



# Üretimden Kullanıma Hidrojen Değer Zincirine Bütünsel Bir Bakış

**Ragıp KIZILTAŞ**

**TENMAK Temiz Enerji Araştırma Enstitüsü (TEMEN)  
Enstitü Başkanı V.**

14.12.2023 / Ankara

# Sunu Planı

- **TENMAK**
- **Hidrojen**
- **Hidrojen Değer Zinciri**
- **Hidrojen Teknolojileri: Üretim, Depolama, İletim, Kullanım, Güvenlik**
- **Hidrojen Vadisi Konsepti**
- **Fırsatlar ve Zorluklar**
- **Türkiye'deki Son Gelişmeler (Yol Haritası ve Destek Programı)**

# TENMAK

- ❖ Türkiye Enerji, Nükleer ve Maden Araştırma Kurumu (TENMAK) 2020 yılında kurulmuştur.
- ❖ TENMAK Temiz Enerji Araştırma Enstitüsü (TEMEN)

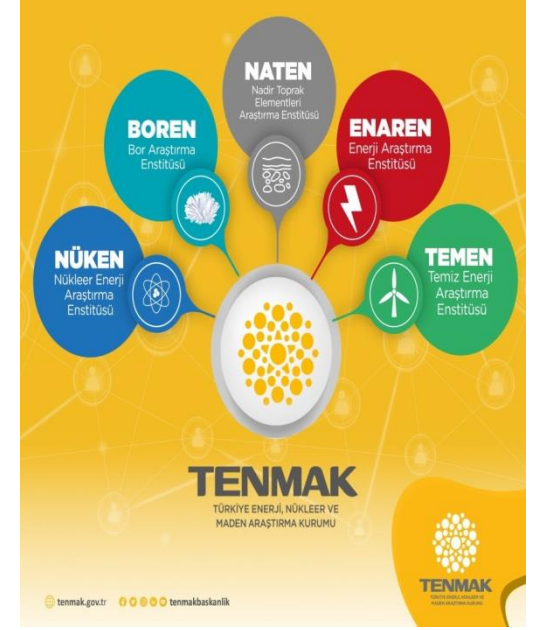
## Vizyonumuz

*‘Ülkemiz enerji sektörünü karbonsuzlaştırarak sürdürülebilir ve temiz bir enerji geleceği yaratmaktır’*

- TENMAK TEMEN olarak temiz enerji teknolojilerinin ülkemiz bilimsel, teknik ve ekonomik kalkınması yolunda kullanılmasını sağlayacak tüm araştırma, geliştirme, inovasyon, tasarım, üretim, test ve yerleştirme çalışmalarını yürütmekteyiz.

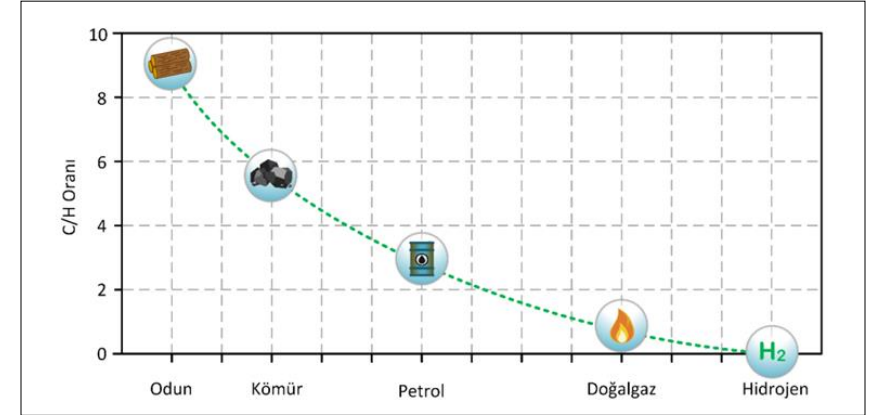
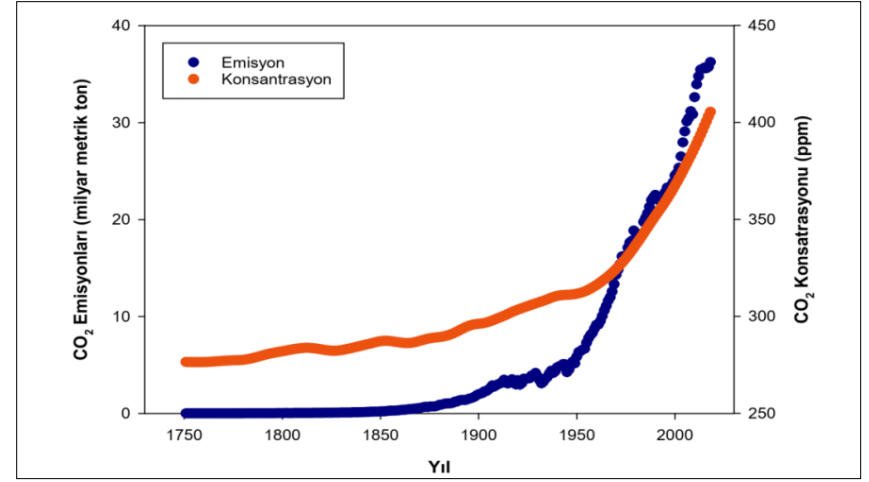
## Hidrojen Araştırma Alanlarımız

- Yakıt Hücresi Bileşeni Geliştirme
- Yakıt Hücresi Performans Ölçümleri
- Hidrojen Depolama
- Gaz Bileşimi Analizi
- Hidrojen Üretimi
- Yeşil Hidrojen Uygulamaları
- Hidrojen Dolum İstasyonları
- Sistem Entegrasyonu, Modelleme ve Modifikasyon



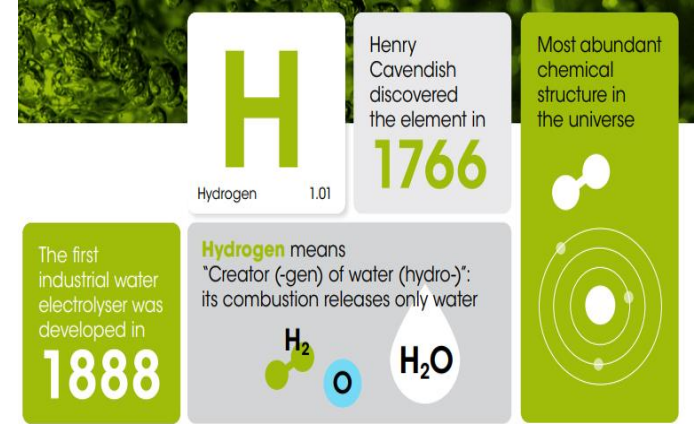
# Hidrojen

- Hidrojen; bolluğu, yüksek enerji yoğunluğu ve çevresel açıdan zararlı olmaması nedeniyle artan **sürdürülebilir temiz enerji** talebini karşılamak için en iyi alternatiflerden biridir.



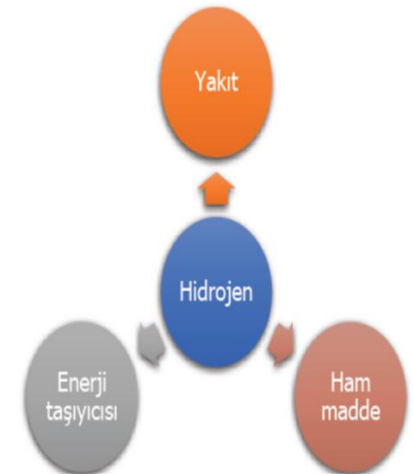
# Hidrojenin Kimyasal ve Fiziksel Özellikleri

- Periyodik tablonun ilk elementi.  
Sadece **1 proton** ve **1 elektrondan** oluşuyor.  
İki atomlu moleküler yapıya sahip. (**H<sub>2</sub>**)
- Atom Çapı: **0,53 Å**
- Hidrojen Havadan **14,4 kat daha** hafif.  
Atmosferde çok az bulunuyor: **~1 ppm**  
Yoğunluğu: **0,089 kg/m<sup>3</sup>**
- Atom Ağırlığı: **1,008 g/mol**
- Renksiz, kokusuz ve toksik değil.
- Patlayıcı ve yanıcı bir gazdır.
- Hidrojen gazı **-253 °C de** sıvılaşmaktadır.
- Sıvılaştırıldığında hacmi **700 kat** küçülüyor.
- Birim kütle başına en yüksek enerji içeriğine sahip.  
1 kg Hidrojen **140 mJ**
- 1 Kg hidrojen enerjisi **2,1 Kg doğal gaz**  
**2,8 Kg petrolün** sahip olduğu enerjiye eşdeğerdir.
- Ancak birim enerji başına **hacmi yüksektir.**
- Hidrojen iyi bir indirgeyicidir. Metal oksitleri metale kadar indirgeyebilir.
- Yakıt hücrelerinde kullanıldığında yakmaya göre **verim** daha yüksektir.

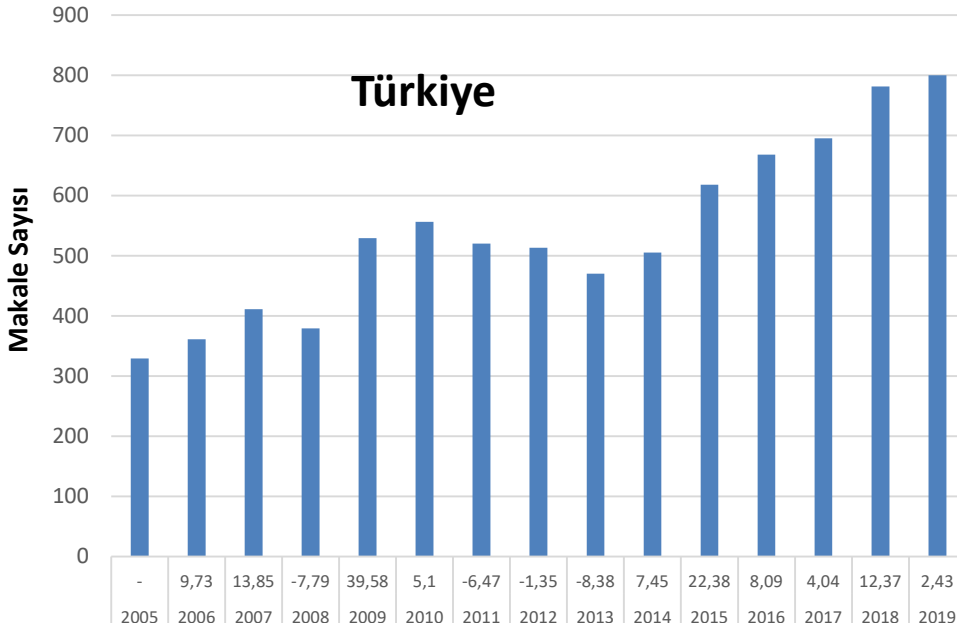
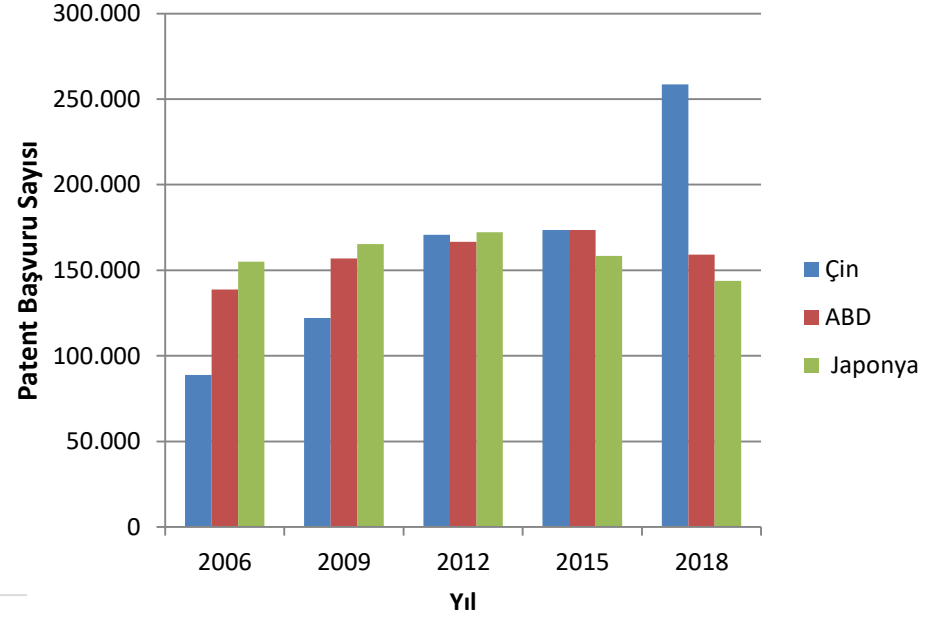
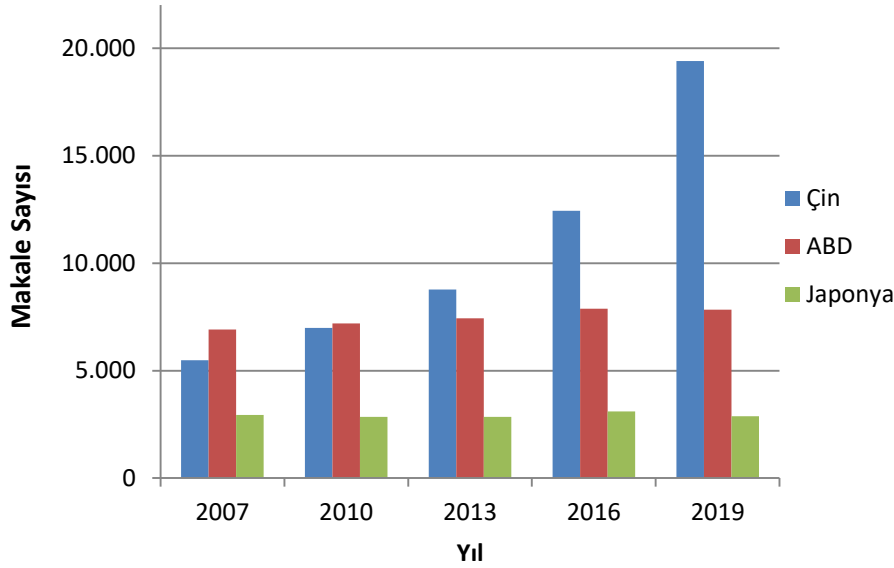


The infographic provides key facts about Hydrogen (H). It features a large green 'H' symbol, the atomic number 1, and the atomic weight 1.01. It mentions that Henry Cavendish discovered the element in 1766 and that it is the most abundant chemical structure in the universe. It also notes that the first industrial water electrolyser was developed in 1888. The word 'Hydrogen' is explained as 'Creator (-gen) of water (hydro-)', and its combustion is shown to release water (H<sub>2</sub>O). A diagram of a water molecule is also included.

Hidrojen;  
Latince «Hydrogenium» «su yapan»,  
Yunanca «hidrogon» «su yapan» ve  
Osmanlıca «müvellidülmâ=su yapan» anlamında bir sözcüktür.



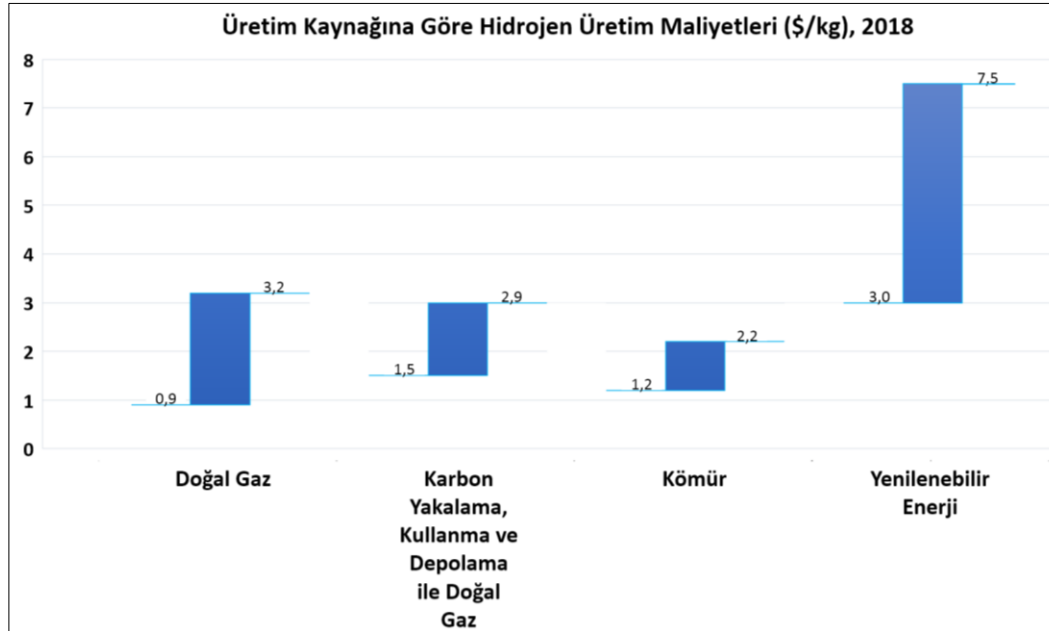
# Hidrojen Alanında Yayınlanan Makale ve Patent Sayıları



- Bilgiler Web of Science Veritabanından alınmıştır (2005-2019)
- Dünyada, içeriğinde hidrojen olan toplam 572. 447 makale yayınlanmıştır.
- Dünyada içeriğinde hidrojen olan son birkaç yıl içinde ortalaması 50 bin/yıl makale yayınlanmaktadır.
- 2019 yılında Çin yaklaşık 19.000 makale yayınlamıştır.
- Türkiye tarafından toplam 8.135 makale yayınlanmıştır.
- Türkiyede içeriğinde hidrojen olan son birkaç yıl içinde ortalaması 800 / yıl makale yayınlanmaktadır.

# Hidrojen Türleri ve Üretim Maliyetleri

	<b>GRİ</b> HİDROJEN	<b>MAVİ</b> HİDROJEN	<b>TURKUAZ</b> HİDROJEN	<b>YEŞİL</b> HİDROJEN
Proses	Buhar Metan Reformasyonu veya Gazlaştırma	KYKD ile Buhar Metan Reformasyonu veya Gazlaştırma (%85-90)	Piroliz	Elektroliz
Kaynak	Metan ya da kömür 	Metan ya da kömür 	Metan 	Yenilenebilir Enerji 

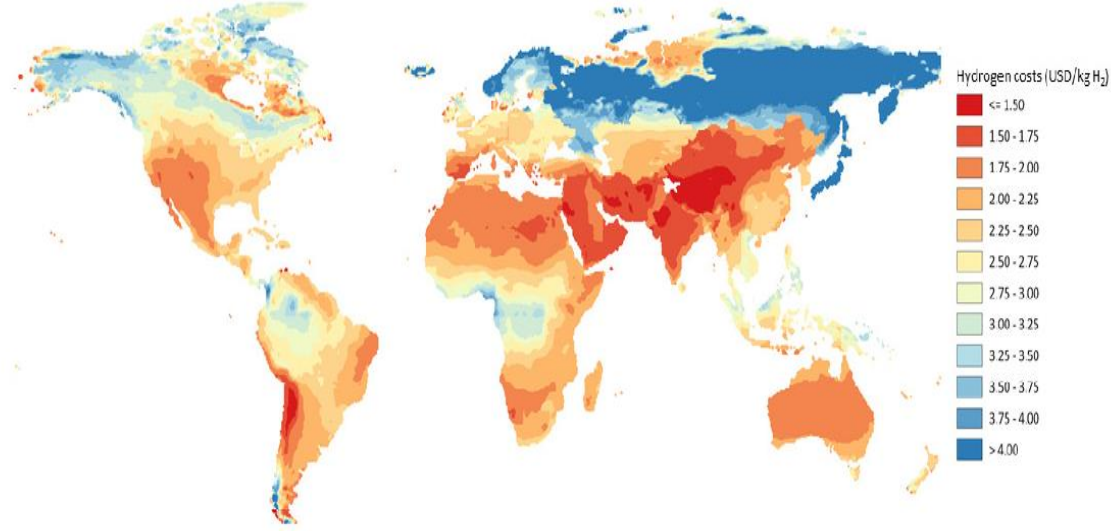


**Kaynak:** *Green Hydrogen for Industry: A Guide to Policy Making*. (2020). IRENA-International Renewable Energy Agency.

**Kaynak:** <https://www.iea.org/reports/the-future-of-hydrogen>

# Yeşil Hidrojen Üretim Maliyeti (2030 Tahmini)

Hydrogen production cost from hybrid solar PV and wind systems in 2030



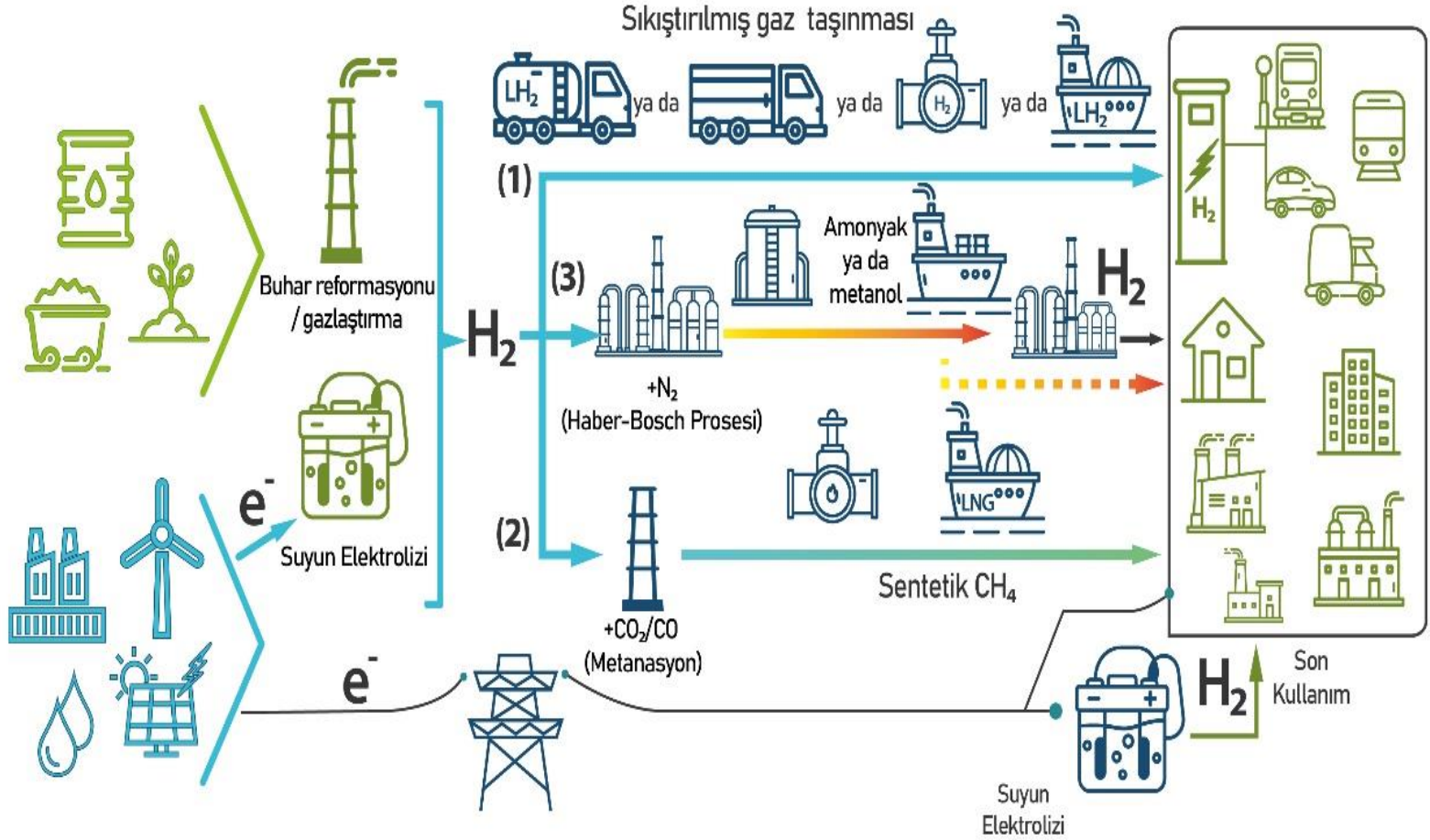
- Elektrolizden elde edilen hidrojen (yeşil hidrojen), 2030 yılına kadar CCUS ile doğal gazdan üretilen hidrojenle (mavi hidrojen) rekabet etmeye başlayacaktır.
- Yenilenebilir enerji santralleri ile bütünleştirilmiş hidrojen üretim tesisleri; verimlilik, depolama, iletim ve maliyet açısından önemli avantajlar sağlamaktadır.

**Kaynak:** *Green Hydrogen for Industry: A Guide to Policy Making.* (2020). IRENA-International Renewable Energy Agency.

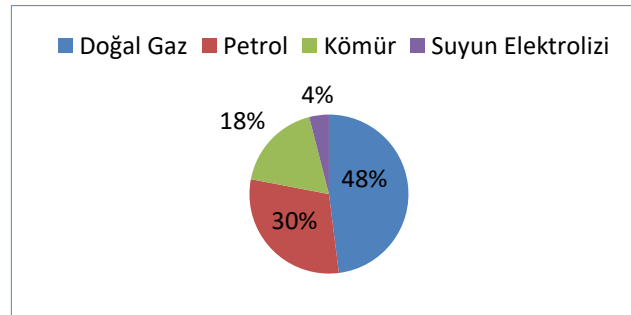
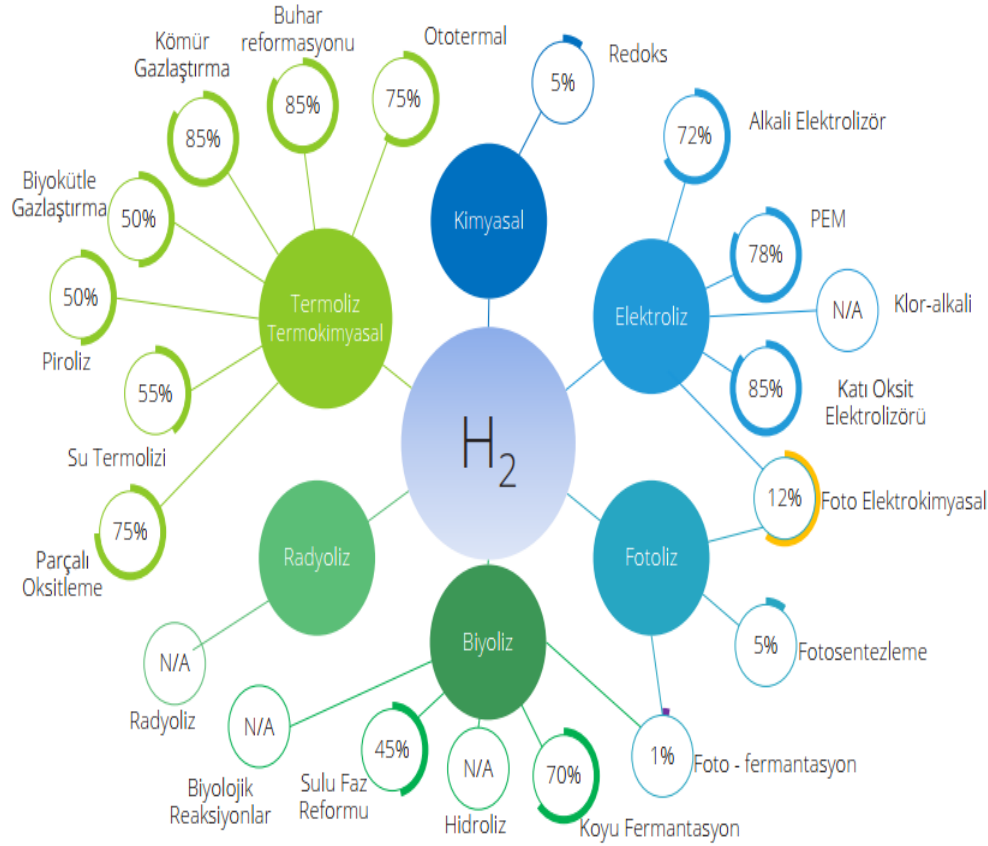
**Kaynak:** IEA (2021), Global Hydrogen Review 2021



# Hidrojen Değer Zinciri

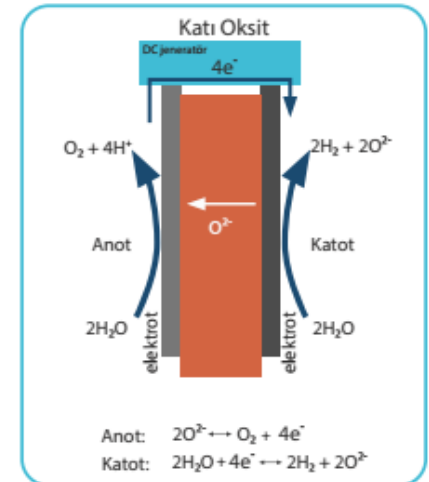
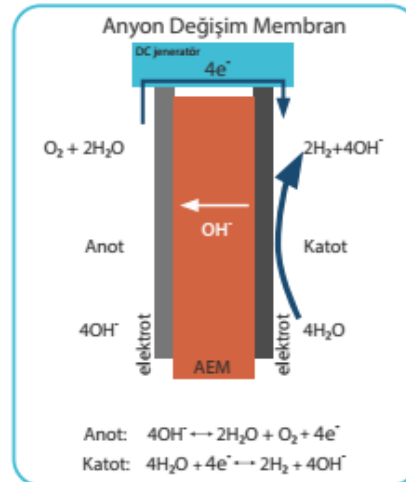
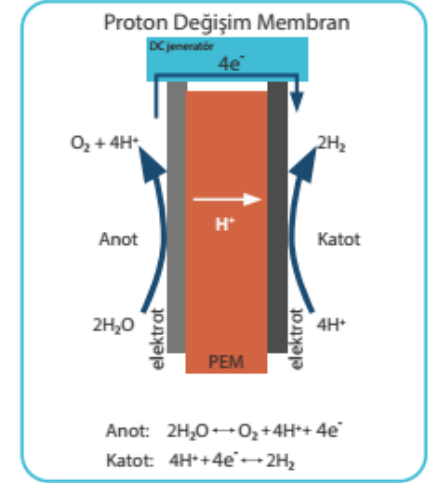
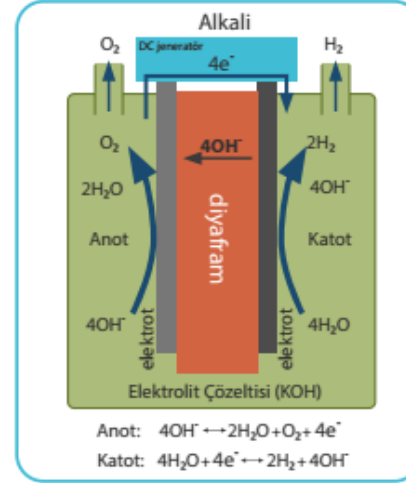
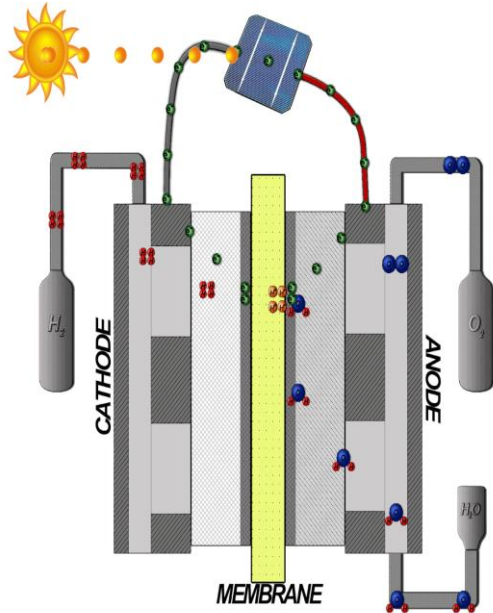


# Hidrojen Üretim Yöntemleri



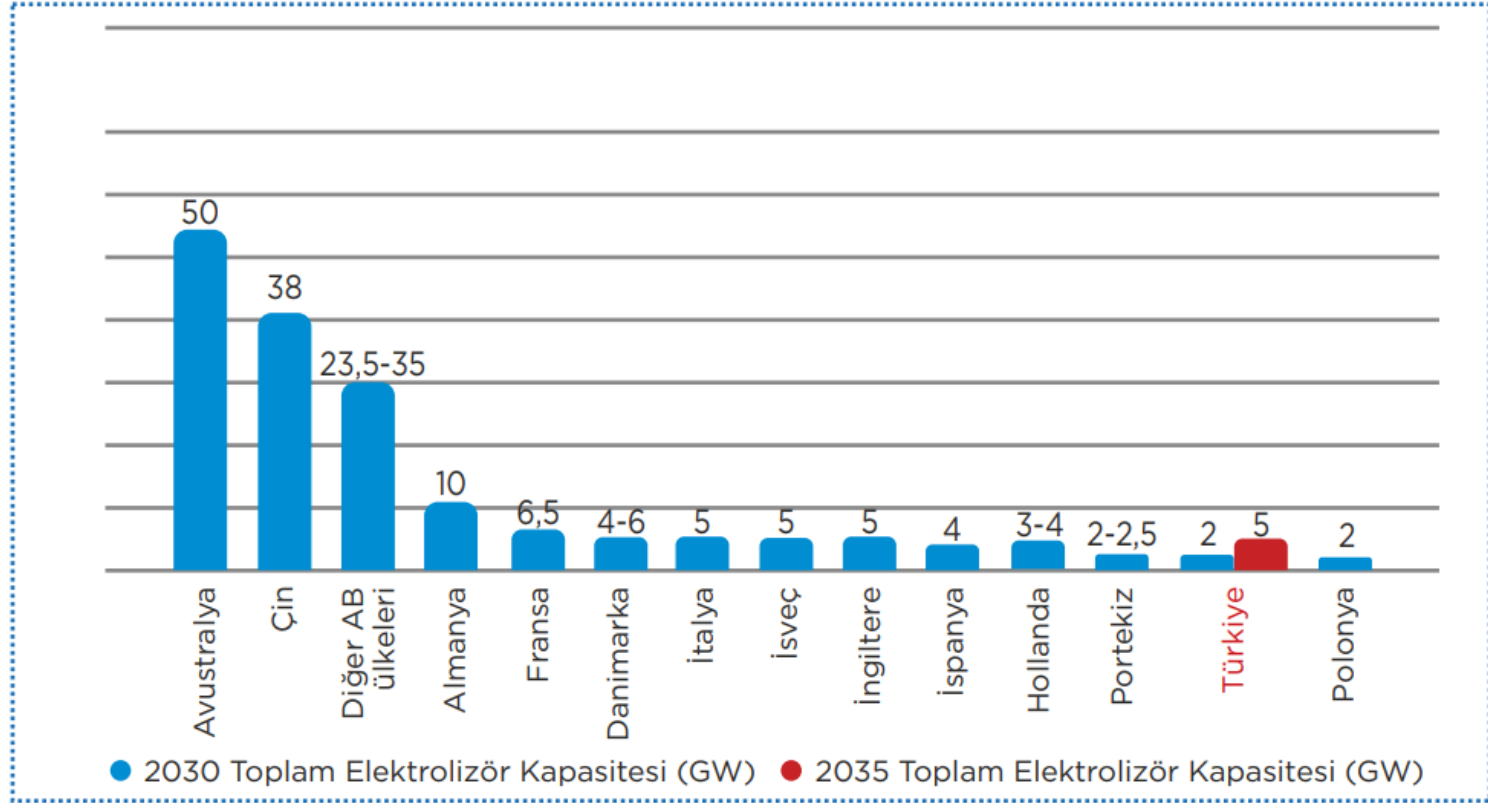
# Elektrolizör Teknolojisi

- Su elektrolizi, suyu ( $H_2O$ ) hidrojen ( $H_2$ ) ve oksijene ( $O_2$ ) ayırmak için elektriği kullanan elektrokimyasal bir işlemdir



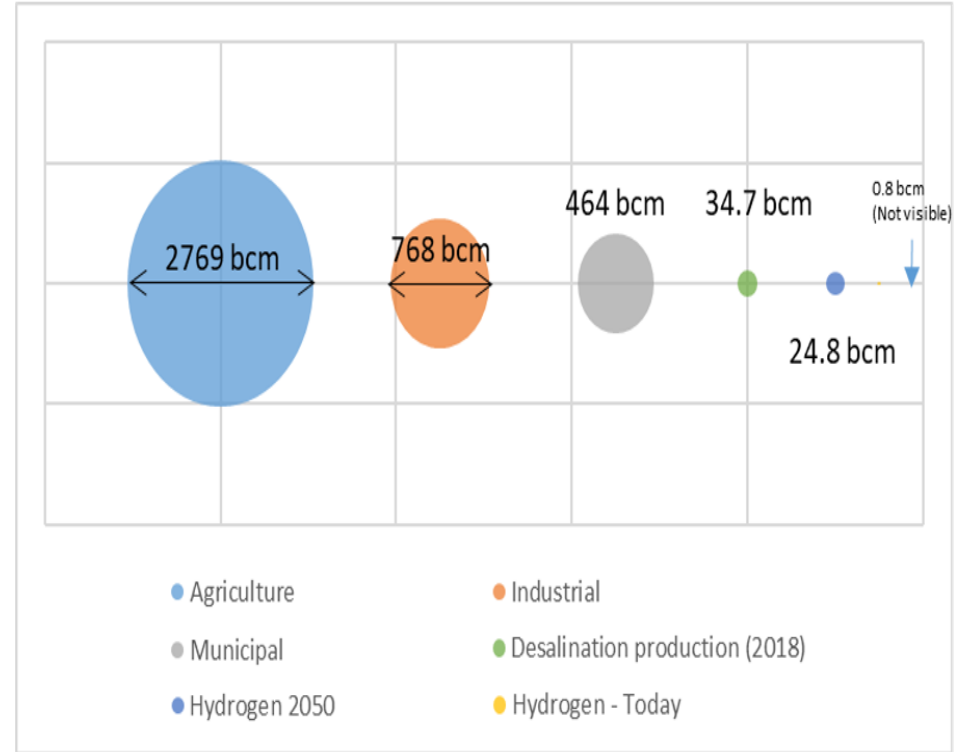
- **Alkali** ve **Polimer Elektrolit Membran (PEM)** halihazırda ticari iken,
- **Anyon Değişim Membran (AEM)** gelecek vaat ediyor.
- **Katı Oksit** henüz geliştirilme aşamasında.

# Elektrolizör Kapasite Hedefleri

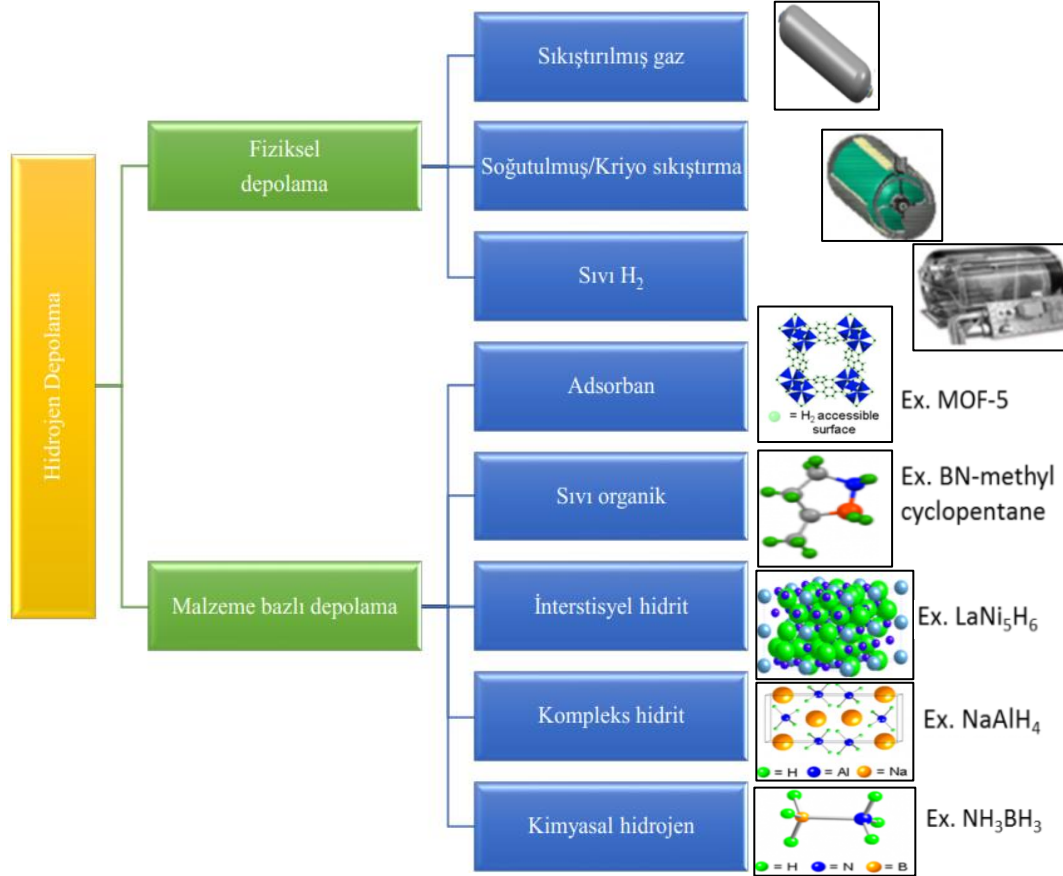


# Hidrojen Üretiminde Su İhtiyacı

- ❑ Doğal gaz reformu ve kömürün gazlaştırılmasından elde edilen mevcut hidrojen üretimi, yaklaşık 800 mcm'lik bir su tüketimine sahiptir.
- ❑ 2050 hidrojen talebinin tamamı elektrolizle karşılanırsa bile, su tüketimi yaklaşık 25 bcm olacaktır.
- ❑ Su tüketimi ortalama 400 m<sup>3</sup>/(kişi\*yıl) değeri alındığında, toplam 2050 hidrojen üretimi için su tüketimi 62 milyon nüfuslu bir ülkeye eşdeğer olacaktır.



# Hidrojen Depolama



\* Tuz mağaralarında ve diğer jeolojik oluşumlarda hidrojen depolama da yoğun olarak araştırılmaktadır.



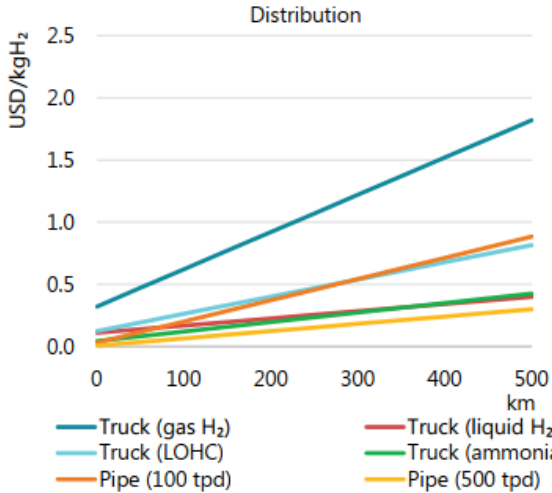
## Enerji Yoğunluğu

H <sub>2</sub>	: 33 320 W.h/kg
Doğal Gaz	: 14 889 W.h/kg
LPG	: 13 778 W.h/kg
LNG	: 14 889 W.h/kg
Benzin	: 12 700 W.h/kg
Metanol	: 6 200 W.h/kg

Depolama Türü	Depolama Şekli	Gravimetrik Kapasite (wt.%)	Volumetrik kapasite (g/L)
Fiziksel	Sıkıştırılmış (350bar)	2,8 - 3,8	16 - 18
	Sıkıştırılmış (700bar)	2,6 - 4,4	19 - 25
	Sıvı	4,8 - 6,8	31 - 39

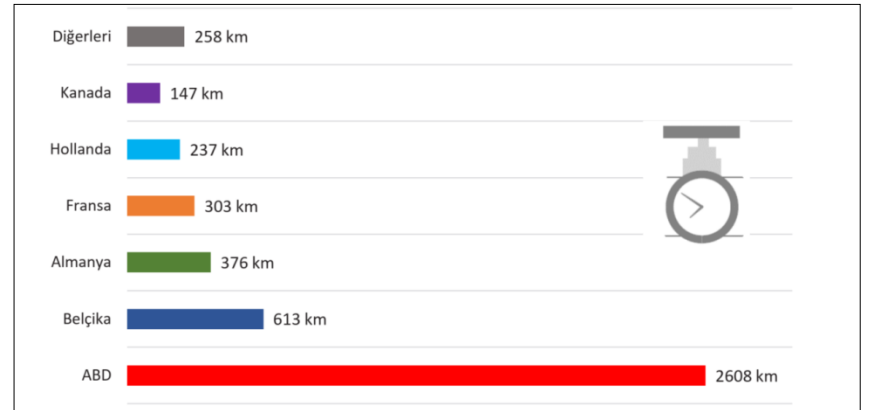
# Hidrojen İletimi

- Boru hattı altyapısı, bir enerji kaynağı olarak hidrojenin kapsamlı ve büyük ölçekli kullanımı için en iyi seçenek olmaktadır.
- Bununla birlikte, boru hatları yüksek seviyelerde başlangıç yatırımı gerektirmekte ve bu ancak karşılık gelen büyük hacimlerde hidrojen ile kendini amorti edebilmektedir.
- Bununla birlikte, hidrojen dağıtımı için boru hattı altyapıları geliştirmenin bir yolu, mikro ağlar olarak bilinen yerel veya bölgesel ağlardır. Bunlar daha sonra bölgeler arası ağlarda birleştirilebilir.
- Dünya çapında hâlihazırda büyük çoğunluğu hidrojen üreticileri tarafından işletilen toplam 4.500 km'den fazla hidrojen boru hattı bulunmaktadır.
- En uzun boru hatları ABD'de, Louisiana ve Teksas eyaletlerinde işletilmektedir ve onu Belçika ve Almanya izlemektedir.



Notes: More information on the assumptions is available at [www.iea.org](http://www.iea.org).

Source: IEA 2019. All rights reserved.

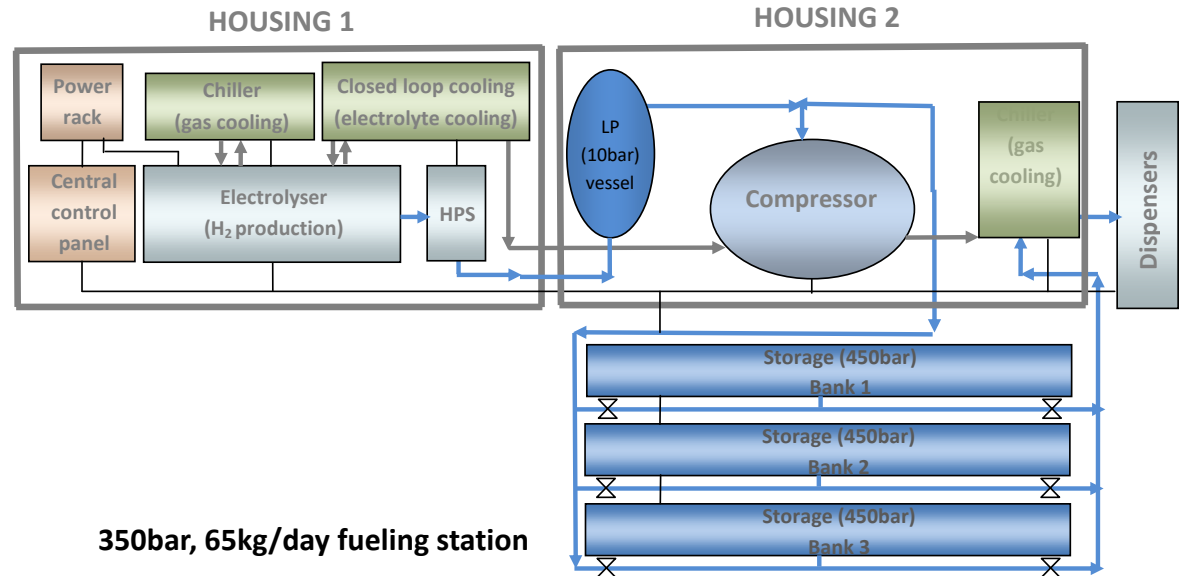


**Kaynak:** Türkiye için Hidrojen Teknolojileri Yol Haritası Raporu, HTD

**Kaynak:** *The Future of Hydrogen*. (2019). IEA-International Energy Agency.

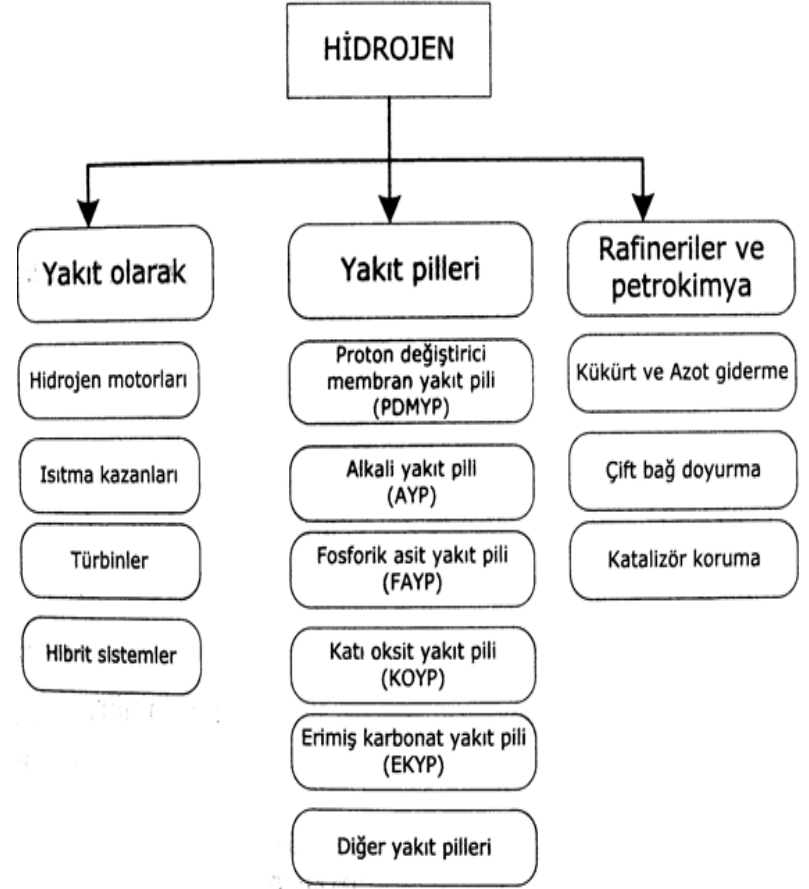
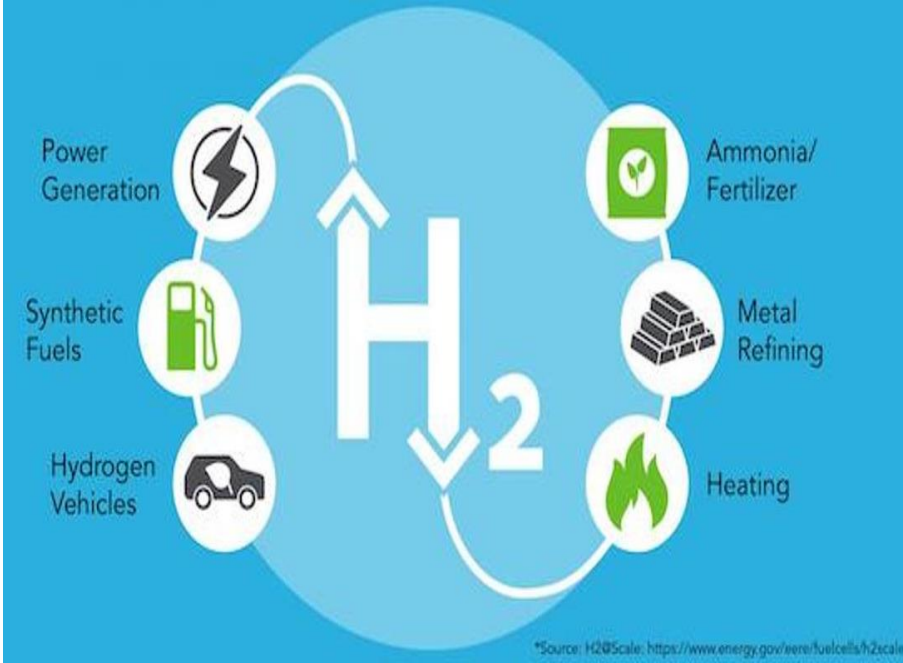
# Hidrojen Dolum İstasyonları

- Hidrojen dolum istasyonları, ülkelerin hidrojen altyapılarının gelişmesine önemli bir katkı sağlamakta ve sayıları son yıllarda artan bir ivme ile tüm dünyada çoğalmaktadır.
- Kamu ve özel sektör tarafından karayolu ulaşım araçları için kurulan hidrojen dolum istasyonu sayısı 2021'de dünya çapında toplam 685'e ulaşmıştır ve 252 adet hidrojen dolum istasyonu da planlama aşamasındadır.
- Hidrojen dolum istasyonu pazarının 2028 yılına kadar 2,67 milyar USD hacmine ulaşacağı tahmin edilmektedir.
- Ülkemizde yakıt pilli araçların yakıt ikmali yapabileceği herhangi bir hidrojen dolum istasyonu bulunmamaktadır.
- Ülkelerdeki hidrojen dolum istasyonu sayısı ve kullanımının yaygınlığı, hidrojen fiyatlarının düşürülmesine de yardımcı olmaktadır.





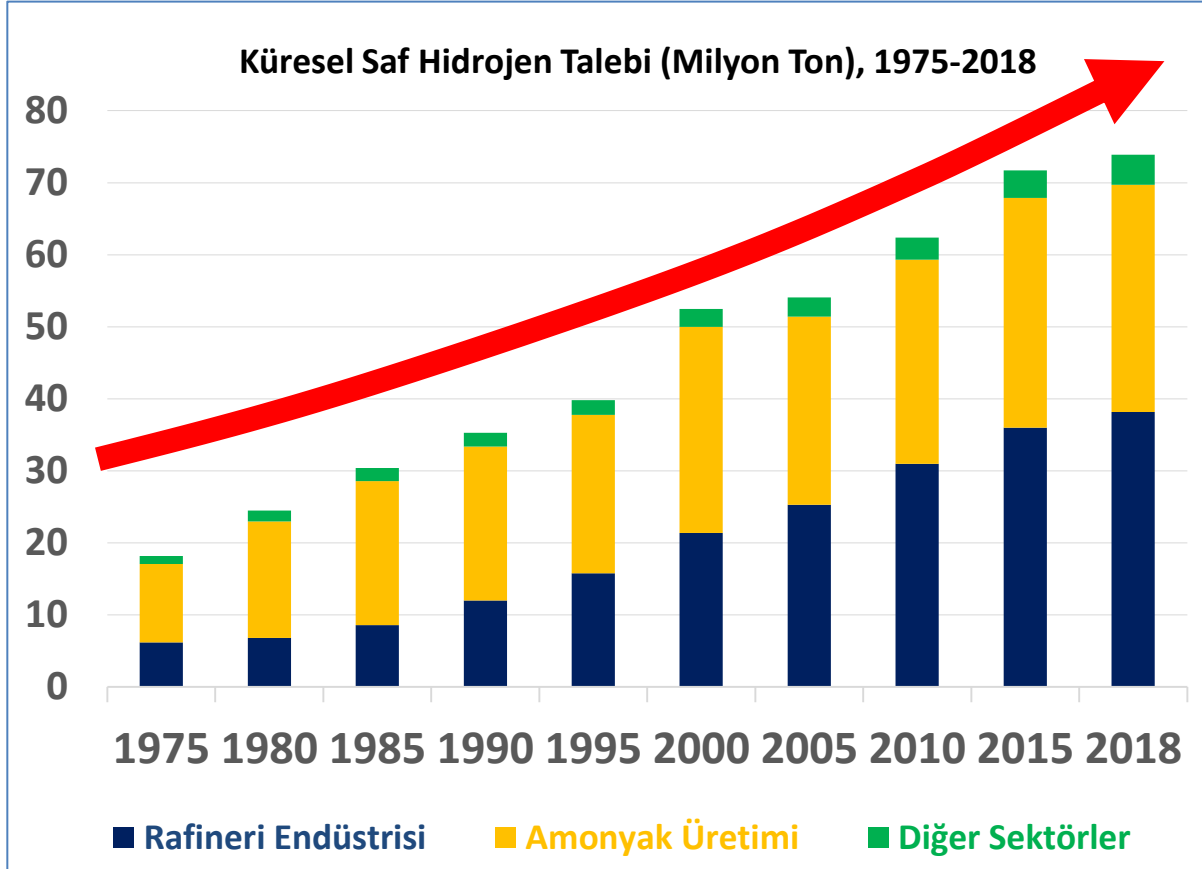
# Hidrojen Kullanımı



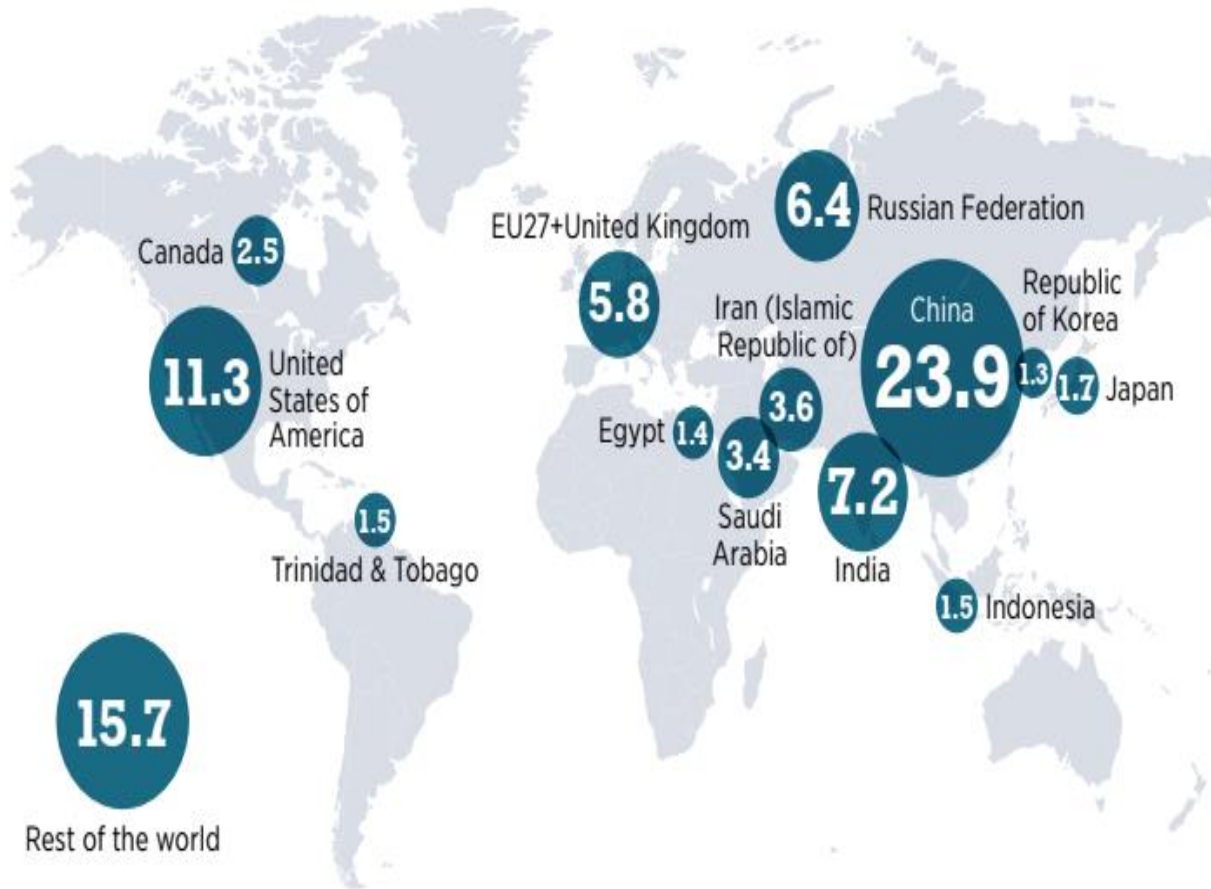
**Hidrojen fosil yakıtların kullanıldığı her yerde kullanılabilir.**

- ✓ Kara, deniz ve hava ulaşımında yakıt
- ✓ Isı enerjisi üretimi
- ✓ Elektrik üretimi
- ✓ İçten yanmalı motorlar

# Hidrojen Kullanım Alanları

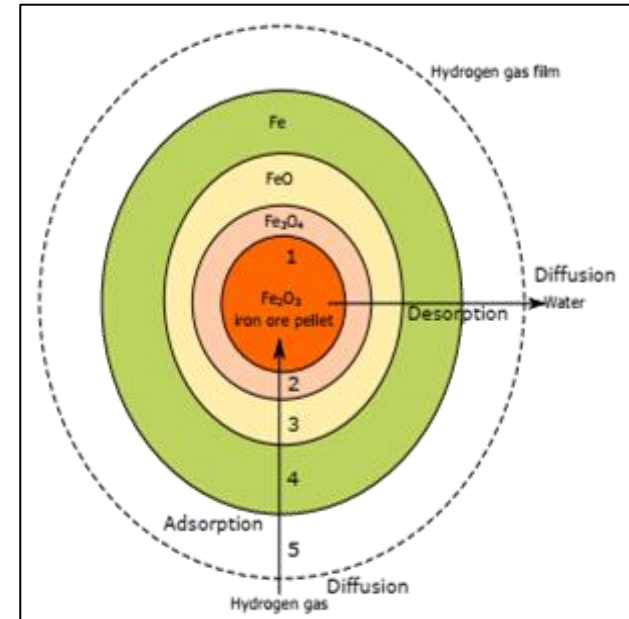
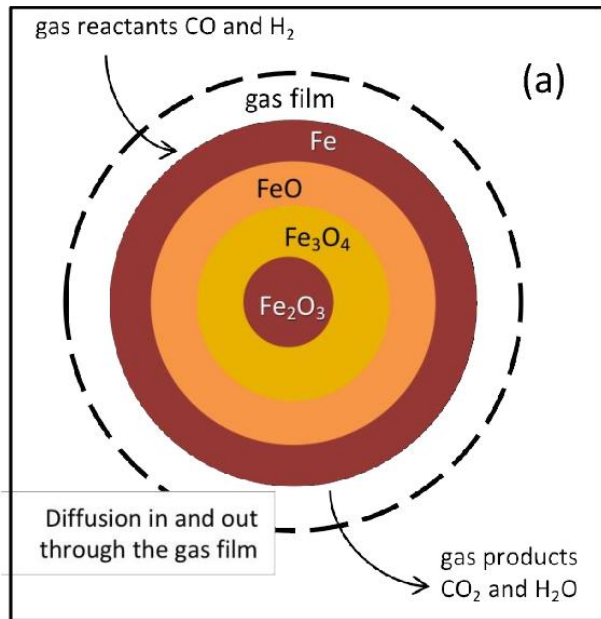
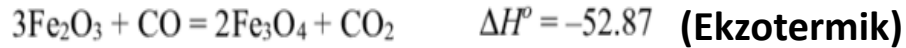


# Hidrojen Tüketimi (Bölgesel)



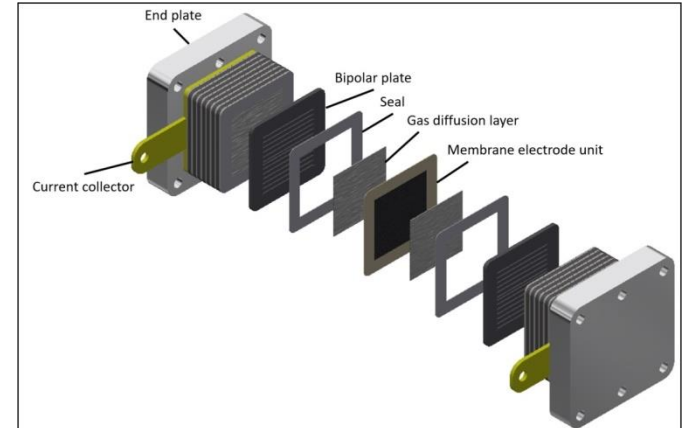
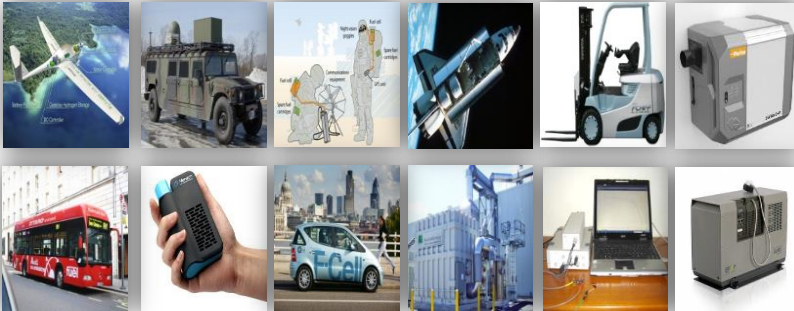
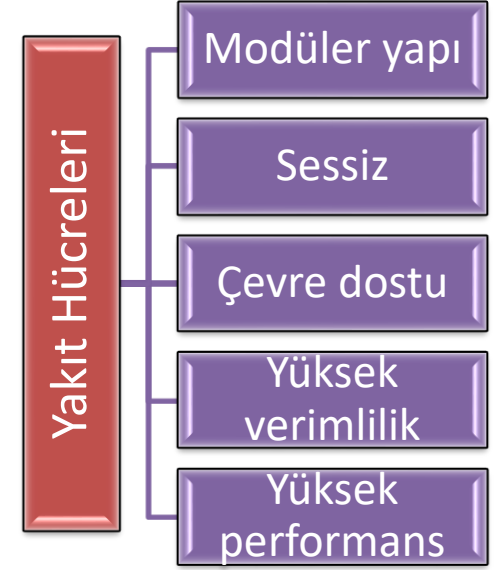
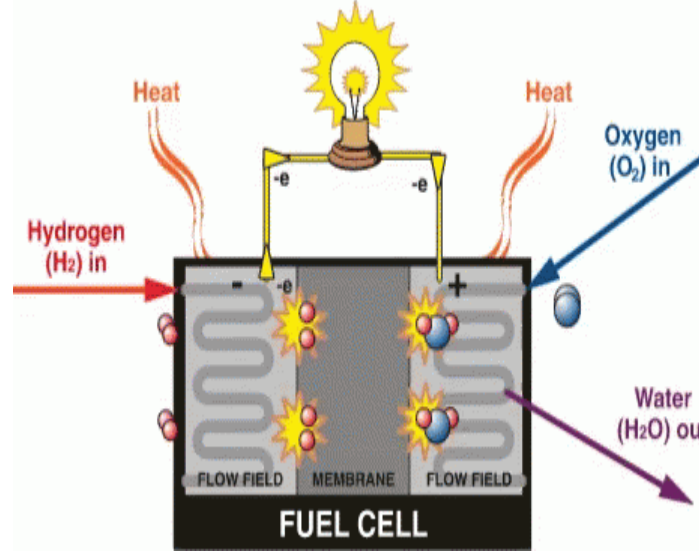
Map source: Natural Earth, 2021

# Demir – Çelik Sektöründe Hidrojen Kullanımı



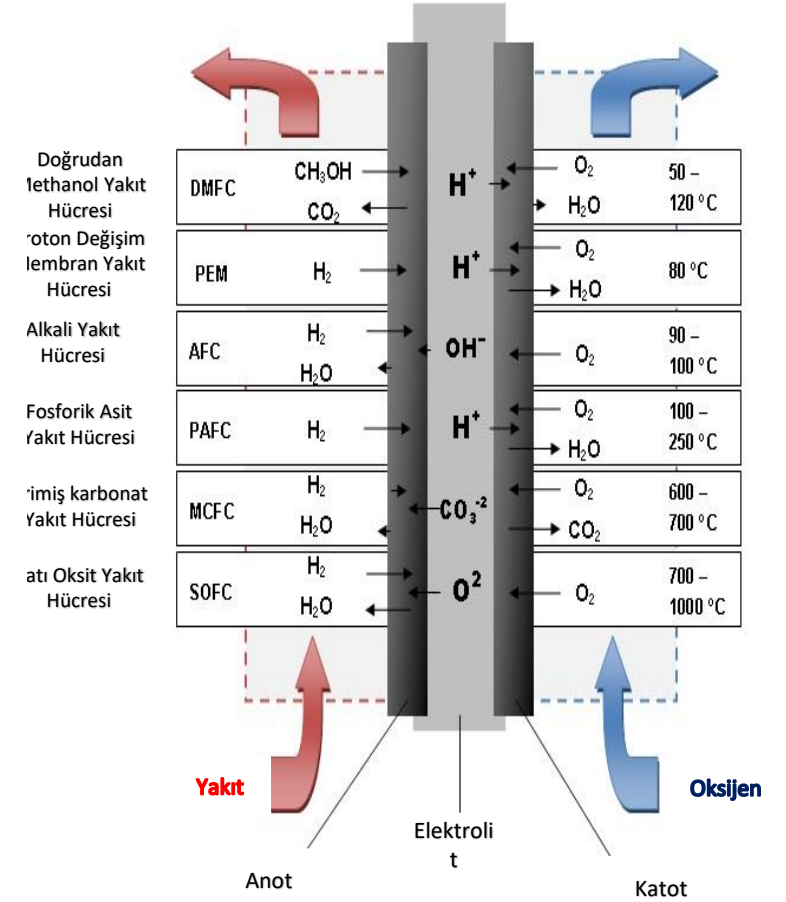
# Yakıt Hücreleri

- Yakıt hücreleri, kimyasal enerjiyi elektrokimyasal olarak elektrik enerjisine çeviren sistemlerdir.



# Yakıt Hücresi Çeşitleri

	PEMYP	AYP	FAYP	EKYP	KOYP
Elektrolit	Hidratlı Polimerik İyon Değişim Membranları	Potasyum Hidroksit (KOH)	Fosforik Asit ( $H_3PO_4$ ) (Sıvı)	Lityum ve Potasyum Karbonat	Katı Oksit Elektrolit (Perovskit, Yitriya, Zirkonya)
Elektrotlar	Karbon	Geçiş Metalleri	Karbon	Nikel ve Nikel Oksit	Perovskit, Perovskit/Metal Sermet
Katalizör	Platin	Platin	Platin	Elektrot Malzemesi	Elektrot Malzemesi
Ara Bağlantı	Karbon veya Metal	Metal	Grafit	Paslanmaz Çelik veya Nikel	Nikel, Seramik veya Çelik
Verim	%40-60	%60-70	%40-60	%60-70	%60-65
Yük Taşıyıcı	$H^+$	$OH^-$	$H^+$	$CO_3^{2-}$	$O^{2-}$
Çalışma Sıcaklığı	40-80 °C	65-220 °C	205 °C	650 °C	600-1000 °C
Hücre Bileşenleri	Karbon Bazlı	Karbon Bazlı	Grafit Bazlı	Paslanmaz Çelik Bazlı	Seramik



# Hidrojen Güvenliđi

- Küçük moleküllerden oluşan hafif bir gaz olan hidrojenin kullanımı, özel ekipman ve prosedürler gerektirir.
- Hidrojen o kadar küçüktür ki, bazı demir ve çelik boru türleri de dahil olmak üzere bazı malzemelere yayılabilir ve çatlak oluşumuna neden olabilir. Ayrıca, doğal gaz gibi daha büyük moleküllere kıyasla contalar ve bağlantılardan daha kolay kaçar.
- Hidrojen toksik olmayan bir gazdır, ancak yüksek alev hızı, geniş tutuşma aralığı ve düşük tutuşma enerjisi onu oldukça yanıcı yapar.
- Çıplak gözle görülmeyen bir aleve sahip olması, renksiz ve kokusuz olması yangınları ve sızıntıları insanların algılamasını zorlaştırmaktadır.

Yakıt+Hava+Kıvılcım=Yangın



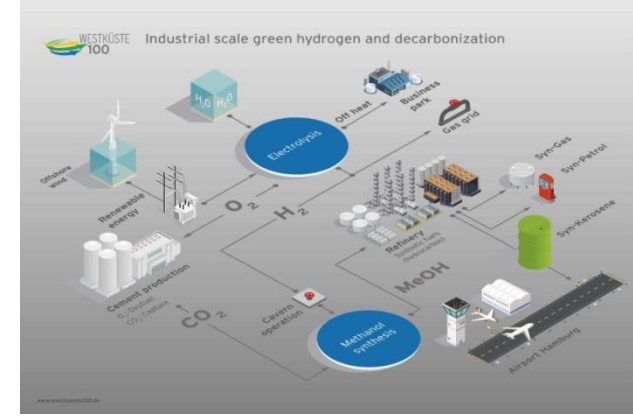
Uygun teçhizat + doğru proses  
+ eğitimli kullanıcı güvenlik  
üçgenini oluşturur.

# Hidrojen Vadisi Konsepti: Westküste 100 Örneği (Almanya)

- Westküste 100 projesi ile, enerji ve ürün akışı entegre edilerek yeşil hidrojenin endüstriyel ölçekte kullanılması ve bölgede yerleşik sektörlerin birbirine bağlanmasında bir katalizör potansiyeli taşıdığına gösterilmesi amaçlanmaktadır.
- İlk fazda, fosil yakıtların yerini alacak olan yeşil hidrojen ile ilgili test ve geliştirme çalışmaları ve ölçek büyütme öncesinde, teknik, işletmecilik, ekonomik ve düzenlemelerle ilgili sorunların incelenmesi olanağı yaratılmış olacaktır.

Paydaşlar (Başlama Tarihi: 2020, İlk Faz Bütçe: 108 Milyon USD)

- **EDF Almanya** (Fransa Elektrik Kurumu'nun bağlı kuruluşu Hynamics GmbH)
- **Holcim Almanya** (yapı malzemeleri-çimento), Open Grid Europe (iletim şebekesi işletmecisi)
- **Ørsted** (yenilenebilir enerji şirketi-deniz üstü rüzgar santrali imalatı)
- **Heide Rafinerisi**
- **Heide Belediyesi**
- **Thüga AG** (Yatırım ve danışmanlık firması)
- **Thyssenkrupp Industrial Solutions** (mühendislik, yapım ve hizmet sektörü)
- **Heide Bölgesi Kalkınma Ajansı**
- **Westküste Meslek Yüksek Okulu** (Uygulamalı Bilimler Üniversitesi)



- Oluşturulan konsorsiyum tarafından başlatılan Projenin ilk fazında Schleswig-Holstein eyaletinin Batı sahilindeki Heide rafinerisine deniz üstü rüzgar enerjisiyle beslenen 30 MW'lık bir elektrolizör kurulacak.
- 150 yılı aşkın bir süredir rafinasyon ürünlerinin petrokimya ürünlerine ve yakıtlara dönüştürüldüğü Bölgenin Kuzey Denizin rüzgarlarına yakınlığı, jeolojik depolama olanaklarının bulunması nedeniyle Heide rafinerisinin konumu yeşil hidrojen üretimi için uygun olduğu değerlendirilmiştir. İlk faz tamamlandığında, yıllık 3500-5000 ton olarak tahmin edilen hidrojen üretimiyle Almanya'nın ilk büyük ölçekli yeşil hidrojen projelerinden biri olacaktır.
- Projenin özgün ve yenilikçi yönünün, mevcut bir bölgesel altyapıdaki farklı sektörleri birbirine bağlaması olduğu ifade edilmekte. Heide rafinerisinde kullanılan yeşil hidrojenin bir bölümünün yerel belediyenin doğal gaz hatlarına verilmesi, sonraki bir aşamada hidrojen dolum istasyonları kurulması planlanmakta.
- Elektrolizör kapasitesinin 700 MW'a çıkarılması sonrasında havacılıkta kullanılacak yakıtların üretimi ile gaz şebekesine daha fazla hidrojen verilmesi planları söz konusu.
- Daha önce Hükümetin petrol ve yakıt rezervleri için kullanılan, rafineri yakınındaki bir yeraltı mağarasının hidrojen depolama tesisine dönüştürülmesi de planlanmaktadır.



# Fırsatlar

- Hidrojen, yenilenebilir kaynaklardan enerji depolamak için seçeneklerden biridir ve günler, haftalar ve hatta aylar boyunca büyük miktarlarda elektriği depolamak için en düşük maliyeti sağlayabilir. Hidrojen ve hidrojen bazlı kimyasallar, yenilenebilir kaynaklardan gelen enerjiyi uzun mesafelere minimum kayıpla taşıyabilir. Türkiye'nin rüzgar ve güneş enerjisi açısından önemli bir potansiyele sahiptir ve yenilenebilir enerji kurulu gücü sürekli artmaktadır. Hidrojen, ülkemizin güneş ve rüzgar gibi kesikli (intermittent) yenilenebilir enerji kaynaklarının depolanmasını ve daha verimli kullanımını sağlayabilir.
- Yeşil hidrojen üretiminde kullanılacak elektrolizörler için kamu tarafının yerli elektrolizör geliştirilmesi ve üretilmesini teşvik etme motivasyonu bulunmaktadır.
- Potansiyel hidrojen kullanımı olan bölgelerin belirlenmesi ve yakınlarındaki rüzgar/güneş enerjisi ve hidroelektrik potansiyeli yüksek sahalarda hidrojen üretimi için planlaması uygun maliyetli yeşil hidrojen üretimi için fırsatlar sunmaktadır. (Hidrojen Vadisi Konsepti)
- Türkiye'nin enerji kaynakları ihtiyacının büyük kısmını ithal ettiği göz önünde bulundurulduğunda yerli kaynaklardan yapılacak hidrojen üretimi hem enerjide kendi kendine yetebilme hem de karbondan arınma hedefleri açısından katkı sağlayacaktır. Yeşil hidrojen konusunda ihracat fırsatları da mevcuttur.
- Ülkemizin üç tarafının denizlerle çevrili olması ve gelişmiş bir deniz ticareti altyapısına sahip olmasından dolayı özellikle gemi taşımacılığı ile iletimi gerçekleştirilen sıvı hidrojen taşımacılığında uzun vadede önemli bir potansiyeli bulunmaktadır.
- Türkiye Avrupa'ya kıyasla daha yeni bir doğal gaz iletim ve dağıtım boru hattı altyapısına sahiptir. Bu mevcut doğal gaz boru hattı altyapısının hidrojen depolama ve taşıma alanında da kullanılabilirliğine yönelik çalışmalar yapılmalıdır.
- Türkiye'de gerçekleştirilen tarım faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan çeşitli biyokütle kaynaklarının hidrojen üretiminde kullanılabilme olanağı vardır.
- Gelişmiş ülkelerin birçoğunda karbon salınımını düşürmek amacı ile yeşil hidrojenin doğal gaz ağına harmanlanması üzerine uygulamaları planlanmaktadır. Türkiye'nin uluslararası doğal gaz geçiş koridoru konumunda olması ve yenilenebilir enerji kaynakları açısından zengin olması, hem ülkemizin hem de Avrupa'nın yeşil hidrojen ihtiyacını karşılama potansiyelini barındırması, ülkemizi enerji ithalatçısı konumundan ihracatçısı konumuna çıkartabilecektir. Bu nedenle, özel sektörün merkezine alan ve adım adım ilerleyen bir sanayi yaratma stratejisi, ölçek ekonomisi yaratılması ve güvenilirliğin yaratılması için önemlidir. Ayrıca doğal gaz tüketiminin %5'inin hidrojenle ikame edilmesi, Türkiye'ye yılda 0,6 milyar USD tasarruf sağlayabilir.

# Zorluklar

- Net sıfır emisyon ve/veya 1,5° C hedeflerinin çeşitli varsayımlara dayalı senaryolar içerdiği ve önemli belirsizlikler taşıdığı göz önünde bulundurulmalıdır. Bu varsayımlar gerek küresel ölçekte gerekse tek tek ülkelerdeki ekonomik, politik ve toplumsal gidişattan etkilenebilir.
- Yeşil hidrojen pahalıdır. Yeşil hidrojen maliyetlerinin düşmesi için ölçeklerin büyümesi, elektrolizörlerin sanayileşmesi, üretim ve tasarımların standartlaşması, basitleşmesi ve elektrolizör maliyetlerinin düşmesi gerekmektedir.
- Hidrojen teknolojileri genel olarak pahalı sistemlerdir; ülkemiz çok yüksek oranda bu alanda dışarıya bağımlıdır ve yedek parça teminlerinde zorluklar yaşanmaktadır. Bunun yanında, hidrojen Ar-Ge faaliyetlerini gerçekleştirirken ihtiyaç duyulan analiz ve test hizmetlerinin maliyetleri de yüksektir.
- “Yaparak öğrenme” konusunda pilot projelerin önemli olduğu açıktır. Kamu tarafından Ar-Ge ve pilot projeler için verilen fonların, desteklerin takvime bağlanarak izlenmesi, denetlenmesi ve değerlendirilmesi, sarf edilen kamu kaynaklarının yerinde ve başta belirtilen amaçlara uygun olarak, sonuç alıcı şekilde kullanılması hususunda sorunlar mevcuttur. Ülkemiz, hidrojen ve türevleri dahil, enerji dönüşümü programlarının yaşama geçirilmesi sürecinde teknolojik ve kurumsal kapasitesini güçlendirecek önlemleri almalı, projeler bu bakış açısıyla değerlendirilmelidir.
- Ülkemiz mevzuatında hidrojenin ve ilgili teknolojilerinin yeri hususunda bir eksiklik mevcuttur ve hidrojen mevzuatta yeteri kadar yer almamaktadır. Ülkemizde henüz hidrojen standardizasyonu da yoktur. Yeni kullanım alanlarının, taşıma ve depolama seçeneklerinin ortaya çıkmasıyla, hidrojen tesisleri ve ekipmanlarının imalat, bakım ve işletmesi için uluslararası kabul görmüş kod ve standartların geliştirilmesi gerekmektedir.
- Karbon yoğun hidrojen üretimi sonlanana kadar yeşil hidrojen ve diğer düşük karbonlu hidrojen türleri için sertifikasyon sistemi geliştirilmelidir.
- Genel olarak, yeşil hidrojen sektörü, hidrojenin verimli, güvenli ve sürdürülebilir üretimini, depolanmasını ve dağıtımını sağlamak için farklı disiplinlerde birikim ve becerilere sahip çok çeşitli kalifiye çalışanlar gereklidir. Bu konuda yetişmiş personel eksikliği mevcuttur.
- Hidrojen karbondan arındırma seçeneklerinin sadece biridir; fosil yakıtları tam olarak ikame edemez. Gelecekte fosil kökenli yakıtların yerine geçmesi için büyük umutlar bağlansa da, hidrojenin fosil yakıtların tam olarak yerine geçmesinin mümkün olmadığı, karbondan arındırma için alternatif yöntemlerden sadece biri olduğu akılda tutulmalıdır. Çoğu durumda yenilenebilir enerjinin doğrudan elektrik üretiminde kullanılması ve enerji verimliliği çok daha hızlı ve sonuç alıcı yöntemler olmaktadır.
- Ülkemizin her şeyden önce toplumsal yarar temelinde inşa edilen uzun vadeli enerjide dönüşüm planının olması gerekmektedir. Enerjide dönüşümün hızlandırılması, en fazla yararın sağlanması için entegre bir enerji planlaması olmalıdır.

# TUGEP Destek Programı



**TENMAK**  
**AR-GETEŞVİKLERİ**

Türkiye Enerji, Nükleer  
ve Maden Araştırma Kurumu

**Teknoloji ve Ürün Geliştirme**  
**Projeleri Destek Programı Başvuruları**  
**Başlıyor!**

Çağrı İlan Tarihi:  
**30 Kasım 2022**

 **T.C. ENERJİ VE TABİİ**  
**KAYNAKLAR BAKANLIĞI**

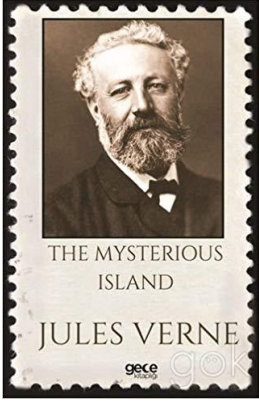
  
**TENMAK**  
TÜRKİYE ENERJİ, NÜKLEER VE  
MADEN ARAŞTIRMA KURUMU

**Bilgi talepleriniz için : [tendes@tenmak.gov.tr](mailto:tendes@tenmak.gov.tr)**

# Türkiye Hidrojen Teknolojileri Stratejisi ve Yol Haritası



Fazlası için : [enerji.gov.tr](http://enerji.gov.tr)



*“Evet dostlarım, suyun bir gün yakıt olarak kullanılacağına; hidrojen ve oksijenin, tükenmez bir ısı ve ışık kaynağı sağlayacağına inanıyorum. Bir gün vapurların ve lokomotiflerin kömür odaları, kömür yerine, bu iki gazla depolanacak ve büyük kalorifik gücü olan fırınlarda yanacak ...  
Su, geleceğin kömürü olacak..”*

*Esrarlı Ada, 1874 - Jules VERNE*

**TEŐEKKÖR EDERİM**