

Dünya Ekonomik Forumu

ENDÜSTRİ NET-SIFIR TAKİBİ RAPORU 2023

WORLD
ECONOMIC
FORUM

*WEF tarafından hazırlanan Endüstri Net-Sıfır
Takibi Raporu'ndan derlenmiştir.*

içindekiler

Bilgi Notu	3
Sektörlere ilişkin bulgular	4
Teknolojiye ilişkin bulgular	5
Altyapıya ilişkin bulgular	5
Talebe ilişkin bulgular	7
Politikalara ilişkin bulgular	7
Sermayeye ilişkin bulgular	8

Dünya Ekonomik Forumu Endüstri Net-Sıfır Takibi Raporu, 2023



BİLGİ NOTU

Dünya Ekonomik Forumu'nun (WEF) Endüstri Net-Sıfır Takibi 2023 Raporu, emisyon yoğun endüstri sektörlerinin, 2050 yılına kadar net-sıfır emisyona ulaşma çabalarında dünya çapında kaydettikleri ilerlemenin ayrıntılı bir analizini sunmaktadır. Bu analiz, imalat (çelik, çimento, alüminyum ve amonyak gibi), enerji (petrol ve doğal gaz gibi) ve ulaştırma (havacılık, gemicilik ve kamyon taşımacılığı gibi) sektörlerindeki aşılması zor hususlarda sektöre özgü hızlandırıcılara ve önceliklere odaklanmaktadır. **Bu sektörlerden kaynaklanan proses ve enerji kaynaklı emisyonlar toplu olarak küresel sera gazı (GHG) emisyonlarının %40'ından fazlasını oluşturmakta olup bu oran herhangi bir ülkenin emisyonlarından daha yüksektir.** Bu nedenle, bu sektörlerin kaydettiği ilerlemenin ortaya konması, 2050 yılına kadar net sıfır emisyona ulaşma yolunda müdahalelerin zamanında ve etkili bir şekilde yapılabilmesi için hayati önem taşımaktadır.

Endüstri sektörlerinde net sıfıra giden yol, sektörlerle ve bölgelere göre farklılık gösterse de elektrifikasyon (temiz enerji), temiz hidrojen ve karbon yakalama, kullanma ve depolama (CCUS) ile fosil yakıtların azaltımı çoğu sektörde endüstriyel karbonsuzlaştırmanın temelini oluşturmaktadır. Bununla birlikte, ilgili karbonsuzlaştırma hedeflerine ulaşmak için buna elverişli, kolaylaştırıcı bir ortam gereklidir.

Endüstri Net-Sıfır Takibi Raporu kapsamındaki analizler, **emisyon yoğun sektörlerin, Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) ve sektöre özel senaryolar tarafından ortaya konan 2050 yılı net sıfır hedefiyle hizalanmadığını göstermektedir. Son üç yılda, artan talep ve faaliyetler nedeniyle mutlak emisyonlar ortalama %8 oranında artmış olup kapsam dâhilindeki tüm sektörler, çoğu %90'ın üzerinde olmak üzere fosil yakıtlara bağımlıdır.**

Çimento ve çelik gibi sektörler, enerji yoğunlukları nedeniyle en karmaşık zorluklarla karşı karşıyadır. Analiz kapsamındaki imalat, enerji ve ulaştırma gibi karbondan arındırmanın zor olduğu sektörlerin net sıfır emisyon hedefine ulaşmak için 2050'ye kadar, düşük ve orta sıcaklıktaki endüstriyel süreçlerin elektrifikasyonuna öncelik verecek yaklaşık 13,5 trilyon dolarlık bir yatırıma ihtiyacı bulunmaktadır. Bunun yanı sıra, temel teknolojileri ve sürdürülebilir altyapıyı büyütmek için yatırımlar yeterli değildir. Endüstrilerin geçiş sürecinde, ekonomik büyüme için kritik önem taşıyan düşük maliyetli güvenilir kaynaklara erişimlerini sağlayacak politika ve teşvikler ile desteklenmesi de gerekmektedir.

Raporda, net sıfır emisyona ulaşma yönünde, sektörler arasında farkındalık ve eylem düzeylerinde değişkenlik olmakla birlikte, ümit verici bir artış eğilimi olduğu da ortaya

koyulmaktadır. Bununla birlikte, sektörlerin bir araya gelerek inovasyonu teşvik etmeleri, bilgi ve en iyi uygulamaları paylaşmaları, ortak inovasyon, pazara erişim, tüketici güveni, risk azaltım ve esneklik planlaması gibi alanlarda iş birliği yapmaları için önemli fırsatlar mevcuttur.

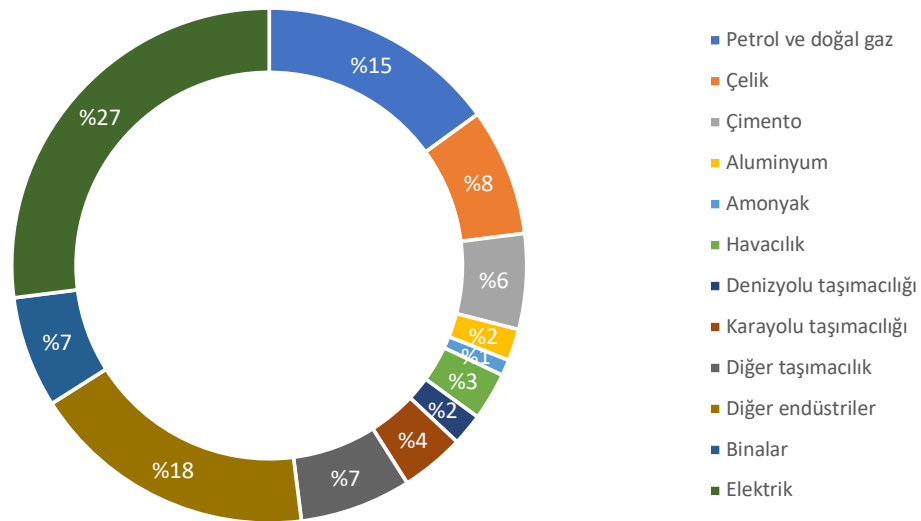
Endüstri sektörlerinde, 2050 yılına kadar net sıfır hedefine ulaşılması; teknoloji, altyapı, talep, politika ve sermaye alanlarındaki ilerlemelere bağlıdır. Bu da teknolojiyi desteklemek, altyapıyı iyileştirmek, sürdürülebilir ve düşük yoğunluklu enerji talebini teşvik etmek, etkili politikalar geliştirmek ve gerekli sermaye yatırımlarını güvence altına almak için stratejik eylemler gerektirmektedir.

Sonuç olarak, imalat, enerji ve ulaştırma sektörlerinde emisyon yoğun endüstrilerin karbondan arındırılması çok yönlü bir yaklaşım gerektirmektedir. **Sürdürülebilir ürünlere yönelik talep, politika teşvikleri, teknoloji yatırımları için sermaye ve altyapının genişletilmesi gibi temel bileşenlerin uyumlaştırılması, ilerlemeyi hızlandırmanın anahtarıdır.** Rapor, zorluklara rağmen küresel sanayi topluluğunun net sıfır emisyona ulaşma yolunda ilerleme kaydettiğini kabul etmektedir.

SEKTÖRLERE İLİŞKİN BULGULAR

İmalat ve enerji sektörlerini kapsayan sanayi sektörleri, küresel sera gazı emisyonlarının %30'undan fazlasına sebep olmakta ve bu oran ulaşım sektörüyle birlikte %40'ın üzerine çıkmaktadır. Mevcut durumda, bu sektörlerdeki gelişmeler 2050 yılına kadar net sıfır emisyona ulaşma yolunda seyretmemektedir. Emisyon yoğun sektörlerin karbondan arındırılması, öncelikle birincil enerji kaynağı olarak fosil yakıtlara bağımlılığın ortadan kaldırılmasına, temiz enerji ve temiz hidrojen gibi yenilenebilir alternatiflere geçişin sağlanmasına ve bunun yanı sıra verimlilik iyileştirmeleri ve kalan fosil yakıtlardan kaynaklanan emisyonların azaltılmasına bağlıdır.

Şekil 1. Sektörlere göre küresel sera gazı emisyonlarının dağılımı



Kaynak: Breakthrough Energy, The Data, Sectoral Analysis, <https://breakthroughenergy.org/our-approach/the-data/sectoral-analysis/>; IEA, Net Zero by 2050, 2021

Düşük emisyonlu ürünler, yakıtlar ve teknolojiler çoğu sektörde %1'den daha az pazar payına sahiptir. Bunun nedeni, alternatif ürünler ve bunların emisyon azaltma potansiyeli hakkında yeterli düzenlemeler, standartlar ve tüketici farkındalığının bulunmaması, bu teknolojilerin maliyetli veya ölçeklendirilmesinin zor olması ve birçok sektörün daha kısa vadeli emisyon azaltma çözümlerine öncelik vermesi olarak özetlenebilir. Düşük emisyonlu teknolojilere olan ilginin 2030 yılına kadar artma eğiliminde olduğu öngörülen ABD ve AB gibi bölgelerde olumlu gelişmeler yaşanmaktadır. Bunun yanı sıra, gelişmekte olan ülkelerin ekonomik koşulları göz önünde bulundurularak, teşvik odaklı ve zorunlu politikaların dengeli bir şekilde uygulanması çok önemlidir. Küresel şirketlerin ise geçişi hızlandırmak için daha önemli adımlar atması gerekmektedir.

Nüfus artışı, kentleşme ve ekonomik genişleme tüm sektörlerde talebin artmasına neden olurken, bu sektörlerin karbon yoğun yapısı 1,5°C uyumlu iklim hedefleri için zorlu bir engel teşkil etmektedir. **Sektörlerin yenilikçi teknolojileri benimseyerek, tedarik zincirlerini optimize ederek, temiz enerji kaynaklarına geçerek, politika iş birliğini teşvik ederek ve tüketici bilincini artırarak talep artışları karşısında emisyon artışını engellemesi gerekmektedir.** Enerji verimliliği ve enerji tasarrufu, emisyonlarda ve enerji tüketiminde bazı azalmalar elde etmek için genellikle hızlı bir yol olabilmektedir. Fakat daha derin emisyon azaltımı sağlayacak teknolojilerin geliştirilmesi ve ölçeklendirilmesi için tamamlayıcı araçlar da yaratılması önemlidir. 1,5°C uyumlu bir senaryoda, verimlilik iyileştirmelerinin yanı sıra, ürün çeşitlendirmesi ve düşük emisyonlu alternatiflerle ikame yoluyla talebin azaltılması gerekecektir.

TEKNOLOJİYE İLİŞKİN BULGULAR

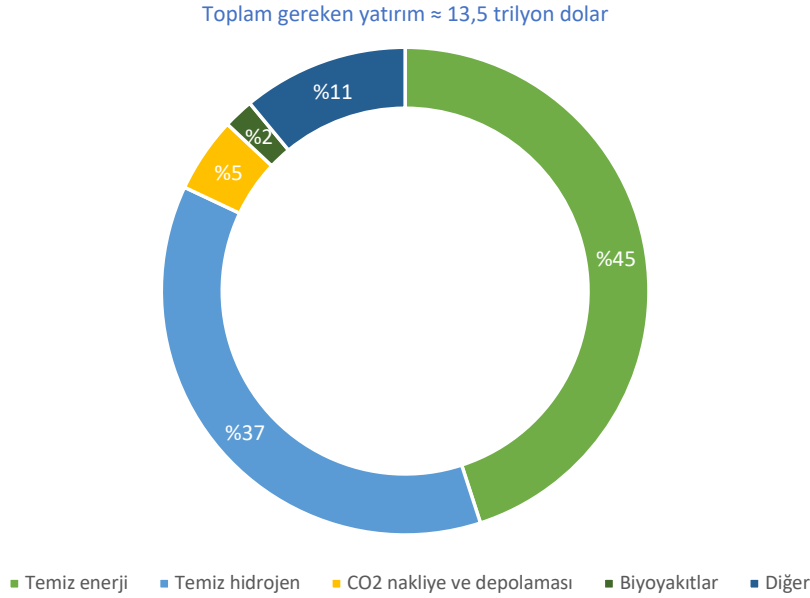
Emisyon yoğun sanayi ve ulaştırma sektörlerinin dönüşümü, büyük ölçüde teknolojik yeniliklere, aktif yatırımlara ve öğrenilenlerin paylaşılması ve çoğaltılması için endüstriyel koordinasyon ile iş birliğine dayanmaktadır.

- **2050 yılına kadar, temiz enerjinin nihai enerji karışımının %65'ini oluşturması öngörülmekte ve bu, emisyon azaltımını sağlamanın en az karmaşık yöntemi olarak kabul edilmektedir.**
- **Net sıfır çimento için uygulanabilir alternatiflerin eksikliği nedeniyle, küçük ve uzak tesislere yönelik uygulamaları geliştirmek ve bu on yıl içinde ticari ölçeklendirmeyi hızlandırmak için araştırma ve geliştirme (Ar-Ge), yatırım ve ek projelere ihtiyaç vardır.**
- **Yeşil ve mavi hidrojene erişim, çeşitli sektörler için önemli bir karbonsuzlaştırma çözümdür.** Mavi hidrojendeki olumlu gelişmelerin yanı sıra, fosil yakıt bağımlılığını azaltmak için yeşil hidrojen maliyetlerini düşürmek ve arzını artırmak da özellikle önemlidir.

ALTYAPIYA İLİŞKİN BULGULAR

Temiz enerji kaynaklarına geçiş, elektrik arzında ve piyasalarında önemli değişikliklere yol açmaktadır. Bu süreçte, güneş enerjisi, nükleer enerji ve hidroelektrik enerji gibi çeşitli yenilenebilir enerji kaynaklarına erişimi ve bu kaynakların koordinasyonunu vurgulayan stratejilere odaklanılmakta, bu da çeşitli sektör oyuncularını arasında iş birliği ve entegrasyonun önemini artırmaktadır. Temiz bir hidrojen ekonomisi çimento, çelik ve amonyak gibi endüstriler için hayati önem taşırken, gemicilik ve havacılık gibi sektörler de hidrojen türevi yakıtları değerlendirmektedir.

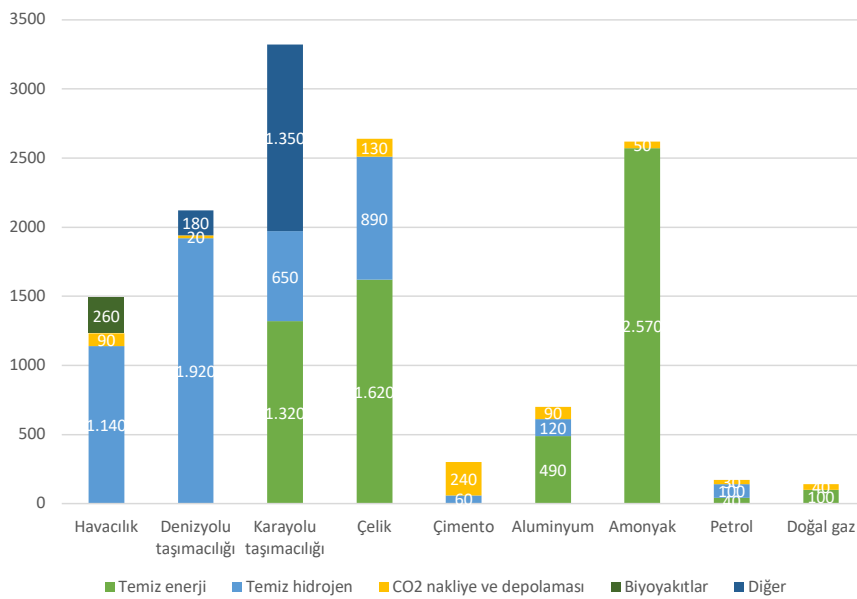
Şekil 2. 2050 yılına kadar gereken yatırımların dağılımı



Kaynak: Küresel Çimento ve Beton Birliği, Uluslararası Hava Taşımacılığı Birliği gibi kuruluşların verilerine dayanan Accenture analizi, Uluslararası Enerji Ajansı 2050'ye kadar Net Sıfır Raporu ve Dünya Ekonomik Görünümü.

Hâlihazırda gerekli altyapının %1'inden daha azı mevcut olup 2050'ye doğru düşük emisyonlu ürünlere ve taşımacılığa olan talep arttıkça sınırlı kaynaklar için sektörler arası rekabet riski de artmaktadır. Bunun üstesinden gelmek için, altyapı merkezleri ve endüstriyel kümelenmeler gibi ortak altyapı modellerinin teşvik edilmesi; erişimi arttıracak, daha eşit sektör büyümesini teşvik edecek ve ölçek avantajları yaratabilecektir. Sektörlerin, tamamlayıcı operasyonel modeller geliştirmek için altyapı ve enerji sağlayıcılarıyla ortaklık kurmaları gerekmektedir.

Şekil 3. 2050'ye kadar sektöre ve kolaylaştırıcılara göre toplam altyapı yatırımları (Milyar \$)



Kaynak: IEA, IRENA, Global CCS Institute ve GMF dâhil olmak üzere çok sayıda kaynağa dayanan Accenture analizi

TALEBE İLİŞKİN BULGULAR

Birçok imalat sanayi sektöründe, geçtiğimiz yıl düşük karbonlu alternatiflerde bir artış görülmüştür. Bununla birlikte, raporlama standartları, tedarik zinciri istikrarı ve şeffaflık eksikliği çoğu sektörde karşılaşılan zorluklardır. **Sektörler, düşük emisyonlu ve temiz teknoloji ürünlere ilişkin tüketici talebini artırmaya yönelik çabalara öncelik vermek ile bu çözümlere yönelik tedarik zincirini geliştirmeye odaklanmak arasında kritik bir kararlar karşı karşıyadır. Talebin mi yoksa arzın mı teşvik edileceğine ilişkin mevcut endüstri ikilemi acil dikkat ve çözüm gerektirmektedir.** Sektör liderleri, net sıfır yolların geliştirilmesi konusunda ortak bir kararlılığı paylaşmaktadır, ancak hem fiyat hem de hacim açısından güvenilir müşteri-gelir sinyallerinin olmaması uygulamayı sınırlamaktadır. Bu belirsizlik, dönüşüm sürecinde yatırım yapmak isteyen işletmeler için zorluklar yaratmaktadır. **Sektörlerin, temiz teknolojilerin uygulamaları konusunda şeffaflık yaratmak, altyapı talep gereksinimlerini netleştirmek ve buna göre önceliklendirme yaparak süreç faaliyetlerinin enerji yoğunluğunu azaltmak için değer zinciri boyunca iş birliği yapması gerekmektedir.**

Çeşitli sektörlerde, düşük emisyonlu ürünlere talep yaratmak ile ürün ve hizmetlerin karbon yoğunlukları konusunda tüketici farkındalığını artırmak için gerekli olan birkaç temel ön koşul aşağıda belirtilmektedir:

1. **Düşük emisyonlu ürünler için standartlaştırılmış bir çerçeve**
2. **Kullanımı kolay bir emisyon yoğunluğu hesaplayıcısı**
3. **Denetlenebilir bir karbon ayak izi değerlendirme süreci**

POLİTİKALARA İLİŞKİN BULGULAR

Çin, Hindistan, ABD ve AB gibi başlıca üretici ülkeler ve bölgeler net sıfır hedeflerini taahhüt etmişlerdir. Bu durum, kendi yetki alanlarındaki işletmelerin faaliyetlerini ve stratejilerini gelişen düzenleyici ortamla uyumlu hâle getirmelerini zorunlu kılmaktadır. **Bununla birlikte, karmaşık ve sürekli değişen politika rejimleri, işletmelerin uyum için ciddi kaynak ayırmasına neden olarak ilerlemeyi engellemektedir.** İyi tanımlanmış zaman çizelgeleri ile daha tutarlı ve istikrarlı düzenleyici çerçevelerin oluşturulması, bu risklerin azaltılması için zorunludur.

Ortaya çıkan sinyaller, dünya çapında test edilen bir dizi sektörler arası politika sistemine işaret etmektedir:

- Hâlihazırda, ülkelerin %20'si emisyon yoğun üretim yollarından uzaklaşmayı teşvik etmek için çeşitli karbon fiyatlandırılmaları uygulamaktadır. **Ayrıca, AB'nin Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması (SKDM) gibi ithalat kontrol programları da bu önlemleri tamamlayıcı niteliktedir.**
- Çin ve Hindistan gibi ülkelerde, büyük ölçekli endüstriyel dönüşüme yardımcı olan hidrojen değer zinciri boyunca yatırımları teşvik etmek için ulusal düzeyde eylem planları ve yol haritaları kabul edilmiştir. **Ayrıca, G20 üyesi ülkeler, temiz hidrojenin üretimini, tüketimini ve küresel ticaretini mümkün kılacak yol gösterici ilkeler üzerinde anlaşmaya varmıştır.**
- Bazı ülkeler, Karbon Yakalama, Kullanma ve Depolama (CCUS) teknolojilerini ve altyapılarını geliştirmeye yönelik politikalar uygulamaya koymuştur. Bunlar arasın-

da Kanada'daki karbon yakalama ve depolama (CCS) yatırım vergi kredileri, AB'nin CCS projeleri için İnovasyon Fonu ve Japonya'nın CCS'e özgü bir düzenleyici çerçeve geliştirme taahhüdü yer almaktadır.

- ABD'nin Altyapı Yatırım ve İstihdam Yasası (IIJA) gibi endüstriyel dekarbonizasyonun birden fazla alanına mali teşvik sağlayan kapsamlı politika paketleri de uygulanmaktadır.

Bu politika sistemleri umut vaat etse de uygulanabilirliklerinin sektörler arasında, özellikle de sanayi, enerji ve ulaşım gibi emisyon yoğun sektörlerde farklılık gösterdiğini belirtmek önemlidir. **Her sektör, gelişen tüketici gelir modelleriyle uyumlu, özel, iyi tanımlanmış politikalar ve düzenlemelere ihtiyaç duymaktadır.** Ayrıca, küresel CO₂ emisyonlarını azaltma çabalarını engelleyen **mevcut bölgesel eşitsizlikleri giderecek etkili politikalara da acil ihtiyaç bulunmaktadır.**




SERMAYEYE İLİŞKİN BULGULAR

Endüstriyel karbonsuzlaştırma, sektörler arasında kolektif bilgi paylaşımı ve kaynakların bir araya getirilmesini gerektirmektedir. Maliyetleri düşürmek, öğrenme eğrilerini hızlandırmak ve karbonsuzlaştırma çabalarına daha fazla yatırım yapılmasını teşvik etmek için sektörel işbirlikçi yaklaşım tek tek sektörler üzerindeki mali yükü hafifletirken, aynı zamanda piyasa öngörülebilirliği yaratmaktadır. İstikrarlı ve öngörülebilir bir piyasa ortamı, karbonsuzlaştırma girişimlerine daha fazla yatırım çekmek ve paydaş güvenini geliştirmek için çok önemlidir.

Kurumsal yatırımcılar ve çok taraflı bankalar, emisyon hedefleriyle bağlantılı düşük maliyetli sermayeye erişim sağlayarak önemli bir rol oynamaktadır. Finansal modellerin çeşitli sektörlerin ve bölgelerin özel ihtiyaçlarına göre uyarlanması, gerekli sermayenin harekete geçirilmesi için eşit derecede hayati önem taşımaktadır.

Mevcut sektör kâr marjları, birçok sektörün ek maliyetleri karşılamaya hazır olmadığını göstermektedir. **Sermayeye erişimi iyileştirmek ve sürdürülebilir getiri sağlamak için düşük emisyonlu ve düşük karbonlu alternatifler konusunda daha fazla şeffaflığa ihtiyaç duyulmaktadır.** Özellikle yeni teknoloji uygulamaları için talep sinyallerinin güçlendirilmesi kilit önem taşımaktadır. Bunun yanı sıra, bölgeler arasında iş birliğine dayalı altyapı geliştirme, erken yatırımcı riskini ve sektörler için yatırım harcaması gereksinimlerini azaltmada ve nihayetinde sürdürülebilir yatırım getirilerini sağlamada çok önemli bir rol oynayacaktır.

Net-sıfır endüstriyel dönüşümü desteklemeye yönelik eylem önerileri

 Karar vericiler için	 Endüstriler için	 Şirketler için
<ol style="list-style-type: none">1. Özellikle gelişmekte olan bölgelerde düşük emisyonlu teknolojilere olan talebi canlandırmak için vergi sübvansiyonları ve emisyon üst sınırları gibi ulusal koşullara göre uyarlanmış teşvik ve zorunluluk temelli politikaların dengeli bir birleşimi uygulanabilir.2. Büyük üretim bölgelerinde ve ana ulaşım merkezlerinde karbon fiyatlandırması uygulanabilir.3. Düşük karbonlu ürünler için erken talep sinyalleri sağlamak ve erken yatırımcı risklerini azaltmak için yeşil kamu alımlarının ve kamu/özel sektör ortaklıklarının artırılması sağlanabilir.	<ol style="list-style-type: none">1. Üreticiler, yatırımcılar ve son tüketiciler için şeffaflığı artırmak amacıyla net sıfıra geçişi düzenleyen yönetmelikler ve standartlar desteklenmelidir.2. Daha iyi altyapı erişimi ve daha hızlı kalkınma için sektörler arasında iş birliği yapılmalıdır.3. Düşük emisyonlu teknoloji için erken talebi teşvik etmek amacıyla 2030 yılına kadar offtake anlaşmalarının sayısı artırılabilir.	<ol style="list-style-type: none">1. Ölçülebilir net sıfır hedefleri ve yol haritaları uzun vadeli stratejilere entegre edilmelidir.2. Düşük emisyonlu teknolojilerin öğrenme eğrisini hızlandırmak için Ar-Ge'ye ve uygulamaya yatırım yapılmalıdır.3. Altyapıya erişimin artırılması ve karbon-suzlaştırma çözümlerinin uygulanması için gerekli yatırımlar yapılmalıdır.