenilenebilir enerji kaynağına geçiş, veri merkezlerinin karbondan arındırılmasında önemli bir adımdır. Yenilenebilir enerjinin benimsenmesi, stratejik bir enerji yönetim planının etkili bir bileşenidir. Günümüzde yenilenebilir enerji sözleşmeleri, yeşil tarifeler, sanal güç satın alma sözleşmeleri ve yenilenebilir enerji kredileri (Renewable Energy Credits-RECs); yenilenebilir enerji tedariki için piyasaya dayalı çözümlerdendir.

- **Yeşil Yedek Güç Kaynağı (Green Backup)**

Yedek güç kaynağı, veri merkezlerinde birincil güç kaynakları arızalandığında sistemleri çalışır durumda tutmak için bulundurulmaktadır. Genellikle dizel yakıt kullanan yedek güç kaynağı, iş yüklerini daha sürdürülebilir yedekleme çözümleriyle beslenen veri merkezlerine taşıyarak enerji emisyonlarını azaltacaktır. Hidrojen üretmek için kullanılan kaynağı ve sürece bağılı olarak, hidrojen yakıt hücreleri veri merkezleri için sürdürülebilir bir enerji çözümüdür. Hidrojen yakıt hücreleri, enerjiyi temiz ve verimli bir şekilde yakalamak ve veri merkezlerine geri kazandırmak için elektrokimyasal bir işlem kullanmaktadır. Hidrojen yakıt hücreleri, azami yükler altında karbon salınımı yapmadan şebekeye olan talebi azaltacak ve kısa vadeli bir yedek güç üretecektir. Yakıt hücreleri aynı zamanda içten yanmalı motorlardan iki kat daha verimli elektrik üretebilmektedir.

- **Şebeke Etkileşimli Piller**

Şebeke etkileşimli Bataryalı Enerji Depolama Sistemleri (Battery Energy Storage Systems-BESS) ve Kesintisiz Güç Kaynağı (Uninterruptable Power Supply-UPS), bataryaları şebekeye geri verirken emisyonların azaltılmasında etkiye sahiptir. Söz konusu bataryalar yenilenebilir enerji ile şarj edilebilmekte ve daha sonra üretimin düşük olduğu zamanlarda kullanılmak üzere fazla enerjiyi elektrik şebekesine güç olarak aktarabilmektedir. Bu mekanizmalar Talep Yanıt Modülleri (Demand Response Modules-DRM) ile otomatikleştirilmekte ve YZ tabanlı enerji tahmini ile optimize edilmektedir.

Optimum pil kullanımı, azami yük altında şebekedeki enerji talebini azaltabilmektedir. Kurşun asit akülerin aksine, şebeke etkileşimli BESS ve UPS aküleri enerjiyi %90'a varan verimlilikte depolamaktadır. Depolanan gücü kullanmak için bir algoritma, ihtiyaca göre her iki yönde mikro elektrik patlamalarını belirleyerek piller ve şebeke arasındaki frekansı düzenlemektedir. Gücün şebekeye geri verilmesi veya şebekeden alınması, veri merkezleri için potansiyel bir gelir kaynağı olarak hizmet etmekte ve fazla yenilenebilir enerji depolarının satılmasını sağlamaktadır.

- **Soğutma ve Su Tüketimi**

Veri merkezleri dolaylı olarak elektrik üretimi yolu (geleneksel olarak termoelektrik güç) ve doğrudan soğutma yolu olmak üzere iki ana kategoride su tüketmektedir. Sunucuların ve ağ ekipmanlarının aşırı ısınmasını önlemek için veri merkezlerinin uygun şekilde soğutulması oldukça önemlidir. Çoğu veri merkezi ekipmanı, güçlü fanların soğuk havayı ekipmanın içinde dolaştırdığı hava bazlı soğutma sistemlerini kullanmakta ve bu sistemin çalışması için ortamın hava sıcaklığının soğutulması gerekmektedir. Veri merkezi büyüklüğündeki binaların hem iklimlendirilmesi hem de evaporatif soğutması²⁶ önemli ölçüde su kullanımı gerektirmektedir. Tipik bir veri merkezi günde 3-5 milyon galon su kullanmakta olup bu miktar yaklaşık olarak 30.000-50.000 kişilik bir şehrin tüketeceği miktarla eş değerdedir.

Birçok veri merkezi; ucuz arazi, düşük elektrik maliyetleri, finansal teşvikler ve rüzgâr/güneş gibi bol miktarda yenilenebilir enerji kaynağı nedeniyle kurak iklimlerde konumlandırılmaktadır. Ancak, bu veri merkezlerinin büyük miktardaki su ihtiyaçları yerel su kaynaklarını zorlamaktadır. Veri merkezlerini soğutmak için gereken elektrik ve su yükünü azaltmaya çalışan, gelişmekte olan birkaç teknik söz konusudur. Veri merkezi soğutması için su kullanımını azaltmaya yönelik bir yaklaşım, diğer soğutma sistemlerindeki yükü azaltmak veya ek bir elektrik kaynağı olarak jeotermal ısı pompalarından yararlanmak için jeotermal sıcaklık düzenlemesinden faydalanmaktır.

7.9. Yeşil Bankacılık ve Yeşil Finansal Teknolojiler

Sürdürülebilir bankacılık olarak da kabul edilen yeşil bankacılık, uzun vadeli ekonomik refahı garanti etmek amacıyla dünyayı çevresel tehditlerden koruma konusunda önemli bir rol oynamaktadır. Yeşil bankacılık; ofis/kırtasiye malzemelerinin, enerjinin ve suyun daha az kullanılmasını sağlayarak işletme maliyetlerini azaltmakta, teknolojinin optimum kullanımı yoluyla çalışanların üretkenliğini ve verimliliğini artırmakta ayrıca çevresel tehditleri azaltmaktadır. Kağıt kullanımını en aza indirerek kağıt tasarrufu sağlamak, çalışanlar için telekonferans düzenleyerek müşterilerin çevre bilincini geliştirmelerine yardımcı olmakta ve daha az riskli projelere yatırım yaparak sorunlu varlıkların²⁷ (Nonperforming Asset-NPA) kapsamını azaltmaktadır. Genel olarak yeşil teknolojilerle ilerleyen yeşil bankacılık; enerji

²⁶ Evaporatif hava soğutucu buharın gücünü kullanarak havayı soğutan bir çeşit klima sistemidir. Maddeler dışarıdan ısı alarak buharlaşır ve dolayısıyla buharlaşmanın olduğu yerde serinleme meydana gelir.

²⁷ Sorunlu varlık, temerrüde düşmüş veya gecikmiş krediler veya avanslar için sınıflandırmayı ifade etmektedir.



verimliliği, geri dönüşüm ve çevreye duyarlı bir şekilde kredilendirme konularına odaklanmaktadır. Tüm sosyal ve çevresel yönler dikkate alındığında ana hedefi sürdürülebilir kalkınmayı korumak olan yeşil bankacılık, maliyetleri düşürerek ve ülkenin Gayri Safi Yurt İçi Hasılasını (GSYİH) yükselterek maliyet/enerji tasarrufu sağlamaktadır.²⁸

Yeşil finansal teknolojiler, finans sektörünü daha sürdürülebilir bir ortama dönüştürmek amacıyla uygulanan dijital teknoloji çözümleridir. İklim, finans ve teknoloji sektörünü birleştirerek karbonsuzlaştırmayı hızlandırmaktadır. Finansal hizmetlerde sermayeyi harekete geçirmek ve tüketim davranışlarını değiştirmek için hizmet eden yeşil finansal teknolojiler, müşterilerin alışverişlerinde bilinçli kararlar vermelerine olanak tanımakta ve aynı zamanda yatırımcıların müşteri için daha fazla iklimle bütünleşik varlık oluşturmalarına yardımcı olmaktadır.

Yeşil finansal teknolojiler, kuruluşların faaliyetlerinin gezegen üzerindeki etkilerini izlemek ve ölçmek için kapsamlı araçlar sunmaktadır. Bu yöntemlerden bazıları aşağıda açıklanmıştır.

- **Değişen Tüketici Davranışı**

Kredi/Banka kartı ödemeleri ve dijital bankacılık işlemlerinin yürütülmesi, geleneksel nakit ödemelere kıyasla daha az karbon ayak izi üretmektedir. Müşteriler kartla veya doğrudan cihazlarından ödeme yapmayı seçtiğinde karbon emisyonunu önleyerek hem kâğıt tasarrufu hem de çevreye fayda sağlamaktadır.

- **Risk Analizi**

Finansal teknolojiler sayesinde gezegenimize ve çevresel faktörlere yönelik hem mevcut hem de potansiyel değişikliklerin analizi yapılmaktadır. Toplanan verilerle; ekonomiler, işletmeler ve topluluklar için gerekli adımların atılması ve potansiyel risklerin daha iyi anlaşılması sağlanmaktadır. Artan YZ kullanımı ise toplanan bu verilerin analizini kolaylaştırmaktadır.

²⁸ Mir, A. A., & Bhat, A. A. (2022). Green banking and sustainability—a review. *Arab Gulf Journal of Scientific Research*, (ahead-of-print).

- **Yatırım Alışkanlıkları**

Günümüzde dekarbonizasyona doğru önemli bir eğilim söz konusu olmakla birlikte daha düşük ücretler, daha iyi performans, çevresel, sosyal ve yönetim (Environmental, Social, and Governance-ESG) yatırımlarına yönelik yükseliş bu eğilimin nedenleri arasında yer almaktadır. Böylece, genç nesillerin çevresel konulara olan ilgisi sürekli artmakta ve yatırım alışkanlıkları da iklim odaklı portallerin oluşturulmasını sağlamaktadır.

Yeşil Finansal Teknolojilere Katkı Sağlayan Teknolojiler

- **Büyük Veri**

Finans sektöründe büyük veri, finansal kurum ve kuruluşlar tarafından tüketici davranışını tahmin etmek ve yönlendirmek için kullanılmaktadır. Bunun da ötesinde büyük veri; edindiğı tüm bilgilerle, daha verimli bir iş akışı için iş süreçlerini ve insan emeğini optimize ederek geri bildirim ve bilgi sağlamaktadır. Finans endüstrisindeki veri miktarı düşünüldüğünde finansal teknoloji çözümleri, tüm veri tabanını yöneterek bankalara ve müşterilerine sürdürülebilir/çevre dostu çözümler sunmaktadır.

- **Yapay Zekâ ve Makine Öğrenmesi**

Finansal teknolojiler, bankacılık sektöründe en çok yapay zekâ ve makine öğrenmesi kullanılarak insan emeğinin yerini alabilecek alternatif çözümlerle öne çıkmaktadır. Yapay zekâ ve makine öğrenmesi, kâğıt formları/faturaları doldurmak ve verileri manuel olarak işlemek de dâhil olmak üzere birçok süreci optimize etmektedir. Bu nedenle, insan emeğini en aza indirerek, uzun vadede çevreye zarar veren çeşitli işlemleri en sürdürülebilir şekilde dijitalleştirilmiş bir formatta düzenlemektedir.

- **Blokszincir**

Blokszincir teknolojisinin temel yetkinlikleri - şeffaflık, veri denetlenebilirliği, gizlilik, değer aktarımı, süreç verimliliği ve otomasyon - sürdürülebilir altyapı sağlamak ve gereken sistematik değişiklikleri yönlendirmek için kullanılabilmektedir. Merkezi olmayan güven ve değiştirilemez kayıt özellikleri, mülkiyetin gerçek transferini mümkün kılmaktadır. Geçmişte yalnızca internet üzerinden veri kopyalamak mümkün iken, blokszincir “internet üzerinden finansal olarak ifade edilebilecek varlıkların aracılara ihtiyaç duyulmadan eşler arasında anında aktarılması”nı hızlandırmaktadır. Para birimleri, hisseler, altyapı, menkul kıymetler, veriler veya sözleşmeler gibi maddi veya maddi olmayan varlıkların, aracılara ihtiyaç duyulmadan güvenilir cüzdan aracılığıyla takas edilmesini sağlamaktadır. Blokszincirin ilk uygulaması olan

Bitcoin'in, büyük miktarda enerji tükettiği ve CO₂ yaydığı bilinmektedir. Ancak, ağ mimarisine ve protokol seçimine bağlı olarak blokzincir daha enerji verimli şekillerde kullanılabilir. Örneğin, otorite ispatı (Proof of authority-PoA) gibi algoritmalar kullanan özel blokzincirler, uygun bir şekilde kurulduklarında geleneksel veritabanı çözümlerinden daha fazla enerji tüketmezler. Blokzincir teknolojisi, yeni finansman kaynaklarının kilidini açabilir ve yeni finansman platformları oluşturarak karbon azaltımı için mevcut endüstri taahhütlerini harekete geçirebilir. Ayrıca, gelişmiş likidite, şeffaflık ve finansmana erişimin genişletilmesiyle birlikte altyapı projeleri için sermaye maliyetini düşürebilmektedir.²⁹

7.10. Yeşil Telekomünikasyon Teknolojileri (5G/6G ve Ötesi)

5G ve Daha Yeşil Bir Gelecek için Endüstri Fırsatları

Yeşil işler; ham madde kullanımlarını iyileştirmek, ekonomiyi karbondan arındırmak ve atıkları azaltmak için işletmelerin çevresel zararlarını azaltma konusunda önemli bir rol oynamaktadır. Yenilenebilir enerji sektöründe IoT uygulamaları, şebekeye bağlı cihazların görünürlüğü ve yanıt verebilirliğini geliştirerek akıllı şebekelere olanak tanımaktadır. IoT teknolojisi; enerji tedarikçilerini, tüketicilerini ve şebeke altyapısını birbirine bağlayarak, veri akışını ve giderek daha karmaşık hale gelen güç sistemlerinin operasyonlarını kolaylaştırmaktadır. IoT teknolojisinin ürettiği veriler; daha temiz, dağıtık ve akıllı şebekeler için operasyonel sistemlerin optimize edilmesiyle sonuçlanan otomatik kontrol sistemlerini oluşturmaktadır. Endüstriyel IoT çözümlerinin ve verilerinin daha fazla benimsenmesiyle yeni iş fırsatları ortaya çıkacaktır. Ek olarak, 5G'ye artan yatırımlarla yeşil enerji fırsatlarının elde edilmesinin daha fazla yeşil işlerin ortaya çıkmasına katkıda bulunması beklenmektedir.

- **Akıllı Yaşam:** 5G'nin bireylere günlük aktivitelerinin çoğunu uzaktan gerçekleştirme imkânı sağlaması ve böylece bireylerin bazı durumlarda seyahat etme zorunluluğunu ortadan kaldırması beklenmektedir. 5G, paylaşım ekonomisini etkinleştirme, kolaylaştırma ve israfı azaltma konularında da önemli bir faktördür.
- **Akıllı Ulaşım:** 5G teknolojisinin bağlantılı araçlar ve toplu taşıma altyapısıyla daha akıllı, güvenli, yeşil ve verimli bir ulaşımın sağlanmasına katkı sunması beklenmektedir.

²⁹ Futures, O. F. C. (2019). Blockchain Technologies as a Digital Enabler for Sustainable Infrastructure. *Financing Climate Futures: Rethinking Infrastructure Initiative*; OECD: Geneva, Switzerland.



- **Akıllı Binalar:** Akıllı sensörlerin ve akıllı uç cihazların devreye alınması, bina yönetim sistemlerinin, akıllı sayaçların, ısıtma-havalandırma-iklimlendirme kontrol sistemlerinin otomasyonunu ve sürekli izleme yoluyla artan tüketim farkındalığını kolaylaştırmaktadır.
- **Akıllı Üretim:** Üreticiler; öngörüler elde etmek, üretkenliği ve verimliliği artırmak amacıyla 5G teknolojilerini kullanmaktadır. 5G tarafından desteklenen envanter yönetim sistemleri, ihtiyaç duyulan genel envanter seviyesini azaltmaktadır. Böylece gereken depolama alanı ve beraberinde aydınlatma/soğutma için gereken enerji ihtiyacı da azalmaktadır.
- **Akıllı Tarım:** Tarım sektöründe 5G kullanımının; çiftçilerin mahsul verimini optimize etmesi, suyun korunması ve toprak sağlığının iyileştirilmesi için çevre dostu yenilikler sunması beklenmektedir. Tarımda 5G destekli uygulamaların gelecekte gıda ve tatlı su kıtlığı endişeleriyle eş zamanlı olarak mücadele etmesi ve tarım sektörünün iklim değişikliği üzerindeki etkisini azaltmada kilit bir role sahip olması beklenmektedir.
- **Akıllı Enerji:** Enerji sektöründe akıllı şebekelerin kullanımı, elektrik dağıtımında daha fazla verimlilik ve yenilenebilir enerjinin kullanılabilirliğinin artması vaadini yerine getirmektedir. Sensörler/IoT cihazları aracılığıyla 5G, tüm şebekede doğru izleme sağlamak ve değişken talebi tespit ederek yanıt verme esnekliği sunmaktadır. İki yönlü şebekede gerçek zamanlı bilgi ve gelişmiş analitik kullanan 5G, kesinti riskini azaltmak için en yüksek talebe daha iyi yanıt vermeyi desteklemektedir.

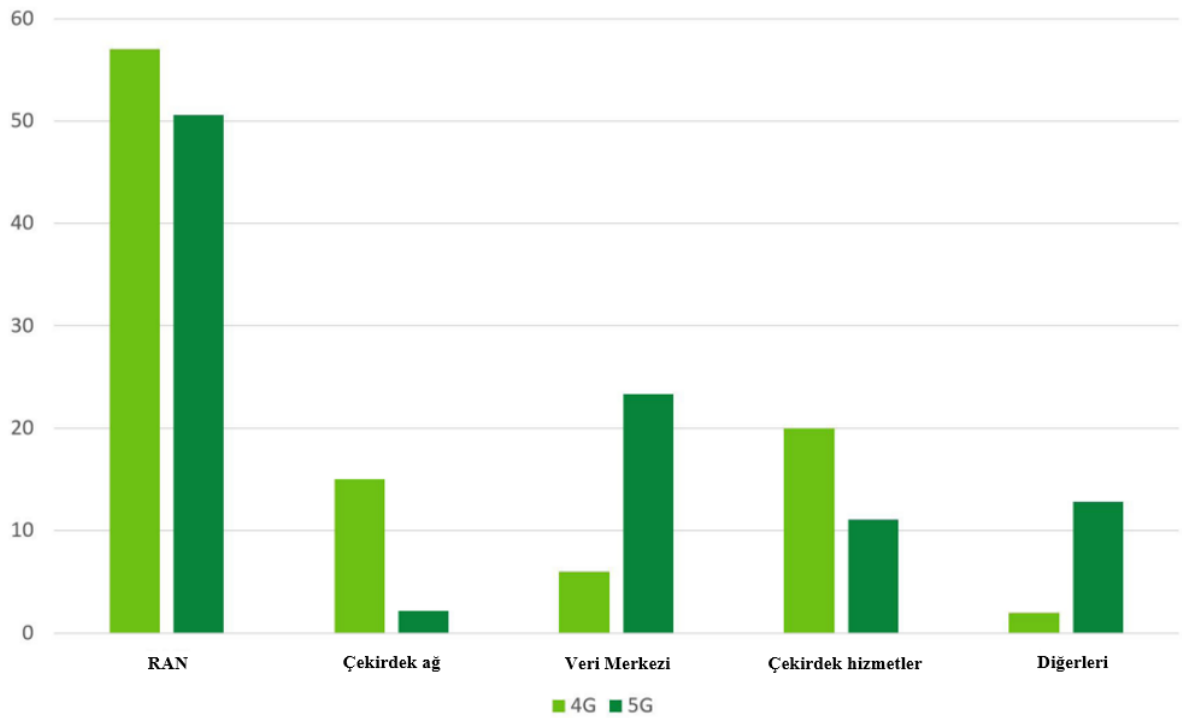
Enerji Kullanımı Optimizasyonu

Enerji verimliliği ile yenilenebilir enerji payını artırmak ve enerji kullanımının çevreye zararlı etkilerini azaltmak için 5G özellikli uygulamalar kullanılabilir. 5G teknolojisinin, yeni nesil akıllı enerji şebekelerinin kullanımına yardımcı olması beklenmektedir. Şebeke boyunca yerleştirilmiş 5G sensörleri; talepteki ani artışları algılayıp bunlara yanıt vererek, hassas ekipmanlara zarar verebilecek elektrik kesintisi ve voltaj dalgalanması riskini azaltacaktır.



Güç tüketiminin 4G/5G mobil ağlarının bileşenleri arasındaki dağılımını gösteren Grafik 4'te görüldüğü üzere en fazla güç tüketen bileşen radyo erişim ağıdır³⁰ (Radio Access Network-RAN). Ek olarak, RAN güç tüketimi 5G'de azaltılmış olsa da toplam 5G ağ altyapısı tüketiminin %50'sinden fazlasını oluşturmaktadır. Grafikten çıkarılan diğer bir sonuç ise; 5G'de veri merkezi güç tüketimindeki artıştır. Çekirdek ağ hizmetlerinin birçoğunun 5G'de buluta taşınmasıyla, 4G'den 5G'ye çekirdek ağ ve hizmetlerinin enerji tüketiminde bir azalma meydana gelmiştir.³¹

Grafik 4: 4G/5G Enerji Tüketimi



Kaynak: Next G Alliance Report: 6G Technologies, https://www.nextgalliance.org/wp-content/uploads/dlm_uploads/2022/07/TWG-report-6G-technologies.pdf adresinden 26.12.2022 tarihinde erişildi.

³⁰ Radyo erişim ağı (RAN), bir ağıdaki son kullanıcı cihazlarını radyo bağlantıları aracılığıyla ağı diğer bölümlerine bağlayan teknolojidir.

³¹ Gupta, Kirti., Eframidis, Georgios. (2021) Environmental sustainability and a greener economy: The transformative role of 5G. 21 Aralık 2022 tarihinde https://www.qualcomm.com/content/dam/qcomm-martech/dm-assets/documents/5g_and_sustainability-the_transformative_role_of_5g_-_10.4.2021.pdf adresinden erişildi.

Yeşil İletişim için Radyo Teknolojileri

Yeşil iletişim ağları; küresel sıcaklık artışı ve sera gazı emisyonlarının yanı sıra biyolojik çeşitlilik, zehirli atık yönetimi, hava kirliliği, sürdürülebilir arazi kullanımı, su tüketimi, yenilenebilir enerji kaynakları, azaltılmış enerji miktarı ve malzeme temini konularını ele almaktadır. Bu nedenle; veri merkezleri, çekirdek, RAN ile kullanıcı ekipmanları (User-equipments-UEs) içeren yeşil ağlar hem donanım hem de yazılım bileşenleri için yeşil ve sürdürülebilirdir.

Bir hücresele ağın güç tüketiminin yarısından fazlasını oluşturan RAN'dır. Her yeni hücresele ağ, bir öncekine göre enerji verimliliğini iyileştirmede tutarlı bir şekilde başarılı olmuştur ancak her yeni neslin uyum sağladığı iletişimdeki büyüme, hedeflenen kazanımların aleyhine çalışmaktadır. Örneğin; ağ yoğunlaşması iletim noktalarının sayısını artırırken, daha yüksek taşıyıcı frekansları daha fazla sayıda antene uygundur. Daha yüksek spektrum bantları durumunda (Örn. mmWave ve alt-THz/THz spektrumu) ise çalışma frekansları daha geniş bant genişliklerine doğru eğilim göstermekte, bu da dijital işlemler ve veri dönüştürücüler için daha yüksek örnekleme hızlarının yanı sıra radyo frekans elektronikleri için bozulmalara neden olmaktadır. Yüksek çalışma hızları, doğrusal orantı ile daha fazla enerji tüketmektedir.

Yeşil Ağlar ve 6G

İletişim ağlarında dikkate alınması gereken konular arasında bilgi ve iletişim teknolojileri (BİT) endüstrisi tarafından kullanılan enerjinin azaltılması ve iklim değişikliği ile ilgili küresel öncelikler yer almaktadır. Enerji tüketimi, bir iletişim sisteminin sahip olduğu diğer unsurlar gibi 6G sistemlerini de yakından ilgilendirmektedir.

Hücresele iletişimin geliştirdiği her yeni teknolojiye enerji verimliliğinin artırılması hedeflenmektedir. Enerji açısından verimli bir RAN'a sahip sürdürülebilir 6G sisteminin sera gazı emisyonlarının azaltılmasına, veri merkezi arazi ve su kullanımını iyileştirilmesine ve yapay zekâ/makine öğrenmesi aracılığıyla ağ optimizasyonuna fayda sağlaması öngörülmektedir. Sürdürülebilir 6G sistemleriyle sağlık, gıda/su güvenliği ile toplumların dönüşümü ve yaşam kalitesinin iyileştirilmesi sağlanabilecek; böylece büyüme, yenilikçilik ve altyapı esnekliğiyle işletmelere ve ekonomiye fayda sağlanacaktır. 6G sistemlerinde 5G Yeni Radyo'nun (NR) geliştirilmesi, statik ve dinamik güç tüketimini daha da azaltmalıdır.³²

³² Alliance for Telecommunications Industry Solutions, Next G Alliance Report: 6G Technologies, 2022.



8. YEŞİL İŞ OLANAKLARI

Yeşil işler; tarım, imalat, araştırma ve geliştirme (Ar-Ge), idari ve hizmet faaliyetlerinde çevrenin korunması ya da iyileştirilmesine önemli ölçüde katkı sağlayan işlerdir. Özellikle ekosistemin ve biyolojik çeşitliliğin korunmasına yardımcı olan, yüksek verim stratejileriyle enerji, ham madde ile su tüketimini azaltan, ekonomiyi karbon salınımından arındıran ve kirlilik oluşumunu minimuma indiren veya tamamen ortadan kaldıran işler, yeşil işler kapsamındadır.³³

Yeşil işler, yenilenebilir enerji, yapı ve inşaat, ulaştırma, imalat sanayi, tarım ve ormancılık gibi ekonomik sektörlerde hâlihazırda var olan işlere ilişkin nicel ve kavramsal kanıtları bir araya getirmekte ve gelecekteki yeşil istihdam için tahminler sunmaktadır. Düşük karbon ekonomisine ve sürdürülebilir ekonomiye geçilmesiyle birlikte ekonominin pek çok sektörde yeşil istihdam imkânı sağlaması ve kalkınma için itici bir güç oluşturması beklenmektedir.

Sanayi devriminin ardından tarım, imalat, sanayi ve hizmet sektörlerindeki yeşil önceliklere sahip olmayan iktisadi faaliyetlerin, çevre ve insanlar üzerinde oluşturduğu tahribat gün geçtikçe artmaktadır. Yeşil işler; insana yakışır iş standartlarını sağlamayı, doğal kaynaklara verilen zararın yanı sıra ekosistemle ilgili olumsuzlukları sınırlandırmayı veya ortadan kaldırmayı hedeflemektedir. Bununla birlikte her türlü yeşil teknoloji ürün ve hizmetleri, düşük karbon ekonomisi olarak nitelendirilen üretim faaliyetlerinden oluşmaktadır.

Yeşil işler mevcut işlerden farklı olarak çevre ve insanlar üzerinde olumlu ve onarıcı etkiye sahiptir. Dolayısıyla yeşil işlerin sadece çevreyi, ekonomiyi ve çalışma hayatını iyileştirmekle kalmayıp aynı zamanda toplumda köklü bir değişim meydana getireceğine ve yeşil toplumu oluşturacağına inanılmaktadır.

³³ Green Jobs: Towards Decent Work in a Sustainable, Low-Carbon World, UNEP/ILO/IOE/ITUC, September 2008.



Tablo 4: Yeşil İşlerin Vaatleri

Ekonomik	• Verimlilik artışı • Yeni istihdam fırsatları
Çevresel	• Düşük karbon kullanımı • Çalışma ortamının korunması • Doğal kaynak kontrolü
Stratejik	• Enerji güvenliği
Sosyal	• Toplumsal eşitlik • İnsana yakışır iş

Kaynak: Başol, O. (2018). Dünyada ve Türkiye’de Yeşil İşlerin Gelişimine İlişkin Bir Değerlendirme. *Finans Politik ve Ekonomik Yorumlar*, (636), 71-87.

Yeşil işlerin toplumdaki olumlu etkileri şu şekilde özetlenebilir:

- **Becerilerin geliştirilmesi:** Yeşil endüstrilerin ihtiyacı olan iş gücünü karşılamayı ve çalışanların istihdamını güvence altına almayı amaçlamaktadır. Aynı zamanda emek arz/talebini dengelemeyi ve sektördeki değişikliklere uyum sağlayabilecek çalışanlar kazandırmayı hedeflemektedir.
- **Yeşil işletmelerin geliştirilmesi:** Yeşil işletmeler, yeni ürün ve hizmetlerin oluşturulmasını, istihdam sağlanmasını, yaşam standartlarının iyileştirilmesini ve yoksulluğun azaltılmasını hedeflemektedir. Sosyal ve çevre dostu dönüşümde de önemli bir işleve sahip olan yeşil işletmeler, çevreyi koruyabilecek ve çalışanlarına insana yakışır iş sağlayabilecektir.
- **Yeşil çalışmalar:** Yeşil çalışmalar, çevre üzerindeki etki ve iklim değişikliği konularında doğrudan yapılan iyileştirmeleri göstermektedir. Ek olarak yeşil çalışmalar, çevresel dönüşümün bir sonucu olarak yeni iş kolları için alternatif oluşturmayı amaçlamaktadır.
- **İklim değişikliği:** Çevre kirliliğinin ekonomik büyüme ve istihdam üzerinde olumsuz etkisi bilinen bir gerçek olmakla birlikte gelecekte bu etkinin artacağı öngörülmektedir. Düşük karbon ekonomisine geçişi sağlayacak dönüşüm, yeşil ekonomiyi destekleyecek ve çevre dostu iş alanlarının sayısını artıracaktır.³⁴

³⁴ Başol, O. (2018). Dünyada ve Türkiye’de Yeşil İşlerin Gelişimine İlişkin Bir Değerlendirme. *Finans Politik ve Ekonomik Yorumlar*, (636), 71-87.



Tablo 5: Yeşil İş Çıktılarının Faydaları

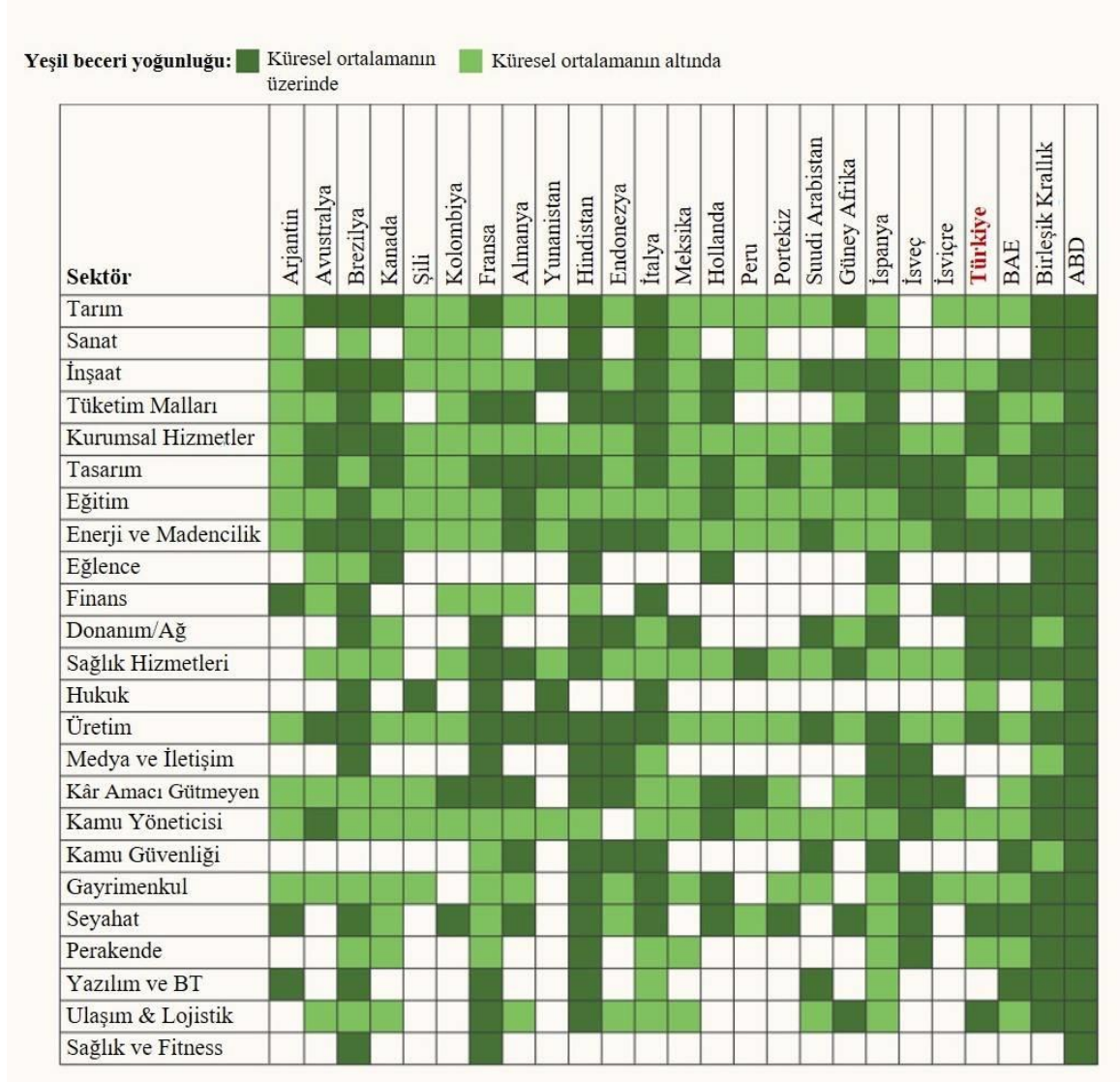
Sosyal Faydalar	• İş ve yaşam kalitesinin artırılması • İnsana yakışır işlerin sağlanması ve sürdürülmesi • Sosyal ve beşerî sermaye ile bilgi birikiminin geliştirilmesi • Sosyal adaletsizliğin giderilmesi
Çevresel Faydalar	• Doğal kaynakların etkin kullanılmasının sağlanması ve üretimin artırılması • Yenilenemeyen doğal kaynak kullanım maliyetinin yükseltilmesi • Olumsuz çevresel etkilerin azaltılması ve daha gelişmiş doğal risk yönetimi
Ekonomik Faydalar	• Millî gelirin artması • Ücretsiz olarak sunulan çevre koruma hizmetlerinin artırılması • Ekonomik çeşitliliğin sağlanması • Yeşil teknoloji inovasyon çalışmaları yapılması, bu teknolojilere erişimin sağlanması ve artırılması

Kaynak: Başol, O. (2018). Dünyada ve Türkiye’de Yeşil İşlerin Gelişimine İlişkin Bir Değerlendirme. *Finans Politik ve Ekonomik Yorumlar*, (636), 71-87.

Yeteneklerin dünya çapında ve sektörler içindeki yayılımına yeşil beceriler özelinde bakıldığında, yeşil becerilere olan talebin arzı geride bıraktığı görülmektedir. Yeşil dönüşümün etkisi dünya genelinde tüm sektörlerde ve ülkelerde dikkat çekmiştir. Geleneksel olarak yüksek emisyonlu işlere odaklanan sektörlerde ve coğrafyalarda, nasıl yeşil beceri kazandırılacağına dair erken eğilimler görülmekte ve sektörlerin yeşil becerileri uygulama hızının ülkeden ülkeye farklılık gösterdiği gözlemlenmektedir. İklim hedeflerine ulaşmak için gereken arzı oluşturmak ve talebi karşılamak üzere yeşil beceri yoğunluğunun her ülkede ve sektörde artması gerekmektedir.



Şekil 4: Yeşil Becerilere Sahip Sektör Sayısının En Yüksek Olduğu İlk 25 Ülke, (2021)



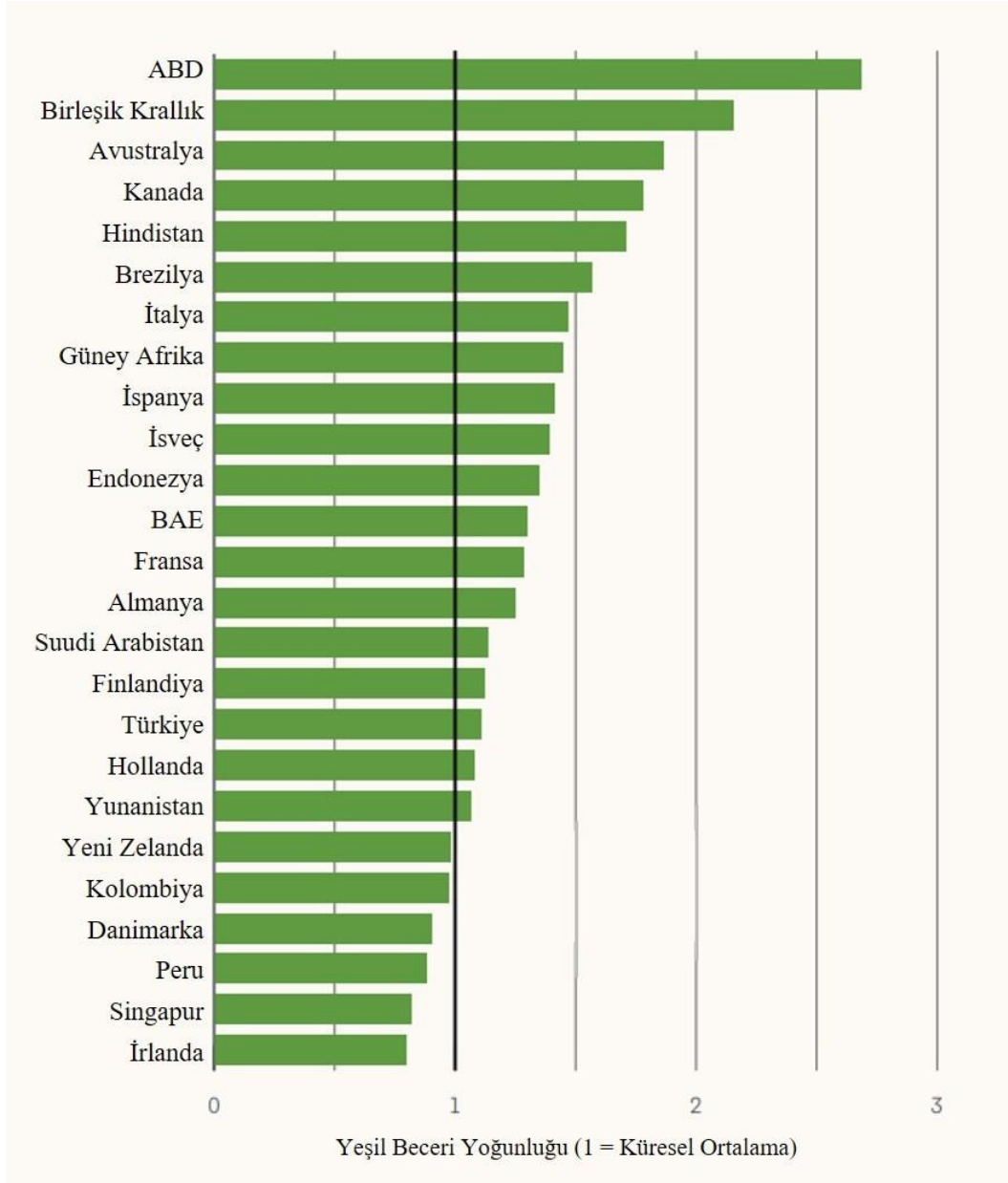
Kaynak: LinkedIn Economic Graph. (2022). Global green skills report 2022.

Şekil 4'te farklı ülkelerde çalışanların işlerinde yeşil becerileri uygulama biçimleri ve sektörlerdeki yeşil beceri yoğunluğu verilmiştir. Amerika Birleşik Devletleri (ABD), Birleşik Krallık ve Avustralya'daki ortalama bir işte, dünya genelindeki ortalama bir işe kıyasla daha fazla yeşil beceri kullanılmaktadır. Türkiye'de ise enerji, ulaşım ve sağlık hizmetleri başta olmak üzere birçok sektörde küresel ortalamadan daha fazla yeşil beceri kullanıldığı görülmektedir.³⁵

³⁵ LinkedIn Economic Graph. (2022). Global green skills report 2022.



Grafik 5: Ülkelere Göre Yeşil Beceri Yoğunluğu, (2021)



Kaynak: LinkedIn Economic Graph. (2022). Global green skills report 2022.

Grafik 5'te verilen ülkelere göre yeşil beceri yoğunluğu değerleri incelendiğinde; 25 ülkenin yalnızca 6'sının yeşil beceri yoğunluğunun, küresel ortalamanın altında kaldığı gözlemlenmektedir. 17. sırada yer alan ülkemizin yeşil beceri yoğunluğu ise küresel ortalamanın üzerindedir.



9. TÜRKİYE'DE YEŞİL TEKNOLOJİ ÇALIŞMALARI

İklim değişikliği, gelişmişlik düzeyleri ne olursa olsun tüm ülkeleri etkileyen çağımızın en önemli küresel sorunlarından biridir. İklim değişikliğinin her geçen gün şiddetini artırdığı ve insanlık için tehdit oluşturduğu bilimsel olarak kanıtlanmıştır. İklim değişikliğine paralel olarak dünya ekonomilerinin karşı karşıya olduğu verimlilik düşüşü konusu için çözüm arayışları devam etmektedir. Bu kapsamda hem Türkiye’de hem dünyada artan yatırım ihtiyacı, finansman kaynaklarının artırılması ve çeşitlendirilmesi için arayışları beraberinde getirmektedir. Türkiye, olumsuz gelişmelerin önüne geçmek, gelecek kuşaklara temiz bir çevre bırakmak için çalışma ve düzenlemeler yürütmekte, iş birlikleri yapmakta, bölgesel ve uluslararası faaliyetlere aktif olarak katılmaktadır.

21 Mart 1994 tarihi itibarıyla yürürlüğe giren Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi’ne dayanan Paris Anlaşması’nın uzun dönemli hedefi, endüstriyelleşme öncesi döneme kıyasla küresel sıcaklık artışının olabildiğince 2°C’nin altında tutulmasıdır. Söz konusu hedef doğrultusunda fosil yakıtların enerji üretimindeki payı azaltılarak, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelinmelidir.

Küresel iklim değişikliği ile mücadelede önemli bir adım niteliğinde olan Paris Anlaşması, 12 Aralık 2015 tarihinde kabul edilmiş ve 4 Kasım 2016 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Türkiye, Paris Anlaşması’nı 22 Nisan 2016’da imzalamış ve 2021 yılında “2053 için net sıfır karbon hedefini” açıklamıştır. Nitekim ülkemiz, geçtiğimiz 10 yılda artan yenilenebilir enerji yatırımlarıyla başladığı enerji dönüşüm sürecini hızlandırmak için çalışmalarını yürütmektedir.³⁶

Türkiye iklim değişikliğinin etkilerinin azaltılmasına yönelik küresel çabalara katkıda bulunmak amacıyla “Türkiye İklim Değişikliği Stratejisi (2010-2023)”ni hazırlamıştır. Ülkemiz Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi’nin temel ilkelerinden biri olan “ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluklar” çerçevesinde uyum, teknoloji, finansman ve kapasite oluşturma politikalarını ortaya koymaktadır. Türkiye’nin iklim değişikliği ile küresel mücadeledeki temel hedefleri, iklim değişikliğini önlemeye yönelik uluslararası taraflarla iş birliği yapmak, temiz üretime yönelik Ar-Ge ve inovasyon kapasitesini geliştirmek, tüketim kalıplarının iklim dostu olacak şekilde değiştirilebilmesi için kamuoyu bilincini artırmak ve düşük karbon yoğunluğu ile tüm vatandaşlarına yüksek yaşam kalitesi ve refahı sunmaktır.³⁷

³⁶ İklim Değişikliği Başkanlığı, <https://iklim.gov.tr/paris-anlasmasi-i-34%20>, Erişim Tarihi: 25.12.2022.

³⁷ Çevre, T. C., & Bakanlığı, Ş. (2010). Türkiye iklim değişikliği stratejisi 2010-2023. ss, 42, 2019-2023.

On Birinci Kalkınma Planı (2019-2023) kapsamında uygulama stratejilerinin belirlenmesi için Çevre ve Doğal Kaynakların Sürdürülebilir Yönetimi Çalışma Grubu oluşturulmuştur. Söz konusu Çalışma Grubu son dönemde çevre, sürdürülebilirlik ve doğal kaynak yönetimi ile ilgili ulusal ve uluslararası alanda yaşanan gelişmeleri ve sorunları değerlendirmiş, On Birinci Kalkınma Planı dönemi için Türkiye’de doğal kaynakların sürdürülebilir yönetimi için amaç, hedef ve politika önerilerini belirlemiştir.

On Birinci Kalkınma Planı döneminde Türkiye’nin çevre ve doğal kaynakların sürdürülebilir yönetimi alanında temel hedefleri şu şekilde özetlenmektedir:

- İklim dostu, düşük karbonlu bir kalkınma modelinin oluşturulması,
- İyi çevre durumu odaklı Ar-Ge ve inovasyon stratejilerinin geliştirilmesi ve uygulamalarının yaygınlaştırılması,
- Çevre ve doğal kaynak yönetimi konusunda ulusal ve sektörel kapasitenin geliştirilmesi,
- Sürdürülebilirlik, çevre ve doğal kaynaklar hakkında farkındalığın artırılması,
- Ulusal bazda çevre ve doğal kaynaklara ilişkin mevcut durumun tespiti ve gelecekteki değişimlerin izlenmesine yönelik olarak izleme ve veri yönetim kapasitesinin ve altyapısının geliştirilmesi,
- Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarına uyum sağlanması ve Plan döneminde oluşturulan tüm strateji ve eylem planlarının Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarına uyumlu olarak belirlenmesi,
- Çevre yönetimi ve korunması ile ilgili teşvik ve araçların çeşitlendirilmesi.³⁸

Türkiye, 2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı ile akıllı şehirler özelinde gerekli yetkinliklerin hayata geçirilmesini, ekonomik büyüme ve istihdam alanında itici bir güç etkisi oluşturmayı hedeflemektedir. Akıllı Kent Yönetişim Mekanizması ile yürütölen akıllı şehir politikaları; kaliteli ve hızlı bir anlayışla kentsel hizmet sunarak memnuniyet düzeyinin artmasını ve yaşam kalitesinin iyileştirilmesini sağlamaktadır.³⁹

12 Mart 2021 tarihinde açıklanan “Ekonomi Reformları Paketi”nde sanayide yeşil dönüşümün desteklenmesi için belirlenen başlıca hedefler; enerjisini kendi karşılayan ve kaynak verimliliği yüksek Yeşil Organize Sanayi Bölgelerini hayata geçirmek, yeşil üretim için

³⁸ Bakanlığı, K. (2018). On Birinci Kalkınma Planı (2019-2023) Çevre Ve Doğal Kaynakların Sürdürülebilir Yönetimi.

³⁹ BİLGEM, T. (2021). 2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı Resmî Gazete’de yayımlandı. *Erişim Tarihi*, 6, 2021.

gerekli teknolojilerin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması amacıyla Ar-Ge çalışmalarını desteklemek ve sürdürülebilir taşımacılık altyapısı geliştirmektir.⁴⁰

“Yeşil Mutabakat Eylem 2021 Planı”, Türkiye’nin sürdürülebilir ve kaynak etkin bir ekonomiye geçişine katkı sağlamayı amaçlamaktadır. Bu amaç doğrultusunda belirlenen 9 ana hedef;

- Sınırdaki karbon düzenlemeleri,
- Yeşil ve döngüsel bir ekonomi,
- Yeşil finansman,
- Temiz, ekonomik ve güvenli enerji arzı,
- Sürdürülebilir tarım,
- Sürdürülebilir akıllı ulaşım,
- İklim değişikliği ile mücadele,
- Diplomasi ve
- Avrupa Yeşil Mutabakatı bilgilendirme ve bilinçlendirme faaliyetleridir.⁴¹

Türkiye ekonomisine ilişkin 2022’de açıklanan Orta Vadeli Program’da iklim değişikliğinin çok yönlü çevresel, sosyal ve ekonomik etkileri dikkate alınarak; kalkınma öncelikleri çerçevesinde tüm sektörlerde ve ekonominin her alanında yeşil dönüşüme ağırlık verileceği belirtilmiştir. Ek olarak, yeşil teknolojiler içeren Ar-Ge projelerinin destekleneceği, yeşil hidrojen ve enerji depolama gibi emisyon azaltımına katkıda bulunan teknolojilerin de geliştirileceği vadedilmiştir.⁴²

Finans sektöründe ise yayımlanan Yeşil Borçlanma Aracı, Sürdürülebilir Borçlanma Aracı, Yeşil Kira Sertifikası, Sürdürülebilir Kira Sertifikası Rehberi ile sürdürülebilir ve yeşil projelerin finansmanında şeffaflığı, güvenilirliği ve sürekliliği artırmayı amaçlamaktadır.⁴³

2021 yılında Paris Anlaşması’nı onaylayan ülkemiz sürdürülebilirlik konusuna verdiği önem ile birlikte 2021 yılı Ekim ayında Çevre ve Şehircilik Bakanlığı’nın adı Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı olarak değiştirmiştir. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği

⁴⁰ Hazine, T. C., & Bakanlığı, M. (2021). Ekonomi Reformları Tanıtım Kitapçığı. Ankara: <https://www.hmb.gov.tr/haberler/ekonomi-reformu-tanitim-kitapcigi> [Erişim Tarihi: 15.10. 2021].

⁴¹ Bakanlığı, T. (2021). Yeşil mutabakat eylem planı. *Türkiye Cumhuriyeti Ticaret Bakanlığı*, 60.

⁴² Akıllı Şehir Portali - 2023-2025 Orta Vadeli Programda Yeşil Dönüşüm ve Akıllı Şehirler, <https://www.akillisehirler.gov.tr/2022/09/06/2023-2025-orta-vadeli-programda-yesil-donusum-ve-akilli-sehirler/>, Erişim Tarihi: 26.12.2022

⁴³ Sermaye Piyasası Kurulu, <https://www.spk.gov.tr/surdurulebilirlik/yesil-borclanma-araci-surdurulebilir-borclanma-araci-yesil-kira-sertifikasi-surdurulebilir-kira-sertifikasi-rehberi-basin-duyurusu>, Erişim Tarihi: 26.12.2022

Bakanlığı tarafından açıklanan "Yeşil Kalkınma Yolunda Türkiye" Bildirgesi, küresel ısınma, karbon salınımı, sıfır atık, yeşil binalar vb. konularda kısa, orta ve uzun vadeli hedeflerden oluşmaktadır.⁴⁴

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından 2022 yılının Şubat ayında Türkiye'nin ilk İklim Şurası gerçekleştirilmiş ve 7 farklı alanda yeni yol haritası belirlenmiştir. Şura'da alınan 217 kararın 76'sını ulaştırma, sanayi, tarım, yutak alanlar, atıkların azaltılması; 34'ünü bilim ve teknoloji; 21'ini yeşil finansman ve karbon fiyatlama; 20'sini iklim değişikliğine uyum; 24'ünü yerel yönetimler; 42'sini de sağlık, eğitim, adil geçiş, iklim adaleti ve iklim göçü oluşturmaktadır. İklim Şurası'nda, iklim değişikliğiyle mücadelede 2053 net sıfır emisyon ve yeşil kalkınma hedefleri doğrultusunda alınan kararların önemli başlıkları; İklim Uyumlu Şehirler, İklim Dostu Tarım, Kuraklık Eylem Planı, Çevreci ve Temiz Ulaşım Ağı, Yeşil Enerji, Yeşil Ekonomi ve İklim Eğitimidir.⁴⁵

Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından yayımlanan Sanayi ve Teknoloji 2023 Stratejisi'nin "Dijital Dönüşüm ve Sanayi Hamlesi" kapsamında sürdürülebilirliğin artırılması, altyapı ve OSB'lerdeki işletmelerin teknoloji ağırlıklı modernizasyonunun sağlanması ve temiz üretime yönelik yatırımların desteklenmesine devam edileceği belirtilmiştir.⁴⁶

"TÜBİTAK 2022-2023 Öncelikli Ar-Ge ve Yenilik Konuları" kapsamında, çevreci ve dijital teknolojilere odaklanan 6 yeni teknoloji yol haritası belirlenmiştir. Çalışmada her 4 konudan biri yeşil büyümeye ve her 2 konudan biri dijitalleşmeye yönelik olmuştur. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı ile TÜBİTAK iş birliğinde yeşil dönüşüm hedefiyle "Yeşil Büyüme Teknoloji Yol Haritası" çalışmaları yürütülmektedir. Bu çalışmalar ile Türkiye'deki özel sektör kuruluşlarının yeşil büyümeye uyum sağlamaları sağlanacak ve özel sektör Ar-Ge merkezleri ile kamu Ar-Ge birimleri ile iş birliği içinde yerli projeler tasarlanacaktır.

2018 yılından beri TEKNOFEST Havacılık, Uzay ve Teknoloji Festivali kapsamında düzenlenen Çevre ve Enerji Teknolojileri Yarışması'nda, yenilenebilir enerji kaynaklarıyla çevre hassasiyetini artıracak teknolojilerin ortaya çıkması ve bu teknolojilerin millî kaynaklar ile üretiminin geliştirilmesi desteklenmektedir. Yarışmada doğal kaynakların verimli kullanılarak sürdürülebilir ve gelecek nesillere aktarılabilir projelerin hayata geçirilmesi hedeflenmektedir. Geliştirilen teknolojilerle yarışmada; enerjinin verimli, güvenli, çevre dostu

⁴⁴ T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, <https://csb.gov.tr/yesil-kalkinma-yolunda-turkiye-istisare-toplantisi-sonuc-bildirgesi-bakanlik-faaliyetleri-32046>, Erişim Tarihi: 26.12.2022

⁴⁵ T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, csb.gov.tr/iklim-surasi-nda-alinan-onemli-kararlar-bakanlik-faaliyetleri-34154, Erişim Tarihi: 26.12.2022

⁴⁶ T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, İklim Değişikliğine Uyum Konusunda Kurumsal Kapasitenin Geliştirilmesi Eğitimi Projesi.

ve ekonomik bir şekilde üretilmesi, dönüştürülmesi, taşınması, depolanması ve kullanılması teşvik edilerek sürdürülebilir fikirler keşfedilmektedir.

“Doğuştan elektrikli” ve “sıfır emisyonlu bir teknoloji hayata geçirmek” üzere yola çıkan Türkiye'nin Otomobili Girişim Grubu (TOGG) projesi, ülkemizin yeşil teknoloji alanındaki en önemli projelerinden biridir. Türkiye'nin mobilite alanında hizmet veren küresel teknoloji markası olan TOGG, küresel ısınma kaynaklı iklim değişikliği konusunda farkındalık sağlamayı amaçlamaktadır. Türkiye'nin vizyon projesi olan TOGG hem mobilite alanında küresel marka hem de “daha temiz ve daha yeşil bir gelecek” için atılmış önemli bir adımdır. TOGG, sürdürülebilir bir dünya için karbon salınımının azaltılmasına, çevreci enerjinin yaygınlaştırılmasına yönelik önemli katkılar sağlamayı hedeflemektedir. Ayrıca, TOGG'un seri üretiminin gerçekleştirileceği Gemlik Kampüsü'nde, karbon ayak izinin azaltılması ön planda tutulmaktadır.⁴⁷

Karbon Dönüşüm Programı kapsamında Türkiye Petrol Rafinerileri (TÜPRAŞ), “Stratejik Dönüşüm Planı” ile sürdürülebilir rafinaj, sıfır karbonlu elektrik, yeşil hidrojen ve biyoyakıtlar olmak üzere dört iş alanına odaklanmıştır. TÜPRAŞ, enerji verimliliği çalışmaları dahilinde 2021 yılında yıllık 460.024 gigakalori enerji tasarrufu ve 106.708 ton CO₂ emisyonu azaltımı sağlamıştır. Şirket, 2030 yılına kadar faaliyetlerinden kaynaklanan karbon salınımını 2017 yılına kıyasla %27 azaltmayı, 2050'de ise karbon nötr hâle gelmeyi taahhüt etmiştir.

Hydrogen Europe'a üye olan TÜPRAŞ, hidrojen alanında iletişim ağını güçlendirirken, Avrupa'da ve dünyada aynı hedefler doğrultusunda yürütülen hidrojen ekosisteminin bir parçası olmuştur. TÜPRAŞ, Hydrogen Europe üyeliği ile Temiz Hidrojen Ortaklığı ve Ortak Teknoloji Girişimleri projelerine katılabilecektir. Şirket yeşil hidrojen, karbon yakalama ve kullanma, yenilenebilir enerji ve yakıtlar, endüstri 4.0 ve atık yönetimi odak noktasındaki birçok start-up ve yatırımcıya 2030 yılına kadar finansman desteği sağlayacağını açıklamıştır.⁴⁸

Sürdürülebilir bir dünya için yenilenebilir enerji kaynaklarını destekleyen Enerji A.Ş. (EnerjiSA), karbon ayak izini azaltmaya odaklanan şirketler için farklı çözümler sunmaktadır. Elektrik tüketiminden kaynaklı sera gazı emisyonlarını azaltmak veya ortadan kaldırmak isteyen müşterilerine "Karbon Azaltım Sertifikası" ve "Yenilenebilir Enerji Sertifikası" vermektedir. Bu sertifikalar; Yenilenebilir Enerji Sertifikası veya Yeşil Enerji Sertifikası (International Renewable Energy Certificate-IREC), Doğrulanmış Karbon Standardı (Verified

⁴⁷ T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Anahtar Dergisi, Sayı:407, Kasım 2022.

⁴⁸ Tüpraş 2021 Sürdürülebilirlik Raporu.

Carbon Standard-VCS) ve Yenilenebilir Enerji Kaynak Garanti Sistemi (YEKG) olmak üzere kapsamlarına göre çeşitlilik göstermektedir.⁴⁹

76 ülke/bölgenin sürdürülebilir ve düşük karbonlu bir gelecek için benimsediği beceriler ele alınarak MIT Technology Review tarafından hazırlanan 2022 yılı Yeşil Gelecek Endeksi (The Green Future Index 2022); ülke ekonomilerinin yenilenebilir enerji, inovasyon ve yeşil politikalara yatırım yoluyla temiz enerji, sanayi, tarım ve topluma yönelme derecesini ölçmektedir. Sıralamalar; ülkelerin karbon emisyonları, enerji geçişleri, yeşil toplum, temiz inovasyon ve iklim politikası puanlarının toplamıyla elde edilmektedir. 3,7 puan alarak 76 ülke arasından 69. sırada yer alan ülkemizin Yeşil Gelecek Endeksi'ne göre puan detayları Tablo 6'da gösterilmektedir.

Tablo 6: Yeşil Gelecek Endeksine Göre Türkiye'nin Durumu

TÜRKİYE	
Ortalama puan	69
Karbon salınımı	66
Enerji geçişi	19
Yeşil toplum	44
Temiz inovasyon	20
İklim politikası	73

Kaynak: MIT Technology Review - The Green Future Index 2022, <https://www.technologyreview.com/2022/03/24/1048253/the-green-future-index-2022/>, Erişim Tarihi: 20.12.2022.

9.1. Sıfır Atık Projesi

2017 yılında Sayın Emine Erdoğan öncülüğünde Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından başlatılan “Sıfır Atık Projesi” ile mevcut kaynakların verimli hale getirilmesi, atık oluşumunun mümkün olan en az seviyeye indirilmesi, oluşan atıkların kaynağında ayrı toplanması ve geri kazanımı amaçlanmaktadır. Sıfır Atık Projesi kapsamında yürütülen çalışmalar şu şekilde özetlenebilir:

- “Atıksız Şehir” sloganı ile 81 ilimizde millet bahçelerine kurulan sıfır atık alanları ve sıfır atık eğitim merkezleri sayesinde eğitim çalışmalarının devamlılığı sağlanmaktadır.

⁴⁹ Enerjisa Üretim, <https://www.enerjisauretim.com.tr/yenilenebilir-enerji/karbon-azaltim-sertifikalarimiz/>, Erişim Tarihi: 26.12.2022.



- 2019 yılında Sayın Emine Erdoğan'ın liderliğinde başlatılan "Sıfır Atık Mavi Hareketi" kapsamında yürütülen çalışmalar sayesinde 2019 yılından 2022 yılının ilk çeyreğine kadar 138.000 ton deniz atığı toplanmıştır. Mavi bayraklarla yapılan iyileştirmeleri somutlaştıran ülkemiz, 2022 yılında 531 mavi bayraklı plaj, 24 marina, 5 yat ve 15 turizm teknesi ile dünyada üçüncü sırada yer almıştır.
- Belirli içecek ambalajlarının tekrar değer zincirine dâhil edilmesi amacıyla zorunlu depozito-iade sistemi uygulanmaya başlanmıştır. Ulusal bazda depozito-iade sistemini yönetme görevi Kanun'la Türkiye Çevre Ajansına verilmiştir.
- Alışverişlerde plastik poşetlerin ücretlendirilmesi uygulaması ile 550.000 ton plastik atığın oluşumu engellenmiş ve plastik poşet kullanımı %65 oranında azaltılmıştır.
- Sanayide Sıfır Atık Projesi kapsamında, alternatif ham madde olarak işlenip tekrar döngüye kazandırılan atık miktarı %50 artışla 4,8 milyon tona ulaşmış ve ek yakıt olarak değerlendirilen atık miktarı da aynı dönem içerisinde iki katına çıkarak 1,52 milyon tonu geçmiştir.
- "Al-kullan-at" anlayışından “al kullan-değerlendir-tamir et-yeniden kullan-dönüştür” anlayışına geçiş için çalışmalar başlatılmıştır.

Sıfır Atık Projesi birçok ödüle layık görülmüştür. Bunlardan başlıcaları;

- Kasım 2018’de BM Gıda ve Tarım Örgütü tarafından verilen ‘Sıfır Atık, Sıfır Açlık’ ödülü,
- 25 Mart 2021 tarihinde Sıfır Atık Hareketi için Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) tarafından verilen “Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları Eylem Ödülü”,
- Haziran 2021’de BM İnsan Yerleşimleri Programı (Habitat) tarafından verilen “Waste Wise Cities Global Champion (Atık Alanında Akıllı Şehirler Küresel Şampiyonu)” ödülü,
- 2022 yılında 21 ülke arasından birinci seçilerek kazanılan “AKDENİZPA” ödülü,
- 21 Temmuz 2022 tarihinde Dünya Bankası tarafından verilen “İklim ve Kalkınma Liderliği Ödülü”

Sıfır Atık Projesi kapsamında 17,5 milyon vatandaşımıza hizmet verilmiş, yürütülen çalışmalar sonucunda 5 yıllık süre içerisinde ekonomik olarak 62,2 milyar TL tasarruf edilmiş ve geri kazanım oranı %27,2’ye kadar yükselmiştir.⁵⁰

⁵⁰ T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Sıfır Atık Kitabı.



9.2. Yeşil e-Devlet Kapısı Çalışmaları

Yeşil dönüşümün anahtarı, dijital dönüşümdür. Bu sebeple “2053 Kamuda Net Sıfır Emisyon” hedefine dijitalleşerek ulaşılması ve tüm sektörlerde enerji verimliliğinin önemli ölçüde artırılması amaçlanmaktadır. 2008 yılında 22 dijital hizmet ile hayata geçirilen e-Devlet Kapısı bugün 7000’e yakın dijital hizmet vererek ülkemizin yeşil dönüşümüne büyük katkı sağlamaktadır. Zamandan ve mekândan bağımsız çalışan e-Devlet Kapısı; vatandaşların kâğıt tüketimini ve ulaşımına harcadığı zamanı en aza indirmektedir. “Kotasız e-Devlet” ve “Evde Abonelik” projeleriyle vatandaşlar dijital hizmet kullanımına teşvik edilerek kamu kurumlarına gitme ihtiyaçları ortadan kaldırılmıştır.

e-Devlet Kapısı aracılığıyla sunulan hizmetler sayesinde,

- kullanıcının zaman ve mekândan bağımsız olarak hizmete istediği anda erişmesi,
- elektronik veri üreten kurumlar arasında yapılan entegrasyonlarla hizmet başvurusunda talep edilen belgelerin azaltılması,
- barkod veya karekod gibi uygulamalar kullanılarak sonuç belgelerinin elektronik ortamdan alınması sağlanmaktadır.

Memnuniyet oranı %95’e ulaşan e-Devlet Kapısı ile yeşil e-Devlet çalışmaları başlatılmış ve ülkemiz bu alanda sayılı ülkeler arasında yer almıştır. Yeşil e-Devlet Kapısı çalışmalarının amacı; hizmetten yararlanan vatandaşlarımızın başvuru yapması, başvuru belgelerini ilgili kurumlardan alması ve sonuç belgesini teslim alması gibi hizmetten yararlanma maliyetlerinin asgari seviyeye indirilmesi, kâğıt kullanımının azaltılması ve sera gazı emisyonlarının azaltılmasıdır.

e-Devlet hizmetlerinin çevresel etkisini değerlendirmek için;

- e-Devlet Kapısı hizmet sayısının,
- Her bir hizmetin yıllık kullanım sayısının,
- Fiziki hizmet sunum sürecinin,
- Dijital hizmet sunum sürecinin,
- İstenen belge sayısının,
- Sonuç belgesi (fiziki belge/elektronik belge) durumunun,
- Ulaşımında en çok tercih edilen karayolu taşıtının ve emisyon miktarının,
- Kamu hizmetlerine erişimde ortalama mesafenin,



- Yıllık toplam ve ortalama kişi başına düşen sera gazı emisyonunun belirlenmesi gerekmektedir.

Çalışma sonucunda hesaplamalara dâhil edilen her unsura ilişkin değer belirlendiğinde, sera gazı salınımları ve kağıt tüketimleri hesaplanacaktır.

Gelecekte hayata geçirilmesi planlanan e-devlet projeleri ise şu şekilde özetlenebilir:

- Karbon emisyonunun azaltılması hedefleri doğrultusunda; e-Devlet Kapısı kullanıcılarının dijital ikizlerinin oluşturulmasıyla kullanıcıların en çok karbon salınımına neden olan alışkanlıkları tespit edilecektir. Ayrıca dijital ikiz sayesinde yapay zekâ ile vatandaşların işlemleri sonucu oluşan karbon emisyonunun hesaplanması da bu konuda atılacak adımlar arasında yer almaktadır.
- Kamu iş süreçlerindeki olası aksaklıkların tespiti için yapay zekâ destekli süreç madenciliği çalışmaları yürütülecek ve mevcut kamu-iş süreçlerinin sadeleştirilmesi sağlanarak enerji tüketimi azaltılacaktır.
- Uzaktan algılama ve yapay zekâ teknolojileri kullanılarak, e-Devlet'in konum bazlı hizmetleri ile bölgesel emisyonlar anlık olarak takip edilecek ve bu doğrultuda önleyici tedbirler alınacaktır.
- Blokzincir teknolojisi kullanılarak oluşturulacak tedarik zincirlerinde karbon ayak izinin azaltılmasına yönelik projeler hayata geçirilecek ve kamuda bulut bilişime geçişle beraber enerji tüketimi %50 oranında azaltılacaktır.

10. SONUÇ

Çevre dostu ürün ve hizmetler geliştirmeyi hedefleyen yeşil teknoloji; gelecekte olumsuz iklim etkilerini önlemeye ve kaynakları verimli kullanmaya yardımcı olan bir teknolojidir. Kısa ve uzun vadeli çevresel etkileri dikkate alarak sürdürülebilir inovasyon üzerine yoğunlaşan yeşil teknoloji; atıkları ve kirliliğı azaltmayı, verimliliğı artırmayı, mevcut teknolojileri çevre dostu yenileriyle değiştirmeyi, sürdürülebilirliğı ve yeni istihdam koşulları sağlamayı hedeflemektedir. Yeşil teknoloji, insan yaşamının çevre üzerindeki zararlı etkilerini azaltırken yaşam kalitesini iyileştiren ve sürdürülebilir hale getiren yenilikçi çözümler sunmaktadır. Sürdürülebilir yaşam ihtiyacı arttıkça kuruluşlar, daha akılcı ve çevreci çözümler geliştirmeye odaklanmaktadır.

Bilgi ve iletişim teknolojilerinin (BİT) birçok çevre sorununun üstesinden gelinmesine önemli katkılar sağladığı; dolayısıyla internet tabanlı teknolojilerin üretim süreçlerinde ve hizmet modellerinde dönüşümleri teşvik edebileceğı, kaynak tasarrufu sağlayabileceğı ve israfı azaltabileceğı kabul edilmektedir. Ayrıca, BİT'lerin hızlı gelişimi yeşil girişimciliğı teşvik etmekte ve çevresel zorluklara yanıt olarak yeşil teknoloji girişimlerini başlatmaktadır. Yeşil teknoloji girişimleri, yeşil ürünler üretmek veya çevresel kaygıları gidermek için temiz teknolojiler geliştiren yeni firmalar olarak tanımlanmakta, ürünlerin çevre dostu olmasına ve ekolojinin korunmasına önemli ölçüde katkı sağlamaktadır.

Dijital ekonomi çağının gelişimiyle birlikte dijital dönüşüm; kaynak paylaşımını ve kaynak optimizasyonunu sağlamakta, aynı zamanda yeşil teknoloji inovasyonunun veri ögesi gereksinimlerini ve yeşil teknoloji inovasyon seviyesinin iyileştirilmesini teşvik etmektedir.

Dijital teknolojiler, küresel ısınma ve beraberinde gelen iklim değişikliğinin engellenmesinde, çevre kirliliğinin azaltılmasında ve biyolojik çeşitliliğın geri kazanılmasında büyük rol oynamaktadır. Birçok ülke yüksek sera gazı salınımı sebebiyle; tarım, inşaat, elektrik ve ulaşım gibi enerji yoğun endüstrilere odaklanmaktadır. Bununla birlikte dijital teknolojiler kullanılarak bu sektörlerin nasıl daha sürdürülebilir hale getirileceğı; ekonomik, sosyal ve politik faktörlerin yeşil ve dijital geçişi nasıl etkileyeceğı konusundaki çalışmalar hız kazanmıştır.

Dijital teknolojiler hem imalat hem de kullanımdan kaynaklanan çevresel yükleri de beraberinde getirmektedir. Buna ek olarak çevre dostu olarak tasarlanmayan dijital teknolojilerin hem geri dönüşümünün zor olması hem de büyük ölçüde nadir toprak elementlerinin varlığına bağılı olması sebebiyle günümüzde dijital teknoloji atıkları hızla



çoğalmaktadır. Yeşil ve dijital teknolojilerin çevre dostu olması amacıyla nitelikli araştırma ve inovasyon ile çevresel performanslar optimize edilmektedir. Bu doğrultuda yapılan düzenlemeler ile çevre dostu teknolojilerin kullanımı yaygınlaştırılmaktadır.

Yapay zekâyı yeşil ve sürdürülebilir hale getirmek, başka bir deyişle yeşil YZ kavramı Dünya'nın daha sürdürülebilir olmasını amaçlayan, teknolojiye ön yargısız, kapsayıcı, güvenilir, açıklanabilir, etik ve sorumlu bir yaklaşım gerektirmektedir. Bu yaklaşımın sürdürülebilirlik sorunlarına çözüm üretmek için yapay zekânın etkin ve verimli kullanımını mümkün kılması beklenmektedir.

Yapay zekânın çevre üzerindeki en yaygın olumsuz etkileri hem elektrik kullanımında (hesaplama ve iletim gücü tüketimi) hem de bunun sonucunda ortaya çıkan karbon emisyonlarında meydana gelen artıştır. Sürdürülebilir bir yapay zekâ altyapısı ile birlikte enerji tüketimindeki olumsuzluklar ortadan kaldırılabilir, insan yaşam kalitesi artırılabilir ve küresel iklim değişikliğinin önüne geçilebilir. Diğer yandan, yeşil yapay zekâ; tarım, enerji, ulaşım, üretim ve nanoteknoloji gibi birçok endüstride çevresel sürdürülebilirliğe katkıda bulunabilme potansiyeline sahiptir. Trafik problemlerinin azaltılması, tedarik zinciri lojistiğinin iyileştirilmesi, mahsul verimi artırılırken gübre ve su tüketiminin azaltılması, hava modellerinin doğru bir şekilde tahminiyle gereksiz karbon kirliliği oluşumunun optimize edilmesi gibi birçok farklı alanda yeşil yapay zekâ uygulamaları geliştirilmektedir.

Yeşil yapay zekâ, tüm endüstrileri ve meslekleri dönüştürecek yeni uygulamalar oluşturmayı ve teknolojik gelişmelerin faydalarını birçok insana ulaştırmayı hedeflemektedir. Bu doğrultuda sürdürülebilirliğin YZ destekli bir şekilde sunulması, yönetim, standartlar ve güvenlik için uluslararası düzeyde iş birliği ile önemli yatırımlar gerektirmektedir.

5G ve akabinde 6G'nin, teknolojinin ve ekonominin “yeşil” hale gelmesinde önemli bir rol oynaması beklenmektedir. Bu hücreli teknolojiler, şimdiden akıllı sayaçlar ve akıllı şehirler başta olmak üzere birçok yeşil teknoloji için temel bir dijital altyapı haline gelmektedir. 5G/6G ile bağlanan akıllı teknolojilerin talep değişikliklerine daha hızlı ve daha verimli yanıt vererek enerji tüketimini azaltması beklenmektedir. Enerji tasarrufu dışında hücreli teknolojiler yeşil enerji üretilmesine de yardımcı olacaktır.

Çevre dostu yeşil 5G/6G teknolojileri ile birlikte enerji ve spektrum verimliliğinin artırılması, kapasitelerin ve veri hızlarının yükseltilmesi, güç tüketiminin en aza indirilmesi, gecikme ve CO₂ emisyonlarının azaltılması ile kamu güvenliğinin korunması gibi birçok fayda sağlanacaktır. 5G/6G iletişim sistemlerinin karşılaması beklenen temel performans



göstergeleri, sürdürülebilirliği gelecek iletişim planları için temel bir faktör haline getirmiştir. Bu amaçla hem akıllı şehirlerde hem de gelecekteki ağlarda sürdürülebilirlik sorunlarının çözülmesi, etkilerinin en aza indirilmesi, akıllı şehirlerde sürdürülebilirliğin teşvik edilmesi ve enerji verimliliğinin artırılması için 5G/6G yeşil teknolojilerini kullanacak bir plan oluşturulması oldukça önemlidir.

Binalar enerji tüketimi sebebiyle sera gazı emisyonlarının önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Her şeyin interneti (Internet of Everything-IoE) ve yapay zekâ gibi yenilikçi teknolojiler, bina yönetimi için birçok imkân sunmaktadır. Çevre dostu malzemelerle su ve enerjinin verimli kullanımına odaklanan ve sürdürülebilir bir şekilde inşa edilen yeşil evler; karbon ayak izinin azaltılmasına, güneş panelleri sayesinde uzun vadeli maliyet tasarrufu sağlanmasına katkı sağlamaktadır. Sensörler, akıllı sayaçlar, uçtan uca bilişim ve enerji yönetimi çözümlerinden faydalanan bir sistem ağıyla yeşil evlerin tükettikleri enerji miktarı azaltılmakta ve verim en üst düzeye çıkarılmaktadır.

Yeşil üretim tüm üreticileri daha çevreci bir hale getirerek üretim süreçlerinin yenilenmesini ve üretim alanında çevre dostu operasyonların kullanılmasını hedeflemektedir. Temel olarak; işçilerin daha az kaynak kullanmasını, kirliliğin ve atıkların azaltılmasını, malzemelerin geri dönüşümünü ile yeniden kullanılabilir hale gelmesini ve süreçlerde emisyonların azaltılmasını amaçlamaktadır. Nesnelerin interneti, uzaktan izleme, endüstriyel robotlar, üç boyutlu baskı, büyük veri analizi ve yapay zekâ gibi birçok yenilikçi teknoloji kullanılarak üretim sürecini daha güvenli, verimli, sürdürülebilir ve uygun maliyetli hâle getirmek mümkündür.

Yeşil işler; tarım, imalat, Ar-Ge, kamu yönetimi vb. sektörlerde çevrenin korunmasına veya kalitesinin iyileştirilmesine katkıda bulunan işlerdir. Ülkemizde de yeşil ekonomiye geçiş sürecinde insana yakışır yeşil işlerin hayata geçirilmesi yolunda çalışmalar yürütülmektedir. Birçok şirket daha yeşil bir iş modeline geçerek yeşil uygulamalar ve yeşil istihdam sayesinde değişime ışık tutmayı amaçlamaktadır. Ülkemizde yeşil işler için gerekli becerilere odaklanılarak politikaların yönlendirilmesi, yeşil iş potansiyelinin geliştirilmesi ve çevre dostu teknolojilerin benimsenmesiyle çevreye duyarlı istihdam olanakları da artacaktır.



TÜRKİYE CUMHURİYETİ CUMHURBAŞKANLIĞI
DİJİTAL DÖNÜŞÜM OFİSİ

d i j i t a l

