

KABLOLARDA İLETKEN KESİT HESABI & CABLEAPP UYGULAMASI

Türk Prysmian Kablo ve Sistemleri A.Ş.

Can SAĞKOL

**Haktan İş Merkezi No:39 Kat:2 Setüstü-
Kabataş-İstanbul**

Tel: + 90 212 393 7755

e-posta: can.sagkol@prysmiangroup.com

Elektrik enerjisine ihtiyaç duyulan her alanda, kullandığımız kabloları doğru seçiyor muyuz? Tiplerini doğru belirleyebiliyor muyuz? Çevresel şartlara göre performans ve reaksiyonları, enerjiyi ya da sinyali taşımaya ve dağıtmaya yarayan bu vazgeçilmez sistem elemanlarının karakteristik özelliklerini doğru belirlemenin hayati önem arz ettiğinin farkında mıyız? Bu yazımızda, dört bir yanımızı bir ağ gibi saran kabloların iletken kesitlerinin belirlenmesi ve CableApp uygulamasının size bu konuda nasıl yardımcı olabileceği hakkında bilgi vermeye çalışacağız.

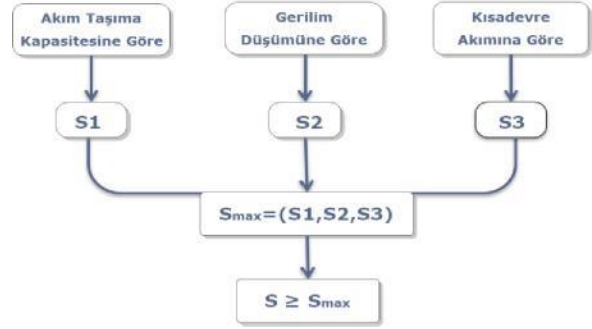
Elektrik enerjisi, üretildiği santrallerden ulaştırıldığı son noktalara kadar, çeşitli kesitlere ve gerilim seviyelerine sahip kablolar ile iletilir ve dağıtılır. Bu kabloların tipleri belirlenirken; hangi ortamlarda kullanılacağı, ne gibi dış etkilere maruz kalacağı, olası ortam şartlarına nasıl tepki vereceği gibi konular analiz edilerek bir karar verilmelidir.

Kablo tipini olası alternatiflerle belirledikten sonra, bu kablolarda kullanılacak olan iletkenin elektriksel kesiti (büyüklüğü) belirlenmelidir. Kablo kesit hesabı ise, en az kablo tipini belirlerken yapılacak analizler kadar detaylı ve dikkatli yapılmalıdır. Kablo kesiti hesabı konusundaki en önemli unsur güvenlik olmalıdır. Kablonun herhangi bir güvenlik problemi oluşturmadan görevini devam ettirebilmesi için, mevcut güç ve ileride sisteme eklenmesi olası güç analizleri doğru yapılmalıdır.



Resim 1: Asya-Avrupa bağlantısını sağlayan Türkiye'nin ilk 380 kV 1600 mm² kesitli Denizaltı Yüksek Gerilim Enerji Kablosu

İletkenin boyutları, iletkeni saran polimer malzemenin sınır değerlerini zorlamayacak ve üzerinden akacak olan akıma, uluslararası standartların belirlediği azami direnç değerlerinin üzerinde bir direnç göstermeyecek şekilde belirlenmelidir. Daha sonra, maliyet unsurları devreye girecektir. Sistemin güvenliğini sağlamak adına, fazla harcamalardan kaçınılmalıdır. Bunun yolu da maliyet-güvenlik optimizasyonu yaparak, en uygun iletken kesitini belirlemektir.



Güvenlik ve maliyet unsurları göz önünde bulundurulduğunda, kablo kesit hesabı yapılırken üç önemli parametre bulunmaktadır: **Akım taşıma kapasitesi, gerilim düşümü** ve **kısa devre akımı**.

Akım Taşıma Kapasitesi: Tesis edilen veya edilecek kablonun temelde sıcaklık esasına dayanarak, hiçbir bileşenin bozulmadan, güvenle kullanımına devam edilebileceği azami akım değeridir. Akım taşıma kapasitesinin, kablo kesitinin seçiminde doğrudan bir etkisi vardır.

Gerilim Düşümü: İletkenin kendi iç direncinden kaynaklanan kayıplardan dolayı gerilimin, kaynaktan yüke ulaşıncaya kadar geçen mesafede azalması durumudur. Taşıma mesafesi uzadıkça, bu kayıp artar ve iletken kesitin büyütülmesi gerekir.

Kısa Devre Akımı: Alternatif akım sistemlerinde zamana göre değişen bir parametre olup, kısa devrenin olduğu bölgede kısa devre süresi boyunca akan akım miktarıdır. Bu üç parametreyi kullanarak, üç farklı kablo kesiti elde etmek mümkündür.

Burada yapılacak olan işlem, belirlenen bu üç kesit arasından en büyüğüne eş değer ya da en yakın üst bir kesit seçerek, güvenli ve ekonomik bir kablo iletken boyutu belirlemektir.

Bir örnek üzerinden iletken kesit hesabı yaptığımızı farz edelim: 65m uzaklıkta, etiketinde 80kW güç ve 400V gerilim seviyesi $\text{Cos}\phi=0,85$ yazan ve maksimum %3 gerilim düşümüne izin veren bir pompayı beslemek için 3 damarlı kablo tipi ve kesiti belirleyelim.

Bilinen değerler;

Güç: $P=80\text{kW}$

Gerilim: $U=400\text{V}$

Güç Faktörü: $\text{cos}\phi=0,85$

Uzaklık/Mesafe: $L=65\text{m}$

İzin Verilen Gerilim Düşümü: $\%e=\%3$

Bu bilinen parametreler doğrultusunda, aşağıdaki güç formülü ile bir akım değeri bulmamız mümkün;

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \text{Cos}\phi$$

$$I = P / \sqrt{3} \cdot U \cdot \text{Cos}\phi$$

$$= 80000 / \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85$$

$$= 136\text{A}$$

Bulunan bu akım değerine göre kabloların iletken kesitlerini; PVC izolasyonlu kablo için 35mm^2 , XLPE izolasyonlu kablo için 25mm^2 olarak belirleyebiliriz. **(Bkz. Tablo:1)**

Kesit (mm ²)	Akım Taşıma Kapasitesi (A)	
	YV	YXV
3 x 10	79	86
3 x 16	102	112
3 x 25	133	145
3 x 35	159	174
3 x 50	188	206

Tablo 1: 0,6/1kV YV ve YXV Alçak Gerilim Kablosu Akım Taşıma Kapasitesi Cetveli

Son olarak yapmamız gereken işlem, belirlediğimiz bu tiplerin istenen maksimum yüzde gerilim düşümü hesabına uygunluğunu kontrol ettikten sonra, seçilen kesitin değişip değişmeyeceğine karar vermek olacaktır. Kullanacağımız formül ise;

$$\%e = \frac{\Delta u}{U} * 10^{-3}$$

$$\Delta u = \sqrt{3} \cdot L \cdot (R_{AC} \cdot I \cdot \text{Cos}\phi + X_L \cdot I \cdot \text{Sin}\phi) \quad 3\sim$$

$$\Delta u = 2 \cdot L \cdot (R_{AC} \cdot \text{Cos}\phi + X_L \cdot \text{Sin}\phi) \quad 1\sim$$

Gerilim düşümünü, iki farklı izolasyon malzemesine sahip olan kablolarla göre hesaplamak için, direkt olarak üreticiden veya ilgili standartlardan yararlanarak maksimum çalışma sıcaklığına ait direnç değerlerini ve reaktans değerlerini elde etmeliyiz.

$$R_{35\text{mm}^2} = 0,524 \Omega/\text{km}$$

$$R_{25\text{mm}^2} = 0,727 \Omega/\text{km}$$

$$X_{35\text{mm}^2} = 0,0779 \Omega/\text{km}$$

$$X_{25\text{mm}^2} = 0,0760 \Omega/\text{km}$$

$$R_{35\text{mm}^2(70\text{C})} = 0,627 \Omega/\text{km}$$

$$R_{25\text{mm}^2(90\text{C})} = 0,927 \Omega/\text{km}$$

PVC - 35mm² kablo kesiti için;

$$\%e = \frac{\sqrt{3} \cdot 65 \cdot (0,627 \cdot 136 \cdot 0,8 + 0,0779 \cdot 136 \cdot 0,6)}{400} * 10^{-3}$$

$$= 0,02096 = \%2,096$$

XLPE - 25mm² kablo kesiti için;

$$\%e = \frac{\sqrt{3} \cdot 65 \cdot (0,927 \cdot 136 \cdot 0,8 + 0,0760 \cdot 136 \cdot 0,6)}{400} * 10^{-3}$$

$$= 0,03009 = \%3,009$$

İzin verilen gerilim düşümü %3'e kadar olduğundan, XLPE izolasyonlu ürün için bir üst kesit olan **35mm²** ye göre hesaplamayı tekrar yapmamız gerekir. Fakat 35mm^2 kesit için direnç ve reaktans değerlerinin değişeceğini unutmamalıyız.

$$R_{35\text{mm}^2(90\text{C})} = 0,668 \Omega/\text{km}$$

$$\%e = \frac{\sqrt{3} \cdot 65 \cdot (0,668 \cdot 136 \cdot 0,8 + 0,0779 \cdot 136 \cdot 0,6)}{400} * 10^{-3}$$

$$= 0,02221 = \%2,221$$

Yapmış olduğumuz bu hesaplamalara göre; 35mm^2 kesitli hem XLPE izolasyonlu (YXV - 174A) hem de PVC izolasyonlu (NYY - 159A) kablo, hesaplanan 136A değerindeki akım için yeterli akım taşıma kapasitesine sahip gözükmektedir.



Resim 2: 0,6/1 kV N2XH FE 180 3x35/16 mm² Alçak Gerilim Enerji Kablosu



Resim 3: 0,6/1 kV NYY 3x70ş mm²
Alçak Gerilim Enerji Kablosu

Yapılan örneğe ek koşullar ekleyerek, daha detaylı bir hesaplama yapılmak istenirse; örneğin, sistemimizi besleyecek 3 damarlı kabloyu toprak altından geçireceğimiz varsayımı doğrultusunda, toprağın tipine, sıcaklığına ve ısı öz direncine ihtiyaç duyulacaktır. **35°C** sıcaklığa sahip, kuru kum ve ısı direnci de **1,5 K.m/W** olan bir ortamımız olduğunu var sayarsak, bu şartlar altında standartlarda (IEC 60364-5-52 veya DIN VDE 0298-4) yer alan düzeltme faktörleri; sıcaklık için $f_{PVC} = 0,84$ / $f_{XLPE} = 0,89$ iken toprak ısıl öz direnci için 1,1'dir.

Bu durumda ilk belirlediğimiz kablo kesitlerinin akım taşıma kapasitesi değerlerini, gerilim düşümü değerlerine bakmaksızın, bu düzeltme faktörlerine göre tekrar gözden geçirdiğimizde;

$$I_{pvc(35mm^2)} = 159A * 0,84 * 1,1 = 146,91A$$

$$I_{xlpe(25mm^2)} = 145A * 0,89 * 1,1 = 141,95A$$

Her iki kesitin akım taşıma kapasitesinin talep edilen akım değerine yakın olması nedeniyle, ilk öngörülen kablo ve ilgili iletken kesitinin bir üst kesitinden başlayarak, akım taşıma kapasitesi değerleri, yukarıdaki düzeltme faktörleri ile çarpılarak kontrol edilmeye devam edilmelidir.

Düzeltilme faktörleri ile çarpılması sonucu ortaya çıkan akım değeri, ilk tespit edilen akım değerine eşit ya da daha büyük bir değer ise; seçilen kesitin uygun olduğu anlamına gelmektedir. Aksi takdirde, bir üst kesite daha çıkıp düzeltme faktörü ile çarpılarak kontrol edilmeye devam edilmelidir. Verdiğimiz örneğe göre bu işlemi gerçekleştirdiğimizde, bir üst kesitteki kabloların akım taşıma değerleri, düzeltme faktörleri ile çarpıldığında istenilen akım değerinden daha büyük bir değere sahip olduğu için kesitler "uygun" olarak değerlendirilmiştir. Kesitlerin düzeltme faktörü uygulanmış yeni akım değerleri;

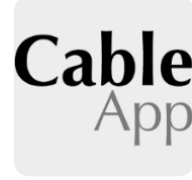
$$I_{pvc(50mm^2)} = 188A * 0,84 * 1,1 = 173,71A$$

$$I_{xlpe(35mm^2)} = 174A * 0,89 * 1,1 = 170,34A$$

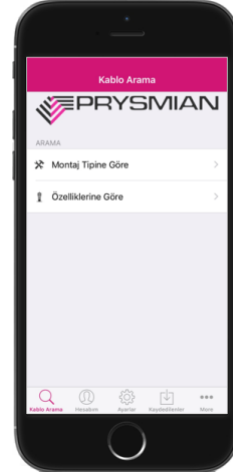
Bu yeni akım değerlerine göre yeni belirlenecek kablo ve kesitleri;

YV - 3x50mm², In = 188A
YXV - 3x35mm², In = 174A

Bu ek koşullar için, 50mm² iletkenli ve PVC izolasyonlu, 35mm² iletkenli ve XLPE izolasyonlu iki tip kablo için belirlenen şartlarda, istenen gerilim düşümü gerekli seviyenin altında olduğundan tekrar bir gerilim düşümü hesabı yapılmasına gerek yoktur.

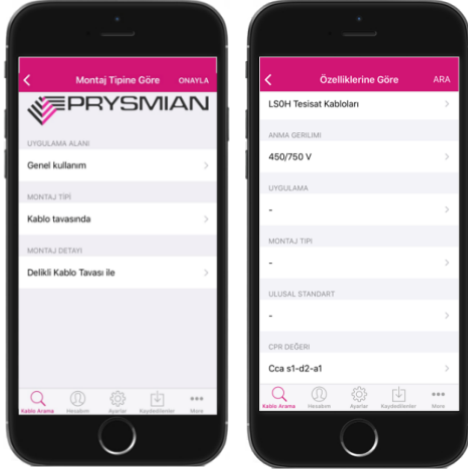


Prysmian Kablo olarak, sahadaki uygulamalara yönelik hazırlanmış olan standartlarda kolaylık sağlamak, zamandan tasarruf etmek, sektörün daha da bilinçlenmesini sağlamak amacı ile artan ihtiyaçlar ve gelen talepler doğrultusunda, yeni bir uygulama geliştirdik: "CableApp". Gerek web üzerinden gerekse tüm mobil işletim sistemleri ile uyumlu çalışan mobil uygulamamız sayesinde kesit hesaplarını çok kısa sürede yapabilmeye olanak sağlıyoruz.



CableApp uygulaması, 2 farklı yöntem ile kablo araması yapmanıza olanak sağlar.

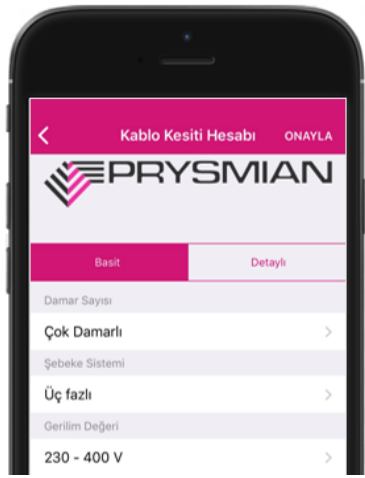
1. Türk Prysmian Kablo bünyesinde yer alan ürünlerin özelliklerine göre,
2. TS HD 60364-5-52 standartları çerçevesinde, kablonun uygulanacağı tesisat yöntemine göre.



Sadece kabloların yapılarına göre arama yapmak için ana menüde yer alan "**Özelliklerine Göre**" başlığını seçtiğinizde karşınıza çıkan ürün ailesi, anma gerilimi, üretim standardı, CPR sınıfı vb. gibi özelliklere göre arama yapabilirsiniz. Böylelikle, hangi ürün sınıfından olursa olsun tüm ürünleri listeleyebilir; isterseniz her bir ürünün tüm karakteristik değerlerine ilgili katalog sayfasına erişim sağlayabilirsiniz.

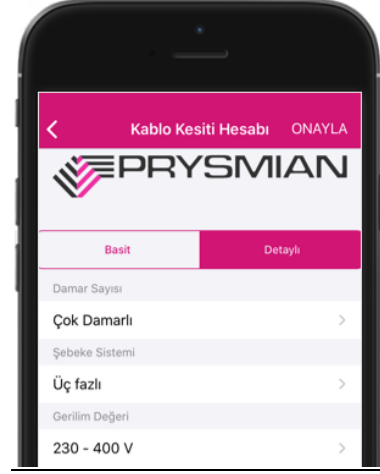
Dilerseniz mobil cihazınız ile seçtiğiniz kabloyu kaydedebilir, paylaşabilir ve hatta isterseniz size en yakın A-Takımı yetkili satıcımıza harita üzerinden kolaylıkla ulaşabilirsiniz.

Kablo kesit hesabı yapmak için ise ana menü üzerinden "**Montaj Tipine Göre**" kısmına giriş yaparak, montaj detaylarınıza uygun kablo seçimi yapıp, uygun bir kesit için **basit** ve **detaylı** olarak hesaplamalar yapabilirsiniz.



Basit yöntem ile hızlı bir şekilde iletken kesit hesabı yapmak için; kablo damar sayısı, şebeke sistemi, gerilim değeri, güç faktörü değeri, çekilen akım değeri, hat uzunluğu ve sayısı

değerlerinin yanı sıra, isteğinize göre gerilim düşümü oranı (%e) ya da uygulanması gereken farklı herhangi katsayı oranı değerlerinden faydalanılır.



"Detaylı" kısmından, TS HD 60364-5-52 standardında bulunan tesisat detaylarına göre iletken kesiti hesabı yaparken ise; ilave olarak kullanım oranı, kısa devre değeri ve süresi, ortam sıcaklığı, güneş ışığına maruz kalınıp kalınmadığı ve hatlar arasındaki boşluk mesafesi gibi birçok detayı hesaplamaya dahil edebilirsiniz.

Sadece istenen parametreleri kullanıcı dostu bir ara yüze sahip olan CableApp uygulamamız aracılığı ile seçip, adım adım ilerleyerek istenen sonuca kolayca ulaşabilirsiniz. Hesap sonuç kısmında, en uygun ve alternatifli kablo kesitlerini, daha üst kesitlerin seçilmesi durumunda ne kadar enerji tasarrufu yapacağınızı, CO₂ emisyon değerini ve hatta gerilim düşümüne uygun kesit değerini elde etmiş olacaksınız.



Yapmış olduğunuz kablo kesit hesabı sonuçlarını dilerseñiz web sayfamız aracılığı ile edinebilir veya mobil cihazınıza kaydedebilir ve istediğiniz kiři/kişiler ile paylaşabilirsiniz.

Prysmian kablonun kullanıcı dostu CableApp uygulamasının Türkçe sürümünü www.cableapp.com adresinden veya mobil cihazlarınızdan AppleStore ya da GooglePlay üzerinden ücretsiz olarak indirebilir ve hemen kullanabilirsiniz.