

# Temiz Hidrojen Üretimi için İş Modeli Tasarlanması



**Dr. Can Sındıraç**  
Aspilsan Enerji A.Ş.

17 Mart 1987'de İzmir'de doğdu. 2010 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi (KTÜ) Makine Mühendisliği derecesi ile tamamladıktan sonra; lisansüstü eğitimi için yeşil enerji ekosisteminde önemli rol oynayan İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü (İYTE)'ne geçti. Yüksek lisans derecesini 2013 yılında ve doktorasını 2019 yılında Makine Mühendisliği bölümünden aldı. Bu süreçte, İYTE'de 8 yıl boyunca araştırma görevlisi olarak çalışırken Yakıt Pilleri ve Hidrojen Teknolojileri hakkında çalışmalar yaptı. European Ceramic Society (ECerS) 2019 konferansında "Student Speech Contest" yarışmasında Türkiye'yi temsil etti.

Doktorası bitir bitmez, 2019 yılında ASPİLSAN Enerji firması bünyesinde İstanbul Ar-Ge şubesinde Ar-Ge Mühendisi olarak işe başlayan Dr. Sındıraç'ın ana çalışma konuları arasında; Türkiye'nin orta/uzun vadeli büyüme stratejisinde önemli rol oynayacak olan hidrojen teknolojileri yer almaktadır. Kurum ve ülke adına değer yaratan/yaratacak projelerde hem araştırmacı hem de yürütücü olarak çalışmakta ve şu anda güncel olarak 6 SCI bilimsel makalesi ve birçok ulusal/uluslararası konferans bildirisi bulunmaktadır. Şirket içinde ve dışındaki farklı paydaşları bir araya getirerek bilimsel inovasyon projelerinin ve stratejilerinin oluşmasına katkı sağlamaktadır. Dr. Sındıraç, 2022 yılında Aspilsan Enerji firmasından "Yılın İlham Veren Çalışanı" ödülünü almıştır.

Temiz enerji ideathonlarında çeşitli mentörlük görevleri de üstlenmekte ve üniversiteli gençlere temiz hidrojen konusunda gönüllü eğitimler vermektedir. Hobi olarak ise çizgi roman ve figür koleksiyonunu geliştirmektedir.

## Giriş

Artan nüfus, teknolojik gelişmeler ve beraberinde yükselen yaşam standartları sebebiyle enerji talebinde çok ciddi artış olmaktadır. Bu da başta enerji ve tarım olmak üzere ihtiyaçların sürekli yükselişine ve gezegenimizin kaynaklarının hızla tükenmesine neden olmaktadır. Gezegen kaynaklarının artan tüketim ihtiyacı oranında artmaması, geri dönüşümün istenilen düzeyde olmaması yüzünden ciddi bir sürdürülebilirlik ve küresel ısınma problemi oluşturmaktadır. Yüksek karbon salımı yapan sektörler yüzünden oluşan sera gazı emisyonları mevcut şekilde devam ederse, 2030'da sürdürülebilir kalkınma ve yaşam döngüsü için kritik öneme sahip olan sanayi devrimi sonrası oluşan küresel ısınma 1,5°C'yi geçecektir.<sup>1</sup>

Dünya'daki tüm CO<sub>2</sub> salımının %75'inin enerji sektörü yüzünden oluştuğu düşünüldüğünde, enerji sektörünü karbonsuzlaştırmaya götüreceği her adım çok değerli ve elzemdir. Özellikle son on yılda çevre ve iklim konularına olan duyarlılığın artması, enerjinin kapasitesinin olduğu kadar, çevreye olan etkilerinin de önemsendiği bir aşamaya gelinmesiyle birlikte Avrupa Birliği 2050 yılında kırıla net-sıfır emisyonu hedefini koymuştur. Tüm bunlara ek olarak AB'nin getirdiği regülasyonlardan olan Sınırda Karbon Düzenleme Mekanizması (CBAM) ile; AB'ye ticareti yapılan her ürünün oluşması/taşınması gibi süreçlerde doğaya salınan ton başına CO<sub>2</sub> için 50-100 euro arasında bir vergilendirme sistemi getirilmiştir.

Dünyamızın iklim krizi ile savaşta göz önüne alındığında, öncelikle mevcut kaynakların en yüksek verimlilikle kullanılarak enerji konusuna inovatif ve sürdürülebilir çözümler bulması elzemdir. Doğada en bol bulunan element olan ve karbon salımı yapmadan sudan üretebileceğimiz temiz hidrojen, bu konuda kurtarıcı çözümlerden birisi olarak görülmektedir.<sup>2</sup>

Tüm bu sebeplerden dolayı, tarım, enerji, sanayi, yapı, ulaşım ve şehirlerde "hızlı ve geniş kapsamlı" dönüşümler gerekli olup; karbon yoğun ekonominin yerini temiz hidrojenin yoğun olduğu ekonomi almaktadır. Hidrojen ekonomisine geçmenin bir numaralı anahtarı, temiz hidrojen üreten elektrolizörlerin yaygınlaşmasıdır.



"Neden Hidrojen?" sorusu için yazarın çalışma ekibi liderliğini yaptığı TTVG-IDEAPORT raporunu okumanızı tavsiye edilmektedir.<sup>3</sup>

## Inovasyon ve Türkiye için Önemi

Dünyada giderek önem kazanan teknolojilerden birisi olan ve temiz hidrojen üreten elektrolizörlerin, ülkemizde doğrudan satış yerine sipariş/projeler üzerinden ilerlemesi nedeniyle belirli bir iş modeli bulunmamaktadır. SHURA Enerji Dönüşümü Merkezi, Bilkent Enerji Politikaları Araştırma Merkezi ve Alman Enerji Ajansı iş birliğiyle hazırladığı "Türkiye'nin Yeşil Hidrojen Üretim ve İhracat Potansiyelinin Teknik ve Ekonomik Açısından Değerlendirilmesi" raporuna göre 2050 yılında Türkiye'de 3,4 milyon ton yeşil hidrojen üretilebileceği vurgulanmıştır. Türkiye'deki yeşil hidrojen üretiminin 2050 yılında ülke ekonomisine katkısının yıllık 6-8 milyar dolar olacağı öngörülmüştür.<sup>4</sup>

Çıkarılan kanvas sayesinde, özellikle yerli firmalar için ortaya hızlı giriş yapabilmelerini sağlayan bir iş modeli oluşturulmaya çalışılmıştır. Şu ana kadar Türkiye'de hiçbir yayında bu konuda bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu kanvas içerisinde, dünyada elektrolizör pazarında hiç örneği bulunmayan kiralama modeli fikri ortaya atılarak hem ekosistemdeki paydaşların oyuna girmesini kolaylaştırma hem de elektrolizör ihtiyacı olan kullanıcı firmaların yükünün hafiflemesi önerilmiştir. Böylece, büyük hidrojen dönüşümü yaşamak zorunda kalacak ülkemizin, sadece yabancı firmalara zorunda kalacak satışlara bağımlı kalmasının önüne geçilmiş olacaktır.

- Gelir kaynağı; klasik iş modeli olan doğrudan elektrolizör sisteminin satışının yanında, HaaS ismiyle kiralama modeli ile düzenli satış yapılması olarak planlanmıştır. Bu kalemlere ek olarak, sisteme dair yedek parça satışı ve bakım/onarım ücretleri de ek bir gelir kaynağı olacaktır. Özellikle kiralama sisteminde, bakım/onarım ve ona dair gelirler önemli yer tutabilmekte ve her iki taraf için de maliyetleri zamana yaymak konusunda riski paylaşmalarını sağlamaktadır.
- Yerli elektrolizör üretici firmanın temel faaliyetlerine bakıldığında ise, ilk sırada elektrolizör üretimi ve elektrolizörün AR-GE'si yer almakta olup, bakım/onarım ve pazarlama /satış olarak gösterilebilir.
- Kanvasın Temel Kaynaklar başlığı; kiralama sisteminin başarılı olması durumunda seri üretime de geçilmesi gerektiği için iyi bir üretim hattının olması gerekmektedir. Buna ek olarak, üretim işini iyi bilen deneyimli personelin yanı sıra know-how bilgisi de gerekmektedir. Son kullanıcı sayısının ve sektörünün fazla olduğu yüzünden geniş network ağı da aynı şekilde önemli bir kaynak durumundadır.
- 8. kutu olan Temel Ortaklar ve İş Birlikleri; özellikle proje bazlı partnerler, OEM sağlayıcılar ve elektrolizör sisteminin (eğer şirket içinde yapılmıyorsa) yazılımı yapacak firma arasında olmalıdır. Bunlara ek olarak, yerel/genel yönetimler projelerin fonlanması, izinlerinin alınması gibi konularda kilit rol oynamaktadır. Dağıtım kanallarında da bahsi geçen yurtdışı distribütörler yine aynı şekilde kritik iş birlikleri arasında yer almaktadır. Bunlara ek olarak; riski paylaşacak paydaşlar (örn. yatırımcılar) da kritik temel ortaklıklara girmektedir.
- 9. ve son kutu ise maliyetlerin yapısını göstermektedir. Buradaki en büyük kalemler olarak, sürpriz olmayan şekilde, elektrolizör sistem maliyetleri ve kaliteli araştırmacıların maaşları ile altyapının oluşturulma bedeli yer almaktadır. Pazarlama ve satış maliyetleri de özellikle kiralama modelinin yaygınlaştırılması sürecinde çok önemli rol oynayacaktır. Buna ek olarak, hem müşteriler hem de ülkede genel bir bilinçlendirme çalışması için de fizibilite raporları, bilgilendirme seminerleri, ideathonlar gibi aktiviteler düzenlenmesi de maliyet kalemi içinde yer alacaktır.

## Öneriler ve Sonuç

Hazırlanan bu kanvas yardımıyla temiz hidrojen ekosisteminde hidrojen üreten elektrolizör satışı yapmak isteyen ve nereden başlanması gerektiği hakkında fikir sahibi olma yolculuğunda olan tüm kurumsal süreçlerini iyileştirebilir ve ek işlerini tamamlayabilir. Bu kanvas, farklı firmaların uygulamaları ile de tekrar birlikte değerlendirilmelidir.

Ekosistem paydaşları (temiz enerji üreticileri, hammadde kullanıcıları, kanun yapıcılar, son kullanıcılar, yerel yönetimler) ile işbirliği edilerek hazırlanan ve farklı inovatif iş modellerinin önünün açılması beklenen bu iş modeli kanvası oluşturulması çalışması ülkemizdeki elektrolizör firmalarına iş modeli çıkartmasında yol gösterici olacaktır. Tüm bunlar ülkemizin de yakın tarihte imzaladığı Paris İklim Anlaşması'nda ve COP27'de belirtilen 2053'teki %40 karbonsuzlaştırma hedeflerine giden yolda önem arz etmektedir.

Hidrojen dönüşümü yapmak pahalı olsa da hiçbir şey yapmanın daha pahalı olduğu sıklıkla hatırlatılmaktadır. Bu yüzden de halihazırda bu konularda çalışan firmalar desteklenmeli ve ekosisteme yeni oyuncuların girişinin önü açılmalıdır.

**Erişilebilir, sürdürülebilir, arz güvenliği olan enerji kullanımının yaygınlaştırılması ve halkın bilinçlendirilmesi ülkemiz için elzemdir. TTVG gibi kurumların bu konudaki çalışmaları bu yüzden çok önemlidir.**

## Kaynaklar

1. IEA (2021), Net Zero by 2050, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050>
2. IRENA (2020), Green Hydrogen Cost Reduction: Scaling up Electrolysers to Meet the 1.5°C Climate Goal, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi
3. TTVG (2022) Enerji Depolama Teknolojileri: Hidrojen Enerjisi, Ankara, <https://www.ideaport.org.tr/img/blog/6242f838ab621.pdf>
4. SHURA Enerji Dönüşüm Merkezi (2021) Türkiye'nin Yeşil Hidrojen Üretim ve İhracat Potansiyelinin Teknik ve Ekonomik Açısından Değerlendirilmesi, İstanbul
5. Osterwalder, A. and Pigneur, Y. (2010) Business Model Generation: A Handbook for Visionaries, Game Changers, and Challengers. Wiley, New Jersey.

## Çalışmanın Amacı

Uzun yıllar boyu, değerli bir hammadde olan hidrojenin; yakın gelecekte enerji taşıyıcısı rolünü artırarak tüm enerji ekosisteminde oyunu değiştiren teknoloji olacağı açıktır. **Dünya ölçeğinde hidrojen ekonomisine geçiş hızlandıkça, yeşil hidrojenin elde edilebileceği en mantıklı yöntem olan suyun elektrolizi yöntemine dayanan elektrolizörlerin kullanımı yaygınlaşacaktır.** Bugün üretilen hidrojenin sadece yüzde 4'ünün elektrolizörler yardımıyla temiz olarak üretildiğini düşünürsek, büyük bir enerji dönüşümü beklenmektedir.

Yapılan SWOT analizleri sırasında; ülkemizde elektrolizörlerin henüz ticarileşmemiş olması ve yatırım maliyetlerinin çok yüksek olması elektrolizör firmalarının zayıflık (Weaknesses) kısmında yer aldığı görülmüştür. Buna karşılık gerek Sınırda Karbon Düzenleme Mekanizması gerekse Rusya-Ukrayna savaşı ile çıkan enerji krizi ve enerji arz konularının, doğalgazın en iyi alternatifi olan hidrojen için ciddi bir fırsat (Opportunities) olduğu da görülmüştür. En büyük tehdit (Threats) olarak ise, yurtdışındaki elektrolizör firmalarının oldukça güçlü olduğu görülmüştür.

Geleneksel enerji üretim sistemleri, bir ürün girdisinin bir ürüne dönüştürülmesi gerçekleşmekte olduğundan çok daha oturmuş iş modellerine sahiptir, temiz hidrojen ekosisteminin kalbinde yer alan elektrolizörlerin birçok farklı girdiyi birçok farklı ürüne dönüştürme durumu, bu sektörün çok daha karmaşık iş modellerine ihtiyaç duymasına sebebiyet vermektedir.

**Bu yüzden özellikle yerli firmalar için bir iş modeli çıkartarak;**

- Hidrojen ekonomisine girmek isteyen şirketlere **yol gösterici** olmak,
- Elektrolizör satın almak isteyen firmaların **ilk yatırım maliyetlerini düşürmek**,
- Kural koyucular için **farkındalık uyandırmak**,
- Hidrojen gibi niş alanlarda çalışan başka şirketler için **ilham verme isteği** bu projenin ana amaçları arasında yer almaktadır.

## Yöntem

İş stratejisi, sektör içerisinde nasıl farklılaşmayı ve pozisyonlamayı belirlerken, iş modeli ise bu stratejiyi gerçekleştirmek için yapılması gerekenleri ve bu işlerin nasıl yapılacağı gösterir. 2008 yılında Alexander Osterwalder tarafından geliştirilen iş modeli kanvası, bir iş modelinin görselleştirilerek basitçe anlaşılmasını sağlayan harika bir araçtır. Tüm iş modelini bir arada görmeye imkân tanınması sayesinde bu kanvas seçilmiştir. İş modeli kanvasının sağladığı en önemli avantajlardan birisi, zamanın koşullarına göre modelde güncelleme yapabileme şansı vermesidir.

Buradaki iş modeli kanvasının doğrusal bir biçimde incelenmesi hatalı bir okuma olacaktır. Bu kanvasın nasıl okunması gerektiği Osterwalder'in kitabında detaylı olarak anlatılmıştır.<sup>5</sup>

İş modeli kanvasını Türkiye özelinde oluşturmadan önce Norveç'ten, İngiltere'den ve Almanya-İtalya'dan birer sektör lideri elektrolizör üretici firmadan da kanvasları çıkartılmıştır. Buradaki rakip analizinden sonra Türkiye özelinde bir kanvas oluşturulmuştur. Daha sonrasında yapılan görüşmeler ile fikirler yer yer pivot edilmiştir.

Temel Ortaklar ve İş Birlikleri	Temel Faaliyetler	Değer Önerileri	Müşteri İlişkileri	Müşteriler
Proje bazlı partnerler	Pazarlama ve Satış	Teknolojiye ucuz ulaşım HaaS	Servis/bakım onarım	Elektrik dağıtıcıları
OEM sağlayıcılar	Elektrolizör AR-GE	Üretim/hizmetlerin Türkiye'de olması	Müşteriler ile yıllar boyu ilişki - HaaS	Doğal gaz dağıtıcıları
Yerel/genel yönetim	Montaj Bakım Onarım	Rekabetçi maliyet avantajı	<b>Dağıtım Kanalları</b>	Hammadde için ihtiyaç duyanlar (amonyaklı hidrojen)
Distribütör (Uluslararası)	<b>Temel Kaynaklar</b>	Karbon Vergisi	Çalıştaylar, fuarlar	HRS - Hidrojen Dolum İstasyonları
Yazılım firması	Deneyimli araştırmacı ve altyapı	Yüksek Ömür	İnternet	REPowerEU müşteri kitlesi
Potansiyel risk paylaşacak paydaşlar	Geniş network		Yurtdışı Partner	
	Teknolojik Know-How			
	Seri üretim imkanı			
Maliyet Yapısı				Gelir Kaynakları
Elektrolizör sistem maliyetleri	Deneyimli araştırmacılar ve altyapı	Hidrojen bilinçlendirilmesi	Pazarlama ve Satış	Elektrolizör sistemi satışı
				Yedek Parça Satışı
				Bakım/Onarım Ücreti
				HaaS / Kiralama - Düzenli Satış

- Kanvasla ilk yapılan işlem olarak; 5 adet müşteri segmenti belirlenmiş olup; bu müşterilerden elektrik dağıtıcıları, doğalgaz dağıtıcıları için yerli üreticiler belirlenirken; hidrojen dolum istasyonu kurmak isteyen müşteriler, hammadde olarak gri hidrojeni halihazırda kullanan ve yeşile çevirmek isteyen müşteriler ve REPowerEU planı yüzünden yeşil hidrojene ihtiyaç olan firmaların müşteri kitlesi olacağı belirlenmiştir. Buradaki 5 değişik müşteri kitlesini temsilen halihazırda kirli hidrojeni hammadde olarak kullananlar, yakın dönemde elektrolizör siparişi verecek olan, ileride yeşil hidrojeni kullanmak zorunda kalacak kamu ve özel sektörden 20'den fazla firma/kişisi ile birebir görüşmeler yapılmıştır. Burada yönlendirici olmayan sorularla ortaya çıkartılan çözümlerin doğrulamaları yapılmıştır. Bazı fikirler müşteriler ile konuştuktan sonra pivot edilmiştir.
- İkinci olarak, değer önerileri belirlenmiştir. İlk ve en önemli değer önerisi olarak yatırım maliyeti yüksek olan elektrolizörlerin maliyetlerini azaltma amacıyla "Hydrogen as a Service (HaaS)" modeli düşünülmüş ve böylece teknolojiye ucuz erişim modeli çıkarılmıştır. Bu modelde, müşteriye elektrolizör doğrudan satılmayacak, lakin yıllara sari olacak şekilde kiralama yapılacaktır. Kiralama süresi bittiğinde ise, elektrolizörün içindeki parçalar değiştirilerek tekrar elektrolizör yenilenmiş olacaktır. Böylece ilk alım maliyetleri düşürülerek, müşteriler için daha kolay erişilebilir bir hale gelecek, böylelikle tüketiciler için daimi bir gelir olmuş olacaktır. İkinci önemli değer önerisi ise; ürünün Türkiye'de yapılması sayesinde üretim ve hizmetlerin yerli üretici ile yapılarak müşteriye güven verilmesi olacaktır. Üçüncü değer önerisi, Avrupalı firmalara göre rekabetçi bir maliyet avantajı olmuş olacaktır. Dördüncü değer önerisi, satılan elektrolizörün Çinli rakiplere göre çok daha yüksek, Avrupalı rakipler ile eşdeğer bir ömür garantisinin olması olarak belirlenmiştir. Son olarak; karbon vergisinden etkilenecek tüm sektörler için öncelikli Proof of Concept (PoC) yapma sonrasında da karbon değerlerini sıfırlama şansı veren bir cihaz olması olarak belirlenmiştir.
- Müşteriye ulaşmak için kullanılan dağıtım ağlarında, internet sitesi, çalıştaylar ve fuarlar; bunun yanı sıra yurtdışı partnerler aracılığıyla yurtdışında distribütörlük yapılması planlanmıştır.
- Müşteri ilişkileri başlığında bu niş sektörde oldukça önemlidir. Satılan ürünün servis ve bakımları yapılarak müşteri ile olan ilişki her zaman yakın tutulmalıdır. Buna ek olarak, kiralama süresi boyunca yaşanabilecek tüm sorunlara karşı uzun süreli yakın ilişki götürülmelidir. Örnek olarak belirli periyodlar ile bakımının yapılması, müşterinin problemlerine hızlı cevap bulunması verilebilir.