

Türkiye'de Enerji Dönüşümü Stratejisinde Araştırma ve Öneri Raporu

SOCAR Türkiye Kamu İlişkileri Grup Direktörlüğü

Q1 2024
6. Sayı



İÇİNDEKİLER

1. Giriş	3
2. Enerji Dönüşümünde Gelişmeler (Q1 2023 – Q4 2024)	4
3. Enerji Depolama	12
4. Hidrojen Enerjisi	17
5. Karbon Yakalama ve Karbon Vergisi	27
6. Dijital Dönüşüm	41
7. Döngüsel Ekonomi	42
8. COP' 29 Bakü	45
Kaynaklar	46

1. GİRİŞ

Türkiye’de enerji dönüşümünde mevzuat gelişmeleri, finansman modelleri ve gelecek stratejileri SOCAR Türkiye Kamu İlişkileri Grup Direktörlüğü tarafından yakından takip edilmektedir. Ülkemizde enerji dönüşümüne yönelik gelişmelere bakıldığında, 2021 itibarıyla önemli temellerin atılmaya başlandığını belirtmek doğru olacaktır. Buna göre enerji depolamayla ilgili ilk mevzuat çalışması, 9.05.2021 tarihli, Resmi Gazete’de yayımlanan “Elektrik Piyasasında Depolama Faaliyetleri Yönetmeliği”dir. İlgili Yönetmelikle ile enerji dönüşümü ülkemizde yasal olarak düzenlenmeye başlanmıştır. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından yayımlanan “Enerji Verimliliği Stratejisi” çalışmalarıyla birlikte Türkiye’nin geleceği de planlanmaya başlanmıştır. Geldiğimiz durumda ise ülkemizde enerji depolama, hidrojen enerjisi, karbon yakalama ve karbon vergisine yönelik altyapı ve düzenlemelerde büyük ilerleme kaydedildiği söylenebilir. Rüzgar enerjisi ve güneş enerjisinde Avrupa’nın önde gelen ülkelerinden biri olan Türkiye, sürdürülebilir geleceğin inşası ve bizden sonraki nesillere yaşanabilir bir dünya bırakılması adına küresel gelişmeleri enerji sektörüne hızlı bir şekilde entegre etmektedir. Güneş enerjisi, rüzgar enerjisi ve diğer yenilenebilir enerji kaynaklarıyla ilgili mevzuatın sürekli gelişen doğası, enerji sektöründe önemli gelişmelere yol açmaktadır. Bu kapsamda güneş ve rüzgar enerjisi projeleri; bu projelerin planlanması, finansman ve teşviki, kurulumu ve işletilmesi bakımından kapsamlı yasal düzenlemelere tabidir. Bu raporumuzda, güneş enerjisi, rüzgar enerjisi ve genel olarak enerji dönüşümü konularını ele alınırken mevcut mevzuatı derinlemesine incelemekte ve enerji sektöründeki yeniliklerle dönüşümleri yasal açıdan değerlendirmekteyiz. Ayrıca mevzuatın enerji dönüşümü projeleri üzerindeki etkilerini analiz ederek mevcut ve planlanan projeler için öneri raporumuz hazırlanmıştır. Bu bağlamda raporumuz, öncü ülkelerin enerji mevzuatı ile yenilenebilir enerji dönüşümü projeleri arasındaki ilişkiyi irdeleyerek sürdürülebilir enerji dönüşümüne yönelik yasal uygulamaların önemini vurgulamaktadır. Enerji ihtiyacını karşılarken çevreyi koruma ve sürdürülebilir bir gelecek oluşturma yolunda adımlar atmamız gerektiğine dikkat çekmeyi amaçlayan bu rapor, enerjide dönüşüm kapılarının aralandığı çağın gelişmelerine ışık tutmaktadır. Bu kapsamda, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (“EPDK”) Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Ticaret Bakanlığı gibi kamu kurumları başta olmak üzere, üyesi olduğumuz STK’lar ile de güçlü iletişim içinde birlikte çalışmaktayız.

2. Enerji Dönüşümünde Gelişmeler (Q1 2023 – Q4 2024)

Energy is Future (EIF) World Energy Congress

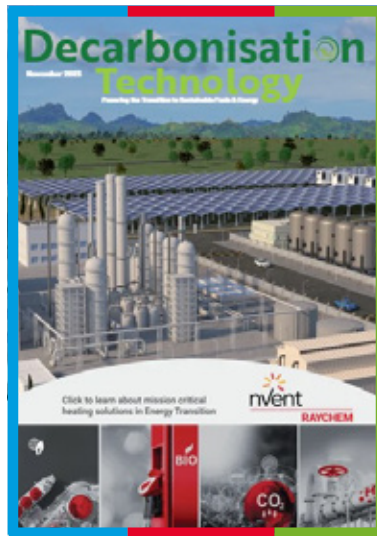
EIF tarafından düzenlenecek Dünya Enerji Konferansı 9-11 Ekim tarihleri arasında Ankara, Çankaya'da gerçekleştirilecektir.

Avrupa Birliği ("AB") Rüzgar Enerjisi Paketi

AB tarafından rüzgar enerjisinde üretimi desteklemek ve yeni yatırımların önünü açmak sebebiyle destek paketi yayımlandı. Bu kapsamda, izin süreçlerinin kolaylaştırılması yoluyla yenilenebilir enerjilerin daha hızlı yaygınlaştırılması, yüksek katma değerli ekipmanı ödüllendiren ve projelerin eksiksiz ve zamanında gerçekleştirilmesini sağlayan objektif kriterlere dayalı iyileştirilmiş ihale tasarımı konusunda üye ülkelerin desteklenmesi, özellikle İnovasyon Fonu aracılığıyla AB finansmanına erişimin kolaylaştırılması, adil ve rekabetçi bir uluslararası pazar ortamının temin edilmesi için çalışılması, rüzgar enerjisi sektöründe standardizasyonun teşvik edilmesi, beceri gelişimini destekleyen projeler tasarlanması gibi eylemlere yer verilmektedir.

Dekarbonizasyon Teknolojisi 2023 Raporu

PTQ Dergisi tarafından karbonsuzlaştırma teknolojisi raporu 2023 yılı Kasım ayında yayımlandı. Raporda küresel olarak faaliyet gösteren büyük şirketlerin ve öncü ülkelerin karbon azaltımı çalışmalarına yer verildi. (Link: <https://ptqmagazines.digitalrefining.com/view/92214987/>)



GRESB Raporu 2023

Yayımlanan rapora göre 2023 yılı içinde enerji piyasalarında gerçekleşen hacim, 2022 yılına göre %9.2 son 5 yıl ortalamasından ise %5.2 daha fazla olarak kayıtlara geçmiştir. Rapora göre 2023 yılı içindeki önemli gelişmeler aşağıda sıralanmaktadır:

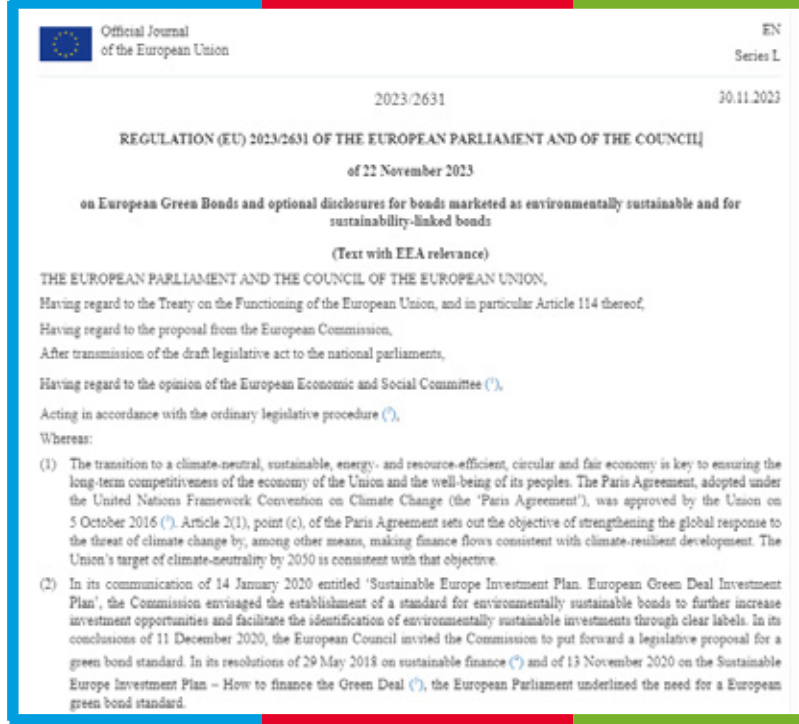
- AB komisyonu, Sürdürülebilirlik Raporlaması Standartları-European Sustainability Reporting Standards ("**ESRS**") ile getirilmesi planlanan uygulamaları 2 yıl öteledi. (New York Times)
- International Energy Agency – Uluslararası Enerji Ajansı ("**IEA**"), Dünya Enerji Raporu 2023'ü yayımladı. (Link: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/86ede39e-4436-42d7-ba2a-edf61467e070/WorldEnergyOutlook2023.pdf>)
- Carbon Disclosure Project ("**CDP**"), The International Sustainability Standards Board ("**ISSB**") İklim Saydamlık Projesi 2024 yılı standartlarını paylaştı.
- US SEC iklim kurumsal şirketler için iklim kuralları getirdi. (Reuters)
- Yeşil teknoloji ve sürdürülebilirlik piyasalarının 2030 yılında 63.94 milyar USD'ye ulaşmasının beklenmekte olduğu açıklandı.
- Joe Biden hükümeti elektrik hücreleri yatırımları için 3.5 milyar USD teşvik verileceğini paylaştı. (ESG Today)
- Küresel şirketler, Kaliforniya İklim Saydamlık Yasası'nın ciddi bir yük getireceği kanaatinde olduğu değerlendirildi.
- Avustralya iklim bazlı International Financial Reporting Standards ("**IFRS**") raporlama standartlarına geçti. (ESG Today)
- Kaliforniya İklim Saydamlık Yasası'nın diğer ülkelere de getirilmesi gündemde. (New York Times)

Karbon Piyasalarının İşletilmesine İlişkin Yönetmelik Taslağı EPDK

EPDK tarafından 13 Kasım tarihinde yapılan duyuru ile, Karbon Piyasalarının İşletilmesine İlişkin Yönetmelik taslağı paylaşılmıştır. Sera gazı emisyonlarının uygun maliyetli ve ekonomik açıdan verimli bir şekilde azaltılmasını teşvik etmek amacıyla, emisyon ticaret sistemi kapsamında tahsisatların dağıtımına ve alım-satımına ilişkin olarak karbon piyasalarının kurulmasına ve işletilmesine ilişkin usul ve esasların belirlendiği mevzuat taslağı hazırlanmıştır. Grup Şirketlerimize maksimum fayda sağlanması adına Kamu İlişkileri ekibi olarak bu mevzuat taslağına görüş verilmiştir.

AB Yeşil Bono Mevzuatı

Yeşil finansmanın hayatımıza girmesiyle birlikte benzeri çalışmalar artmaktadır. AB Komisyonu tarafından 22 Kasım 2023'te "Regulation (EU) 2023/2631 European Green Bonds" direktifi yayımlanmıştır. (Link-1) Yeni düzenleme, yeşil bononun yakın gelecekte bir hayli değer kazanacağı öngörülmüş ve AB içinde henüz mevzuat bulunmaması sebebiyle bu düzenleme hazırlanmıştır.

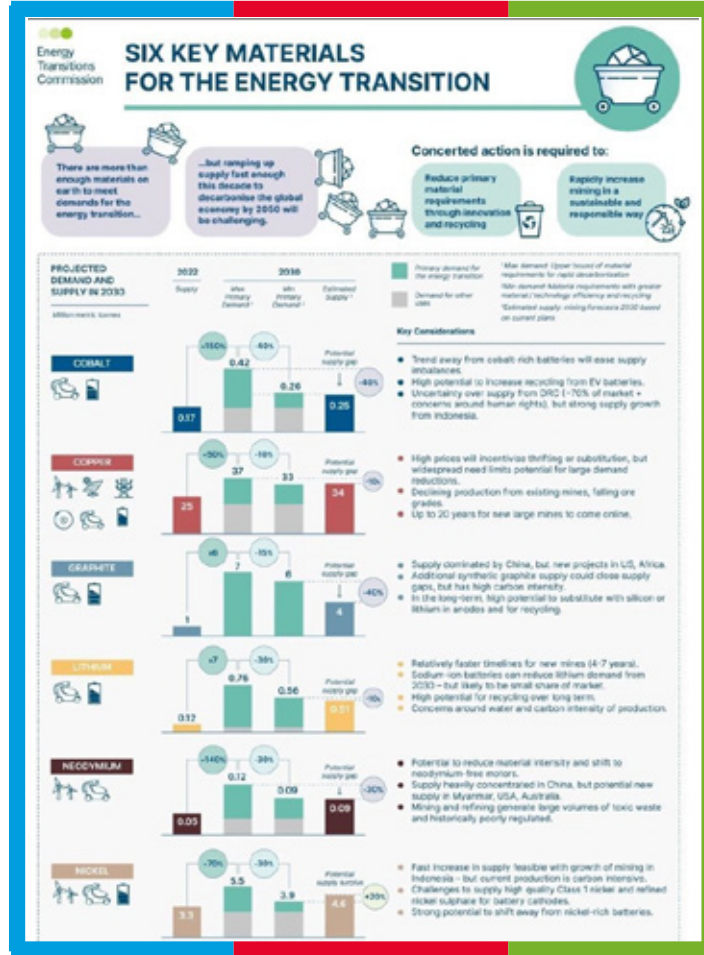


AB Yenilenebilir Enerji Direktifi ve ReFuelEU Havacılık Düzenlemesi

AB, Yenilenebilir Enerji Direktifi ve ReFuelEU Havacılık Düzenlemesi'nin de kabul edilmesiyle birlikte 55'e Uyum Paketi'ni tamamladı. Bu düzenlemelerin uygulanmasına yönelik çalışmalar devam etmektedir. Bu kapsamda, Temiz Geçiş Diyalogu toplantılarının ilk gündem maddesi hidrojen konusu olarak belirlendi. Avrupa Komisyonu Başkanı Ursula von der Leyen, 2024 yılı Ocak ayı itibarıyla Hidrojen Bankası'nın ilk ihalelerinin gerçekleştirileceğini açıkladı. Bu ihaleler, yenilikçi üreticilerin üretim maliyeti ile piyasa fiyatı arasındaki farkı kapatmayı amaçlayan 800 milyon avroluk AB fonuyla desteklenecektir. Ayrıca AB politika yapıcılar, yenilenebilir enerji kaynakları zengin ülkelerle hidrojen üretimini daha temiz hale getirme amacıyla anlaşmalar yaparak, gelecekte artması beklenen hidrojen talebini karşılamayı hedeflemektedir.

Enerji Dönüşümünde 6 Kilit

Paris İklim Anlaşması kapsamında tamamen bağımsız olarak kurulan ve büyük şirketler ve kurumlar tarafından fon sağlanan Enerji Dönüşümü Komisyonu, enerji dönüşümünde kilit rol oynayan 6 ham maddeyi paylaştı. Buna göre ham maddeler; kobalt, bakır, grafit (karbon minerali), lityum, neodimyum (sanayi alanında kullanılan madde) ve nikelidir.



TÜBİTAK Yeşil Sanayi Dönüşümü Destekleri

Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı koordinasyonunda yürütülen Dünya Bankası Türkiye Yeşil Sanayi Projesi, özel sektörün yeşil dönüşümünü hızlandırmak için TÜBİTAK-Teknoloji ve Yenilik Destek Programları Başkanlığı (**"TEYDEB"**) desteğiyle önemli adımlar atmaktadır.

Dünya Bankası'nın sağladığı 450 milyon dolarlık desteğin bir kısmı kullanılarak hayata geçirilen Dünya Bankası Türkiye Yeşil Sanayi Projesi kapsamında, TÜBİTAK tarafından 3 yeni çağrı açıldı. (Link: <https://tubitak.gov.tr/tr/duyuru/dunya-bankasi-turkiye-yesil-sanayi-projesi-kapsaminda-tubitak-cagrilari-acildi>)

Türkiye Sınai Kalkınma Bankası ("TSKB") Enerji Görünümü Raporu 2023

TSKB tarafından her yıl yayımlanan Enerji Görünümü Raporu'nun 2023 yılı versiyonu kamuoyuyla paylaşıldı. Raporda, 2023 yılına ait enerji tüketimi, kapasite artırımı gibi hususlarda istatistikler sunulurken, ülkemizin yeşil dönüşüm stratejisi ile ilgili de değerli veriler ve analizler yer almaktadır. (Link: <https://www.tskb.com.tr/uploads/file/enerji-gorunumu-2023.pdf>)



AB Kritik Ham Maddeler Yasa Teklifi

Avrupa Komisyonu, 16.03.2023 tarihinde Kritik Ham Maddeler Yasa teklifini sunmuştu. Yasa teklifi, AB'nin kritik ham maddelerini sürdürülebilir ve güvenli şekilde tedarik etmesini hedeflemektedir. Kritikliği belirlemek için ham maddeler ekonomik önem ve tedarik riskine göre değerlendirilmektedir. Bunun yanı sıra bir de stratejik ham maddeler belirlendi. Buna göre, Avrupa'nın yeşil ve dijital dönüşüm hedefleri, savunma sanayisi ve uzay uygulamaları bağlamında tedarik riski ile karşı karşıya kalabileceği ham maddeler olarak tanımlandı.

TSKB Türkiye Yeşil Fonu

TSKB, Türkiye Yeşil Fonu için Dünya Bankası ile 155 milyon USD tutarında anlaşma imzaladı. Türkiye’de ve dünyada kredi ile finanse edilerek kurulan ve emisyon salımı azaltım ve kapsayıcı dönüşüm odaklı ilk girişim sermayesi yatırım fonu olan Türkiye Yeşil Fonu’nun, iklim risklerinin yönetilmesini merkeze alan yol haritası ile ülkemizin 2053 Net Sıfır hedefine önemli bir katkı sağlaması beklenmektedir. (Link:https://www.tskb.com.tr/hakkimizda/bizi-taniyin/haberler/tskb-turkiye-yesil-fonu-icin-dunya-bankasi-ile-155-milyon-abd-dolari-tutarinda-anlasma-imzaladi?utm_source=yesilbuyume.beehiiv.com&utm_medium=newsletter&utm_campaign=yesil-buyume-haftalik-bulten-81)

SOCAR Green MMC

SOCAR Azerbaycan Baş Ofis bünyesinde sürdürülebilirlik taahhütleri kapsamında Bakü merkezli SOCAR Green MMC adlı şirket kuruldu.

Türkiye Sürdürülebilirlik Raporlama Standartları

Kamu Gözetimi, Muhasebe ve Denetim Standartları Kurumu ("KGK") tarafından hazırlanan ve 29.12.2023 tarihli ve 32414 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Cumhurbaşkanlığı Kararı ile IFRS S1 ve S2 standartlarına uygun olarak hazırlanan "Türkiye Sürdürülebilirlik Raporlama Standartları ("TKRS")" 1 Ocak 2024'ten itibaren zorunlu hale geldi. Yeni uygulamalara bakıldığında;

- Aktif toplamı 500 milyon Türk Lirası
- Yıllık net satış hasılası 1 milyar Türk Lirası
- Çalışan sayısı 250'dir.

Bu yıla kadar gönüllülük esasına göre yapılan sürdürülebilirlik raporlamaları, artık ulusal mevzuata göre bir mecburiyete dönüşmektedir. IFRS S1 ve S2 standartları değer zincirindeki paydaşlardan veri toplanmasını gerektirdiği için, TKRS'ye tabi olmayan şirketlerden de sürdürülebilirlik konusunda veri talebinde önümüzdeki dönemde artış beklenmektedir. (Kurul Kararı Link: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2023/12/20231229M1-9.pdf>)

Tesla Enerji Depolama Tesisi – Çin

Tesla'nın Çin'de kuracağı devasa enerji depolama tesisi için Çin hükümeti tarafından arazi tahsisi yapıldı.

IEA Yenilebilir Enerji Raporu 2023

IEA tarafından 2023 - Yenilenebilir Enerji Raporu yayımlandı.

(Link: https://www.iea.org/reports/renewables-2023?utm_content=buffer14060&utm_medium=social&utm_source=linkedin-Birol&utm_campaign=buffer)

KGK TKRS Standartları Duyurusu

KGK tarafından 1 Ocak itibarıyla uygulamaya alınan TKRS hakkında uygulama duyurusu yayımlandı. (Link: https://www.kgk.gov.tr/Portalv2Uploads/files/Duyurular/sustainability/Duyuru_Surdurulebilirlik.pdf)

AB Temiz Hidrojen Birliği Rehberi

AB için hidrojen ithalatının önemi, hidrojen taşıyıcılar, avantajları ve dezavantajları ve AB'ye muhtemel hidrojen arzı sağlayabilecek ülkelere ilişkin özet bilgilerin yer aldığı "Avrupa Birliği Piyasası İçin Hidrojen İthalatı Rehberi" Kasım 2023'te yayımlandı. (Link: https://www.entsog.eu/sites/default/files/2023-12/European%20Clean%20Hydrogen%20Alliance%20TD%20RT_Learnbook%20Hydrogen%20Imports%20to%20EU%20market_20231219.pdf)



Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı II. Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından II. Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı yayımlandı. Buna göre;

- Dijital uygulamalar ve yenilikçi teknolojileri,
- Yenilikçi finansman araçları,
- Isı pompalarının yaygınlaşması,
- 2 kat atık ısı geri kazanım projesi plan dahiline alınmıştır.



Türkiye’de Deniz Üstü Rüzgar Enerjisi Envanteri

Türkiye’nin temiz enerji kaynakları arasında en yüksek derecede potansiyel sunan Deniz Üstü Rüzgar Enerjisi (“DRES”) sanayi envanteri çalışması tamamlanarak ilk kez İzmir’de enerji sektörü ve kamuoyu ile paylaşıldı. Oluşturulan envanter kapsamında İzmir-Çandarlı limanında deniz üstü rüzgar enerjisi santralleri kurulması planlanmaktadır.

AB Yapay Zeka Yasası

Avrupa Parlamentosu, dünyada yapay zeka kullanımına ilişkin kurallar getiren ilk yasal düzenleme olan, Avrupa Yapay Zeka Yasasını onayladı.

3. Enerji Depolama

Avrupa Enerji Depolama Piyasası Monitörü'nün ("**EMMES**") 8. yıllık baskısı, LCP Delta danışmanlığı ve Avrupa Enerji Depolama Birliği ("**EASE**") tarafından yayınlandı. Rapora göre, 2023 yılı boyunca Avrupa Birliği ("**AB**") ve AB dışı ülkeler de dahil olmak üzere Avrupa'daki konut, hizmet ölçeği, ticari ve endüstriyel pazar segmentlerindeki toplam kurulumun yaklaşık 10,1 Gigawatt'a ("**GW**") ulaştığı görüldü. LCP Delta, "etkileyici sonuçların" destek programları ve depolamaya yönelik piyasa koşullarının iyileştirilmesinden kaynaklandığını açıkladı.



Enerji Depolama'da Macaristan

Macaristan hükümeti, Macaristan'ın 2030 yılına kadar Çin, ABD ve Almanya'dan sonra dünyanın en büyük yeşil enerji depolama kapasitesine sahip olacağını duyurdu. Hükümetin ekonomik stratejik görevlerde profesyonel iş birliğinden sorumlu komisyon üyesi László György yaptığı açıklamada, Macaristan'ın 2030 yılına kadar Çin, ABD ve Almanya'dan sonra dünyanın en büyük yeşil enerji depolama kapasitesine sahip olacağını ifade ederek, 2020'de açıklanan iklim koruma planının 2030 yılına kadar ülkenin elektriğinin yeşil, karbondioksit içermeyen kaynaklardan sağlanmasıyla enerjinin yüzde 90'ını üretme hedefi belirlediğini belirtti. Ayrıca, 2030 için planlanan güneş paneli kapasitelerinin 2024'te tamamlanacağı noktaya geldiklerini, enerji depolama kapasitesini artırmak ve yeşil geçişi teşvik etmek için çeşitli planların başlatıldığını söyleyen György, diğer programların yanı sıra hane halkı için 75 milyar forint değerinde sübvansiyon ve işletmelerin elektrikli araba satın alması için 30 milyar forint mevcut olduğunu belirtti. Hükümetin yakın zamanda başlattığı yeşil enerji istişaresine ilişkin bir kamuoyu araştırmasına atıfta bulunan György, 13 soruluk çevrim içi anketlerin Nisan ayı içinde tamamlanabileceğini söyledi.

Enerji Depolama'da Almanya

Almanya'nın kurulu depolama kapasitesinin, mevcut kapasitenin kırk katı bir artışı temsil eden 2030'a kadar 15 GW/57 Gigawatt saat ("**GWh**") ulaşması öngörülmektedir. 2050'ye yönelik olarak ise, Almanya'daki büyük ölçekli batarya tabanlı depolama sistemlerinin kapasitesi, esneklik hizmetlerine artan talep ve depolama maliyetlerindeki düşüşle birlikte potansiyel olarak 60 GW/271 GWh'a çıkması beklenmektedir.

Almanya Federal Ekonomi ve İklim Eylemi Bakanlığı ("**BMWK**") 8.12.2023 tarihinde enerji depolama stratejisini sundu. Strateji belgesi, enerji depolama sistemlerinin kurulmasına ilişkin tedbirler ve zorluklara dair genel bir bakış sunmaktadır. Enerji depolama stratejisi, enerji depolama sistemlerinin yaygınlaştırılmasını ve entegrasyonunu teşvik etmeyi ve böylece enerji dönüşümünü desteklemeyi amaçlamaktadır.

Almanya'da 2022 yılında yenilenebilir enerjiden yaklaşık 254 terawatt-saat ("**TWh**") elektrik üretilirken, 2030 yılına kadar 600 TWh elektriğin yenilenebilir kaynaklardan gelmesi beklenmektedir. Almanya enerji depolama sistemlerinin, özellikle de batarya depolama sistemlerinin pazarda yaygınlaşmasına bağlıdır.

Almanya'da mevcut yasal çerçeve kapsamında enerji depolama sistemleri nasıl teşvik edilmekte?

BMWK tarafından son yıllarda enerji depolama sistemlerine yönelik ulusal yasal çerçevede yapılan çeşitli iyileştirmelerle yasa koyucu, özellikle şebeke ücretlerinden, harçlardan ve elektrik vergisinden belirli koşullar altında sağlanan muafiyetler yoluyla özellikle büyük ölçekli depolama sistemleri için elverişli bir piyasa ortamına katkıda bulunmuştur.

Bu nedenle BMWK, enerji depolama sistemlerinin kurulmasını ve işletilmesini şimdiden ekonomik bulmaktadır. Gelecekte, Federal Ağ Ajansı'nın ("**BNetzA**") yeni bir kararına göre, küçük depolama sistemleri de kontrol edilebilir tüketim ekipmanı olarak değerlendirilecek ve bu nedenle daha düşük şebeke ücretlerinden yararlanabilecektir. BMWK ayrıca, lisanslama engellerinin kaldırılmasına ilişkin de çalışmalarını sürdürmektedir.

Kontrolmatik ve Harbin Electric ("HEI") İş Birliğiyle Türkiye'nin En Büyük Enerji Depolama Projesi

Kontrolmatik grubuna bağlı Progresiva ve Çinli enerji devi HEI arasında imzalanan anlaşma, Türkiye'ye enerji sektöründe öncülük edecek bir projenin başlangıcını müjdelemektedir. Türkiye'nin ilk GWh kapasiteli enerji depolama tesisi, Tekirdağ'ın Çorlu ilçesinde inşa edilecektir.

2025 yılında devreye alınması planlanan bu depolama tesisinin, Türkiye'nin enerji sektöründe bir dönüm noktası olması beklenmektedir. Proje, 300 milyon dolarlık bir yatırımı içermekte ve Çin'den sağlanan finansmanla desteklenmektedir. Ayrıca, Türkiye'nin enerji üretimindeki çeşitliliği artırmak için 250 MW kapasiteli bir rüzgar enerjisi santralini de barındıracaktır.

HEI, Kontrolmatik ve onun iştiraki Pomega ile iş birliği yapacaktır. Ankara'da elektrik depolama alanında pil ve batarya üretimi için büyük bir yatırım gerçekleştiren Pomega, enerji depolama tesisleri için gerekli olan bataryaları ve çeşitli ekipmanları Türkiye ve Çin'den temin edecektir. Bu stratejik ortaklık, yerel kaynaklar ve uluslararası uzmanlığı birleştirerek enerji depolama altyapısını geliştirme taahhüdünü vurgulamaktadır.

Enerji Depolama'da Çin

Çin'in elektrik kurulu gücü, 2023 yılında yaklaşık 360 GW artışla 2920 GW'a ulaşmıştır. Ülkenin elektrik arz portföyünde kurulu gücün yaklaşık yarısını oluşturan termik santraller, yatırımlar sınırlı da olsa artmaya devam ederken, kapasite yatırımlarında yenilenebilir enerji kaynakları artışı dikkati çekmiştir. Çin, bu konuda rasyonel bir şekilde kademeli geçişlere önem verirken, bir yandan da enerji güvenliğinin vazgeçilmez yapı taşlarından arz-talep güvenliğini baz santral merkeziyle devam ettirdiğinin göstergesi olmuştur.

Çin'in 2023 enerji yatırımlarında enerji depolama kapasitelerindeki yükseliş de dikkati çekmektedir. Ülkenin 11 bölgesinde depolama kapasitesi 1 GW'ı aşarken toplam kapasite ise 2023 yılsonu itibarıyla 31,4 GW'a ulaşmıştır. Depolama teknolojilerinde lityum-iyon batarya teknolojisi öne çıkmaktadır. IEA'nın 2023 Yenilenebilir Enerji Raporu'na göre; küresel yenilenebilir enerji kapasitesinin 2028 yılına kadar 3700 GW artışla 7300 GW'a yükselmesi hedeflenmektedir. Çin'in yenilenebilir enerji portföyünün, küresel yenilenebilir enerji payının yüzde 46'sını oluşturması beklenmektedir. Kendi ihtiyacı olan yatırımları hızla yapan Çin, dünyada 200'den fazla

ülkeye rüzgâr ve güneş enerjisi ekipmanları ihraç etmektedir.

Çin, yenilenebilir enerji alanında ve enerji depolama sistemleri alanında lider ülke konumundadır. Çin'in bu alanlarda hızlı gelişmesinde ise; yatırım ve destek politikaları, büyük pazar ve talep, üretim kapasitesi, teknoloji geliştirme ve Ar-Ge, ulaşım ve endüstriyel dönüşüm politikaları rol oynamaktadır.

Yukarıda sayılanlara ek olarak Çin, dünyanın en büyük nadir toprak elementleri ("**NTE**") rezervlerine sahiptir. Teknoloji gelişimini tamamlayan ve özgün teknolojiler üreten ülkelere kıyasla Çin, nadir toprak elementleri alanındaki liderliğini kullanarak yenilenebilir enerji alanında regülasyonu ciddi bir oranda sağlamaktadır.

[1] "Çin'in Elektrik Kurulu Gücü 2023'te Yaklaşık 360 Gigavat Artışla 2 Bin 920 Gigavata Ulaştı.", İstanbul Ticaret Gazetesi, <https://istanbulticaretgazetesi.com/tr/cin-2023te-elektrik-kurulu-gucune-360-gigavat-kapasite-ekledi> (Erişim Tarihi: 02.02.2024).

[2] "Dünyada ve Türkiye`de NTE", TENMAK, <https://naten.tenmak.gov.tr/tr/nte-hakkinda/dunyada-ve-turkiye-de-nte.html> , (Erişim Tarihi: 02.02.2024).

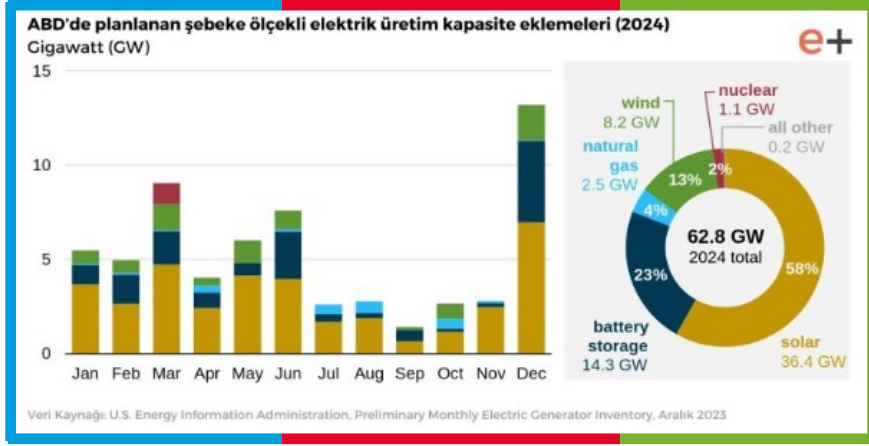


Enerji Depolama'da Amerika Birleşik Devletleri ("ABD")

Güneş enerjisi ve batarya depolama projeleri, 2024 yılında ABD'deki yeni elektrik üretim kapasitesinin %81'ini oluşturmaktadır. Enerji santrali sahipleri, 2024 yılında 62,8 GW yeni şebeke ölçekli elektrik üretim kapasitesi eklemeyi planlamaktadır. Bu ekleme, 2023 yılında eklenen 40,4 GW'lık kapasiteden %55 daha fazladır. Amerika Enerji Bilgi İdaresi, güneş enerjisinin 2024'te %58 ile yeni kapasitenin en büyük payını oluşturmasını ve onu %23 ile batarya depolamanın takip etmesini beklemektedir.

Kaynak: U.S. Energy Information Administration (ABD Enerji Bilgi İdaresi)

ABD'de 2024 yılında hayata geçecek yeni elektrik üretim kapasitesinde açık ara liderliğin güneş enerjisi ve enerji depolama projelerinin olacağı öngörülmektedir. Yapılan değerlendirmelere göre 2024 yılında ülkede devreye alınacak 1 MW'ın üzerinde kurulu güce sahip elektrik üretim tesislerinin toplam güçleri 62,8 GW olacak ve bu gücün 36,4 GW'lık bölümünü güneş enerjisi santralleri, 14,3 GW'lık bölümünü ise enerji depolama tesisleri oluşturacaktır.



ABD'de geçtiğimiz yıl devreye giren yeni güç 40,4 GW olmuş, bu rakamın 18,4 GW'lık bölümünü güneş enerjisi santralleri, 6,4 GW'lık bölümünü ise enerji depolama yatırımları oluşturmuştur. Bununla birlikte ülkenin rüzgâr enerjisi kurulu güç artışında son iki yılda yaşanan yavaşlama devam edecek ve 2024 yılında devreye girecek rüzgâr gücü 8,2 GW düzeyinde olacaktır.

2024 yılında ABD'nin doğal gaza dayalı elektrik üretim kapasitesi 2,5 GW artacak iken, Georgia eyaletindeki Vogtle Nükleer Enerji Santrali'nin 1,1 GW gücündeki bir reaktörünün daha devreye girmesi planlanmaktadır.



<https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=61424#>

4. Hidrojen Enerjisi

Elektrik enerjisine yönelik artan talep, önemli bir toplumsal eğilim olarak öne çıkmaktadır. Enerji tüketiminin temeli, zararlı çevresel etkileri olan ve yenilenemeyen kaynaklara dayanmaktadır. Özellikle fosil yakıtların yakılması, karbondioksit ve metan gibi sera gazlarının ("GHG") salınımına yol açarak küresel ısınmaya katkıda bulunmaktadır. İklim değişikliğinin ele alınması zorunluluğuna yanıt olarak, yenilenebilir enerji kaynaklarının benimsenmesi yükseliştir. Bu tür kaynaklara geçiş, dünyamız üzerindeki olumsuz etkiyi de azaltacak olan daha sürdürülebilir ve çevreye duyarlı enerjiye doğru atılmış önemli bir adımdır. Bu bağlamda hidrojen (H₂), atmosfere doğrudan zararlı emisyonlar salmadığı için bir enerji kaynağı olarak kilit bir rol oynamaktadır. H₂'den elektrik üretimi, tek yan ürünü su olduğu için minimum çevresel etki yaratmaktadır. H₂ enerjisi, enerji üretimi, depolanması ve kullanımına yönelik yenilikçi ve çevreye duyarlı bir yaklaşımı temsil etmekte ve çağdaş dünyada giderek daha fazla önem kazanmaktadır.

Hafif bir gaz olan H₂, diğer alternatiflerle karşılaştırıldığında en güvenli seçenektir. Doğal haldeki H₂ serbest olarak bulunmaz, daha ziyade bir ara enerji taşıyıcısı olarak hizmet eder. H₂'nin yüksek enerji yoğunluğu, küçük hacimlerde önemli miktarda enerji depolanmasını mümkün kılar. H₂, çıkarma yöntemlerinde çok yönlülük ve maliyet etkinliği sunan çeşitli enerji kaynaklarından üretilebilir. Ulaşım, enerji ve endüstri gibi çeşitli sektörlerde uygulama alanı bulduğu için H₂'nin kullanılması ekonomik açıdan faydalıdır. Aynı zamanda H₂ enerjisinin depolama gibi bazı dezavantajları vardır, özellikle yüksek maliyeti ve bileşiklerden saf H₂ çıkarmanın zorluğu üretim sırasında ek maliyetler gerektirmektedir.

Türkiye, H₂ enerjisine ilgi duyan ülkelerden biridir. Öncelikle, Türkiye'nin enerji sistemini dönüştürmeye olan yoğun ilgisi, Paris Anlaşması'nın imzalanması ve iklim değişikliği ile mücadeledeki sorumlulukları ile yakından ilişkilidir. H₂ enerjisinin kullanımı Paris İklim Anlaşması'nın ilkeleriyle uyumludur ve böylece ülkenin çevresel sorumluluğunu artırmasını sağlar. İkinci olarak, istikrarsız fosil enerji kaynaklarına olan bağımlılığın azaltılmasını gerektirerek ekonomik bir fayda sağlar, böylece enerji güvenliğini artırır, yenilik için yeni beklentiler sunar ve yeni girişimler ve istihdam fırsatları yaratır. Üçüncü olarak, bu uluslararası iş birliğini güçlendirmenin bir başka yoludur.

Türkiye'de H₂ üretimine elverişli koşullar, bu alanın gelişmesinde ve dünya pazarına entegrasyonunda kilit rol oynamaktadır. Bu koşullar arasında ülkenin coğrafi konumu,

ham maddelere erişim, teknolojik yetenekler, stratejik konum, potansiyel pazarlar vb. yer almaktadır. Özellikle, Asya ve Avrupa arasında yer alan Türkiye'nin coğrafi ve iklimsel özellikleri, ülkeyi yenilenebilir enerji kaynaklarının araştırılması için önemli bir hale getirmektedir

Türkiye'nin Avrupa ve Asya arasındaki coğrafi konumu, uluslararası H2 ticareti için transit rotalar ve taşıma koridorları geliştirme fırsatı sunmaktadır. Türkiye; Doğu, Güneydoğu ve Orta Avrupa pazarlarına H2 ihracatına katkıda bulunabilecek H2'nin verimli ve ekonomik bir şekilde taşınmasında olağanüstü bir rekabet avantajına sahiptir. Bu nedenle, halihazırda Türkiye üzerinden Avrupa'ya gaz taşımak için kullanılan Güney Gaz Taşıma Koridoru, H2 ticaretinde önemli bir rol oynamaktadır.



Aşağıdaki tabloda gelecekteki potansiyel H2 sektörüne ilişkin temel rakamlar bulunmaktadır. Senaryo A'da tüm sektörlerde büyük oranda bir elektrifikasyon temel alınırken Senaryo B'de enerji kullanımının görece yoğun olduğu sektörler özellikle dikkate alınarak oluşabilecek H2 enerjisi talebi ve bunu üretmek için gerekli olan elektroliz kapasitesi tespit edilmektedir.

Hidrojen Enerjisi Talebi ve Elektroliz Kapasiteleri Tahminleri

Parametre	Bölgeler	2030		2050	
		Senaryo A	Senaryo B	Senaryo A	Senaryo B
Hidrojen Talebi (TWh)	Federal Almanya	4	20	250	800
	Avrupa Birliği (AB)	30	140	800	2 250
Elektroliz Talebi (GW)	Federal Almanya	1	5	50	80
	Avrupa Birliği (AB)	7	35	341	511

Kaynak: Fraunhofer Institut, Eine Wasserstoff-Roadmap für Deutschland, Karlsruhe/Freiburg 2019:

https://www.ieg.fraunhofer.de/content/dam/ieg/documents/pressemitteilungen/2019-10_Fraunhofer_Wasserstoff-Roadmap_fuer_Deutschland.pdf

Hidrojen Enerjisinde Almanya

Almanya'da yıllık olarak özellikle kimya endüstrisi tarafından tüketilen yaklaşık 55 TWh H2 enerjisi şimdiye dek metan gazından (mavi H2) üretilmiştir. Federal hükümetin eski Hidrojen Enerjisi Stratejisi'nde 2030 yılı itibarıyla gereksinim duyulan miktar 90-110 TWh olarak belirlenmiştir. Yeni strateji taslağında ise bu miktar 95-130 TWh olarak öngörülmektedir.

Kıyaslama açısından; 2023 yılında ülkede yenilenebilir kaynaklardan üretilen brüt elektrik miktarı yaklaşık 269 TWh ile toplam üretilen elektrik enerjisinin yaklaşık yüzde 53'üne denk gelmektedir.

2030 yılında olması gereken H2 üretim kapasitesi (elektroliz kapasitesi) 10 GW, bunun için lazım olan elektroliz adeti ise hesaplara göre 1.000 civarındadır. Bu tesislerde üretilebilecek olan H2 enerjisi miktarı, tahminlere göre yukarıda sözü edilen ihtiyacı karşılamaya yetmeyecektir. 2030 yılında tüketilecek olan miktarın yaklaşık yüzde 50-70'i kadarı "dışardan" ithal edilmek zorunda kalınacağı düşünülmektedir. Bu zamana kadar getirilecek olan H2 enerjisi sıvılaştırılmış doğal gazda (LNG) olduğu gibi gemilerle ve sonra da kurulacak boru hattı ile taşınabilecektir.

Almanya'nın önde gelen araştırma enstitülerinden Fraunhofer Institut, yaptığı kapsamlı araştırmada Almanya'nın 2050'de tüm potansiyelleri kullanması ve deniz, hava yollarının yakıt ihtiyacını H2 ve bununla üretilen sentetik yakıttan karşılaması durumunda yıllık 800 TWh'ya kadar miktarlarda H2 enerjisine ihtiyaç duyabileceği sonucuna varırken, 2050 yılına kadar 80 GW'lık bir kurulu elektroliz kapasitesine kavuşulabilmesini olanaklı görmektedir.

Yeşil H2 konusunda Namibya ile Almanya'nın yaptığı anlaşmaya göre artan enerji ihtiyacının karşılaması, yatırımlarla işsizliğin azaltılıp bölgesel ekonomik çevrimin yükseltilmesi, her iki ülke arasında kurulacak boru hattı ile Namibya'da üretilen H2 enerjisinin aktarımının sağlanması hedeflenmektedir.

Almanya'nın H2 enerjisi konusunda bir başka iş birliğinin ise Norveç ile yapılması planlanmaktadır. Bu alanda yapılması düşünülen boru hattı ve 2030 yılına kadar kurulması planlanan enerji ağı ile geniş alanlı bir enerji tedariki tasarlanmaktadır. Norveç de, özellikle hidrolik enerji konusunda oldukça geniş olanaklara sahiptir.

Almanya'nın H2 enerjisi konusunda diğer ülkelerle iş birliğine dayanarak yürüttüğü çalışmalarla mümkün olduğunca enerji kaynaklarını çok sayıda partner ülkelere yaygınlaştırma stratejisi olduğu değerlendirilmektedir.

Hidrojen Enerjisinde Çin

Çin, hükümetinin 2024 yılı Çalışma Raporu'na ilk kez H2 enerjisi öncü bir sektör olarak girdi. Başbakan Li Qiang'ın Çin Ulusal Halk Meclisi'ne sunduğu raporda H2 enerjisinin gelişiminin hızlandığı vurgulanmaktadır.

Çin, güneş ve rüzgar enerjisinde dünyada birinci sırada yer almaktadır. Elektrikli araç üretiminde ise ABD, Avrupa ve Japonya ile arayı hızla açmaktadır.

Çin dünyada en bol bulunan element olan H2'den enerji üretmeye devam ederken 2024 yılında süreci daha da hızlandırarak üretimine devam etmektedir. 27.02.2024 tarihli Wall Street Journal gazetesine göre, Çin'in H2 sanayisi için belirgin bir gelişme yaşanmıştır. Şangay merkezli H2 teknolojisi şirketi Refire Group'un Hong Kong'da hisselerini halka arz etmesine ve 100 milyon dolarlık işlem yapmasına izin verildi. Refire şirketi, elektrikle sudan H2 üreten elektrolizörler gibi temel ekipmanların yanı sıra elektrikli araçlardaki bataryaların bir benzeri olan H2 yakıt hücrelerini de üretmektedir.

H2 enerjisi alanında çalışan Çinli şirketlerin oluşturduğu Çin Hidrojen İttifakı (ÇHI), 2025 yılına kadar Çin'in H2 enerjisi endüstrisi çıktı değerinin 1 trilyon yuana (yaklaşık 14 milyar dolar) ulaşacağını tahmin etmektedir. H2 enerjisi, Çin'in terminal enerji sisteminin yüzde 10'undan fazlasını oluşturacak ve endüstriyel zincirin yıllık çıktı değeri o zamana kadar 12 trilyon yuana ulaşacaktır. ÇHI'ye göre, Çin'in H2 enerjisi pazarının ölçeği 2030 yılına kadar 43 milyon tona ulaşacak, yeşil H2 2019'da enerjinin yüzde 1'inden yüzde 10'una yükselecek ve pazar ölçeği yaklaşık 30 kat artacaktır.

Çin H2 enerjisinde hızla ölçeğini büyötmeye devam etmektedir. Çin'de halen bazı kentlerde, H2 enerjisini tanıtmak amacıyla toplu taşıma araçları devlet desteğiyle H2 ile çalışmakta, verilen destekler çeşitlendirilmekte ve yakıt hücreli araçların tanıtımı amacıyla şehir sayısının artırılması planlanmaktadır. Ayrıca yerel hükümetler bölgelerindeki koşullara göre yeni destek politikalarının oluşturulması beklenmektedir.

Çin'in İki Büyük Yeşil Hidrojen Tesisi

Dünya Ekonomik Forumu'nun analizlerine göre Çin, dünyanın en büyük H2 üreticisi ve tüketicisi olmasına rağmen ürettiği H2'nin yüzde 0,1'inden daha azı yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilmektedir. Öte yandan dünyanın en büyük yeşil H2 projesi Çin'de hayata geçirildi. Çin'in İç Moğolistan Özerk Bölgesi'ndeki Ordos kentinde 22.06.2023 tarihinde ilk parti "yeşil hidrojen" üretildi. Yıllık 30.000 ton yeşil H2 ve 240.000 ton yeşil oksijen üreterek yılda yaklaşık 1,43 milyon ton karbondioksit salımının azaltılmasının sağlanması öngörülmektedir.

Ordos'taki tesis, Çin'in kuzeybatısındaki Sinciang Uygur Özerk Bölgesi'ndeki Kuça şehrinde 2021 yılında inşasına başlanan yeşil H2 tesisinin ardından Sinopec'in ikinci projesidir. Kuça Yeşil Hidrojen tesisinin elektroliz yöntemiyle sudan H2 üretme kapasitesi yılda 20.000 tondur. H2 depolama kapasitesi 210.000 metreküpe ve H2 iletim kapasitesi saatte 28.000 metreküpe ulaşmaktadır. Kuça'da üretilen yeşil H2 ve yeşil oksijen, boru hatları aracılığıyla bir derin kömür işleme tesisine taşınmakta ve bu sayede kömürden H2 elde etmenin yerini alarak, kömürden elde edilen kimyasal ürünlerin temiz ve düşük karbonlu dönüşümünü sağlayacaktır. Çin, temiz yakıtı kaynak zengini batıdan doğudaki enerji tüketen bölgelere daha etkin bir şekilde aktarmak için 400 km'nin üzerinde bir H2 boru hattı inşa etmeyi planlamaktadır. Ayrıca Çin, deniz suyundan H2 enerjisi üretmek üzerine de çalışmalarını sürdürmektedir.

ABD Temiz Hidrojen Projesi

ABD Enerji Bakanlığı (Department of Energy) 14.04.2024 tarihinde, temiz H2'nin maliyetini azaltmayı amaçlayan bir dizi projeye 750 milyon dolar tahsis edeceğini duyurmuştur.

Enerji Bakanlığı tarafından duyurulan finansman kapsamında projeler, gelişmiş elektroliz teknolojilerini ve temiz H2 sistemleri ve bileşenlerinin üretim ve geri dönüşüm yeteneklerini destekleyerek, önümüzdeki birkaç yıl içinde Amerika Birleşik Devletleri'nin temiz H2 üretim kapasitesini önemli ölçüde artırmayı hedeflemektedir.

Bu duyuru, Biden yönetiminin Haziran 2023'te ABD Ulusal Temiz Hidrojen Stratejisi ve Yol Haritası'nı yayınlamasının ardından gelmiştir. Strateji, enerji yoğun endüstrilerde kullanılmak üzere düşük karbonlu H2 üretiminin, kullanımının ve dağıtımının önemli ölçüde artırılmasını amaçlamaktadır.

Ayrıca, ABD'nin temiz H2 üretimini ve kullanımını 2030'a kadar 10 milyon metrik ton, 2050'ye kadar ise 50 milyon ton ölçeğinde artırmayı hedeflemektedir.

H2, özellikle rüzgar veya güneş gibi yenilenebilir enerji çözümlerinin ve emisyon azaltımının daha az olduğu sektörler için temiz bir enerji geleceğine geçişin temel taşlarından biri olarak görülmektedir.

Şu anda ABD'de yaklaşık 10 milyon metrik ton H2 üretilmekte ve küresel olarak yaklaşık 94 milyon metrik ton H2 üretilmektedir. Ancak bu üretimin büyük çoğunluğu fosil yakıtlar kullanılarak sağlanmakta ve bu da kirletici maddeler ve sera gazı emisyonlarının açığa çıkmasına sebep olmaktadır.

Örneğin, ABD'nin H2 üretimi, doğal gazın buhar metan reformuyla çıkarılmasına dayanmakta olup bu durum şu anda yılda yaklaşık 100 milyon ton sera gazı emisyonu açığa çıkmasına sebep olmaktadır.

Temiz H2 kapasitesinin geliştirilmesi, yeşil hidrojen gibi, yenilenebilir enerji kullanılarak H2'nin diğer materyallerden çıkarılması sürecini beslenmesi için büyük yatırımlar gerekmekte olup bunlar arasında altyapı, elektroliz, taşıma ve depolama yer almaktadır.

Enerji Bakanlığı'nın yeni finansman projesi, İki Taraflı Altyapı Yasası (Bipartisan Infrastructure Law) tarafından finanse edilecektir. Bu finansman 1 milyar dolarlık kısmı elektroliz yoluyla üretilen temiz H2'nin maliyetini azaltmak için araştırma, geliştirme, deneme ve dağıtım faaliyetlerine ve 500 milyon dolarlık kısmı temiz H2'nin sistemleri ve malzemelerinin imalatı ve geri dönüşümü için geliştirilmiş süreçler ve teknolojiler için araştırma, geliştirme, deneme ve dağıtım faaliyetlerine tahsis edilmektedir.

İki Taraflı Altyapı Yasası, ulaşım sektörüne büyük çapta yatırımlar yaparak, kamu güvenliğini ve iklim direncini iyileştirmek, ülke genelinde istihdam yaratmak ve daha adil bir gelecek sağlamayı amaçlayan bir yasadır. 15 Kasım 2021'de Başkan Biden tarafından imzalanarak yürürlüğe giren İki Taraflı Altyapı Yasası, 2022'den 2026'ya kadar mali yıllarda, yollar, köprüler ve toplu taşıma, su altyapısı, dayanıklılık ve geniş bant dahil olmak üzere altyapıya yönelik yeni Federal yatırım için 550 milyar dolar sağlamaktadır.

Yeni fonlar, 24 eyalette 52 projeyi destekleyecek ve bunlar arasında düşük maliyetli, yüksek verimli elektrolizör imalatına odaklanan projelere 316 milyon dolar, yakıt hücresi montaj ve yığınları için gelişmiş imalata 150 milyon dolar, yakıt hücresi tedarik zinciri gelişimine 82 milyon dolar, elektrolizör bileşen ve tedarik zinciri gelişimine 81 milyon dolar, gelişmiş teknoloji ve bileşen geliştirme projelerine 72 milyon dolar ve geri dönüşüm konsorsiyumuna 50 milyon dolar ayrılmıştır.

Enerji Bakanlığı'na göre, projelerin yılda 14 GW'lık bir yakıt hücresi imalat kapasitesini mümkün kılması beklenmekte olup bu da her yıl satılan orta ve ağır ticari araçların %15'ini çalıştırmak için yeterli olacak ve yılda 10 GW'lık elektrolizer, yılda ek olarak 1,3 milyon ton temiz hidrojen üretmek için yeterli olacaktır.

ABD'nin Temiz Hidrojen Planı

ABD Hükümeti, enerji şirketlerinin temiz enerji kaynakları kullanarak düşük karbonlu H2 üretmek için milyarlarca dolarlık vergi indirimine nasıl erişebileceklerine ilişkin düzenlemeler önerirken nükleer enerjinin değerlendirilmesi konusu belirsizliğini korumaktadır. ABD Hazine Bakanlığı 128 sayfalık teklifte, vergi indiriminin H2 üretiminde kullanılan enerji kaynağından kaynaklanan sera gazı emisyonları referans alınarak değerlendirileceğini ve kilogram başına 60 sent ile 3 dolar arasında değişeceğini belirtti. Temiz enerji kapsamında H2 üretim vergisi indiriminin, temiz bir enerji ekonomisi oluşturmak ve iklim kriziyle mücadele etmek için sektörler arası özel yatırımların önünü açma stratejisinin önemli bir parçası olduğu vurgulanırken H2 üreticilerinin vergi indiriminden faydalanmak için H2 santralinin hizmete girmesinden sonraki üç yıl içinde üretilen temiz elektriği kullandıklarını kanıtlamaları gerekmektedir. ABD Yönetimi, düşük karbonlu H2'nin alüminyum, çimento ve çelik gibi ağır sanayiye ve uzun mesafeli taşımacılığı dönüştürerek iklim değişikliğiyle mücadeleyi kuvvetlendireceğine inanmaktadır.

Kaynak: ABD yeşil hidrojen projelerini destekleyecek

Hidrojen Enerjisinde Türkiye

Ülkemizde H2 ilk kez 2.05.2007 tarihinde yayımlanan Resmi Gazete'de "Enerji Verimliliği Kanunu"nda kullanımı özendirilmesi gereken alternatif bir yakıt olarak resmi belgelere girmiştir. 2011 yılında da H2 yakıtlı araçlara ilişkin bir yönetmelik çıkarılmıştır. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı tarafından projelerinde fosil enerji kaynaklarına alternatif olarak teşvik edilecek temiz enerji yakıtları arasında H2'yi de içeren "Ulaştırmada Enerji Verimliliğinin Artırılmasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik" 2.05.2019 tarihinde yayımlanmıştır. 15.01.2020 tarihinde Enerji ve

Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın düzenlediği "Hidrojen Arama Konferansı" ile H2' nin aşağıdaki dört ana fayda üzerinden elde edileceği belirtilmiştir. Bunlar:

- Daha fazla yenilenebilir enerjiyi sisteme dahil etmek,
- Isı sektörünü karbon emisjonsuz hâle getirmek,
- Yerli kömürden CO2 yakalama teknolojileri kullanarak H2 üretimi gerçekleştirmek,
- H2'nin depolanması için bor bileşiklerinin kullanımını artırmaktır.

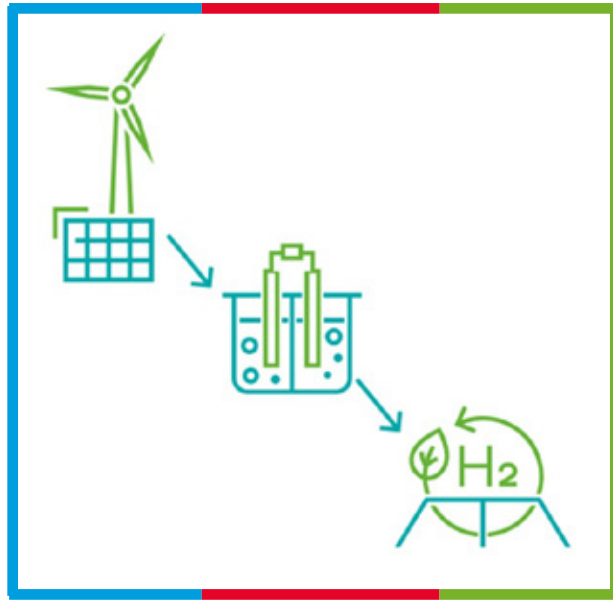
Yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretiminin dengelenmesi için depolama teknolojilerinin kullanılması gerekliliğine değinilen konferansta, doğal gaz dağıtım hatlarına %2-6 oranında H2 karıştırılmasının yöntemlerden biri olduğu ifade edilmiştir. H2 ekosistemi kurulmasına yönelik ayrı bir H2 piyasası kanunu oluşturulabileceği gibi H2'ye ilişkin düzenleyici çerçevenin oluşturulmasına temel olabilecek hükümlere Doğal Gaz Piyasası Kanunu (4646 Sayılı Kanun), Elektrik Piyasası Kanunu (6446 Sayılı Kanun) veya Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanunu'nda (5346 Sayılı Kanun) yer verilmesi mümkündür.

25.02.2022 tarihinde yayımlanan İklim Şurası Komisyon Tavsiye Kararları'nda H2 üretimi, depolanması ve kullanımı teknolojilerinin geliştirilmesi ile Hidrojen Stratejisi ve Yol Haritası'nın hazırlanması hususlarına da yer verilmektedir. 4.09.2022 tarihli ve 31943 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan "Orta Vadeli Program (2023-2025)"a göre ana ihracat pazarımız olan AB'de devam etmekte olan kaynak verimli ve rekabetçi yeşil dönüşüm politikaları kapsamında ülkemizin 2053 net sıfır emisyon hedeflerine ulaşması için tüm sektörlerde gereken adımların atılmasına devam edileceği belirtilmiştir. Bununla birlikte ülkemizde;

- Yeşil dönüşüm altyapısının oluşturulması için başta tarım, sanayi, ulaştırma ve enerji sektörlerinde olmak üzere yeşil teknoloji Ar-Ge projeleri desteklenmeye devam edilecek, yeşil H2 ve enerji depolama gibi emisyon azaltılmasına katkı sağlayan teknolojilerin yatırım ekosistemi geliştirilecek,
- Net sıfır emisyon hedefine giden yolda orta vadeli düşük karbonlu büyüme stratejisi ortaya koyulacak, sektörlerin yeşil dönüşüm için ihtiyaç duyacağı ilave yatırım miktarı tespit edilecek ve rekabet güçlerinin korunması amacıyla çeşitli destek mekanizmaları planlanacak,
- İklim finansmanına erişim imkanları özel sektörün ihtiyaçları dikkate alınarak geliştirilecek, verimlilik artıran dönüştürücü nitelikli katma değeri yüksek, sera gazı emisyon artışını sınırlayan ve yeşil becerileri artıran yatırımlara öncelik verilecektir.

Cumhurbaşkanlığı Bilim, Teknoloji ve Yenilik Politikaları Kurulu'nca yapılan çalışmalar H2 teknolojileri konusunda gelişmelerin önemini ortaya koymaktadır. Kurul tarafından ülkemizin, H2 teknolojileri alanında kendi kendine yetecek ve H2 teknolojileri

ihracatı gerçekleştirerek rekabetçi bir konuma ulaşmasını ve enerji arz güvenliğini/ çeşitliliğini sağlayacak politika ve eylem önerileri oluşturmak amacıyla Mayıs 2021'de hazırlanan "Hidrojen Teknolojileri Politika Önerileri Raporu"ndan, ihtiyaç ve teknolojik/ destekleyici çözümler bölümünde faydalanılmıştır. 2053 net sıfır emisyon hedeflerine ulaşma yolunda Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ("**ETKB**") tarafından "Türkiye Ulusal Enerji Planı" yayınlanmış ve emisyon azaltımını sağlamak amacıyla doğal gazın H2 ve sentetik metan ile karıştırılması çalışmalarının yapılacağı ve gaz karışımı içindeki H2'nin payının %3,5 olacağı belirtilmiştir. Ayrıca Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı tarafından hazırlanan 12. Kalkınma Planı (2024-2028) ve ETKB 2024-2028 Stratejik Planı çalışmalarında H2 konusu öncelikli olarak ele alınacak olup bu doğrultudaki hedeflere yer verilmesi planlanmaktadır.

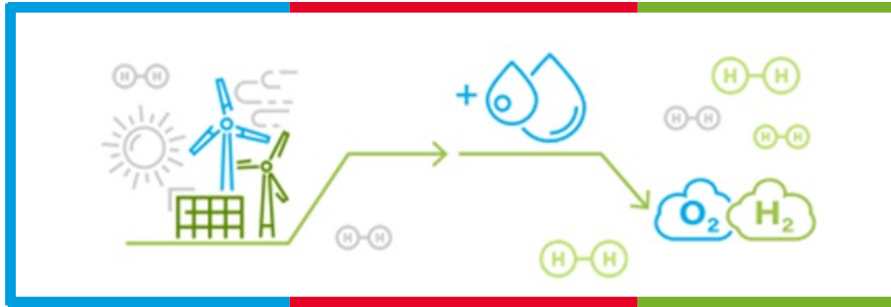


Hidrojen Teknolojilerinde İhtiyaç, Çözüm ve Yol Haritaları

H2 teknolojilerinde ihtiyaç, çözüm ve yol haritaları belirlenirken aşağıda özetlenen dünyadaki eğilimler ile ülkemizin öncelikleri çerçevesinde mevcut durum ve kaynakları dikkate alınmıştır.

- Türkiye'nin de Paris İklim Anlaşması'nı onaylaması üzerine başta ulaşım, petrokimya, demir-çelik, gübre ve çimento gibi sektörlerde yeşil H2 kullanım oranı hızla artacaktır.
- Demir-çelik gibi enerji tüketimi yoğun olan sektörlerde, üretildiği yerin yakınında düşük maliyetli H2 kullanımı için çalışmalar yürütülecektir.
- Kapalı alan yük taşıma (fork-lift) ve uzun mesafe ağır yük taşımacılığı için H2 'li araç sayılarında önemli artış olacaktır.
- Gaz şebekelerinde H2'nin doğal gaza eklenerek ya da doğrudan kullanımı ile binalarda ve sanayide ısı ihtiyacının karşılanmasına yönelik proje ve pilot çalışmalar sürdürülecektir.

- Türkiye'nin yerli kaynaklarından üreteceği mavi H2 çeşitli sektörlerde H2 ekonomisine geçişte etkili olacak ve H2 ihtiyacının bir bölümü bu yolla karşılanacaktır.
- Enerji kaynaklarımızla üretilen yeşil H2 'nin kullanımıyla enerji arz güvenliği, çevresel sürdürülebilirlik ve yaşam kalitesinin (temiz hava, su ve toprak) artırılması hedeflenmiştir.
- Türkiye enerji alanında fosil yakıt ithalatına büyük ölçüde bağımlı olmasına rağmen son on yılda hidroelektrik, güneş ve rüzgâr öncülüğünde yenilenebilir elektrik üretimini iki katına çıkarmıştır. Güneş ve rüzgârda sahip olduğu kaynak potansiyeli ve özellikle düşük PV kurulum maliyetleri göz önüne alındığında, Türkiye'nin yenilenebilir enerjide daha fazla büyüme sağlayacağı açıktır. Bununla birlikte, yerli elektrolizör geliştirme çalışmalarının hızlanması ve dünyada bu alanda önemli gelişmelerin hâlihazırda kaydedilmiş olması, ülkemizin yerli kaynağı olan yenilenebilir enerjiden elde edilen elektriği kullanarak elektrolizör ile yeşil H2'nin her alanda kullanımına imkân sağlayacaktır.
- İklim değişikliği ile mücadele kapsamında CO2 yakalama sonrası karbonun değerlendirilmesine yönelik hidrokarbon esaslı yakıtlar ve her türlü malzeme üretiminde H2 'ye olan ihtiyacın giderek artacağı öngörülmektedir.



Türkiye'nin Hidrojen Enerjisi yolculuğunda gelişmeler

Güney Marmara Kalkınma Ajansı'nın koordinatör olarak yer aldığı uluslararası ortaklı 16 üyeli konsorsiyumun hazırladığı "HY SouthMarmara Projesi" Ufuk Avrupa Clean Hydrogen Partnership (Temiz Hidrojen Ortaklığı) 2022 Yılı Çağrısı kapsamında desteklenmeye hak kazanmıştır. 36,8 milyon euro toplam bütçeli ve 5 yıl sürecek olan proje ile Türkiye'nin ilk Yeşil Hidrojen Vadisi hayata geçirilmesi planlanmaktadır. Projenin başarılı olması ile şimdiye kadarki en yüksek hibe tutarı olan 8 milyon euro tutarında AB hibesi ülkemize kazandırılmış ve Türkiye Çerçeve Programları tarihinde bir ilk yaşanmıştır.

Projenin hayata geçmesi ile TR22 Güney Marmara Bölgesi, Türkiye'nin 2053'te karbon-nötr ekonomiye ulaşmasında öncü bölgelerden biri olacak ve ayrıca bölge, Avrupa ülkelerine H2 ve türevlerinin ihracatında da önde gelen bölgelerden biri olmaya aday duruma gelecektir.

Türkiye'nin toplam elektrik üretiminin yüzde 13'ünü sağlayan ve yenilenebilir enerji kurulu gücünde lider bölge olarak 3 GW kapasiteye yaklaşan Güney Marmara Bölgesi'nde, H2 ekonomisi bu proje ile bir nevi gelişmesi öngörülmektedir. Balıkesir'de Enerjisa Üretim'in sahasında üretilecek minimum 500 ton/yıl yeşil H2, Linde Gaz tarafından taşınarak Hidrojen Peroksit, Kale Seramik, Şişecam ve Eti Maden'in tesislerinde kullanılacaktır.

Güney Marmara Hidrojen Kıyısı Platformu'nun ilk somut adımlarından birisi olacak bu proje ile sadece yeşil H2 üretimine değil sıvı ve katı H2 türevlerinin üretimine de odaklanılacak ve projenin hedeflerinden biri de; Türkiye'nin ithalatına bağımlı olduğu metanol ve amonyak gibi H2 türevlerini yeşil yöntemlerle ve kendi kaynaklarıyla üretmektir.

(Kaynak: <https://enerji.gov.tr/duyuru-detay?id=20316>)

5. Karbon Yakalama ve Karbon Vergisi

Günümüzde karbon emisyonunun çevreye verdiği zararlar çok ciddi boyutlara ulaşmıştır. Bu sebeple büyük oranda karbon emisyonuna sebep olan enerji, ağır sanayi ve ulaştırma sektörleri gibi sektörlerin temiz enerji üretimine geçişleri çok önemlidir. Bu sektörlerin karbonsuzlaşma süreçlerinin başarıyla tamamlanabilmesi ve sürdürülebilir, rekabetçi bir kalkınmanın sağlanabilmesi için çeşitli teknolojilerin ve yaklaşımların geliştirilmesi gerekmektedir. Bu teknolojiler arasında günümüzde trend olarak; nükleer enerji, değişken yenilenebilir enerji (VRE-variable enewable energy) kaynakları ve karbon yakalama ve depolama (CCS- carbon capture and storage) gibi CO2 gazı salınımını azaltılmasına yönelik geliştirilen teknolojiler karşımıza çıkmaktadır. İklim değişikliği konusu öne çıkmaya başladığından beri hükümetlerin yatırımlarını iyileştirmesi ve net sıfır emisyonuna yönelik politikaların gelişmesiyle birlikte bu teknolojiler yükselen bir trend yakalamışlardır. Bu teknolojiler arasında CCS teknolojisi ise yakın ve orta vadede net sıfır emisyonlu enerjiye geçmek için kullanılan bir köprü teknolojisi olarak görülmektedir. Ancak bu teknoloji maliyetli bir teknolojidir ve yapılan çalışmalarda depolanan karbonun bir kısmının kullanılmak

üzere dönüştürülmesi ile CCS maliyetlerinin düşürüldüğü gözlemlenmiştir. Yakalanan karbonun başka bir kullanım amacıyla dönüştürülmesi teknolojisine ise karbon yakalama kullanma ve depolama teknolojileri (CCUS) adı verilmektedir.

Son birkaç yılda CCUS teknolojileri daha güçlü iklim hedefleri ve finansal teşvikler sayesinde yeni bir ivme kazanmıştır. Fakat, Dünya'yı endüstri öncesi dönemdeki seviyeye göre 1.5 C° fazla ısıtan karbon yayılımını engelleyebilmek için bu projelerden daha fazlasına ihtiyaç olduğu bilinmektedir. Uluslararası Enerji Ajansı raporunda CCUS projelerinin, karbondioksit yayılımını neredeyse beşte bir oranında; iklim krizi ile mücadeledeki maliyeti ise %70 oranında azaltabileceği belirtilmiştir. CCUS'in gerekli olmasının en önemli nedenlerinden biri, ağır sanayinin; yani gübre üreticileri, çelik fabrikaları ve çimento üreticilerinin daha temiz enerjiyle çalışmaya uyum sağlamasının zor ve pahalı olmasıdır. Bu projeler arasında ise ülkemiz henüz yer almamaktadır. Bu doğrultuda çeşitli kamu kurum ve kuruluşları tarafından proje önerileri yürütülmektedir.

Karbon Yakalama Teknolojileri

Karbon yakalama teknolojileri, atmosferdeki karbondioksit (CO₂) gazını yakalamak ve depolamak veya başka bir şekilde kullanmak için tasarlanmış çeşitli yöntemlerdir. Bu teknolojiler, sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yardımcı olmayı amaçlar ve iklim değişikliğiyle mücadelede önemli bir rol oynamayı hedefler. Karbon Yakalama, Kullanma ve Depolama ("KYKD") sürecinin birinci adımı karbonun yakalanmasıdır. Karbon yakalama çok farklı teknoloji ve yöntemlerle yapılabilmektedir. Dört ana karbon yakalama teknolojisi bulunmaktadır. Bu teknolojiler yanma öncesinde, yanma sonrasında veya oksijen-yakıt ile kullanılabilir.

1. Karbon soğurma
2. Yüzeyde tutma
3. Membran ile karbon yakalama
4. Kriyojenik proses ile karbon yakalama

Yanma öncesinde kullanılan karbon yakalama teknolojileri, fosil yakıttan yanma gerçekleşmeden önce CO₂'in yakalanması temeline dayanmaktadır.

Yanma sonrasında kullanılan karbon yakalama teknolojileri daha çok konvansiyonel doğal gaz ve pulverize kazanlı kömür santrallerine uygundur. Bu teknolojilerde, fosil yakıt yakıldıktan sonra ortaya çıkan ve baca gazında bulunan CO₂'in yakalanması amaçlanmaktadır. Yanma sonrası karbon yakalama teknolojileri, işletmedeki elektrik sonradan uygulanabilir olduğu için en çok araştırma yapılan sistemlerdir. Yanma sonrası karbon yakalama teknolojileri, işletmedeki tesislere, fazla bir modifikasyon

yapmadan uygulanabilmektedir. Yanma sonrası karbon yakalama ile yeni tesislerde CO2 çok büyük oranda yakalanabilmektedir. Diğer teknolojiler ile kıyaslandığında daha yüksek operasyonel esneklik sunabilmekte ve farklı sistemlere entegre edilebilmektedir. Oksi-yakıt ile karbon yakalama, fosil yakıtın hava yerine saf oksijene yakın bir gaz karışımı ile yakılması temeline dayanmaktadır. Burada amaç yüksek CO2 konsantrasyonuna sahip, su (H2O) barındıran baca gazı üretmek ve daha sonra dehidrasyon ile düşük sıcaklıkta saflaştırma ile CO2'in yakalanmasını sağlamaktır. Oksi-yakıt ile karbon yakalama, pulverize kazanlı kömür santrallerinde, akışkan yataklı kömür santrallerinde ve gaz türbinlerinde kullanılabilir.

Uygun karbon yakalama teknolojisi, gazın hacmine, CO2 konsantrasyonuna, gaz karışımındaki diğer gazların oranına, gaz karışımının basınç ve sıcaklığına, yakalanması hedeflenen karbon oranına ve karbon yakalama sonrası hedeflenen gazın saflığına göre değişiklik göstermektedir. Bu hususlar karbon yakalama teknolojisini ve karbon yakalamanın maliyetlerini belirlemektedir. Her bir teknolojinin avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Her bir teknoloji maliyet, operasyonel kolaylık (işletilebilirlik), karbon ayak izi, gaz girişindeki CO2 oranı, gaz çıkışındaki CO2 saflığı ve diğer etkenler değerlendirildiğinde bir diğerine göre daha avantajlı veya dezavantajlı hale gelebilmektedir. Bu sebeple hiçbir teknoloji için diğerlerinden kesin olarak daha iyidir demek doğru olmayacaktır. Her bir teknolojinin, kullanıldığı sektör ve pazara göre üstünlükleri bulunmaktadır.

Aşağıdaki tabloda her bir teknolojinin kullanıldığı sektörler ve hangi gelişim aşamasında buldukları yer almaktadır.

Ayırma Prosesi	Karbon Soğurma (Absorbtion)	Yüzeide Tutma (Adsorption)	Membran ile Karbon Yakalama (Membrane Separation)	Kriyojenik Proses ile Karbon Yakalama (Cryogenic Processes)
Elektrik Üretimi	B	-	A	T
Petrol ve Kömür Ürünleri	B	-	İ	T
Küspe ve Kâğıt	A	-	-	T
Çimento Üretimi	B	İ	A	T
Kimyasal Üretimi	B	İ	-	T
Demir Çelik	B	İ	İ	T
Petrol ve Doğal Gaz Prosesi	B	İ	İ	T
Tarım, Pestisit ve Gübre	B	İ	-	T

B: Birincil Kullanım / İ: İkincil Kullanım / A: Araştırma Test / T: Teorik

Dünyada KYD Mevzuat Gelişmeleri Ve Örnekleri

Avrupa Birliği

AB, KYKD teknolojilerinin kullanımına ilişkin mevzuatını olan Karbon Yakalama ve Depolama ("**KYD**") Direktifini 2009 yılında kabul ederek yayınlamıştır. Direktif, CO₂'nin jeolojik depolanması için yasal çerçeveyi oluşturmaktadır. KYD Direktifi AB'deki jeolojik oluşumlardaki CO₂ depolamasını ve depolama alanlarının tüm kullanım ömrünü kapsar. Ayrıca, KYD'nin yakalanması ve taşınması bileşenlerine ilişkin hükümler içerir. Avrupa Komisyonu, 'Sürdürülebilir Karbon Döngüleri' ile ilgili olarak, sürdürülebilir ve iklime dayanıklı karbon döngüleri oluşturmak için uzun vadeli hedef belirledi. Bu hedef kapsamında Avrupa Komisyonu, CO₂'nin endüstriyel olarak yakalanmasını, kullanılmasını ve depolanmasını desteklemek için metodolojik destek ve finansman sağlar, karbon giderimlerinin sertifikasyonu için düzenleyici bir çerçeve geliştirdi.

Sürdürülebilir karbon döngülerine ilişkin bildiri aynı zamanda, tarım arazilerini CO₂'yi atmosferden uzaklaştırmaya ve karbon stoklarını artırmaya yardımcı olacak şekilde sürdürülebilir bir şekilde yönetmeyi amaçlayan karbon tarımı kavramını da ele almaktadır. Son olarak, "mavi karbon" girişimleri, ekosistemleri yeniden canlandırarak okyanus ve kıyı ekosistemlerindeki CO₂'nin uzaklaştırılmasını artırmayı amaçlamaktadır.

AB, 2011 yılından bu yana AB-ETS çerçevesi içinde yürütülen NER 300 Programı ile enerji endüstrisinde yenilikçi düşük CO₂ gösterim projelerine yatırımları teşvik etmektedir. NER 300 programının ana finansman odakları, yenilikçi yenilenebilir enerji teknolojileri ve KYKD üzerinedir. İnovasyon Fonu başlığı altında, KYKD için kaynakların sanayi sektörüne de yayılması amaçlanmaktadır. 2021 itibarıyla İnovasyon Fonu, AB-ETS'nin bir parçasıdır. 2020'den 2030'a kadar, çevre açısından güvenli Karbon Yakalama ve Kullanma (KYK) süreçleri de dahil olmak üzere iklim değişikliğinin azaltılmasına önemli ölçüde katkıda bulunabilecek yenilikçi düşük CO₂ üretim süreçlerine yönelik projeleri gösteren endüstri projelerine, AB içinde teşvikler sağlanması amaçlanmaktadır. AB İnovasyon Fonu'nun ilk teklif çağrısı, Avrupa Komisyonu tarafından 3 Temmuz 2020'de yayınlanmış bulunmaktadır. Bu teklif çağrısı, yatırım hacmi 7,5 milyon avronun üzerinde olan projeleri ele almaktadır.

ABD

ABD'nin KYKD'ya ilişkin mevcut politikaları dört ana başlıkta toplanabilir. Aşağıda bu politikaların özetleri verilmiştir:

1. Karbon Yakalama Programı: Enerji santralleri, çimento ve çelik tesisleri, rafineriler, petrokimya tesisleri ve diğer kaynaklardan CO2 emisyonlarının %95'inden fazlasını yakalamayı hedefleyen teknolojilerin araştırma, geliştirme, demonstrasyon ve yaygınlaştırılması (RDD&D) için kurulmuştur.
2. Karbon Depolama Programı: CO2'nin ticari hacimlerde ve zaman dilimlerinde uzun vadeli depolanması için doğrulanabilir bilgiler sağlamak ve jeolojik karbon depolamanın etkili bir CO2 emisyonu azaltma çözümü olarak uygulanabilirliğini sağlamak için kurulmuştur.
3. Karbon Yakalama Gösterim Projeleri Programı: Kömür ve doğal gaz kullanımına ilişkin karbon yakalama teknolojilerinde demonstrasyon projeleri için finansman sağlayan bir programdır.
4. Karbon Dioksit Uzaklaştırma Programı: Yüzyıl ortasına kadar gigaton ölçekli karbondioksit azaltımını kolaylaştırmak için çeşitli CDR yaklaşımları geliştirmek üzere kurulmuştur.

Bu politikaların hepsi uygulanmaktadır ve uygulama başlangıç yılları 2002 ile 2022 arasında değişmektedir. Mevcut bu politikalara ilave olarak, ABD Yönetimi tarafından 2022 yılında ilan edilen Enflasyon Düşürme Yasası, enerji güvenliği ve iklim değişikliğiyle mücadeleye yönelik yatırımlar için 369 milyar dolarlık bütçe oluşturulmuş; bu bütçenin de 3 milyar doları KYKD için ayrılmıştır.

Birleşik Krallık

Bahar Bütçesi 2023 ("**Spring Budget 2023**") kapsamında İngiltere'nin doğu sahilleri, kuzey batısı ve kuzey Galler'de KYD projelerinin erken devreye alınması için 20 milyar pound finansman sağlanacağı duyurulmuştur. Ülke, 2050 yılına kadar net-sıfır salım ulaşmakta KYKD'nin kullanılması konusunda kararlı. Bu amaçla 2004-2019 arasında İngiltere KYKD Araştırma ve İnovasyon için 330 milyon sterlinin üzerinde kamu finansmanı sağlamıştır. Bu finansman, KYKD ile ilgili temel bilimi anlamak, iyileştirilmiş yakalama süreçleri ve ekipmanı geliştirmek ve ayrıca KYKD'de yeni nesil konu uzmanlarını eğitmek için çok önemli olmuştur.

İngiltere önemli bir adım olarak KYKD ile elektrik üreten santralleri desteklemek için Sevk Edilebilir Güç Anlaşmasını (DPA) uygulamaya aldı. Sevk Edilebilir Güç Anlaşması ile 2020'lerin ortalarında en az bir KYKD enerji santralini devreye sokmayı amaçlıyor. Yeni KYKD projelerinin geliştirilmesini teşvik etmek için politika çerçevesini gözden geçirmeye ve geliştirmeye devam etmeye başladı ve 2022 Nisan ayında KYKD Yatırımcı Yol Haritasını yayınladı. 2025 yılı için 10 MtCO₂ /yıl KYKD kapasitesine ulaşma taahhüt edildi. KYKD teknolojisini kullanarak 2030 yılına kadar yılda 20-30MtCO₂ yakalayıp depolamak ve gelecekteki yatırım ve potansiyel ihracat fırsatlarının temellerini oluşturmayı amaçlıyor. Bu amaçla 1 milyar sterlinlik KYD Altyapı Fonu oluşturuldu. KYD Altyapı Fonu hem KYD'yi hem de etkin "mavi" ve elektrolitik "yeşil" hidrojeni destekleyen 240 milyon sterlinlik Net Sıfır Hidrojen Fonunu içermektedir.

Almanya

Almanya, enerji santralleri sektöründe ve yüksek CO₂ emisyonlarına sahip endüstrilerde karbon yakalama ve depolama (KYD) teknolojileriyle %80-95 oranında emisyon azaltımı hedefliyor. Ülkede jeolojik CO₂ depolaması araştırmaları 2005 yılından beri özel bir programla finanse edilmiştir. Bu program 2014'te sona ermiştir. Federal Ekonomi ve İklim Eylemi Bakanlığı (BMWK), KYKD'yi da içerecek şekilde enerji araştırmalarına finansman sağlamaktadır. Almanya, 2021'de Doğrudan Havada Karbon Yakalama senaryolarını araştırmak için iki önemli araştırma projesi başlatmış bulunmaktadır.

Hollanda

Hollanda, SDE++ aracılığıyla sübvansede edilecek projelere dayalı olarak, kimya endüstrisi, rafineriler ve atık yakma tesislerinde Karbon Yakalama ve Depolama (KYD) kullanılarak 2030'da yaklaşık 9 Mt CO₂ azaltılmasını hedefleniyor. SDE++ şeması, üreticilerin yenilenebilir enerji veya CO₂ emisyonlarının azaltılması için mali tazminat alabileceği bir işletim hibesi olarak çalışıyor. Üreticiler, azalttıkları CO₂ salımlarının maliyetinin kârsız bileşeni için mali tazminat alıyor. SDE++, üreticilere, kullanılan teknolojiye bağlı olarak, belirli bir yıl boyunca maliyet fiyatının kâr etmeyen kısmını tazmin ediyor.

KYD Teknolojilerinin Finansmanı

Genel olarak KYD, oldukça maliyetli bir teknoloji olarak bilinmektedir. Maliyetler yıldan yıla düşüş göstermekle beraber henüz optimum seviyeye ulaşmamıştır. KYD;

yakalama, taşıma, kullanma veya depolama olmak üzere üç aşamadan oluşan bir maliyet yapısına sahiptir. Bölgesel Çevre Merkezi (Regional Environmental Center - REC) verilerine göre mevcut elektrik üretimi ve imalat sanayii tesislerinde karbonun yakalanması, taşınması ve depolanmasının maliyeti ton başına 100 ABD doları seviyesine inmiş bulunmaktadır. Ancak karbonun doğrudan havadan yakalanmasının maliyeti hala yüksektir.

CO2 yakalamak elektrik üretim maliyetini de artırmaktadır. Enerji santrallerinde CO2'i yakalamak fazladan enerji gerektirdiğinden, elektriğin üretim maliyetini artırmaktadır. Bu maliyet, artışı santralin türüne (kömür veya gaz kaynaklı) ve yakıtın maliyetine göre değişiklik göstermektedir. Yakalanan karbonun taşıma ve depolama maliyetinin, yakalamaya göre daha düşük seviyelerde olduğu görülmektedir. Taşıma maliyetleri nispeten düşük olmakla birlikte, sıkıştırılmış ve nemi alınmış CO2 iki şekilde taşınmaktadır:

- Borularla taşıma (tercih edilen yöntem)
- Tankerler ile taşıma (LNG taşınması gibi)

Taşınacak mesafe, miktar, taşıma yöntemi maliyeti etkileyen başlıca hususlardır. Borularla taşıma, tankerler ile taşımaya oranla daha çok tercih edilmektedir. Bu iki yöntemde taşınacak mesafe ve miktar maliyeti etkileyen faktörlerdendir. Depolama maliyetleri ağırlıkla basımın yapılacağı rezervuarın tipine bağlıdır. KYD teknolojisi pahalı bir teknolojidir. Tesislerdeki teknolojiyi yükseltmek veya iyileştirmek ve taşıma ve depolama altyapısını oluşturmak için önemli yatırımlar gerekmektedir. Büyük ölçekli tesisler, en iyi ölçek ekonomisini sağlar ancak işletmeye alınması daha pahalıdır. Bu nedenle finansman sağlamanın ve ticari riski projelere pay etmenin zor olduğu yönünde görüşler mevcuttur.

Karbon Vergisi

Karbon vergisi, ülkelerin sera gazı emisyonlarını azaltmak için uyguladığı üretim, tüketim veya ithalat sırasında oluşan karbon dioksit emisyonlarının ekonomik olarak cezalandıran bir vergi türüdür. Vergilendirme, ürünün karbon ayak izi ile orantılı olarak belirlenir. Bu uygulama, çevreye verilen zararın maliyetini yansıtmak ve çevre dostu üretim ve tüketim alışkanlıklarını teşvik etmek amacıyla yapılmaktadır.

Karbon vergisi, dünya genelinde iklim değişikliğiyle mücadele çabaları kapsamında gündeme gelmiş bir vergi türüdür. Bu vergi, üretim ve tüketim faaliyetlerinden kaynaklanan karbon salınımını azaltmak amacıyla üretilen ürünlere ve hizmetlere ek bir vergi olarak uygulanır.

Karbon vergisinin ortaya çıkışı, çevre sorunlarının artması ve iklim değişikliği konusundaki endişelerin büyümesiyle ilişkilidir. İlk kez 1990'larda dünya genelinde çevre vergileri arasında tartışılmaya başlanmıştır ve ilk olarak 2005 yılında AB tarafından kabul edilmiştir. AB'nin iklim değişikliği ile mücadele stratejisi kapsamında uygulamaya konulan karbon vergisi, 2005 yılından bu yana üye ülkelerde çeşitli düzeylerde uygulanmaktadır.

Son yıllarda karbon vergisi konusu, dünya genelinde giderek daha fazla tartışılmaktadır. Bazı ülkeler, karbon vergisini uygulamak için yasal düzenlemeler yaparken, diğer ülkeler de bu konuda çalışmalarını sürdürmektedir.

Karbon vergisi, sera gazı emisyonlarını azaltmayı teşvik etmek amacıyla karbon içeren ürünlerin veya emisyonlarının vergilendirilmesine dayalı bir politikadır. Bu politika, çevresel sürdürülebilirlik ve iklim değişikliğiyle mücadele konusunda önemli bir araç olarak değerlendirilir.

Karbon vergisi politikaları genellikle şu şekilde uygulanabilir:

- 1. Doğrudan Karbon Vergisi:** Belirli bir birim karbon emisyonu için belirli bir vergi uygulanması. Bu vergi, enerji üretiminden kaynaklanan karbon emisyonları gibi belirli sektörlerdeki karbon salımlarını azaltmayı hedefler.
- 2. Kapasite veya Performansa Dayalı Karbon Vergisi:** Ürünlerin veya işletmelerin ürettikleri emisyonlarla orantılı olarak vergilendirilmesi. Örneğin, bir tesisin üretim kapasitesine veya emisyon performansına göre vergilendirilmesi.
- 3. Sınırdaki Karbon Vergisi:** İthal edilen ürünlerin karbon içeriğine veya üretim sürecindeki emisyonlara dayalı olarak vergilendirilmesi. Bu politika, ithalatla gelen ürünlerin üretimindeki çevresel etkiyi dengelemeyi amaçlar.
- 4. Karbon Ticaret Sistemleri:** Emisyon izinleri veya kotaların ticaretini içeren sistemler. Bu sistemlerde, belirli bir emisyon limiti belirlenir ve şirketler bu limitler dahilinde hareket eder. Eğer bir şirket emisyonlarını azaltırsa fazla kota satar; emisyonlarını azaltamazsa ek kota satın almak zorunda kalır.
- 5. Gelişmiş Teknoloji ve Yeşil Yatırımları Destekleme:** Karbonu azaltan teknolojilerin ve yeşil enerji kaynaklarının geliştirilmesini ve kullanılmasını teşvik etmek için mali destek veya teşvikler sağlanması. Bu politika, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını artırarak karbonsuz ekonomiye geçişi hızlandırmayı amaçlar. Bu politika araçları, karbon vergisi uygulamasının yanı sıra çeşitli sektörlerde karbon emisyonlarını azaltmak ve sürdürülebilir bir gelecek için adımlar atmak için kullanılabilir.

Karbon Vergisi Uygulayan Ülkeler

Karbon vergisi, iklim değişikliği etkisinin azaltılması amacıyla kullanılan ana politika seçeneklerinden birisi olmaktadır. Karbon vergisi, ilk olarak 1970' li yıllarda İngiltere' de tartışılmaya başlanmıştır. Fakat İngiltere karbon vergisini ilk tartışmaya başlayan ülke olmasına rağmen uygulayan ilk ülke olmamıştır. Karbon vergisi ilk olarak 1990 yılında Finlandiya' da uygulanmaya başlanmıştır. Finlandiya'da enerji artışını ve bunun zararlı etkilerini azaltmak için uygulanmıştır.

Finlandiya, dünyadaki emisyon miktarının %0,3' lük bir kısmından sorumlu olmasına rağmen karbon vergisini uygulamaya koyan ilk ülke olmuştur. Finlandiya'da uygulamaya konulan karbon vergisi, benzin, dizel gibi yakıtlar ve diğer enerji kaynaklarını (petrol, kömür, elektrik vb.) içermektedir. 2001 yılında Finlandiya' daki toplam çevre vergilerinin %55' i bu vergiden meydana gelmiştir.). Finlandiya' yı takiben Hollanda, İsveç, Norveç, Danimarka gibi ülkelerde 1990-1992 yılları arasında uygulanmaya başlanmıştır. Bununla birlikte tek tip karbon vergisi uygulaması yoktur. Her ülke kendi özel şartlarına ve gerekliliklerine göre uygulamaktadır.

Karbon vergisini bir politika aracı olarak uygulayan ülkelere birisi olan Avustralya' dır. Avustralya hükümeti, 1 Temmuz 2012 tarihinde yürürlüğe giren Temiz Enerji Yasası aracılığıyla karbon vergisini uygulamaya başlamıştır. Bu uygulama ile çevreyi kirletenlerin atmosfere bıraktıkları karbon emisyonunun tonu başına belirli bir miktarda vergi ödemesini amaçlıyordu. Avustralya hükümeti, karbon kirliliğini azaltma ve temiz enerji kaynaklarına yatırım yapma amacına yönelik kapsamlı mevzuat ve fon desteği ilan etmiştir. Bu destekler ile, düşük karbon ekonomisinde rekabet gücünü artırmak ve sermaye, beceri ve yeniliğe yatırımı artırmayı amaçlanmıştır.

Karbon vergisi, **İsveç**'te 1991 yılından itibaren fosil yakıtların her biri için farklı oranlarda uygulanmaktadır. Bu durumda İsveç' te karbon vergisinin fosil yakıtların karbon içeriğine göre alındığı söylenebilir. Bununla birlikte elektrik üretimi için kullanılan fosil yakıtlara karbon vergisi uygulanmamaktadır. Karbon vergisi İsveç' te başlangıçta hana halkına ve sanayi sektörüne herhangi bir ayırım gözetilmeksizin aynı oranda uygulanmıştır. Fakat, zamanla vergi oranlarında düzenleme yapılarak sanayi sektörünün vergi oranı azaltılmıştır. Bu bağlamda 1993 yılında sanayi sektöründeki vergi oranı %50' den %25' e düşürülmüştür. Karbon vergisi ile firmaların maliyeti arttığından firmaların kararlarında değişikliğe neden olmuş ve temiz teknoloji ile üretim yapmayı tercih etmişlerdir. Bu bağlamda karbon vergisinin etkin olduğu söylenebilir.

Norveç' te karbon vergisi 1991 yılında karbondioksit emisyonunu azaltmak için uygulamaya getirilmiştir. Bu vergi ilk olarak, karbondioksit emisyonunun tonu başına 40.1 dolar olarak benzin üzerine getirilmiştir. Karbon vergisi ilk olarak benzin üzerine getirilmiş olmasına rağmen petrol, doğal gaz, kömür üzerinden de aynı vergi alınmaya başlanmıştır. Fakat bu vergi bazı sektörlerin maliyetlerinde artışa neden olacağı ve uluslararası rekabet açısından olumsuz etkileneceği gerekçesi ile bu vergiden muaf tutulmuştur. Norveç' te karbon vergisinin teorik olarak etkin olabilmesi için karbon içeriği yoğun olan yakıta yüksek vergi oranı, karbon içeriği daha az olan yakıta düşük vergi oranı uygulanması önerilmiştir. Uygulanan muafiyetler sonucunda karbon vergisinin karbondioksit emisyonunu azaltma amacı sınırlı kalmıştır. Dolayısıyla bu verginin negatif dışsallıkları içselleştirme etkisi azalmaktadır.

Karbon vergisi **Danimarka**'da karbon yoğunluğu fosil yakıtlara göre daha az olan yakıtların kullanımını teşvik etmek amacıyla uygulanmaktadır. Karbon vergisi 1992 yılında ilk uygulanmaya başlandığı zaman vergi oranı, fosil yakıtların karbon içeriğine göre her bir ton başına 13€ ile 48€ arasında değişmektedir. Bu oran 2005 yılında yeniden düzenlenerek alt sınır 12€, üst sınır 44€ şeklinde değiştirilmiştir. Aynı zamanda, her işletmenin ödemekle mükellef olduğu vergi miktarlarına karbon yoğunluklarına göre farklılık göstermektedir.

Türkiye

Türkiye'de henüz resmi bir karbon vergisi uygulaması başlamamıştır. Ancak Türkiye, 2015 yılında Paris İklim Anlaşması'nı imzalamış ve karbon emisyonlarını azaltma taahhüdünde bulunmuştur. Bu çerçevede, Türkiye'nin 2030 yılına kadar sera gazı emisyonlarını %21 oranında azaltması hedeflenmektedir.

Türkiye'de karbon vergisi uygulaması ile ilgili çalışmalar da devam etmektedir. 2020 yılında, Türkiye Cumhuriyeti Hazine ve Maliye Bakanlığı tarafından karbon vergisi ile ilgili bir düzenleme taslağı hazırlanmıştır. Ancak henüz bu düzenleme yürürlüğe girmemiştir.

1 Ocak 2023'de yürürlüğe girmesi planlanan sınırdaki karbon vergisi uygulaması Ekim 2023 tarihine ertelenmiştir. Kademeli geçiş dönemiyle uygulanmaya konulması hedeflenen düzenleme 1 Ocak 2026'dan itibaren tam olarak yürürlüğe girmesi beklenmektedir. Türkiye'nin karbon vergisi uygulaması, 2021 yılında yürürlüğe giren "Çevre Kanunu" ile hayata geçirilmiştir. Bu kapsamda, karbon vergisi, petrol, doğalgaz, kömür, linyit ve tüm ürünlerin üretimi, ithalatı ve satışı sırasında oluşan sera gazı emisyonlarına göre hesaplanmaktadır. Karbon vergisi, ürünün karbon ayak izi ile

orantılı olarak belirlenmektedir. Karbon vergisi, Türkiye’de üretilen ürünlerin yanı sıra, ithal edilen ürünler için de geçerli olacaktır.

Emisyon Ticaret Sistemi (“ETS”)

Sınır ve ticaret yöntemi ile işletmelere verilen karbon salınım haklarının alım satım işlemlerinin yapılabildiği ticaret sistemidir. Emisyon Ticaret Sistemlerinde işletmeler birbirileriyle karbon ticareti yapabilirler. ETS, çevresel sürdürülebilirliği artırmak ve sera gazı emisyonlarını azaltmak amacıyla geliştirilmiş bir piyasa tabanlı mekanizmadır. Bu sistem, hükümetler ve uluslararası kuruluşlar tarafından çevre politikalarının bir parçası olarak kullanılmaktadır. ETS, şirketlere belirli bir karbon emisyonu hakkı verir ve bu hakların ticaretini mümkün kılarak çevresel hedeflere ulaşmayı amaçlar.

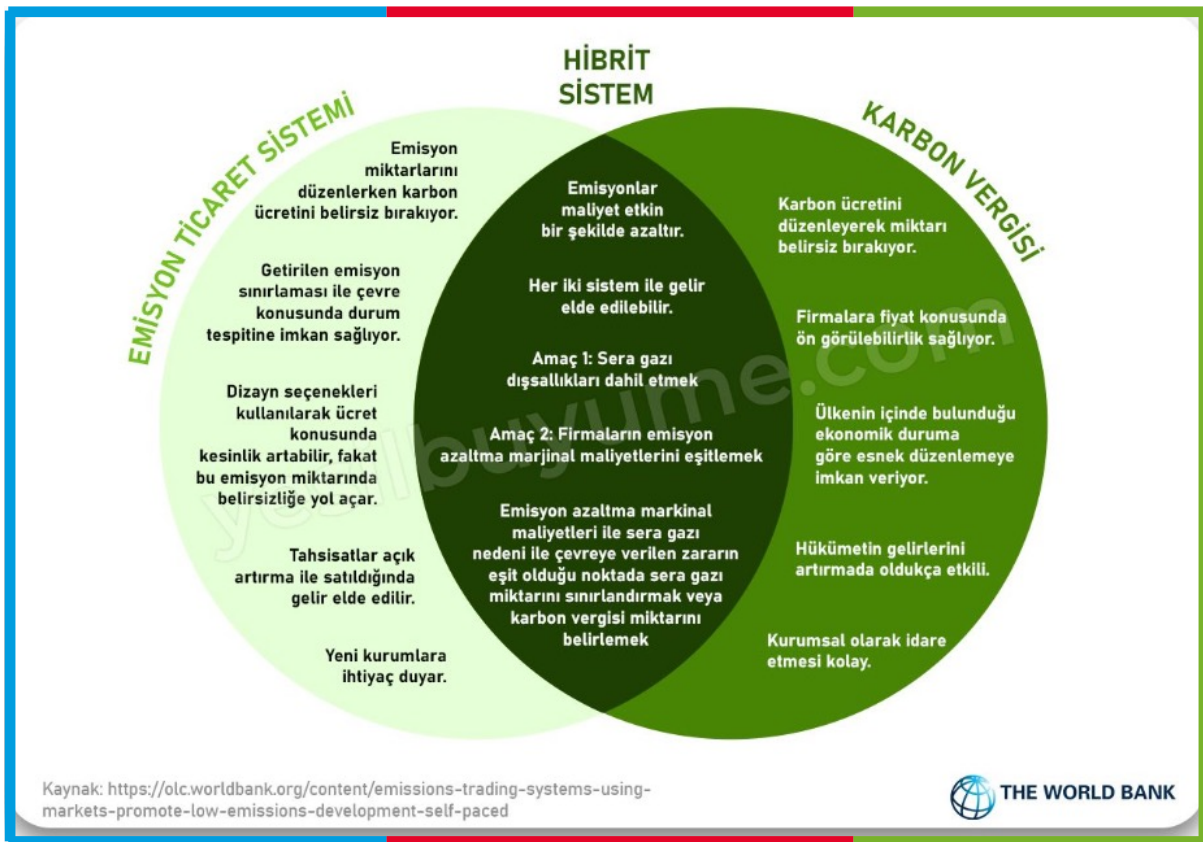
ETS'nin uygulanmaya başlaması 2005 yılına dayanmaktadır. Bazı ülkeler Kyoto Protokolü Yaptırımı olarak ETS'yi devreye almış olmakla birlikte, bazı ülkeler kendi istekleriyle emisyon ticaret sistemini uygulamaya almışlardır. Dünya Bankası 2021 yılı verilerine göre, toplam emisyonların %16 sına denk gelen 24 ülkenin emisyon ticaret sistemi mevcuttur. 2023 yılı verilerine göre ise dünyada toplam emisyonların %23 üne denk gelen emisyon ticaret sistemleri uygulamadadır. Emisyon Ticaret Sistemi uygulayan bazı ülkeler; Kanada, AB, Almanya, Meksika, Vietnam, Yeni Zelanda, Endonezya, Japonya, Çin, Kazakistan, Avusturalya, Kolombiya ve Güney Afrika'dır. Dünya Bankasına göre 22 ülke emisyon ticaret sistemi uygulamasına geçmeye hazırlanmaktadır. Uygulamaya geçmeye hazırlanan ülkelere bazıları şu şekildedir; Brezilya, Kolombiya, Türkiye, Senegal, Gabon, Şili, Fas, Pakistan, Tayvan ve Malezya'dır.

ETS'nin amacı, Kyoto Protokolü ile emisyon salınımlarına sınır getirilen ülkelerin emisyonlarını kontrol altına almasıdır. ETS, kirleten öder mekanizması ile çalışmaktadır. Amaç yüksek emisyon sera gazı salınımı olan işletmelere, finansal yaptırımlar uygulayarak sera gazı salınımlarını azaltmalarını sağlamaktır. Üretimlerinde yeşil dönüşüm çalışmalarını gerçekleştiren işletmelere ayrıca kaynak akışı sağlanması da emisyon ticaret sistemlerinin amaçları arasındadır.

- **Sera Gazı Emisyonlarını Azaltmak:** ETS'nin en önemli amacı, atmosfere salınan sera gazı miktarını azaltmaktır. Bu, iklim değişikliğiyle mücadelede kritik bir rol oynar.
- **Çevresel Sürdürülebilirliği Teşvik Etmek:** Sistem, şirketleri ve endüstrileri daha çevre dostu teknolojiler ve üretim yöntemleri kullanmaya teşvik ederek çevresel sürdürülebilirliği destekler.

- **Piyasa Tabanlı Çözümler Sunmak:** ETS, piyasa mekanizmalarını kullanarak çevre korumasını teşvik eder. Bu yaklaşım, maliyet etkinliği ve ekonomik esneklik sağlar.
- **Karbonsuz Ekonomiye Geçiş Hızlandırmak:** Bu sistem, düşük karbonlu ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırım yapılmasını teşvik ederek karbonsuz bir ekonomiye geçiş destekler.
- **Uluslararası İşbirliğini Güçlendirmek:** ETS, farklı ülkeler arasında iklim değişikliğiyle mücadelede işbirliğini ve uyumu teşvik eden bir platform sunar.
- **Ekonomik Teşvikler Oluşturmak:** Düşük emisyonlu şirketler, emisyon haklarını satarak ekonomik getiri elde edebilir. Bu, yeşil teknolojilere ve sürdürülebilir uygulamalara yatırım yapmayı teşvik eder.
- **Şeffaflık ve Hesap Verebilirliği Artırmak:** ETS, emisyon seviyelerinin düzenli olarak izlenmesini ve raporlanmasını gerektirir, böylece şirketlerin çevresel performansları konusunda daha şeffaf ve hesap verilebilir olmalarını sağlar.
- **Politika Yapıcılar için Veri ve Görüş Sağlamak:** ETS'nin sağladığı veriler, politika yapıcıların iklim değişikliği ve çevre politikaları konusunda daha bilinçli kararlar almasına yardımcı olur. Bu amaçlar, ETS'nin küresel iklim değişikliğiyle mücadelede etkili bir araç olmasını sağlar ve hem çevresel hem de ekonomik faydalar sunar.

Karbon Ücretlendirmesi ve Karbon Vergisi Arasında Farklar



AB Emisyon Ticaret Sistemi (AB ETS)

AB Emisyon Ticaret Sistemi (AB ETS) AB Emisyon Ticareti Sistemi, AB'nin iklim değişikliğiyle m¼cadele politikasının temel taşıdır ve sarı gazı emisyonlarını maliyet etkin bir şekilde azaltmak için anahtar aracıdır. D¼nyanın ilk b¼y¼k karbon pazarıdır ve en b¼y¼k karbon pazarı olmaya da devam etmektedir. B¼t¼n AB ¼lkelerinde, ilave olarak İzlanda, Lihtenştayn ve Norveç'te işlemektedir. 11.000 yoğun enerji kullanan tesisin (enerji santralleri & sanayi tesisi) ve yukarıda bahsi geçen ¼lkeler arasında faaliyet g¼steren hava yollarının emisyonlarını sınırlandırmaktadır. AB'nin sera gazı emisyonlarının yaklaşık %40'ını kapsamaktadır. 2050 yılına kadar iklim n¼tr olma hedefini ve 2030 yılına kadar sera gazı emisyonlarında net %55 oranında azaltım yapma ara hedefini tutturabilmek için Avrupa Komisyonu, ETS'nin g¼zden geçirilerek yeniden d¼zenlenmesini, m¼mk¼nse kapsamının genişletilmesini ¼nermektedir. Komisyon, başlangıç etki değerlendirmesini yayınlamıştır ve sistemin yeniden d¼zenlenmesi hususunda açık kamu m¼zakeresini başlatmıştır.

AB ETS, "¼st sınıra ulaş ve ticaret yap" prensibiyle çalışmaktadır. ¼st sınır, sistemin içinde yer alan tesislerin salabileceği belirli sera gazının toplam miktarına g¼re ayarlanmaktadır. ¼st sınır zamanla azaltılmakta, b¼ylelikle toplam emisyonlar d¼řmektedir. ¼st sınır dahilinde şirketler, emisyon izinlerini almakta veya satmaktadır; ihtiyaç halinde birbirleriyle bunun ticaretini yapabilmektedirler. Aynı zamanda d¼nya genelinde emisyonlardan tasarruf ettiren projeler yaparak limitli miktarlarda uluslararası krediler de satın alabilmektedirler. Mevcut izinlerin toplam miktarı konusunda limitin olması, izinlerin bir değeri olmasını sağlamaktadır. Her yılın sonunda şirket, b¼t¼n emisyonlarını kapsayacak kadar yeterli izne sahip olmalıdır aksi takdirde çok ağır para cezaları uygulanmaktadır. şirket emisyonlarını azaltırsa boşta kalan izinlerini gelecekte ihtiyaç duyabilir diye muhafaza edebilmekte veya izin sıkıntısı yaşayan başka bir firmaya satabilmektedir. Ticaret sistemi, gerçekleştirme maliyetinin en az olduğu yerlerde emisyonun kesilmesini sağlayan bir esneklik getirmektedir. G¼l¼ karbon fiyatı, aynı zamanda temiz, d¼ř¼k karbon teknolojilerine yatırıma da teşvik etmektedir.

AB Emisyon Ticareti Sistemi, emisyon azaltımının maliyet etkin bir şekilde gerçekleştirilmesinde etkili bir araç olduğunu kanıtlamıştır. ETS kapsamında bulunan tesislerin emisyonları, 2005-2019 yılları arasında yaklaşık %35 oranında azalmıştır. 2019 yılında Piyasa İstikrar Rezervi'nin gelişi, 2019 yılında bir ¼nceki yılın aynı dönemine g¼re toplam emisyonlarda %9, elektrik ve ısı üretiminde %14,9 ve sanayide ise %1,9 oranında emisyon azaltımı gerçekleştirilmesine olanak sağlayan daha y¼ksek ve daha g¼l¼ bir karbon fiyatına yol açmıştır. Avrupa Yeşil Mutabakatı

kapsamında Aralık 2020'de Komisyon, AB'nin 2030 yılına kadar sera gazı emisyon azaltım hedefini en az %55 oranına yükseltmek için bir etki değerlendirme planı sunmuştur. Haziran 2021'e kadar Komisyon, emisyon ticaret sisteminin gözden geçirilerek yeniden düzenlenmesi ve mümkünse kapsamının genişletilmesi de dâhil olmak üzere bahsedilen bu yeni hedefin uygulanması için yasa tekliflerini sunacaktır. Komisyon, başlangıç etki değerlendirmesini yayınlamıştır ve sistemin yeniden düzenlenmesi hususunda açık kamu müzakeresini başlatmıştır.

Fazlar halinde yönetilen bir sistem olan AB ETS'nin **ilk fazı**, 2005-2007 yıllarında uygulanan 3 yıllık bir pilot dönem olmuştur. Bu aşama, bir öğrenme süreci olarak kabul edilmiş tahsisatların neredeyse tamamı ücretsiz olarak dağıtılmıştır.

2008-2012 dönemindeki **2. fazda** ise ücretsiz tahsisatlar yaklaşık %90 oranına düşürülmüş, 2005'e kıyasla yaklaşık %6,5 daha düşük bir üst sınır uygulanmıştır. Ceza miktarı, ton başına 40 Euro'dan ton başına 100 Euro'ya çıkarılmıştır.

Faz 3 (2013-2020) için AB ETS çerçevesinin reformu, 1. ve 2. fazlara kıyasla sistemde önemli değişiklikler getirmiştir. AB ETS'nin üçüncü aşamasının (2013-2020) başlangıcından itibaren emisyonlar için üst sınır, AB genelinde belirlenmeye başlanmıştır. Sektör ve seragazı kapsamı2 üçüncü fazda genişletilmiştir. Ayrıca, 3. fazda enerji sektörüne verilen ücretsiz tahsisatlar sıfırlanmıştır. AB'li elektrik üreticileri, 2013'ten bu yana elektrik üretimi için ihtiyaç duydukları tüm tahsisatları satın almakla yükümlü kılınmışlardır. Ancak, belirli AB Üye Devletlerine, kendi enerji sektörlerini modernize etmek amacıyla elektrik üretimi tesislerine ücretsiz tahsis sağlanabilmektedir.

AB ETS'nin, şu an içinde bulunulan **4. fazında** (2021-2030) ise üst sınır, yıllık olarak %2,2 lineer azaltma faktörüne göre devam ederek her yıl Birlik genelinde azaltılmaktadır. Tahsisat dağıtımında ana yöntem olarak ücretsiz tahsisat değil açık artırma belirlenmiştir.

6. Dijital Dönüşüm

Dijitalleşme ve dijital dönüşüm terimleri son yıllarda farklı alanlarda sıkça karşımıza çıkan terimlerdir. Latince parmak anlamına gelen "digitus" kelimesinden türetilmiş olan dijital terimi, enformasyon sistemlerinin temelini oluşturan sayısallaştırmayı ifade eden bir kavramdır. Analog verilerin sayısallaştırılması sonucunda veriler bilgisayarlar tarafından işlenebilir, saklanabilir ve yönetilebilir hale gelmiştir. Dijitalleşme, öncelikle yazılım sistemlerinin kullanılmasıyla iş süreçlerinin otomasyonu olarak işletmelerde kendini göstermiş, daha sonra başta İnternet olmak üzere gelişen çeşitli dijital teknolojilerin desteğiyle işletmelerin iş modellerini değiştirmelerine yol açmıştır. Dijital teknolojilerin hızlı gelişmesi ve entegrasyonu ile dördüncü sanayi devrimi Endüstri 4.0'a geçilmiş ve işletmelerdeki dijitalleşme süreci, işletmelerin tüm iş süreçlerini, iş modellerini ve örgütsel yapılarını da kapsadığı için dijital dönüşüm olarak adlandırılmaya başlanmıştır.

Dijital dönüşüm stratejisi, bilgi teknolojileri altyapısı ve yazılım sistemlerinin verimli yönetimini amaçlayan bir bilgi işlem stratejisi olmaktan ziyade şirket stratejisinin önemli bir parçasını teşkil etmekte olup, amacı işletmelere dijital dönüşümü gerçekleştirmek için bir yol haritası sunmaktır. Fakat dijital dönüşüm için bir yol haritası çizmek zorlu bir görevdir, çünkü işletmelerde dijital dönüşüm çok farklı şekillerde gerçekleşebilir ve yol haritasında tüm dijital dönüşüm şekilleri birlikte dikkate alınmalıdır.

Herhangi bir dijital dönüşüm stratejisinin tam olarak etkili olabilmesi için yalnızca yeni teknolojiler benimsemek yeterli değildir. Maksimum etki için dönüşümler, kuruluşun tüm unsurları dahilinde meydana gelmelidir.

Dijital dönüşümün altı temel bileşeni şunlardır:

- **Müşteri Deneyimi:** Müşteri merkezli iş inovasyonu, dijital dönüşümü pekiştiren temel bileşenlerden biridir. Yaygınlaşmakta olan bir teknolojiyi müşterinin yolculuğu, davranışı ve beklentileri bağlamında tam olarak keşfettikten sonra benimsemek çok daha iyi bir yaklaşımdır.
- **Çalışanlar:** Çalışanlar, dönüştürücü teknolojinin benimsenmesini destekleyici bir süreç olarak görmeli ve kendilerini bu süreç dolayısıyla tehdit altında hissetmemelidir. Yeni dijital modeller, yalnızca çalışanlar tarafından yürekte benimsediği takdirde başarılı olabilmektedir. Bu durum da eğitim, doğru yeteneklerin ilgisini çekme ve gelişmeleri için fırsatlar oluşturarak mevcut yetenekleri elde tutma unsurlarının kombinasyonu aracılığıyla başarılabilir.
- **Değişim:** Dijital dönüşüm çalışmaları, işletmenin tüm bölümlerinde değişiklik

meydana getirir. Planlama, beklenmeyen değişiklikler dolayısıyla aşırı yüklenme ve karışıklığı önleme konusunda temel öneme sahiptir. Başarılı bir dijital dönüşüm için gerekli araçları ve ortamı sağlamalıdır.

- **İnovasyon:** Dijital dönüşüm ve inovasyon yakından ilişkilidir ancak aynı değildir. İnovasyon, dönüşümü pekiştiren fikir oluşturma sürecidir. Çalışanları deney yapmaya teşvik eden bir açık iletişim, iş birliği ve inovatif özgürlük ortamı ile olmaktadır. Bir fikir test edildikten sonra, bunu büyük ölçekte uygulamaya koymak için dijital dönüşüme devam edilmektedir.
- **Liderlik:** İşliderleri proaktif (herhangi bir durum karşısında inisiyatif alarak müdahale etmek) olmalı ve tüm dijital dönüşümlerde sürece düzen getirmelidir. İleriyi düşünmek, teknolojileri birden çok farklı açıdan keşfetmek ve diğer kişilere aynısını yapmaları için ilham vermek gerekebilir.
- **Kültür:** Dijital dönüşüm liderleri önceki beş temel bileşeni uygulamaya koyduğunda bir inovasyon kültürü ortaya çıkmaktadır. Mümkün olan en iyi müşteri deneyimini sağlamak için hevesli, heyecan dolu çalışanlar sayesinde, dijital dönüşüm girişimleri hızlı bir şekilde genişleyerek başarıya ulaşmaktadır.

7. Döngüsel Ekonomi

Döngüsel ekonomi, ürünlerin yaşam döngüsünün iyileştirilmesini amaçlayan bir üretim ve tüketim modelidir. Bu model sayesinde ürünlerin tüm yaşam döngüsü boyunca meydana gelen atıkları en aza indirmek amaçlanır.

Döngüsel ekonomi; ürün ve malzemelerin değerinin uzun süre korunduğu, üretimde zararlı madde kullanımı ile karbon dahil sınırlı kaynakların kullanımının en aza indirildiği, israfın ve atık oluşumunun önlendiği, ürünlerin kullanım ömrünün sonunda çevre ve insan sağlığı için sürdürülebilir ve güvenli bir şekilde yeniden kullanımının sağlandığı, ürünlere daha fazla değer katan, karbonsuzlaşmayı destekleyen üretim ve tüketim yaklaşımıdır.



Geleneksel, lineer veya doğrusal olarak adlandırılan ekonomi modelinde ham maddelerin kullanılması, ürünlerin tüketilmesi ve geri dönüşümü yapılmayan atıklar çevre kirliliğine sebep olmaktadır.

Lineer ve döngüsel ekonomi arasındaki fark

	Lineer	Döngüsel
Yöntem	Al-Yap-At	Azalt-Yeniden Kullan-Geri Dönüştür
Odak	Eko-verimlilik	Eko-Etkinlik
Sistem Sınırları	Kısa vadeli, satın almadan satış	Uzun vadeli, çoklu yaşam döngüleri
Yeniden Kullanım	Aşağı dönüşüm	İleri dönüşüm, yüksek kalitede geri dönüşüm

Döngüsel ekonomi, üretim için ham madde kullanımından atık oluşumuna kadar olan süreçte sürekliliği ve çevrenin korunmasını odak noktasına alan bir ekonomi modelidir. Geleneksel veya lineer olarak bilinen ekonomi modeli ile kıyaslandığında "Al-Yap-At" yerine "Azalt-Yeniden Kullan-Geri Dönüştür" prensiplerini benimser.

Azalt: Ham madde kullanımının azaltılmasını ifade eder.

Yeniden Kullan: Ürünlerin ve bileşenlerin yeniden kullanılarak değerlendirilmesi anlamına gelir.

Geri Dönüştür: Ham maddelerin etkin ve yüksek kalitede yeniden kullanımını ifade eder.

Doğal kaynakların verimli bir şekilde kullanılması ve geri dönüşüm sayesinde atıkların azaltılmasını temel alan döngüsel bir yaklaşım sürdürülebilir kalkınmaya katkı sağlamaktadır.

Küresel ısınma, çevre kirliliği ve artan çevre bilinci konularındaki tartışmalar her geçen gün artarken üretim ve tüketim ve davranışlarındaki sürdürülebilirliğin faydaları da gözükmemektedir.

Sürdürülebilir kalkınmaya destek olan döngüsel ekonomi modeli, hem günümüz hem de gelecek için birçok fayda sağlamaktadır.

Böyle bir ekonomi modelinin herkes için sağladığı faydaları daha yakından tanıyalım:

- Geri dönüşüm sayesinde kaynakların etkin kullanımı ve tasarruf yapılması.

- Kaynakların tekrar değerlendirilmesi ile malzeme ve üretim alanlarında daha fazla verim alınması.
- Döngüsel dönüşüm bakış açısı sayesinde yenilikçi ürün ve servislerin geliştirilmesi.
- Artan çevre bilincine sorumlu üretim ve tüketim ile destek olunması.
- Kaynakların verimli kullanılması sayesinde enerjide tasarruf sağlanması ve emisyonların azaltılması.
- Çevresel etkinin azaltılarak doğal dengenin korunması.

Tüm bu faydalara ek olarak, küresel bir problem olan iklim değişikliği ile mücadele edebilmek için sürdürülebilir pratiklerin hayata geçirilmesi gerekmektedir. Sürdürülebilir bir yaşam, üretim ve tüketim süreçlerinde daha bilinçli davranarak elde edilebilir. Bu da döngüsel ekonomiye geçiş ile mümkün olmaktadır.

Türkiye’de Döngüsel Ekonomi

Türkiye’de Döngüsel Ekonomi, 2019 yılından itibaren sürdürülebilirlik adı altında uygulanmaya başlanmıştır. 2021 yılı başından itibaren pandeminin etkisi, iklim değişikliği ve kuraklıklar (yüksek sıcaklıklar) nedeniyle AB’nin Yeşil Mutabakatı zorunlu tutması nedeniyle bu kavram oldukça gündemdedir.

Türkiye’de Döngüsel Ekonomi çalışmalarının hızlı bir şekilde ilerlemesini destekleyen iki kuruluş bulunmaktadır Bunlar; Türkiye Döngüsel Ekonomi Platformu ve DCUBE Döngüsel Ekonomi Kooperatifi’dir. Türkiye Döngüsel Ekonomi Platformu; döngüsel ekonomiye geçişlerini gerçekten hızlandırmak isteyen şirketler için eğitim, finansal fırsatlar ve danışmanlık hizmetleri vermektedir. İş Dünyası ve Sürdürülebilir Kalkınma Derneği’nin (SKD Türkiye) alt gruplarından biri olan Sürdürülebilir Sanayi ve Döngüsel Ekonomi grubu, bilgi/kaynak ihtiyacını gidermek, ölçüm mekanizmaları sunmak, teknik hibe destekleri sağlamak ve iş birliği olanakları oluşturarak bu platformu desteklemektedir.

DCUBE Döngüsel Ekonomi Kooperatifi; "Tarım, gıda, enerji, tekstil, su" alanları başta olmak üzere Döngüsel Ekonomi Modelinin uygulanması sonucunda verimli ve sürdürülebilir kalkınma politikalarının, özellikle Türkiye olmak üzere tüm dünyada yaygınlaşmasının sağlanması için çalışmaktadır. Türkiye’de Avrupa’ya ihracat yapan firmaların çoğu döngüsel ekonomiye uyan tedarikçilerinden hammadde ve malzeme alımını tercih etmeye başlamıştır. Bundan dolayı Türkiye’nin önde gelen bazı tekstil firmaları da sürdürülebilirlik adı altında döngüsel ekonomi uygulama sistemini hayata geçirmişlerdir.

8. COP' 29 Bakü

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Konferansı ("COP"), 11-24 Kasım tarihleri arasında Bakü'de gerçekleştirilecektir. 29.'su düzenlenecektir. Geçtiğimiz yıl Dubai'nin ev sahipliğinden sonra tüm dünyanın yakından takip ettiği bu uluslararası organizasyonda devlet başkanları ve küresel şirketlerin önde gelen yöneticileri yer alacaktır. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ne taraf olan tüm ülkeler bu organizasyona katılım göstermektedir. Bu yılki konferansın başkanı Muhtar Babayev, Avrupa ve Kuzey Amerika ülkeleri başta olmak üzere birçok ülkeyi ziyaret ederek konferans hazırlıklarına devam etmektedir. İki kardeş ülke Azerbaycan ve Türkiye için de önceki konferanslara nazaran daha önemli bir organizasyon olması öngörülmektedir. Hem kamu hem de özel sektör olarak yüksek seviye temsil ve katılım olması beklenmektedir.

KAYNAKLAR

1. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0306261915012167?via%3Dihub>
2. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/2546957>
3. <https://www.ctc-n.org/technologies/co2-capture-technologies>
4. <https://yesilbuyume.org/emisyon-ticaret-sisteminin-gozden-gecirilmesi>
5. <https://ticaret.gov.tr/data/64f5ba7713b8769d98615d86/AB%20ETS%20Bilgi%20Notu-23.08.2023.pdf>
6. <https://unctad.org/topic/trade-and-environment/circular-economy>
7. <https://dongusel.csb.gov.tr/hakkinda-i-105778>
8. <https://www.btk.gov.tr/uploads/pages/arastirma-raporlari/tu-rkiyede-dijital-do-nu-s-u-m-ve-dijital-okuryazarlik.pdf>
9. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1410029>
10. <https://istanbulticaretgazetesi.com/tr/cin-2023te-elektrik-kurulu-gucune-360-gigavat-kapasite-ekledi>
11. <https://www.ankasam.org/cinin-yenilenebilir-enerji-sektorundeki-hakimiyeti/>
12. <https://www.perspektif.online/hidrojen-enerjisi-ve-kuresel-isbirlikleri/>
13. <https://enerji.gov.tr/duyuru-detay?id=20316>

