

KABLO PABUCU ve KABLO UYUMU **Türk Prysmian Kablo ve Sistemleri A.Ş.**

Emre ŞİMŞEK

Türk Prysmian Kablo ve Sistemleri A.Ş. Haktan İş Merkezi No:39 Kat:2
Setüstü-Kabataş / İstanbul

Tel: + 90 212 393 77 55 Fax : + 90 212 393 77 67

e-posta: emre.simsek@prysmiangroup.com

GİRİŞ

Bilindiği üzere, enerjiyi iletmek için kullanılan kabloların seçimi kadar, yapılan bağlantılarda doğru kablo aksesuarlarının seçimi ve kablo aksesuar uyumu hayati önem arz etmektedir. Birçok elektrikli uygulamalara doğrudan bağlantı yapılmasını sağlayan kablo pabuçlarını seçerken nelere dikkat edilmelidir?

Kablo Pabucu Nedir?

Endüstriyel terminolojiye göre "konektör" ya da "çapa" olarak da bilinen kablo pabuçları, birçok elektrikli uygulamalara doğrudan bağlantı yapılmasını sağlamak, bakım, tamirat, montaj ve demontaj işlemlerinde kolaylık sağlamak amacıyla tasarlanmış kablo aksesuarlarıdır. En yaygın örneği; motorlu araçların elektrikli aksamlarını beslemek için kullanılan akü bağlantı uygulamalarıdır.



Resim 1: Farklı boyutlarda kablo pabuçları

Kullanım Şekilleri

Kablo pabuçları, kalıcı bağlantı olması gereken ve direkt bağlantının uygulanmasının sakıncalı olduğu yerlerde kullanılırlar. Kullanım şekillerine göre, uygulama yöntemleri de değişiklik gösterebilir. Bağlantısı yapılacak olan pabucun tipine göre lehim ya da kaynak yapılır. Daha sonra pabucun bağlantı ucu, civata, vida ya da klips vasıtası ile tam eşleşen bir terminal ile bağlantı noktasına sıkıştırılarak bağlanır. Birçok ebatta ve farklı metal malzemeler ile üretilen pabuçlarda en sık kullanılan metal ise bakırdır. Çatal veya "U" şekilli pabuçlar, vida terminalleri için; kapalı ring veya "O" tipi pabuçlar civatalı uygulamalar için; pin veya yassı tutamaklı pabuçlar ise sıkıştırmalı ya da bıçak uçlu terminaller için kullanılırlar. Kablo pabuçları, daha kalın kesitli kabloyu daha küçük ebatta bir konektöre bağlayabildikleri için kablo boyutunu indirgemek için de kullanılırlar.



Resim 2: Kablo başlığı uygulamasında kullanılan bir pabuç tipi

Pabuç ve Kablo Uyumu

Bir kablo tasarımının ilk ve aynı anda en önemli aşamalarından biri iletken tasarımıdır. İletkenlerin tasarımları için en yaygın standart IEC 60228'dir. Tasarımı yapılırken ve iletken seçilirken, iletkenin geometrik boyutu ve kesiti oldukça önemlidir; ancak en önemli parametre geometrik kesit değil, elektriksel kesittir. Bu da 20 °C'deki 1km uzunluk için verilen maksimum doğru akım iletken direnci ile sağlanır. Standartlar, elektriksel kesit için maksimum iletken direnci şartını koyarken, geometrik kesit için bir şart koymayıp, bilgi ve kılavuz olması için geometrik çap aralığı vermiştir. Türkiye'de kablo üreticilerinin iletkenler için "Türk Standardı" olarak kullandıkları standart, TS EN 60228:2007'dir. Örnek olarak; tek ve çok damarlı kablolar için Sınıf 2 örgülü iletkenlere ait maksimum iletken direnci ve minimum tel sayısı parametreleri (Tablo 1'de) TS EN 60228:2007, Çizelge 2'de zorunlu olarak verilirken, ilgili kesitler için iletken çapları bilgi amaçlı olarak aynı standardın "Ek Bilgi" kısmındaki Çizelge C.2'de verilmiştir (Tablo 2).

Tablo 1: TS IEC 60228: 2007, Çizelge 2

1 Anma kesit alanı mm ²	2 İletkendeki tellerin en az sayısı							3 20 °C'ta en büyük iletken direnci		
	4 Dairesel		5 Dairesel sıkıştırılmış		6 Biçimlendirilmiş		7 Tavlanmış bakır iletken		8 Alüminyum ve alüminyum alaşımli iletkenler	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Çıplak teller Ω/km	Metal kaplı teller Ω/km		
0,5	7	-	-	-	-	-	36,0	36,7	-	
0,75	7	-	-	-	-	-	24,5	24,8	-	
1,0	7	-	-	-	-	-	18,1	18,2	-	
1,5	7	-	6	-	-	-	12,1	12,2	-	
2,5	7	-	6	-	-	-	7,41	7,56	-	
4	7	-	6	-	-	-	4,61	4,70	-	
6	7	-	6	-	-	-	3,08	3,11	-	
10	7	7	6	6	-	-	1,83	1,84	3,08	
16	7	7	6	6	-	-	1,15	1,16	1,91	
25	7	7	6	6	6	6	0,727	0,754	1,20	
35	7	7	6	6	6	6	0,524	0,529	0,868	
50	19	19	6	6	6	6	0,387	0,391	0,641	
70	19	19	12	12	12	12	0,268	0,270	0,443	
95	19	19	15	15	15	15	0,193	0,195	0,320	
120	37	37	18	15	18	15	0,153	0,154	0,253	
150	37	37	18	15	18	15	0,124	0,126	0,206	
185	37	37	30	30	30	30	0,0991	0,100	0,164	
240	37	37	34	30	34	30	0,0754	0,0762	0,125	
300	61	61	34	30	34	30	0,0601	0,0607	0,100	
400	61	61	53	53	53	53	0,0470	0,0475	0,0778	
500	61	61	53	53	53	53	0,0366	0,0369	0,0605	
630	91	91	53	53	53	53	0,0283	0,0286	0,0469	
800	91	91	53	53	-	-	0,0221	0,0224	0,0367	
1000	91	91	53	53	-	-	0,0176	0,0177	0,0291	
1200			b	b			0,0151	0,0151	0,0247	
1400 ^a			b	b			0,0129	0,0129	0,0212	
1600			b	b			0,0113	0,0113	0,0186	
1800 ^a			b	b			0,0101	0,0101	0,0165	
2000			b	b			0,0090	0,0090	0,0149	
2500			b	b			0,0072	0,0072	0,0127	

^a Bu boyutlar tercih edilmez. Tercih edilmeyen diğer boyutlar bazı özel uygulamalar için bilinir ancak bunlar bu standardın kapsamında değildir.
^b Bu boyutlar için tellerin en az sayısı belirtilmez. Bu boyutlar 4, 5 veya 6 eşit parçadan (Milliken) yapılabilir.
^c Alüminyum iletken gibi aynı anma kesit alanına sahip örgülü alüminyum alaşımli iletkenler için direnç değeri imalatçı ile alıcı arasındaki anlaşmaya bağlı olmalıdır.

(Bilgi için)

Dairesel iletkenlerin boyut sınırlarıyla ilgili kılavuz

C.1 Amaç

Bu ek, iletkenlerin ve bağlayıcıların boyut bakımından uyumlu olduğunu sağlamakta kabloların ve kablo bağlayıcılarının imalatçılarına yardımcı olması için bir kılavuz olarak amaçlanır. Bu ek bu standardın kapsamında bulunan aşağıdaki iletken tipleri için boyut sınırlarıyla ilgili kılavuz sağlar.

- Bakır, alüminyum ve alüminyum alaşımli dairesel katı iletkenler (Sınıf 1),
- Bakır, alüminyum ve alüminyum alaşımli dairesel sıkıştırılmış dairesel örgülü iletkenler (Sınıf 2)
- Bakırdan bükülgen iletkenler (Sınıf 5 ve Sınıf 6).

C.2 Dairesel bakır iletkenler için boyut sınırları

Dairesel bakır iletkenlerin çapları Çizelge C.1'de verilen değerleri geçmemelidir.

Sınıf 1 dairesel bakır iletkenler için en küçük çaplara ihtiyaç olursa, katı dairesel alüminyum veya alüminyum alaşımli iletkenler için Çizelge C.3'te gösterilen en küçük çaplara atıf yapılabilir.

C.3 Örgülü sıkıştırılmış dairesel bakır, alüminyum ve alüminyum alaşımli iletkenler için boyut sınırları

Örgülü sıkıştırılmış dairesel bakır, alüminyum ve alüminyum alaşımli iletkenlerin çapları en büyük değerleri geçmemeli ve Çizelge C.2'de verilen en küçük değerlerden daha az olmamalıdır.

Sıkıştırılmamış dairesel örgülü alüminyum veya alüminyum alaşımli iletkenlerin olmaması durumunda en büyük çaplar Çizelge C.1 sütun 3'te verilen bakır iletkenler için karşılık gelen değerleri geçmemelidir.

Resim 3: TS IEC 60228: 2007, EK C

Tablo 2: TS IEC 60228: 2007, Çizelge C.2

ICS 29.060.20 TÜRK STANDARDI TS EN 60228:Şubat 2007

Çizelge C.2 - Örgülü sıkıştırılmış dairesel bakır, alüminyum ve alüminyum alaşımli iletkenlerin en küçük ve en büyük çapları

Kesit alanı mm ²	Örgülü sıkıştırılmış dairesel iletkenler (Sınıf 2)	
	En küçük çap mm	En büyük çap mm
	10	3,6
16	4,6	5,2
25	5,6	6,5
35	6,6	7,5
50	7,7	8,6
70	9,3	10,2
95	11,0	12,0
120	12,3	13,5
150	13,7	15,0
185	15,3	16,8
240	17,6	19,2
300	19,7	21,6
400	22,3	24,6
500	25,3	27,6
630	28,7	32,5

Not 1 - 630 mm² nin üzerindeki kesit alanlı alüminyum iletkenlerin boyut sınırları sıkıştırma teknolojisi genel olarak oluşturulmadığı için verilmemiştir.

Not 2 - 1,5 mm² den 6 mm² ye kadar olan boyut aralığındaki sıkıştırılmış bakır iletkenler için hiçbir değer verilmemiştir.

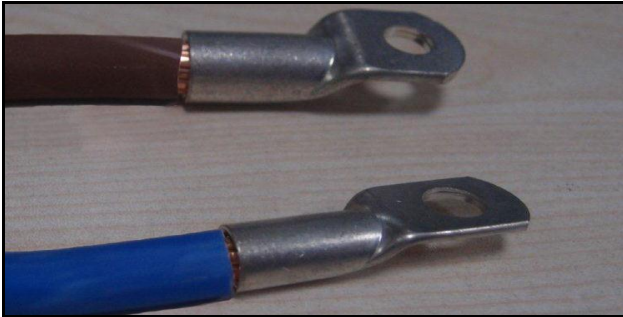
Bu örnek, diğer dairesel iletkenler için de geçerlidir. TS EN 60228:2007 standardının ekler kısmındaki diğer iletken sınıflarına ait çap bilgilerini içeren tabloları görebilmemiz mümkündür.

Prysmian Group Türkiye olarak yaptığımız kablo ve iletken tasarımları hem standartların belirlediği "20 °C'deki 1km uzunluk için verilen

maksimum doğru akım iletken direnci” kriterine, hem de kılavuz olarak verilen “en büyük ve en küçük çap” sınırlarına uyum sağlamaktadır. Bununla birlikte pazardan gelen uygunsuzluklarla ilgili yorumlar ve tarafımıza yöneltilen sorulara ışık tutmak amacıyla üç farklı pabuç üreticisinden alınan dört farklı kesit için (35,50,70 ve 95 mm²) tasarlanmış kablo pabuçlarından, her birinden üçer adet olacak şekilde testler yapılmıştır. İletkenlerimizin, doğru üretilen her pabuç numunesi ve doğru sıkıştırma ile tam uyum sağladığı yaptığımız test sonuçlarında gözükmemektedir. Yapılan bu çalışma, Tablo 3’te karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir.

Üreticiler	35 mm ²	ort	50 mm ²	ort	70 mm ²	ort	95 mm ²	ort
Marka 1	8,29-8,32 mm	8,31 mm	9,31-9,23 mm	9,27 mm	10,90-10,95 mm	10,92 mm	13,26-13,27 mm	13,26 mm
	8,34-8,08 mm	8,21 mm	9,18-9,20 mm	9,19 mm	11,03-11,00 mm	11,01 mm	13,21-13,29 mm	13,25 mm
Marka 2	8,51-8,13 mm	8,32 mm	9,22-9,20 mm	9,21 mm	11,01-11,00 mm	11,00 mm	13,25-13,26 mm	13,25 mm
	8,58-8,08 mm	8,03 mm	10,08-9,35 mm	9,56 mm	11,90-11,06 mm	11,48 mm	13,51-12,76 mm	13,13 mm
Marka 3	8,54-8,00 mm	8,57 mm	10,17-9,28 mm	9,72 mm	11,95-10,98 mm	11,46 mm	13,68-12,34 mm	13,01 mm
	8,61-8,01mm	8,81 mm	10,17-9,32 mm	9,74 mm	11,91-11,23 mm	11,57 mm	13,65-12,59 mm	13,02 mm
Prysmian İletken Çapları	min.	6,6 mm	min.	7,7 mm	min.	9,3 mm	min.	11,0 mm
	max.	7,5 mm	max.	8,6 mm	max.	10,2 mm	max.	12,0 mm

Tablo 3: Farklı pabuç üreticilerinin pabuç çapları ve Prysmian Group iletken çapları



Resim 4: Direkt olarak kablo ucuna bağlanmış ve doğru montaj yapılmış bir pabuç tipi.

Uygun Olmayan Bağlantı Sonucu Oluşabilecek Sonuçlar

Bağlantısı yapılacak kablo ve pabuç malzemelerinin standartlara uygun olması gerekliliği tartışmaya açık bir konu olmadığı

gibi, doğru klemensleme ve bağlantı şekli de kurulacak sistemin hem uzun ömürlülük açısından hem de can ve mal güvenliği açısından belki de en çok dikkat edilmesi gereken husustur. Doğru malzemelerin seçilmesi ve kullanılması durumunda dahi, yapılacak olan

hatalı bağlantı sebebiyle, istenmeyen sonuçlarla karşılaşmak işten bile değildir. En çok yapılan hatalardan biri, aşırı sıkıdır. Yapılan aşırı sıkıştırma işlemi ile bağlantı noktasındaki iletken ezilip zarar görebilir. Zaman içerisinde titreşim, bükülme vb sebeplerden dolayı tel kopmaları oluşabileceğinden, iletkenin elektriksel direnci yükselecektir. Buna bağlı olarak da, aşırı ısınma meydana gelebilir. Aşırı ısınma, kablo izolasyonunda kullanılan polimerik malzemenin limit değerlerini aşması durumunda, polimerik malzemenin kimyasal özelliklerini bozup, yangınla sonuçlanabilir. Hataları önlemenin yolu ise, hidrolik sıkıştırma aparatı kullanmak ve aparat üreticisinin tavsiye ettiği periyot geçmeden kalibrasyonunu yaptırmaktır. Diğer bir hata ise, bağlantısı yapılacak kablonun iletken kesitine uygun pabucun seçilmemesidir. Pabucun olması gerekenden büyük seçilmesi durumunda, pabuç ile kablo iletkeninin temas yüzeyi arasında istenilen seviyede bir birleşme olmayabilir. Bunun sonucunda ise, bağlantı noktasındaki boşluklarda oluşabilecek arklar ile yine polimerik malzemeye zarar verip, yangına sebebiyet verebilir. Bu tip durumların önüne geçmenin yolu; standartlara uygun doğru malzemeleri seçip, doğru bağlantıyı yapmaktır.

Prysmian Group Türkiye olarak, toplumu ve kullanıcıları bilinçlendirmek adına yaptığımız çalışmalarını paylaşmayı sürdürüyoruz. Unutmayalım ki yaptığımız çalışmalar ve kurduğumuz sistemler, bizden sonraki nesillere ışık tutacaktır.

www.prysmiangroup.com.tr
www.prysmianperformanstesti.com

Prysmian Group Türkiye Hakkında

Prysmian Group Türkiye; merkezi 1964 yılından bu yana, Mudanya’da (Bursa) yer alan Türk Prysmian Kablo ve Sistemleri A.Ş. ile 2011 yılında gruba dahil olan Draka Comteq Kablo ve Ltd.Şti. ve Draka İstanbul Asansör İth. İhr. Üretim Tic. Ltd. Şti. firmalarından oluşmaktadır. Prysmian Group Türkiye bünyesinde, bugün yaklaşık 550 kişi çalışmaktadır. Prysmian Group Türkiye’nin ürün yelpazesi kapsamında 220 kV’a kadar olan tüm enerji kabloları, 3.600 çiftte kadar bakır iletkenli haberleşme kabloları ile fiber optik kabloları bulunmaktadır. Ayrıca, Draka ile, sadece ana ortaklar seviyesinde gerçekleşen birleşme sonucunda, demiryolu sinyalizasyon kabloları, asansör sistemleri, stüdyo broadcast kabloları ve özel kablolar ürün yelpazesine eklenmiştir. Prysmian Group içinde öncelikli bir ihracat merkezi olan ve 2013 yılında toplam yaklaşık 822 milyon TL olan cirosunun %34’ünü ihraç eden Türk Prysmian Kablo, Borsa İstanbul’da işlem görmektedir. Daha fazla bilgi için : www.prysmiangroup.com.tr

Referanslar

¹TS EN 60228 “Kablolar - Yalıtılmış kabloların iletkenleri”