

MAST

Elektrotechnik Ltd.

SERİ DİRENÇLİ ISITICI KABLOLAR

ELEKTRİKLİ ESNEK ISITMA ELEMANLARI

Bir elektrik direnci, üzerinden elektrik akımı geçtiği zaman; geçen akım değeri ve kendi direnç değeri ile orantılı bir ısı yayar. Bu özelliğinden dolayı dirençler yaygın olarak ısıtma amaçlı, diğer bir deyişle ısı enerjisi üretme amaçlı kullanılırlar.

Fiziksel yapılarına göre elektrikli ısıtıcılar iki ana gruba ayrılmaktadır; tüp şeklindeki sert ve esnek olmayan ısıtıcılar ve esnek ısıtıcılar.

Elektrikli esnek ısıtıcılar, esnek yapılarından dolayı, uygulandıkları yüzeye tam temas edebilirler, bunun sonucunda da çok iyi bir ısı verimlilik elde edilir.

MAST Elektroteknik Ltd. Şti. olarak 1992 yılından beri, Fransız Flexelec ürünü elektrikli esnek ısıtıcılar ile, başta sanayi ve inşaat sektörleri olmak üzere çeşitli sektörlerde hizmet vermekteyiz. Aşağıda esnek ısıtıcıların önemli bir grubu olan "seri dirençli" kablolar ve bir kısım uygulamaları anlatılmaktadır

Seri dirençli kabloları kullanmayı düşündüğünüz her türlü projeniz ile ilgili mühendislik hizmeti için www.mastelektroteknik.com web sitesindeki bilgilerimizden bize ulaşabilirsiniz.



SERİ DİRENÇLİ ISITICI KABLolar

Seri dirençli ısıtıcı kablolar üretim tekniklerine göre iki ana grupta toplanırlar. Bu kablolar, ya bir ucundan enerji beslemesinin yapıldığı, diğer ucunun fabrikasyon olarak üretim aşamasında su sızdırmaz olarak sonlandırıldığı tipte (Flexelec ürünü KYCYR); ya da farklı direnç değerlerinde üretilip montaj mahallinde kullanılacağı yere göre uygun boyda kesilip kullanılan tiptedir (Flexelec ürünü KYCY, KYX).

Fabrikasyon olarak sonlandırılmış kablolarla ısıtıcı kablonun enerji besleme tarafında **faz-nötr-toprak** bağlantısına uygun soğuk uç kısmı bulunmaktadır.

Montaj yerinde kesilen tipte ısıtıcı kablo kullanıldığı vakit ısıtıcı kablonun **toprak** bağlantısı yalnızca bir uçtan yapılmakta olup, kablo projelendirilmesine göre **faz-faz** ya da **faz-nötr** beslemesi yapılabilmektedir.

Ana yapı olarak her iki tip seri dirençli kablo da birbirinin aynıdır. Aralarındaki tek fark fabrikasyon sonlandırılan tipinde bir geri dönüş iletkeninin bulunmasıdır. Bu geri dönüş iletkeni kablo sonunda ısıtıcı kısım ile birleştirilmiştir. Bu sayede seri dirençli kabloların iki uçtan beslenmesi sorunu aşılmaktadır. Böylelikle yağmur iniş borularında seri dirençli kablolar kolay bir şekilde kullanılabilirlerdir.



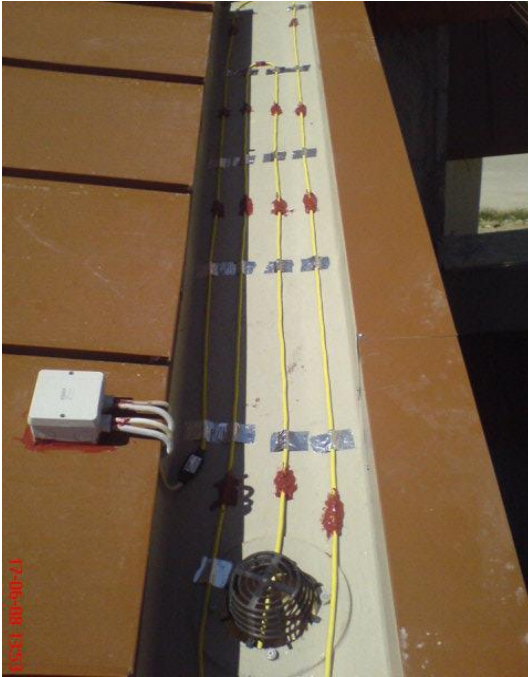
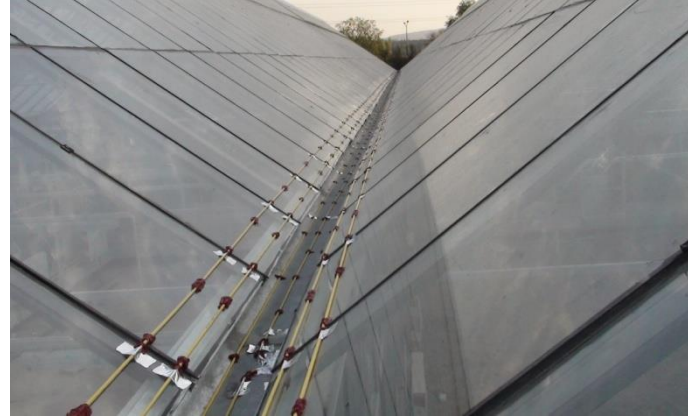
İNŞAAT SEKTÖRÜ UYGULAMALARI

A. Çatı Isıtma Sistemleri

Kara ikliminin hüküm sürdüğü bölgelerde gece ve gündüz arasındaki belirgin sıcaklık farkları, kar yağışı ile birleşince ortaya ciddi sorunlar çıkmaktadır.

Bunun önüne geçmenin bir yolu çatı üzerindeki kar ve/veya buzun kürenmesidir. Bu işlem sırasında hem yoğun bir işçilik gerekmektedir, hem de çatı üzerinde insan trafiği nedeniyle mekanik hasarlar oluşmaktadır. Bu nedenle en doğru ve sorunsuz çözüme bu kar ve/veya buzun eritilmesi; eritilen bu malzemenin de rögarlara ve kanalizasyona akıtılması ile ulaşılmaktadır. Yani en sağlıklı çözüm ancak yatay oluk ve dereler ile düşey inişlerin açık tutulması ile mümkündür.

Oluklardaki buzlanmanın ortadan kaldırılması sonucu, yağmur oluklarındaki buzlanma nedeniyle oluşan deformasyon ve kırılmaların önüne geçilebilmektedir. Ayrıca saçaklarda tehlikeli buz sarkıtlarının oluşmasının önlenmesi ile de insan sağlığını tehdit eden olayların oluşumu engellenebilmektedir.



Çatılarda kar/buz birikimi nedeni ile hasar oluşumu şu şekilde ortaya çıkmaktadır. Öğle güneşi çatıdaki sıcaklığı karın erime noktasına taşımakta, gece ise sıcaklık suyun donma noktasının altına düşmektedir. Gündüz eriyen kar sonucu oluşan su alttaki kar tarafından azar azar emilmektedir. Üst tabakadaki eriyen kar suyunu emen alt kısımlardaki kar tabakası sıkışmakta (yoğunlaşmakta) ve çökmektedir. Bunun yanında oluşan buz-su karışımı, dereleri ve inişleri bloke etmektedir. Akşama doğru sıcaklığın düşmesi ile de bu sulu kar donmaktadır. Erime-donma çevriminin günlerce yinelenmesi sonucunda çatı üzerinde buz tabakası oluşur. Bu buz tabakası iniş borularında, özellikle bina dışından inen borularda, buz yığılmalarına neden olur. İniş borularının tamamen buz bloğu ile tıkanması durumunda ise çatı üzerindeki tüm kar-buz kütlesi erise bile bu suyun akış yolu kapatıldığı için çatıda sorun yaratır.

Gece ve gündüz arasındaki sıcaklık farklarından dolayı erime-donma çevrimine giren su-buz kütlesi çatı kaplama malzemesine yapıştığı durumlarda, kaplamada mekanik gerilmelere oluşur. Bu gerilmeler, özellikle kaplamanın birleşme noktalarındaki kenetlerde açılmalara neden olur. Bunun yanı sıra çatı üzerinde eriyen kar sonucu oluşan suyun buz blokajından dolayı uzaklaştırılmaması nedeniyle, daha sonra yağın kar ile çatıya fazladan bir yük getirir. Dolayısıyla kar yükündeki bu artış, çatı kaplama malzemesinde sehime neden olabilir. Bu ise çatı malzemesinde yırtılma vb. hasarlara neden olabilir. Ayrıca bu sehimin getireceği bir diğer olumsuz oluşum da, çatı derelerindeki tasarım akış eğimlerine aykırı eğimler ve bunun sonucunda da göllenmelerdir. Bu göllenmeler ise gece sıcaklık düşümü ile donar. Oluşan bu buz kütlesi ise çatı derelerinde şekil bozukluklarına neden olabilir. Şekil bozukluklarını yıllar içerisinde malzeme yırtılmaları izler.



Özellikle parapet arkasında kalan gizli dereler, içindeki malzemenin donarak çatıdan eriyip inen suyun çatı üzerinde kalmasına, dolayısıyla da çatı arasına sızmalara neden olmaktadır. Bunun nedeni parapetlerin hemen ardındaki çatı derelerinde; düşük kotta olmaları nedeniyle, rüzgâr sonucu çatının diğer noktalarına göre daha fazla kar yığılması ve parapetlerin yükseltileri yüzünden bu kısımların günün büyük bir kısmını gölgeli geçirmeleridir.

Benzer şekilde, saçaklar çatı sırtlarından dolayı ilk gölge alan yerler olduğundan, öğleden sonra akşama doğru buralardaki su donar. Bunun günlerce devam etmesi sonucu saçaklarda buz sarkıtları oluşur. Saçaklar gibi dereler de ilk önce gölgelenen çatı kısımlarıdır. Saçaklarda oluşan buzlanma buralarda da buz yığılmalarına neden olur.



İniş borularında buz bloğunun oluşması, derelerden gelen suyun önünü tıkadığı gibi borularda da yırtılmalara neden olur. Erime-donma çevrimi nedeniyle ek yerlerinde kenetler ile bağlanan oluklu levhalarda açılmalar oluşur. Düşey yağmur suyu inişlerinde ve yatay oluklarda oluşan buzlanma bina çatılarının akması sonucunu doğurmaktadır.

Kısacası yatay oluk ve dereleri ile düşey iniş boruları ısıtıcı kablo sistemleri aracılığı ile güvence altına alınan çatılar bizleri bu konuda en doğru çözüme götürmektedir. Isıtıcı kablo sistemimiz özel bir kar/buz detektörü denetiminde çalışmaktadır. Bu şekilde sistem enerji tüketimi açısından en uygun şekilde çalıştırılabilmektedir.

Çatı uygulamalarında, *ısıtıcı kablo* bina dışından inen düşey borularda zemindeki rögarlara kadar indirilmelidir. Bina içinden inen borularda ise, boru ağzında içeriye doğru kullanılan kabloların elastik yapısının elvermesi nedeniyle uygun bir miktar kıvrılarak iniş ağzının açık tutulmasının sağlanması yeterli olacaktır.

B. Zeminaltı Isıtma Sistemleri

Zeminaltı ısıtma sistemleri, hem iç mekânlarda konfor ve genel ısıtma sistemi olarak, hem de dış mekânlarda kar eritme ve buzlanmayı önleyici amaçlı kullanılırlar.

Dış mekânlarda yaya yürüyüş yolları ve garaj giriş rampalarının buzlanmasını önleyici ısıtıcı kablo sistemi, söz konusu yerlerde, son kaplama zemini üzerinde buz oluşumunu engelleyerek insan ve araç hareketlerinin güvenli olarak yapılmasını sağlamaktadır.

Helikopter iniş/kalkış alanlarında zemin buzlanmasından dolayı helikopterin iniş alanında kayması sorununa ısıtıcı kablo (Flexelec ürünü KYCY, KYX) uygulamasıyla kolaylıkla bir çözüm üretilmektedir.

Eğer ısıtıcı kablo üzerine doğrudan asfalt dökülecek ise, kullanılacak olan ısıtıcı kablonun, asfalt döküm işlemi sırasında ulaşılabilecek sıcaklık değerlerine dayanıklı olmasına dikkat edilmelidir (Flexelec ürünü KYX).



Isıtıcı kablo sisteminin verimli çalışabilmesi için ısıtıcı kablonun döşendiği yüzeyin altına ısı yalıtım malzemesi yerleştirilmesi uygun olacaktır. Uygulamada ısıtıcı kablonun, bitmiş yüzey kaplamasının en fazla 5 – 6 cm altına döşenmesi iyi bir işletme verimi vermektedir. Eğer mimari proje kısıtlamalarından dolayı, ısıtıcı kablolar daha derine döşenecek ise, bu ısı yalıtım malzemesinin kullanılması kesinlikle göz ardı edilmemelidir.

Uygulamanın yapılacağı yere ve iklim koşullarına göre metrekare başına gerekli ısıtıcı kablo gücü hesaplanmalıdır. Eğer uygulamanın yapıldığı yüzey üzerinde sürekli bir hava akımı ve/veya rüzgâr söz konusu ise hesaplanan ısıtıcı kablo yükü, hava akımının hızına bağlı olarak artırılmalıdır.

Isıtıcı kablo sistemi, ekonomik bir işletme sağlamak amacıyla, hem sıcaklık, hem de nem bilgilerini algılayacak sensörleri olan kar/buz detektörü denetiminde çalıştırılmalıdır. Kar/buz detektörü sıcaklık duyar elemanı montaj yapılacak mahaldeki en olumsuz iklim koşullarını değerlendirebilecek şekilde yerleştirilmelidir.

Isıtıcı kablolar ile bunları besleyen enerji kablolarının irtibatlandırılması ya zemin altında kalmaya uygun ek malzemeleri kullanılarak, ya da uygun yere yerleştirilmiş bağlantı kutuları içerisinde yapılmalıdır.

Zeminaltı uygulamalarında en ekonomik ısıtıcı kablo tipi montaj yerinde kesilen seri dirençli ısıtıcı kablolardır. Eğer ısıtıcı kablo üzerine kaplama olarak asfalt uygulaması yapılacak ise, kablonun üzerine koruyucu kum uygulaması ve asfalt sıcaklığının düşük tutulması gerekmektedir. Normal seri dirençli ısıtıcı kablolarına göre daha pahalı olan özel dış ceketli seri dirençli kabloların (Flexelec ürünü KYX) kullanımı bir diğer çözümdür.

İç mekânlarda zeminaltı ısıtma sistemleri özellikle banyo, mutfak gibi zemini taş, karo, fayans vb. gibi malzemeler ile kaplı mekânlarda konfor ısıtması amaçlı kullanılırlar. Ayrıca bina giriş holleri, cami, toplantı salonu vb. gibi insanların yoğun olarak bulunduğu geniş açıklıklı mekânlarda ana ısıtma sistemi olarak kullanılırlar.

TARIM ve HAYVANCILIK ALANINDAKİ UYGULAMALAR

Seracılıkta toprağın dondan korunmasında, tohumların ısıtarak bitki büyüme hızının artırılmasında kullanılan, toprak altına gömülü ısıtıcı kablo sistemleri büyük verim artışı sağlamaktadır. Toprak altında yüzeye yakın olarak serilecek ısıtıcı kablonun (Flexelec ürünü KY, KYCY ve KYCYR) hem yerleştirilmesi hem de işletilmesi, sıcak su ve/veya buhar boru sistemlerine göre, kullanıcıya büyük esneklik kazandırmaktadır.

Hayvancılıkta özellikle kuluçka makinelerinde esnek ısıtıcı kablolar büyük bir uygulama kolaylığı sağlamaktadır. Tavuk kümesi vb. yerlerin zeminden esnek ısıtma kabloları ile ısıtılması, işletme ekonomisi sağlamaktadır.

Akvaryumlarda kumun altına serilmiş ısıtıcı kablolar akvaryumun homojen olarak ısıtılmasını sağlamaktadır. Ayrıca tropik sürüngenlerin beslendiği kapalı hacimlerin alttan esnek ısıtıcı kablolar ile ısıtılması en uygun çözümdür. Yine bina dışındaki kedi ve köpek barınak ve kulübelerinin alttan esnek ısıtıcı kablolar ile ısıtılması en uygun çözümü sunmaktadır.



SOĞUK ODA UYGULAMALARI

Soğuk odalarda ısıtıcı kablo uygulamaları iki amaçla yapılır.

1. Soğuk oda zeminlerinde ısı yalıtım malzemesi kullanılmasına rağmen, oda içi işletme sıcaklığı ile zeminin sıcaklığı arasındaki büyük farktan dolayı zeminden odaya doğru bir ısı kaçıışı olur ve zemindeki su donar. Oluşan bu buz kütleleri zemin betonuna yukarıya doğru bir kuvvet uygular. Uygulanan bu kuvvet sonucu zemin betonunda zamanla çatlaklar ve kırılmalar oluşur. İşte bu çatlak ve kırılmaların oluşumunun önüne geçmek için soğuk oda zemininde **ısı yalıtım katmanının altında** ısıtıcı kablo (Flexelec ürünü KYCY veya KYCYR) uygulaması yapılır.

2. Soğuk oda girişlerinde oda kapısı açıldığında dış ortamdaki ılık hava ile oda içerisindeki soğuk hava karşılaşır ve havadaki nemin yoğunlaşması sonucu zeminde buzlanma oluşur. Oluşan bu buz tabakası sonucunda kazalar meydana gelebilir. Bunun önüne geçmek için oda girişlerinde taban **ısı yalıtım katmanının üzerinde** beton içerisinde ısıtıcı kablo (Flexelec ürünü KKYCY veya KYCYR) uygulaması yapılır.



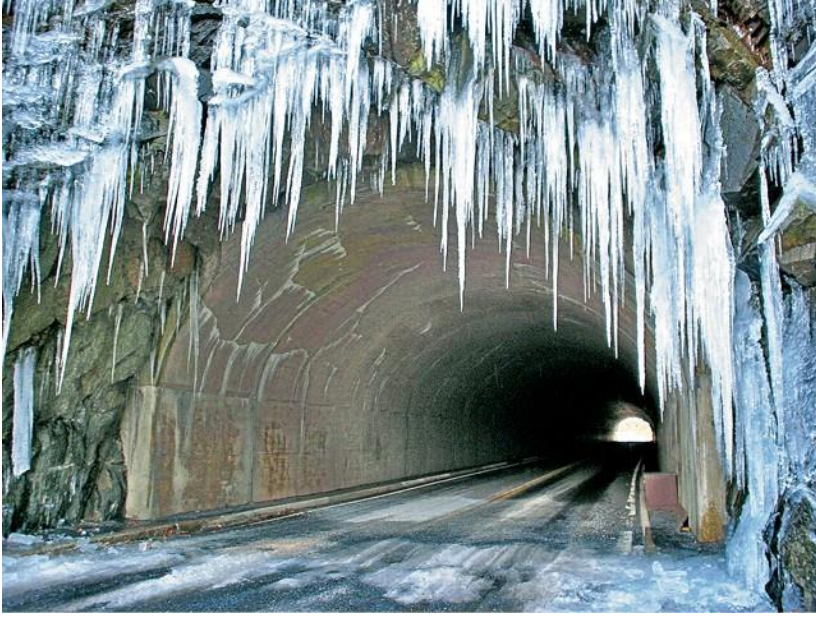
CAMI ve KLİSELER

HELİPORTLAR



FUTBOL SAHALARI





TÜNELLER



AÇIK ALANLAR



MERDİVENLER

KY – KYCY

Zeminaltı Isıtıcı Kablolar

Özellikler

- * Sağlam muhafazalı ve esnek.
- * Mekanik koruma ve topraklama.
- * KYCY tipi kablolar istenilen uzunlukta satılabildiği gibi, her iki ucundan 5'er metre soğuk uç ilavesi ile satılabilir.
- * KY : silikon elastomer yalıtımlı ve PVC ceketli, seri dirençli ısıtıcı kablo
- KYCY : KY tipi seri dirençli ısıtıcı kablunun üzerine bakır örgü ekranlı ve ek olarak PVC dış ceketli ısıtıcı kablo

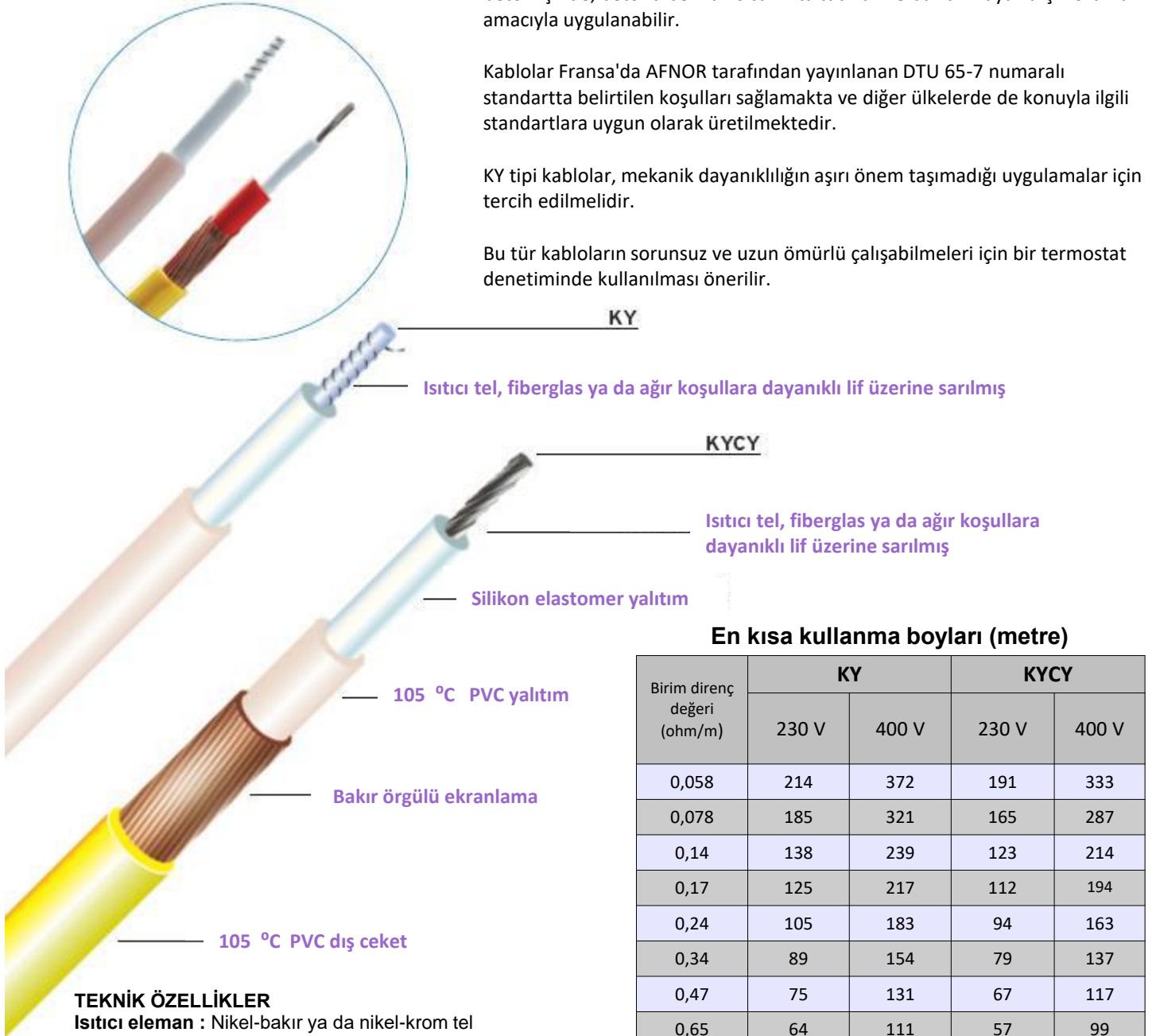
Uygulamalar

KYCY tipi ısıtıcı kablolar, özellikle sağlam muhafazalı ve esnek yapılarıyla, beton içinde, betonu belli bir sıcaklıkta tutmak ve buzlanmaya karşı korumak amacıyla uygulanabilir.

Kablolar Fransa'da AFNOR tarafından yayınlanan DTU 65-7 numaralı standartta belirtilen koşulları sağlamakta ve diğer ülkelerde de konuyla ilgili standartlara uygun olarak üretilmektedir.

KY tipi kablolar, mekanik dayanıklılığın aşırı önem taşımadığı uygulamalar için tercih edilmelidir.

Bu tür kabloların sorunsuz ve uzun ömürlü çalışabilmeleri için bir termostat denetiminde kullanılması önerilir.



En kısa kullanma boyları (metre)

Birim direnç değeri (ohm/m)	KY		KYCY	
	230 V	400 V	230 V	400 V
0,058	214	372	191	333
0,078	185	321	165	287
0,14	138	239	123	214
0,17	125	217	112	194
0,24	105	183	94	163
0,34	89	154	79	137
0,47	75	131	67	117
0,65	64	111	57	99
1	52	90	46	80
1,47	43	74	38	66
1,9	38	65	34	58
2,9	31	53	27	47
4	26	45	23	40
8	18,5	32	16,5	28,5
18	12,5	21	11	19

TEKNİK ÖZELLİKLER

Isıtıcı eleman : Nikel-bakır ya da nikel-krom tel

Çap : 4 – 5 mm (KY), 6 - 7 mm (KYCY)

Kablunun maksimum dayanma gücü : 20 W/m (KY)
25 W/m (KYCY)

Isıtıcı eleman yalıtımı : Silikon elastomer

Dış yalıtım : PVC, 105° C

Anma yüzey sıcaklığı : + 80 °C

Bükülme çapı : 6 x kablo çapı

Tolerans : - %5 / + % 10 (rezistans)

KYCYR

Seri Dirençli Zeminaltı Isıtıcı Kablolar

Özellikler

- * Sağlam muhafazalı ve esnek.
- * Mekanik koruma ve topraklama.
- * Yanlızca bir ucunda 3 m güç bağlama ucu, tümleşik dönüş iletkeni
- * Güç beslemesi standart olarak 230 V [1]
- * Seri direnç, silikon elastomer ve PVC yalıtım, bakır örgü şeklinde topraklama, PVC dış ceket

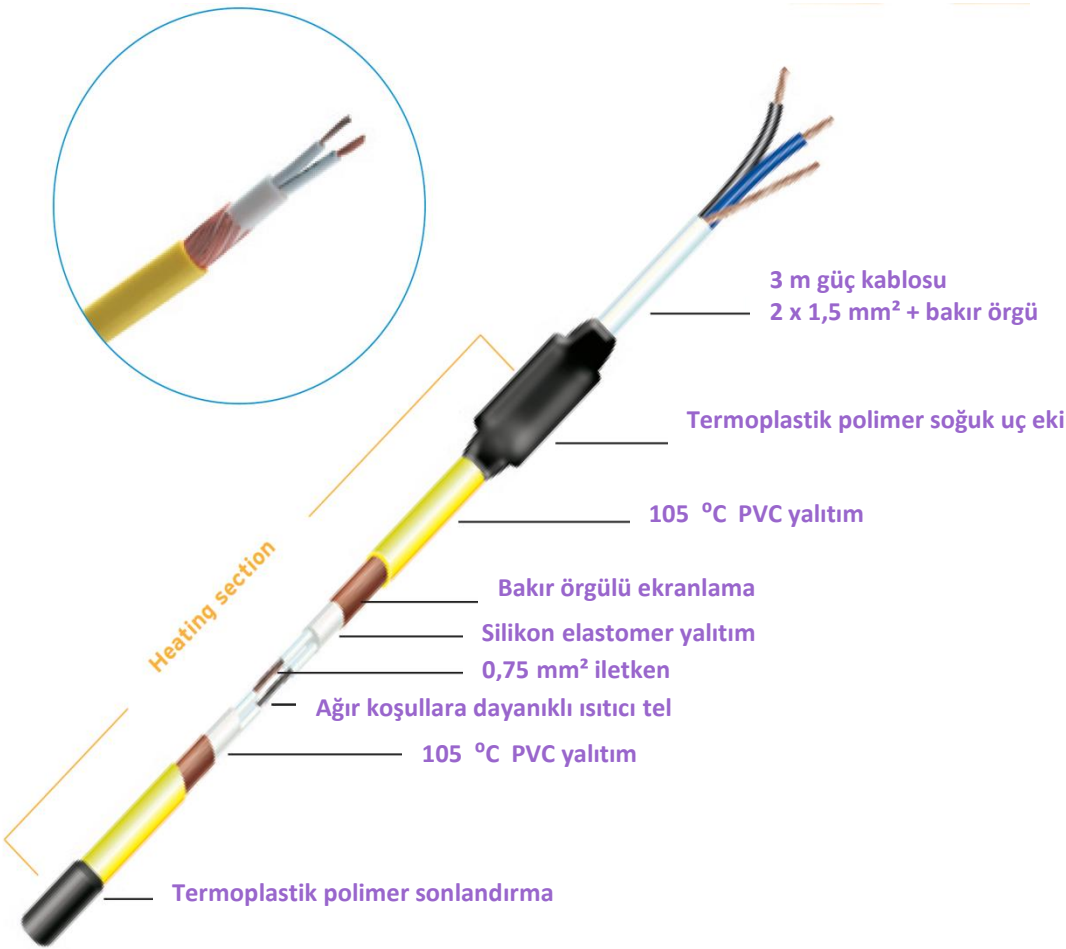
[1] Ülkemizde şebeke gerilimi 220 V olduğundan yandaki tablolardaki güç değerleri 0,915 ile çarpılmalıdır.

Uygulamalar

KYCYR tipi ısıtıcı kablolar, özellikle sağlam muhafazalı ve esnek yapılarıyla, beton içinde, betonu belli bir sıcaklıkta tutmak ve buzlanmaya karşı korumak amacıyla uygulanabilir.

Kablolar Fransa'da AFNOR tarafından yayınlanan DTU 65-7 numaralı standartta belirtilen koşulları sağlamakta ve diğer ülkelerde de konuyla ilgili standartlara uygun olarak üretilmektedir.

Bu tür kabloların sorunsuz ve uzun ömürlü çalışabilmeleri için bir termostat denetiminde kullanılması önerilir.



TEKNİK ÖZELLİKLER

Isıtıcı eleman : Nikel-bakır ya da nikel-krom tel
Çap : 7 – 8 mm
Anma gücü : 20 W/m
Isıtıcı eleman yalıtımı : Silikon elastomer
Dış yalıtım : PVC, 105 °C
Anma yüzey sıcaklığı : + 80 °C
Bükülme çapı : 6 x kablo çapı
Tolerans : - %5 / + % 10 (rezistans)
± % 1 (boy)

Standart 230 V tipler

20 w / m		
Boy (m)	Güç (W)	Direnç (Ω / m)
10	200	27,00
15	300	11,80
20	400	6,70
30	600	2,80
40	800	1,65
48	940	1,15
55	1.100	0,87
75	1.500	0,47
90	1.800	0,30
113	2.100	0,20

10 w / m		
Boy (m)	Güç (W)	Direnç (Ω / m)
13	100	41,00
14	140	27,00
15,5	206	16,00
18	180	16,00
20	160	16,00
20	285	9,20
21	210	11,80
24	240	9,20
28	280	6,70
36	360	4,00
44	430	2,80
49	480	2,24
57	560	1,65
68	660	1,15
78	780	0,87
92	920	0,60
104	1.040	0,47
128	1.280	0,30
155	1.550	0,20

KYX

Yol Isıtması İçin Seri Dirençli Kablolar

Özellikler

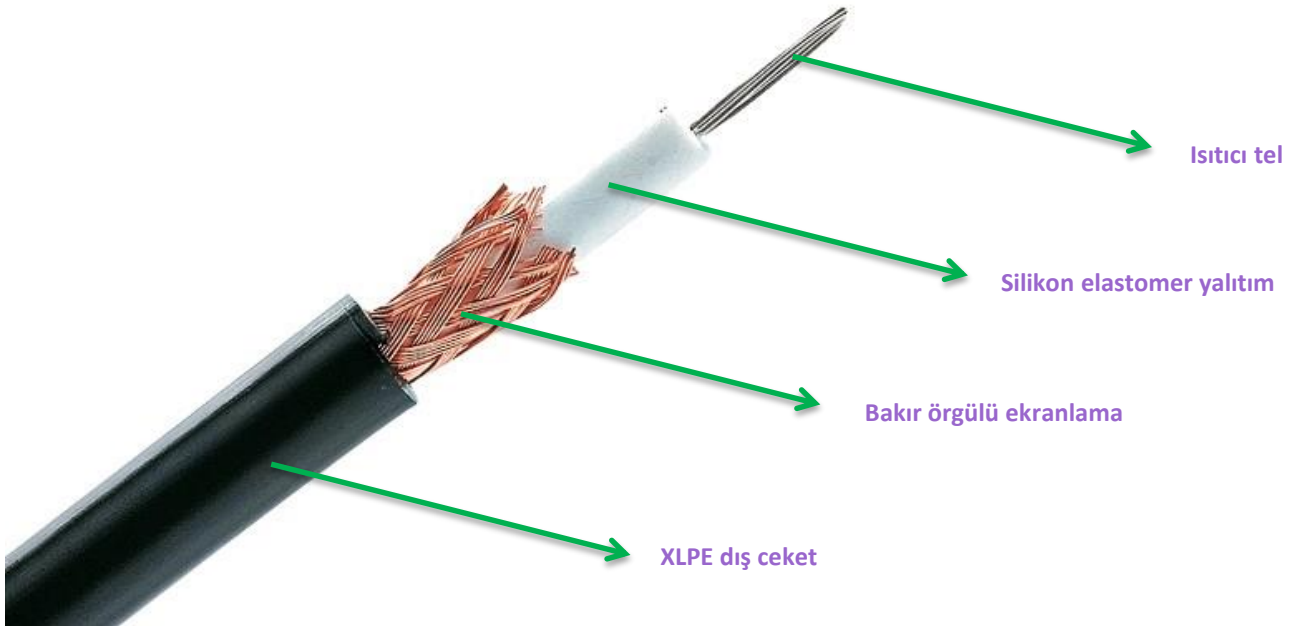
- * Sağlam muhafazalı ve esnek.
- * Mekanik koruma ve topraklama.
- * Asfalt serme (döşeme) sıcaklığına dayaklılık.
- * KY 0,058 – 1,0 ohm/m aralığında birim dirençli.
- * Silikon yalıtımlı, bakır örgülü ve XLPE dış ceketli.

Uygulamalar

KYX tipi ısıtıcı kablolar, zemin, yol ve giriş rampalarında zemini belli bir sıcaklıkta tutmak ve buzlanmaya karşı korumak amacıyla uygulanabilir.

Özellikle asfalt içinde kullanılmak üzere tasarlanmış ve üretilmiştir.

Bu tür kabloların sorunsuz ve uzun ömürlü çalışabilmeleri için bir termostat denetiminde kullanılması önerilir.



TEKNİK ÖZELLİKLER

Isıtıcı eleman : Nikel-bakır ya da nikel-krom tel

Çap : 7 mm

Kablonun maksimum dayanma gücü : 30 W/m

Isıtıcı eleman yalıtımı : Silikon elastomer

Dış yalıtım : XLPE

Maksimum yüzey sıcaklığı : + 90 °C (sürekli)
+ 250 °C (10 dakika)

Bükülme çapı : 6 x kablo çapı

Tolerans : - %5 / + % 10 (rezistans)

Seri dirençli kablolar ile tasarım hesaplamaları

- U** : Besleme gerilimi [volt]
B : Kablo boyu [m]
P_{by} : Kablo birim yükü [watt / m]
P_{kty} : Kablo toplam yükü [watt]
R_{kbd} : Kablo birim direnci [ohm / m]

Örnek 1

$$B = \sqrt{\frac{U^2}{P_{by} \cdot R_{kbd}}}$$

- U** : 220 Vac
P_{by} : 5,75 watt / m
R_{kbd} : 0,65 ohm / m

B : 113,80 m

Örnek 2

$$B = \frac{U^2}{R_{kbd} \cdot P_{kty}}$$

- U** : 380 Vac
R_{kbd} : 0,47 ohm / m
P_{kty} : 2.250 watt

B : 136,55 m

2.250 / 136,55 = 16,48 watt / m < 25 watt / m (KYCY tipi kablonun en yüksek dayanma gücü)

Örnek 3

$$P_{kby} = \frac{U^2}{R_{kbd} \cdot B^2}$$

U : 220 Vac

B : 140 m

R_{kbd} : 0,14 ohm/m

P_{kby} : 17,64 watt / m < 25 watt / m (KYCY tipi kablunun en yüksek dayanma gücü)

Örnek 4

$$R_{kbd} = \frac{U^2}{P_{kby} \cdot B^2}$$

U : 220 Vac

B : 186 m

P_{kby} : 9,35 watt / m

R_{kbd} : 0,1496 ohm / m

Standart KYCY kablolar ile tasarımda aşağıdaki seçeneklerden biri tercih edilir.

1. seçenek

U : 220 Vac

R_{kbd} : 0,14 ohm / m

B : 186 m (SABİT)

P_{kby} : 9,99 watt / m

2. seçenek

U : 220 Vac

R_{kbd} : 0,17 ohm / m

B : 186 m (SABİT)

P_{kby} : 8,23 watt / m

3.seçenek

U : 220 Vac

R_{kbd} : 0,14 ohm / m

B : 192,29 m

P_{kby} : 9,35 watt / m (SABİT)

4.seçenek

U : 220 Vac

R_{kbd} : 0,17 ohm / m

B : 174,50 m

P_{kby} : 9,35 watt / m (SABİT)



28. Sokak 29/5 Emek 06510 ANKARA

tel: (312) - 223 84 82 faks: (312) - 212 47 89

Maltepe V.D 613 000 45 81 - Ticaret Sicil No. 74218

info@mastelektrotechnik.com

www.mastelektrotechnik.com