

H₂

TÜRKİYE
YEŞİL HİDROJEN
GELECEĞİ | 2023

Sabancı
Üniversitesi

IICEC

SABANCI UNIVERSITY
ISTANBUL INTERNATIONAL
CENTER FOR ENERGY AND CLIMATE

IICEC enerji görünümü ve geleceği serileri,
daha güvenli ve temiz enerji geleceğini desteklemektedir.



Türkiye Yeşil Hidrojen Geleceği, Türkiye için çok boyutlu fırsatlar sunan yüksek potansiyelin değerlendirilmesini somut önerilerle desteklemektedir.

NEDEN GELİŞTİRİLDİ?

- ✓ Küresel ve bölgesel enerji, iklim ve sanayi dinamikleri.
- ✓ Türkiye'nin ulusal kalkınma, enerji, iklim, sanayi, teknoloji stratejilerinde hedefleri ve öncelikleri.
- ✓ Türkiye'nin yüksek yenilenebilir enerji ve elektrifikasyon potansiyeli, karbondan arındırılması zor sektörlerde artan talebi & yeşil hidrojen persektifi.
- ✓ Daha güvenli ve temiz enerji geleceğini destekleyecek çok boyutlu fırsatlar.
- ✓ Bağımsız, katılımcı ve örnek bir çalışma.

NASIL GELİŞTİRİLDİ?

- ✓ IICEC tarafından geliştirilen Türkiye Energy Outlook & bütüncül bir enerji modeli.
- ✓ Türkiye enerji sisteminin ve nihai enerji tüketicisi sektörlerinin detaylı envanteri & analizleri.
- ✓ Küresel ve bölgesel gelişmelerin, Türkiye'de ilgili politika önceliklerinin, piyasa gelişiminin ve teknolojik ilerlemelerin etkileri.
- ✓ Bağımsız araştırma, nicel analizler ve bakış açıları.
- ✓ Kamu-Sanayi-Akademi başarı üçgeni üzerine inşa edilen paydaş katılımı.



Türkiye'nin yeşil hidrojen potansiyeli ve güçlü yönleri çerçevesinde çok boyutlu enerji ve iklim faydaları analiz edilmiştir.

GÜÇLÜ YÖNLER & POTANSİYEL

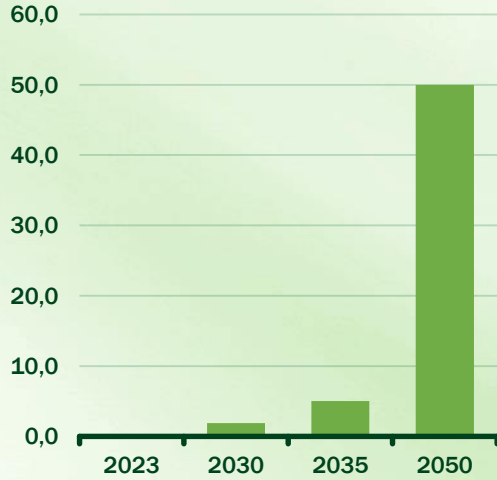
- ✔ Politika hedefleri ve stratejiler
- ✔ Yüksek yenilenebilir enerji potansiyeli
- ✔ Karbondan arındırılması zor sektörlerde enerji talep artışı
- ✔ Teknoloji odaklı gelişim öncelikleri, ekosistemde gelişen girişimler ve işbirlikleri
- ✔ Talebi ve ithalat ihtiyacı yüksek Avrupa pazarlarına yakınlık

ÇOK BOYUTLU FIRSATLAR

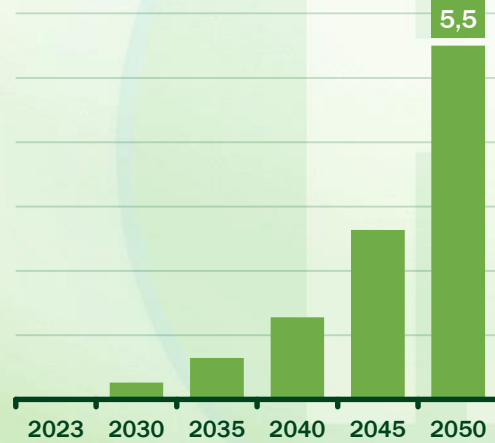
- ✔ Enerji arzında çeşitlendirme & yerlileşme
- ✔ Sera gazı emisyonu azaltımı
- ✔ Enerji ithalat faturasında azaltım
- ✔ Teknolojik gelişim & yerlileşme

Türkiye Ulusal Enerji Planı'ndaki elektrolizör kurulum hedefleri doğrultusunda yeşil hidrojen üretiminde gelecek perspektifi sunulmaktadır.

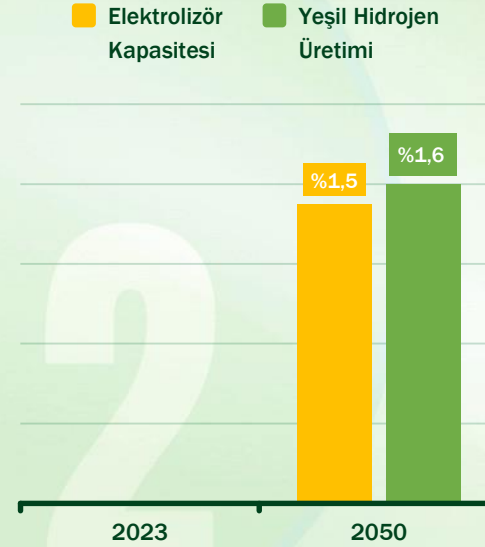
Elektrolizör Kapasitesi (GW)



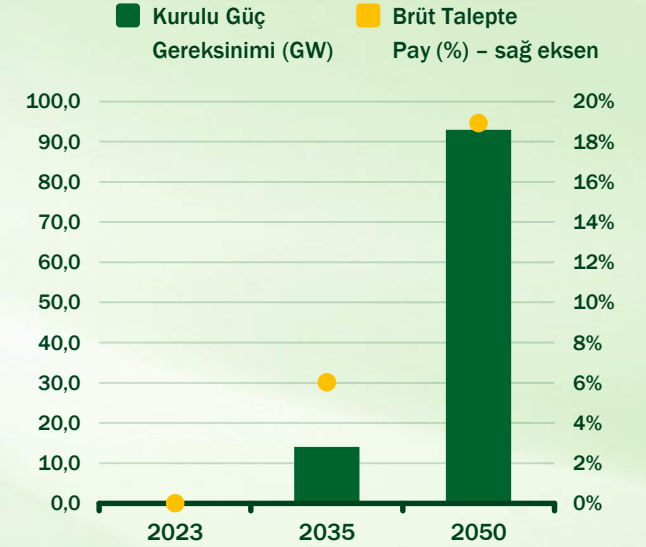
Yeşil Hidrojen Üretimi (Mton)



Küresel Pay (2050, %)*



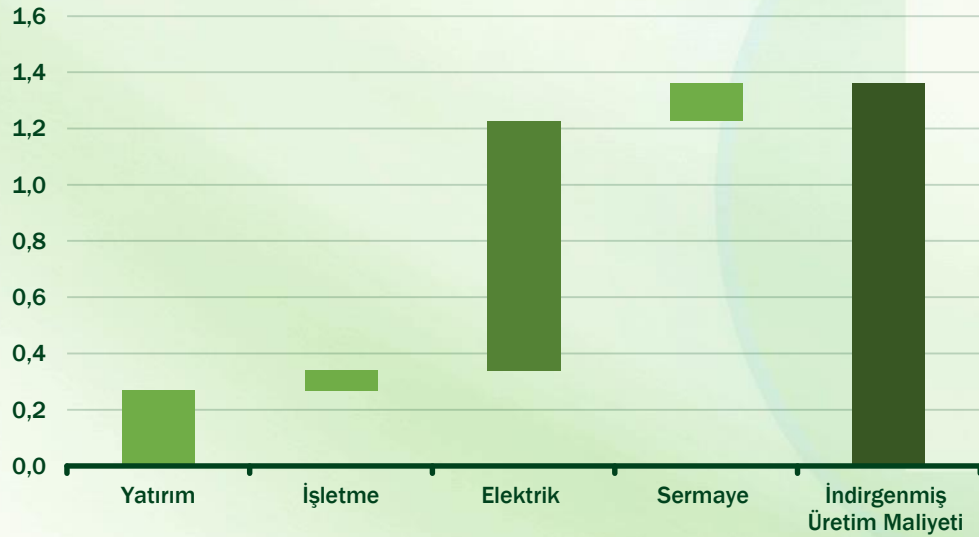
Elektrik Gereksinimi (GW,%)



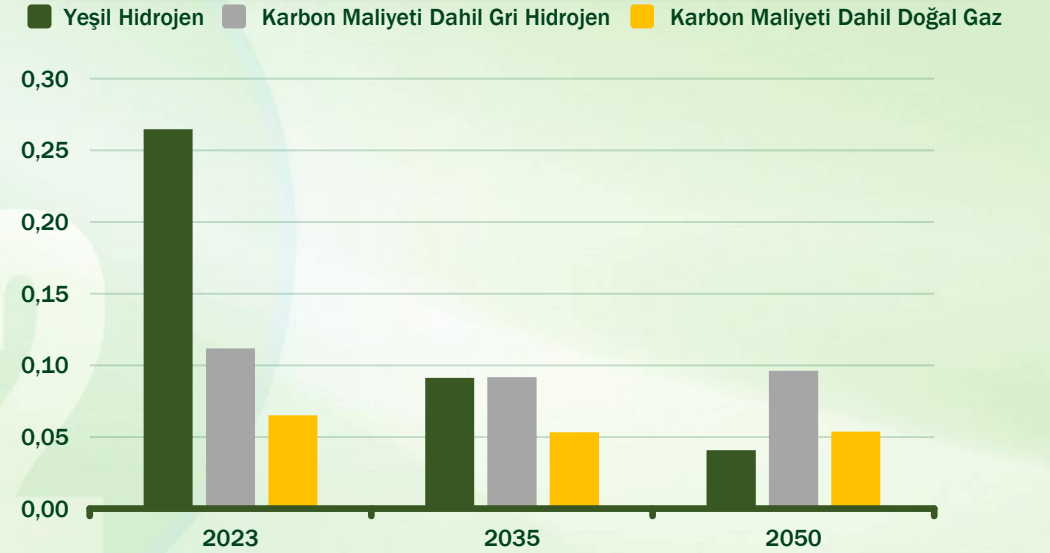
Elektrolizör kurulumlarında, özellikle 2035 sonrası dönemde hızlı büyüme ile Türkiye'nin küresel kapasitede ve üretimde payı %2'ye çıkmakta; elektrik girdisi ihtiyacında artış, yeşil hidrojen, yenilenebilir enerji ve elektrifikasyon hedeflerinde ilişkiyi güçlendirmektedir.

Üretim ekonomisinin gelişimi, yeşil hidrojenin sektörel kullanımında yaygınlaşma ve geleneksel alternatiflerle rekabetçilik bakımından kritik olacaktır.

İndirgenmiş Yeşil Hidrojen Üretim Maliyeti
(2050, ABD\$ / kg)

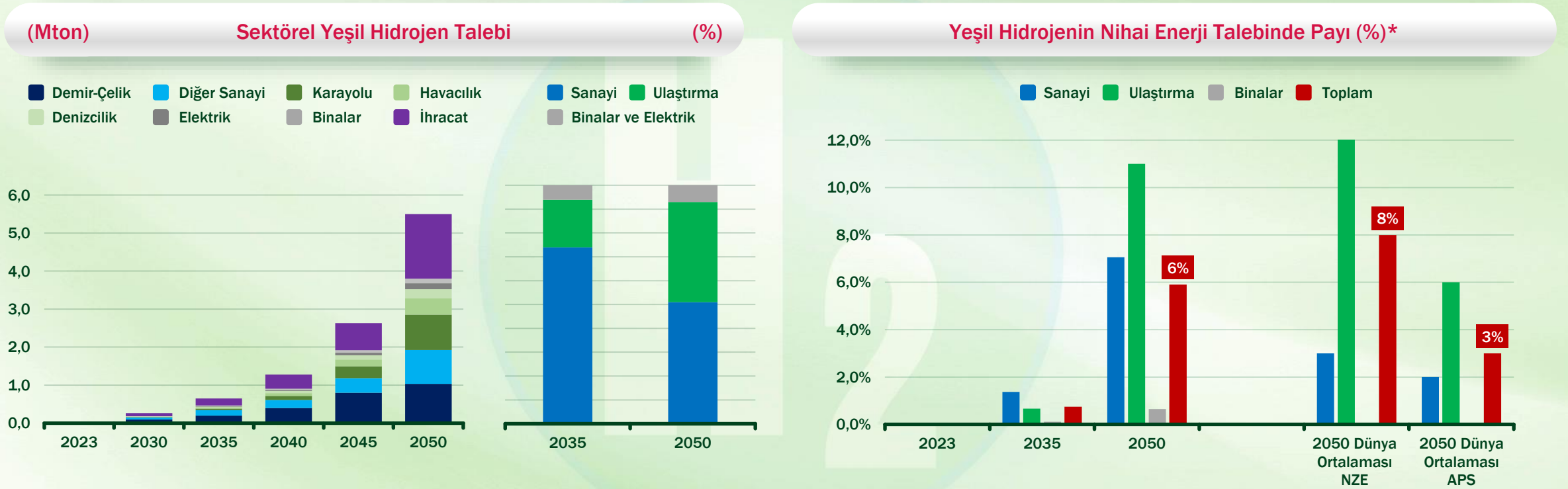


Yeşil Hidrojen Ekonomisinin ve Rekabetçiliğinin Gelişimi*
(ABD\$ / kW saat)



Elektrik girdisi, yeşil hidrojen maliyetinin en ağırlıklı bileşenini oluşturmaya devam edecektir; elektrik maliyetlerinin yanı sıra fosil yakıt ve karbon fiyatlarının seyri de üretimin rekabetçiliğinde belirleyici olacaktır.

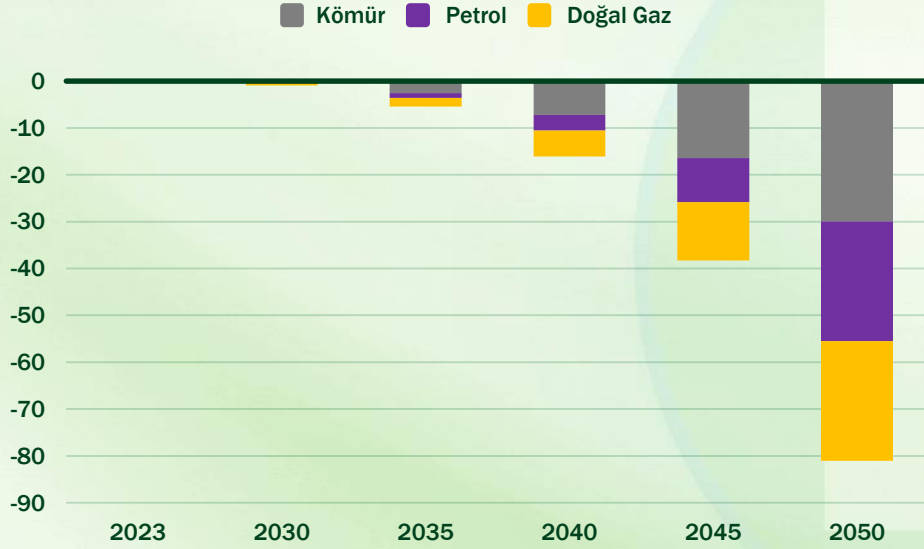
Talebin sektörel gelişimi, sektörlere özel dinamikler ve üretimde gelişimin Türkiye'deki tüketimler öncelikli olarak değerlendirilmesi gözetilerek analiz edilmiştir.



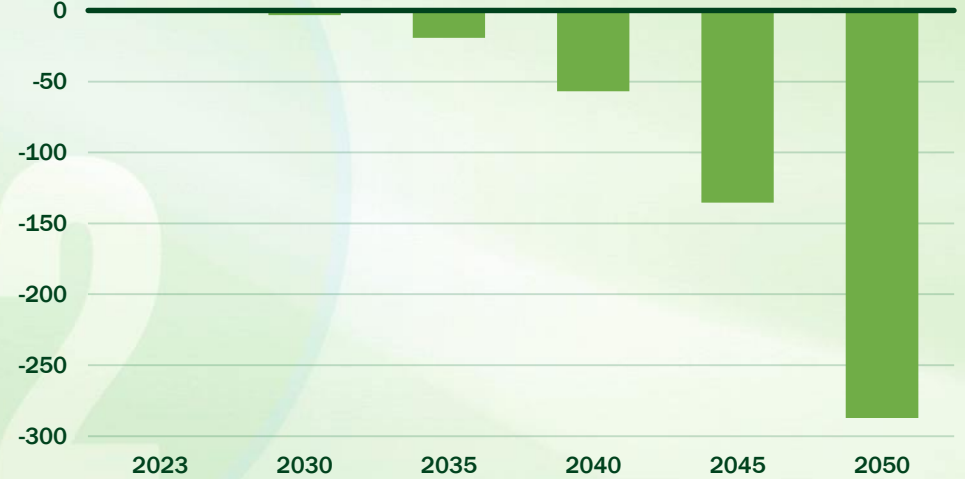
Talep ilk aşamalarda sanayi sektörlerinde, mevcut kullanımlarda dönüşüm ve SKDM etkileriyle gelişirken, ulaşımda enerji dönüşümü gibi faktörlerin etkisiyle gelecekte daha çeşitli bir nitelik kazanmaktadır.

Yeşil hidrojenin karbondan arındırılması zor sektörlerde fosil yakıtları ikamesi, daha güvenli ve temiz enerji geleceği için çok yönlü faydalar sunmaktadır.

Kümülatif Fosil Yakıt Azaltımı (Mtep)



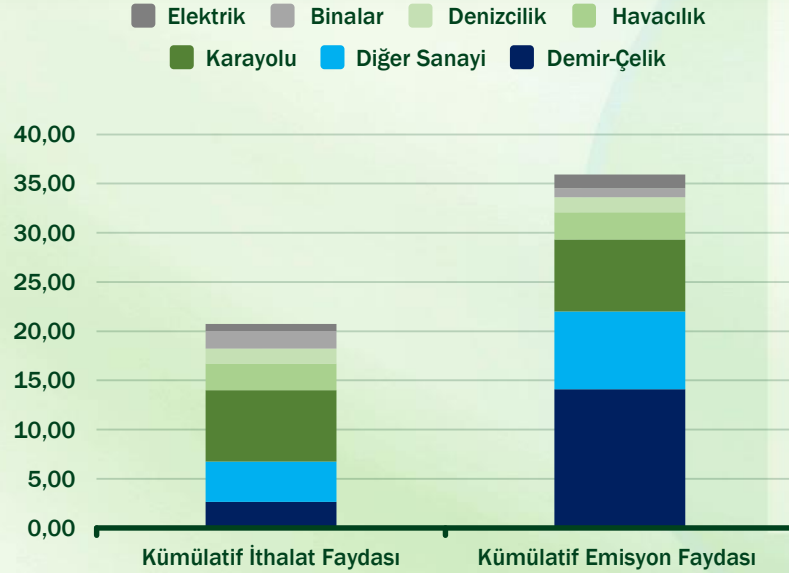
Kümülatif Sera Gazı Azaltımı (Mton CO₂-eş)



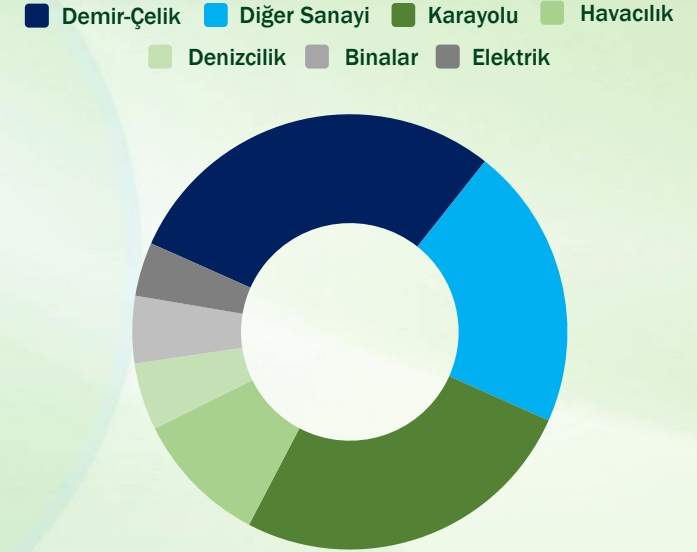
Bu sektörlerde 2050 yılına kadar olan dönemde, mevcut yıllık enerji tüketiminin ~2 katı, emisyon envanterinin ise ~3,5 katı azaltım sağlanabilmektedir.

Fosil yakıt tüketiminde ve emisyonlarda azaltım yoluyla önemli ekonomik kazanımlar sağlanabilecektir.

Kümülatif İthalat ve Emisyon Faydası* (milyar 2022ABD\$)



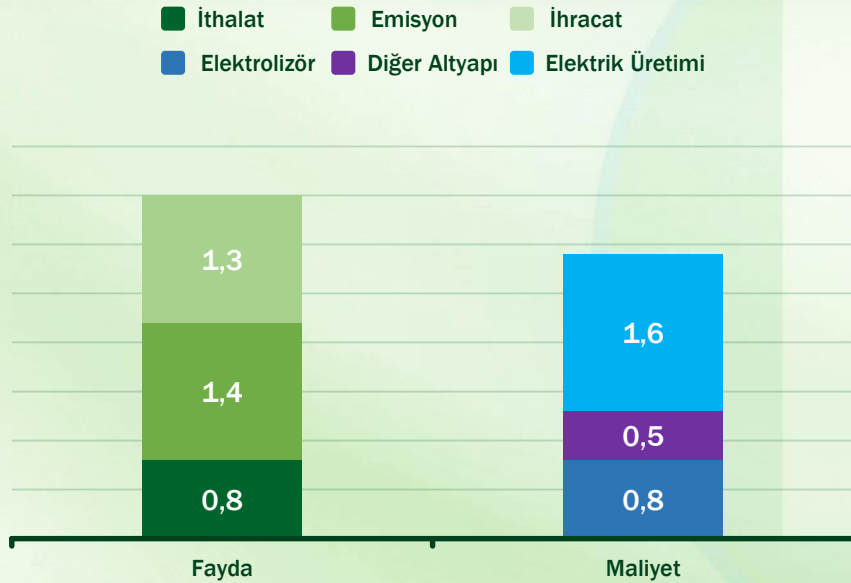
Kümülatif Ekonomik Kazanımların Sektörel Dağılımı (%)



Çelik ve diğer sanayi sektörleri ile karayolu ulaşımı, kümülatif talebin ve 55 milyar 2022ABD\$'a ulaşan ekonomik kazanımların yaklaşık dörtte-üçünü oluşturmaktadır.

Çok yönlü ekonomik faydaların yanı sıra maliyet analizleri bütüncül fayda-maliyet gelişiminde orta ve uzun vadede artan kazanımlara işaret etmektedir.

Yıllık Ortalama Fayda ve Maliyet (milyar 2022ABD\$/yıl)*



Fayda-Maliyet Çarpanı Gelişimi

Teknolojik gelişim ve yerleşme gibi kritik kazanımlar çarpanları artıracaktır.



Yıllık ortalama 3,0 milyar 2022ABD\$ yatırım karşılığında 3,5 milyar 2022ABD\$ ithalat, emisyon ve ihracat faydası elde edilmekte, 2050 yılından sonra fayda-maliyet çarpanı yıllık 2,4'ü ve kümülatif 1,2'yi aşmaktadır.

Türkiye Yeşil Hidrojen Geleceği, yüksek potansiyelin ve çok boyutlu faydaların değerlendirilmesi için kritik gelişim alanları ve fırsatları sunmaktadır.

Kamu

BAŞARI
ÜÇGENİ



Özel Sektör

Akademi

- ✔ Politika Hedefleri & Yol Haritaları
- ✔ Altyapılar
- ✔ Piyasalar
- ✔ Teknolojiler ve Yerlileşme
- ✔ Uluslararası ve Bölgesel İşbirlikleri
- ✔ Geniş Ölçekte Sürdürülebilirlik
- ✔ İnsan Kaynağı & Girişimcilik



7 IICEC ÖNERİSİ

1

Talepte ve ilgili altyapılarda gelişim perspektifine ilişkin yol haritalarının, öncelikli sektörler ve bölgeler bazında belirlenmesi,

2

Teknik ve düzenleyici altyapıların oluşturulması, optimal kaynak kullanımını ve azami güvenliği temin edecek uzun vadeli master planlamaların hazırlanarak hayata geçirilmesi,

3

Değer zincirinde verimli ve öngörülebilir büyüme için piyasa ve destek mekanizmalarının, elektrik, doğal gaz, karbon piyasaları ile etkileşimler ve elektrik arz güvenliği de gözetilerek oluşturulması,

4

Elektrolizör, depolama ve yakıt hücresi başta olmak üzere kritik teknolojilerde fırsatların değerlendirilmesi, yerleşme ve imalat kabiliyetlerinin geliştirilmesi,

5

Uluslararası ve bölgesel iş birliklerinin güçlendirilmesi, Avrupa'nın artan talebine yönelik ihracat imkanlarının azami fayda sağlayacak şekilde değerlendirilmesi,

6

Ekosistemin genelinde, rüzgar ve güneş kaynakları ve su kullanımı, kritik mineraller ve tedarik zincirleri gibi alanlarda geniş ölçekte sürdürülebilirlik perspektifinin gözetilmesi,

7

Sürdürülebilir büyümeyi ve rekabetçiliği destekleyecek, nitelikli insan kaynağı ve yetenek havuzunun geliştirilmesi ve güçlü bir girişimcilik ekosisteminin hayata geçirilmesi.

7 IICEC
ÖNERİSİ

1

2

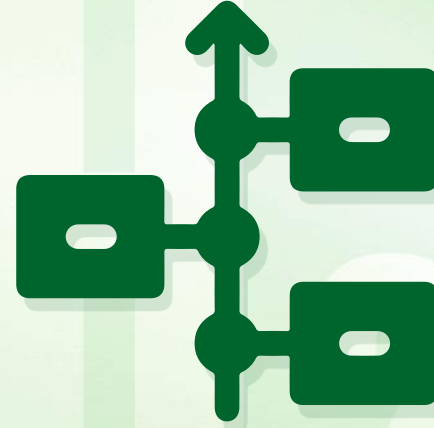
3

4

5

6

7



Talepte ve ilgili altyapılarda gelişim perspektifine ilişkin yol haritalarının,
öncelikli sektörler ve bölgeler bazında belirlenmesi.

7 IICEC
ÖNERİSİ

1

2

3

4

5

6

7



Teknik ve düzenleyici altyapıların oluşturulması, optimal kaynak kullanımını ve azami güvenliği temin edecek uzun vadeli master planlamaların hazırlanarak hayata geçirilmesi.

7 IICEC
ÖNERİSİ

1

2

3

4

5

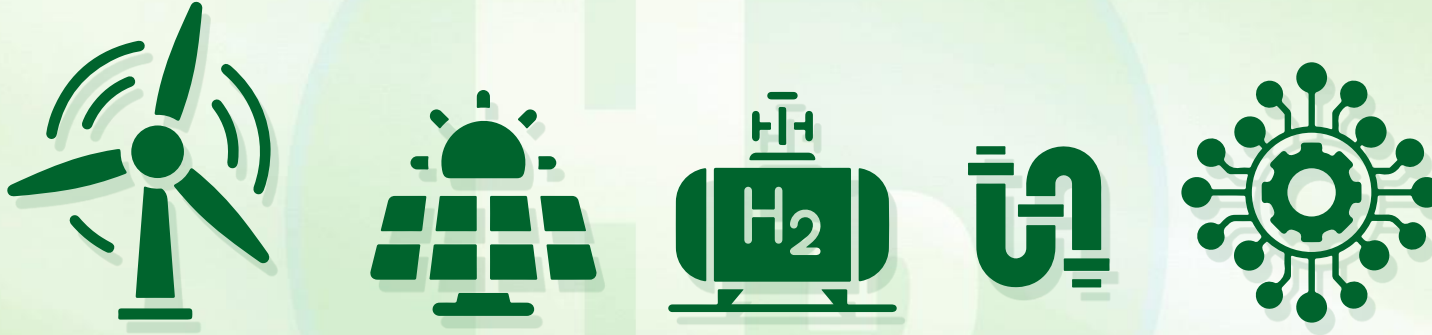
6

7



Değer zincirinde verimli ve öngörülebilir büyüme için piyasa ve destek mekanizmalarının, elektrik, doğal gaz, karbon piyasaları ile etkileşimler ve elektrik arz güvenliği de gözetilerek oluşturulması.

7 IICEC
ÖNERİSİ



Elektrolizör, depolama ve yakıt hücresi başta gelmek üzere kritik teknolojilerde fırsatların değerlendirilmesi, yerleşme ve imalat kabiliyetlerinin geliştirilmesi.

7 IICEC
ÖNERİSİ

1

2

3

4

5

6

7



Uluslararası ve bölgesel iş birliklerinin güçlendirilmesi,
Avrupa'nın artan talebine yönelik ihracat imkanlarının azami
fayda sağlayacak şekilde değerlendirilmesi.

7 IICEC
ÖNERİSİ

1

2

3

4

5

6

7



Ekosistemin genelinde, rüzgar ve güneş kaynakları ve su kullanımı, kritik mineraller ve tedarik zincirleri gibi alanlarda geniş ölçekte sürdürülebilirlik perspektifinin gözetilmesi.

7 IICEC
ÖNERİSİ

1

2

3

4

5

6

7



Sürdürülebilir büyümeyi ve rekabetçiliği destekleyecek,
nitelikli insan kaynağı ve yetenek havuzunun geliştirilmesi ve
güçlü bir girişimcilik ekosisteminin hayata geçirilmesi.

7 IICEC ÖNERİSİ

1

Talepte ve ilgili altyapılarda gelişim perspektifine ilişkin yol haritalarının, öncelikli sektörler ve bölgeler bazında belirlenmesi,

2

Teknik ve düzenleyici altyapıların oluşturulması, optimal kaynak kullanımını ve azami güvenliği temin edecek uzun vadeli master planlamaların hazırlanarak hayata geçirilmesi,

3

Değer zincirinde verimli ve öngörülebilir büyüme için piyasa ve destek mekanizmalarının, elektrik, doğal gaz, karbon piyasaları ile etkileşimler ve elektrik arz güvenliği de gözetilerek oluşturulması,

4

Elektrolizör, depolama ve yakıt hücresi başta olmak üzere kritik teknolojilerde fırsatların değerlendirilmesi, yerleşme ve imalat kabiliyetlerinin geliştirilmesi,

5

Uluslararası ve bölgesel iş birliklerinin güçlendirilmesi, Avrupa'nın artan talebine yönelik ihracat imkanlarının azami fayda sağlayacak şekilde değerlendirilmesi,

6

Ekosistemin genelinde, rüzgar ve güneş kaynakları ve su kullanımı, kritik mineraller ve tedarik zincirleri gibi alanlarda geniş ölçekte sürdürülebilirlik perspektifinin gözetilmesi,

7

Sürdürülebilir büyümeyi ve rekabetçiliği destekleyecek, nitelikli insan kaynağı ve yetenek havuzunun geliştirilmesi ve güçlü bir girişimcilik ekosisteminin hayata geçirilmesi.

YÖNETİCİ ÖZETİ
İLE BİRLİKTE

TÜRKİYE YEŞİL HİDROJEN GELECEĞİ | 2023



Sabancı
Üniversitesi

IICEC

SABANCI UNIVERSITY
ISTANBUL INTERNATIONAL
CENTER FOR ENERGY AND CLIMATE

TEŞEKKÜRLER



Detaylı bilgi için kare kodu
mobil cihazınıza okutunuz.

Sabancı
Üniversitesi

IICEC

SABANCI UNIVERSITY
ISTANBUL INTERNATIONAL
CENTER FOR ENERGY AND CLIMATE