

# SOLAR KABLO SİSTEMLERİ, GÜNCEL STANDARTLAR, MALZEME SEÇİMİ, UYGULAMADAKİ PROBLEMLER VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

İlhan ÖZTÜRK, İlker AKSOY

Prysmian Group Türkiye  
ilhan.ozturk@prysmiangroup.com  
ilker.aksoy@prysmiangroup.com

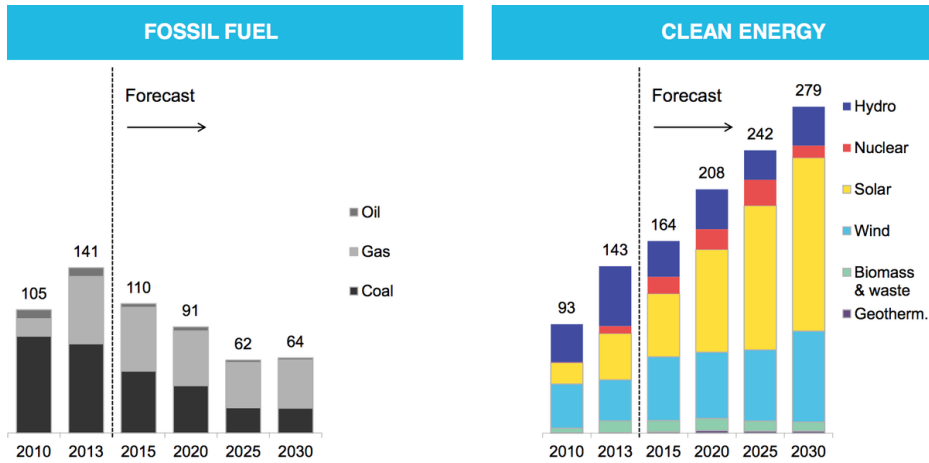
## ÖZET

Tüm dünyada olduğu gibi, ülkemizde de yenilenebilir enerjiler, enerji politikamız içinde her geçen gün daha fazla önem kazanmaktadır. Bunlar arasında, güneş enerjisi son yıllarda yükselen trendi ile yenilenebilir enerji kaynakları arasında önemli bir pozisyona sahiptir. Bir güneş enerjisi santralinde kullanılan ve dış etkilere en çok maruz kalan solar (PV) kabloların ilgili uluslararası standartlara uygun olması, uyması gereken şartlar ve kabloların seçim kriterleri santralin ömrü ve verimliliği açısından çok önemlidir.

## Yenilenebilir Enerji Nedir?

Yirmi birinci yüzyıl insanının sahip olduğu teknolojik gelişmeler, bize daha konforlu bir geleceğin kapılarını açmaktadır. Evlerimizde kullandığımız elektronik cihazların sayısının artması, ailelerde birden fazla araba kullanılmaya başlanması ve daha birçok durum bu gelişime örnek olarak gösterilebilir. Bu gelişim, aynı zamanda geleceğini düşünen insanların, yaklaşmakta olan tehditlere karşı etkin ve kalıcı çözümler üretmesini de zorunlu

kılmalıdır. Bu çözümlerin başında, alternatif yenilenebilir enerji gelmektedir. Yenilenebilir enerjiler, yakıt gereksinimlerini doğadan karşılayan, koşullu ama pratik olarak sınırsız enerji kaynaklarıdır. Yakıt olarak doğayı kullanma çeşitleri değişken olsa da, temelde bütün enerjilerin kaynağının güneş olduğu unutulmamalıdır. Yenilenebilir enerji teknolojileri her geçen gün gelişmekte ve bu kaynaklardan enerji daha verimli bir şekilde üretilmeye başlanmaktadır.



Kaynak : Bloomberg New Energy Finance, Michael Liebreich

Tablo 1 : Dünyada fosil yakıt ve temiz enerji üretim kapasitesi (GW)

## Türkiye Yenilenebilir Enerjide Nerede?

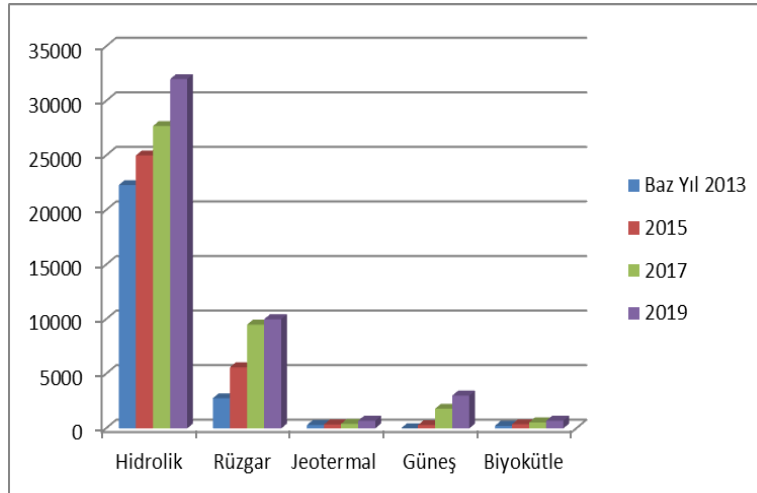
Türkiye yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli yönünden, fosil kaynaklara göre, daha avantajlı durumdadır. Özellikle hidrolik, rüzgar, güneş, biyokütle ve jeotermal enerjilerin potansiyeli oldukça yüksektir. Bu enerji kaynaklarının potansiyelini belirlemek ve üretim değerlerini yükseltmek için, son yıllarda yoğun bir çalışma yapılmaktadır. Tüm dünyada olduğu gibi, ülkemizde de

yenilenebilir enerjiler enerji politikamız içinde her geçen gün daha fazla önem kazanmaktadır. Aşağıdaki tablolarda, Türkiye'nin yenilenebilir enerji faaliyetlerini ve 2019 yılına kadarki hedeflerini görebiliriz. Aşağıdaki tablolarda görüldüğü üzere, Güneş Enerjisi son yıllarda yükselen trendi ile yenilenebilir enerji kaynakları arasında önemli pozisyona sahiptir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı planlanan kurulu güç değerleri (MW):	Baz Yıl 2013	2015	2017	2019	Baz Yıl Değişim %
Hidrolik	22.289	25.000	27.700	32.000	30
Rüzgar	2.759	5.600	9.500	10.000	72
Jeotermal	311	360	420	700	56
Güneş	-	300	1.800	3.000	90
Biyokütle	237	380	540	700	66

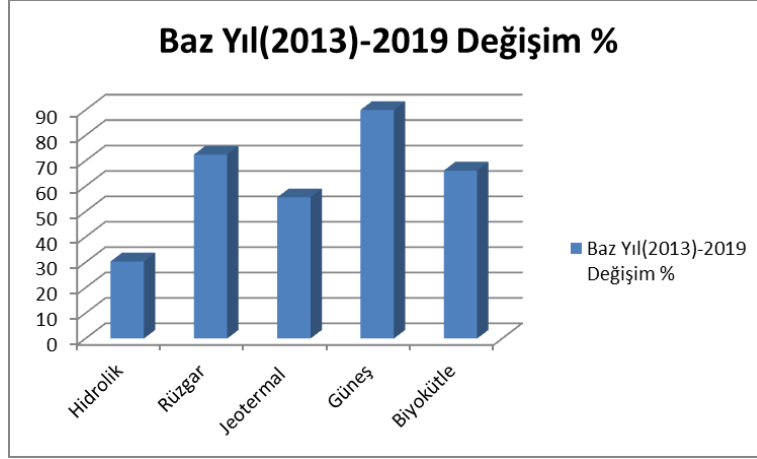
Kaynak : T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı

Tablo 2 : Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı planlanan kurulu güç değerleri (MW)



Kaynak : T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı

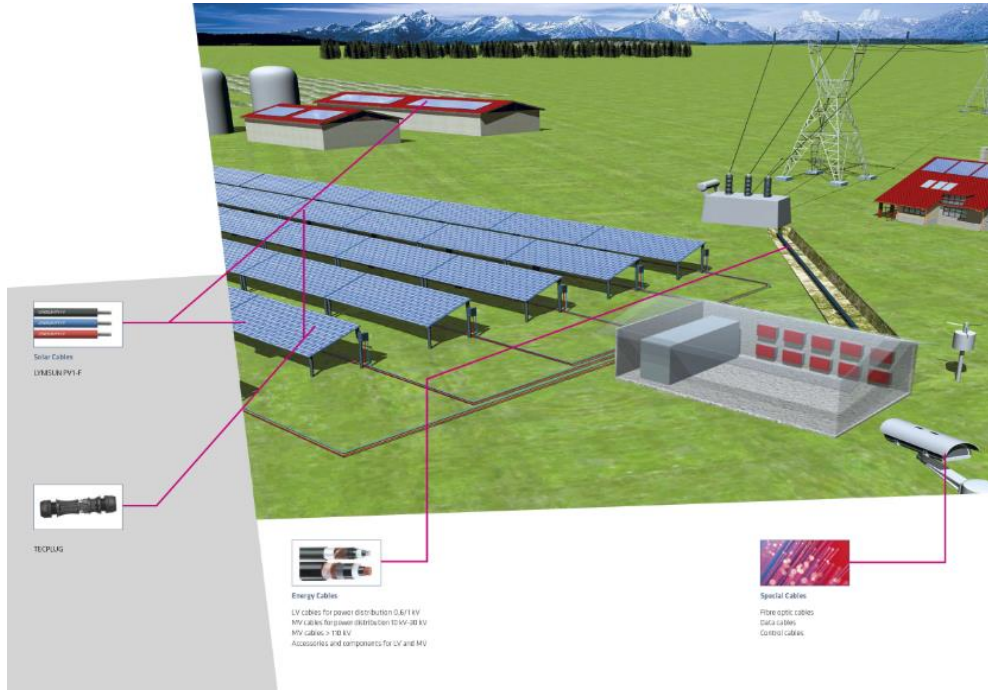
Tablo 3 : Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı planlanan kurulu güç değerlerinin Baz Yıl(2013) – 2019 arasındaki yüzdesel değişimi.



Kaynak : T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı

Tablo 4 : Türkiye yenilenebilir enerji kaynaklarının 2013 – 2019 arası kurulu güç yüzdesel değişimi  
Not: Güneş enerji güç değeri değişimi için Baz Yıl 2015 alınmıştır.

### Bir Güneş Enerjisi Sisteminde Hangi Kablolar Bulunmaktadır ?



Tablo 5: Güneş Enerji Santrali Simülasyonu

Yukarıda görüldüğü üzere, Güneş Enerji Santralinde üç tip kablo bulunmaktadır.

Bunlar;

1. DC Kablolar
2. AC kablolar
3. Kontrol ve haberleşme kablolarıdır.

Bir güneş enerjisi santralinde, dış etkilere en çok maruz kalan kablolar, DC

tarafındaki solar (PV – Fotovoltaik) kablolarıdır. Bir solar (PV) kablodan aşağıdaki şartlara uygun olması beklenir.

- 25 sene ömür
- AC:1kV, DC:1,5kV
- Yanmaya karşı direnç
  - EN 50618, Tablo-2'ye göre

- EN 60332-1-2 standardına göre Tek Kablolü Alev Testi
- EN 61034-2 standardına göre Düşük Duman Yoğunluğu (Işık geçirgenliği >%70)
- EN 50525-1, Annex-B standardına göre Halojenden Arındırılmışlık
- İşletme sıcaklığı (90 °C)
- Soğuğa dayanıklılık -40°C
- UV ve ozona dayanıklılık
- Doğaya karşı dayanıklılık
- Basınca karşı dayanıklılık
- Asitlere karşı dayanıklılık
- Esneklik
- Kolayca ayırt edilme ve renk solmaması
- Çevre dostu olması

### **Solar Kablo Standartlarında Güncel Durum**

Sistemde kullanılan kabloların tanımlı olduğu standartlar açısından konuyu incelediğimizde, ortaya ilginç bir durum çıkmaktadır. AC, Kontrol ve Haberleşme kabloları başka sistemlerde de kullanılan kablolar olduğundan, dünyada büyük ölçüde bu kablolarla ait standartlar oluşmuş olmakla birlikte; sistemin en zor şartlarına maruz kalan solar (PV) kablolar için uluslararası standartlar –güneş enerjisi sistemlerinin dünyada diğer enerji sistemlere göre çok daha genç olmasından dolayı– henüz yeni yeni ortaya çıkmaya başlamıştır.

Bu konunun öncülüğünü Almanya yapmakta olup, uluslararası standartların temelini oluşturan “DKE AK” ve TÜV çalışma gruplarının oluşturduğu teknik dokümanlar, ilk olarak Almanya’da kullanılmaya başlanmış ve sonrasında, yeni oluşturulan EN normunun temellerini teşkil etmişlerdir.

Konunun Almanya ve Avrupa’daki gelişimini, yaşanan tecrübelerle kısaca aşağıdaki gibi özetleyebiliriz:

Avrupa’da, Ağustos 2007 senesine kadar güneş enerjisi sistemlerinde kullanılan solar (PV) kablosu için bir kablo test dokümanı veya standart olmadığından, harmonize standartlarda yer alan 450/750 V PVC kablolar kullanılmaktaydı.

Bu tür kabloların OZON, UV, yüksek sıcaklık Max. 120°C gibi şartlara karşı yüksek dayanıklılığı olmadığından dolayı, DKE-Deutsche Kommission Elektrotechnik (Alman Elektrik Komisyonu) standart çalışma gruplarında, fotovoltaik kablolar için AK 411.2.3 ismiyle bir standart çalışma grubu oluşturuldu. Solar (PV) kabloları tanımlayan ve AK 411.2.3 çalışma grubunun oluşturmuş olduğu teknik doküman, daha sonra TÜV tarafından oluşturulan 2PFG 1169 numaralı dokümanın temelini oluşturmuş ve TÜV’ün 2PFG 1169 numaralı dokümanı yayımlaması sonrasında, gerek Almanya’da gerekse ülkemizde solar (PV) kablolar bu dokümana uygun olarak talep edilmeye başlanmıştır. Ayrıca solar (PV) kabloların TÜV 2PFG 1169/2007.08 dokümanında tanımlı testlere uygun olması da, başka bir kriter olarak önümüze çıkmıştır.

Fakat TÜV 2PFG 1169/2007.08 dokümanının bir standart niteliği taşımasından dolayı, solar kablolar için VDE tarafından -AK 411.2.3 çalışma grubunun ve son etapta, UK 411.2 ulusal çalışma grubunun onayı ile- 01.10.2011 tarihinde, VDE-AR-E 2283-4 dokümanı yürürlüğe girmiştir. VDE-AR-E 2283-4 dokümanı, aynı zamanda CENELEC TC20 uluslararası çalışma grubuna bir EN standardı çalışması başlatılması için sunulmuştur.

Nihayetinde, Avrupa çapında dört yıldır süren bir standart çalışması sonucu, 27.10.2015 tarihinde EN 50618 Standardı yürürlüğe geçecektir.

Almanya, 27.10.2015 tarihinden itibaren EN 50618 standardından önce yürürlükte

olan VDE-AR-E 2283-4 ve TÜV 2PFG 116/07.2008 dokümanlarını yürürlükten kaldıracaktır. Bununla birlikte, Avrupa genelinde 27.10.2017 tarihine kadar bir geçiş süreci belirlenmiştir. En geç bu tarihe kadar Avrupa içinde bütün “ülkelere özel standartlar” yürürlükten kaldırılmış olacaktır.

EN 50618 standardı İngiltere’de Ocak 2015 , Fransa ‘da Mart 2015 , İspanya’da Mart 2015, Türkiye ‘de Şubat 2015 tarihinde yayınlanarak yürürlüğe sokulmuştur.

### **Malzeme Seçiminin Önemi**

Avrupa’da öncelikle 2006 senesinde, İspanya’da MW’lara ulaşan fotovoltaik tesisler, daha sonra İtalya, Almanya ve diğer Avrupa ülkelerinde kurulan tesisler ve bu tesislerin kurulması sonrası işletme sırasında yaşanan tecrübeler, sistemde tercih edilen malzemelerin sistemden elde edilecek kazanç üzerinde, çok büyük etkisinin olduğunu göstermiştir. Kaliteli malzeme kullanılan tesislerde, amortisman (ROI) zamanının çok kısaldığını ve sistemden elde edilen geri dönüşün ve verimliliğin çok yüksek olduğunu, bununla birlikte kalitesiz malzeme kullanılan tesislerde de, diğerlerinin aksine amortisman zamanlarının uzadığını, kalitesizlik maliyetlerinin çok yüksek olduğunu ve bu durumun ciddi maddi kayıplara sebebiyet verdiğini görüyoruz. Ancak, bu sistemlerde kullanılan kalitesiz malzemeler, zamanı tam olarak belli olmamakla birlikte, 3. veya 4. seneden itibaren problem yaşatmaya başlamakta ve sistemin tam olarak para kazanmaya başlayacağı zamanlarda, sistemin verimini düşürerek elde edilecek kazancı engellemekte ve buna ek olarak, ayrıca ek masraflar (değişim, zaman kayıpları, işçilik,...vs) çıkartmaktadır. Bir güneş enerjisi sistemine yatırım yapan bir yatırımcının, bugünkü maliyetlere göre, amortisman süresi yaklaşık 6-7 senedir; yani 1 MW bir sistem için, yaklaşık 1M€ yatırım yapan bir yatırımcı, 6-7 sene sonra

sistemin tüm gelirini almaya başlamaktadır. Dolayısıyla, öncelikle sistemin en az 6-7 sene hiç problem çıkartmadan çalışması, sonrasında da yatırımcının maksimum geliri elde edebilmesi için maksimum ömüre sahip olması beklenmektedir; bu, sisteme yatırım yapan her yatırımcının ana beklentisidir. TÜV, EN test doküman ve standartlarında kablo için 25 sene ömür talep edilmektedir; ancak atlanmaması gereken önemli bir husus, bu ömrün garanti ile karıştırılmaması gerektiğidir. Dolayısıyla, seçilen ürünlerde ürün kalitesi bu nedenle bir kat daha önem kazanmakta ve buna ek olarak, ürünün tedarik edilmiş olduğu üreticinin de bu konuda tecrübeli, ürününün arkasında duran, uzun vadede destek verecek güvenilir bir teknik ve finansal altyapıya sahip olması, diğer bir önemli husus olarak önümüze çıkmaktadır.

Bir güneş enerjisi sistemi içinde, kablonun toplam sistem maliyeti içindeki oranı %2’den daha düşüktür. Sistemin toplam maliyetinin çok küçük bir parçası olmasına rağmen, sistem performansı açısından ana işlevi gören ürünlerden birisi olan kablonun tercihinde, maalesef gerekli özen gösterilmemektedir. Kalitesiz kablo seçimi sonucunda, sistem veriminde ciddi kayıplar oluşabilmekte; üretilen enerji, tam kapasite ile sisteme taşınmamakta; dış ortamlardan olumsuz etkilenen kabloların zaman zaman değişmesi gerekmekte ve tüm bunlar, elde edilebilecek kazancın önüne engel olarak çıkmakta; ayrıca daha önce öngörülmemiş işçilik ve ek malzeme maliyetleri de ortaya çıkarmaktadır. Güneş enerjisi sistemleri ile uğraşan kişiler, bir süre sonra kablodan kaynaklı bir problemten dolayı doğabilecek olan panel arkasındaki kablo değişim maliyetlerini ve bunun zorluğunun ne anlama geldiğini, çok daha net tahmin edeceklerdir.

Solar sistemlerin tarihine baktığımızda, aslında, bu sistemlerin çok genç sistemler olduğunu söyleyebiliriz. Bu sistemlere ait test dokümanlarının, yukarıda da belirttiğimiz gibi, 2008 senesinden itibaren

yürürlükte olduğunu ve bir solar sistemden 25 sene ömür beklentisi olduğunu göz önünde bulundurduğumuzda, aslında şu anda ömrünü doldurmuş bir sistemin olmadığı, çok net bir şekilde görünmektedir; bu yüzden, bu sistemlerde kullanılacak ürünleri üreten tedarikçilerin seçiminde, firmanın konu ile ilgili uzun süre tecrübesinin olması ve ürünlerinin sadece laboratuvarlarda değil, gerçek kullanımda da test edilmiş olması çok önemlidir.

Malzeme laboratuvar testlerinde ne kadar da iyi sonuçlar alınsa da, çok farklı ortam şartlarından dolayı, ürünlerin sahada tamamen farklı performans verdiğini Avrupa'da son üç senedir görmekteyiz. Nihayetinde bu sektöre kablo üreten bazı şirketlerin, Almanya dahil olmak üzere, birçok ülkede –yaşanan olumsuzluklardan dolayı- tamamen sektörü bıraktığı ve bu ürünleri sistemlerinde kullanan yatırımcıların da, bir süre sonra karşılarında muhatap bulamadıkları gözlemlenmiştir; aslında, en ucuz kablo ve diğer malzemeleri tecrübesiz üreticilerden kullanan şirketlerin, Avrupa'da iflas etmesinin bir diğer sebebi de budur.

## **KAYNAKLAR**

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı  
Bloomberg New Energy Finance, Michael Liebreich