



Firmamız'ın, Türkiye Temsilcisi olduğu **flexelec**<sup>®</sup> elektrikli esnek ısıtıcılarının geniş ürün yelpazesi ile, aşağıda bir kısmını belirttiğimiz kullanım alanlarında, en etkili, pratik, çabuk ve sorunsuz çözüm olduğu kanısındayız.

- ❖ Çatılarda oluşan kar yükünün azaltılması ve yağmur oluklarında buzlanmanın önlenmesi; dolayısı ile çatı akmasının, aynı zamanda buzlanma ve akmadan dolayı yalıtım ve dış cephenin bozulmasının önlenmesi.
- ❖ Garaj iniş/çıkış rampalarında zeminde oluşan buzlanma ve kar birikiminin önlenmesi.
- ❖ Bina giriş kapısı önlerinde ve yaya yürüyüş alanlarında zeminde oluşan buzlanma ve kar birikiminin önlenmesi.
- ❖ Fuel -Oil borularında akışkanlığın temin edilmesi.
- ❖ Yakıt tanklarının ısıtılması.
- ❖ Don tehlikesi olan tesisat şaftı ve açıktaki su borularının ve vanalarının dona karşı korunması.
- ❖ Akışkan taşınan borularda ve vanalarda (proses hatlarında) ısı izlenmesinin (heat tracing) sağlanması.
- ❖ Antenlerde kar birikiminin ve buzlanmanın oluşturduğu sorunların ortadan kaldırılması.
- ❖ Elektrik motorlarının nem yoğunlaşması nedeniyle sargılarda yalıtım delinmelerinin önlenmesi.
- ❖ Vitrinli buzdolabı ve soğuk odalarının kapak/kapı contalarının yapışmasının önlenmesi.
- ❖ Soğuk odalarda boşaltım (drain) hattındaki donmanın önlenmesi, zeminin donarak kabarması (frost heave) nedeniyle oluşan beton çatlama ve hasarlarının önlenmesi.

## ELEKTRİKLİ ESNEK ISITMA ELEMANLARI

Bir elektrik direnci, üzerinden elektrik akımı geçtiği zaman, geçen akım değeri ve kendi direnç değeri ile orantılı bir ısı enerjisi 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, esnek ısıtıcılar.

Elektrikli esnek ısıtıcılar, esnek yapılarından dolayı, uygulandıkları yüzeye tam temas edebilirler, bunun sonucunda da çok iyi bir ısı verimlilik elde edilir. Özellikle vana, boru, flanj, çatı oluğu gibi karmaşık geometrili yapılara kolaylıkla uygulanırlar.

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 elektrikli esnek ısıtıcıların uygulama alanlarının bir kısmı hakkında genel bilgiler ve ilgili Flexelec ürün kodları sunulmuştur. Elektrikli ısıtıcıları kullanmayı düşündüğünüz her türlü projeniz ile ilgili mühendislik hizmeti için [www.mastelektroteknik.com](http://www.mastelektroteknik.com) sitesindeki bilgilerimizden bize ulaşabilirsiniz.

## 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 karın ve/veya buzun kürenmesidir. Bu işlem sırasında hem yoğun bir işçilik gerekmekte, 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 insan sağlığını tehdit eden olayların oluşumu da engellenebilmektedir.

Çatılarda kar/buz birikimi nedeni ile hasar oluşumu şu şekilde ortaya çıkar. Öğleye doğru havanın yumuşamasıyla, güneşin direk ısıtmasının da yardımıyla, çatıdaki sıcaklık karın erime noktasına taşınır; gece ise sıcaklık suyun donma noktasının altına düşmektedir. Gündüz eriyen kar sonucu oluşan su alttaki kar tarafından azar azar emilir. Üst tabakadaki eriyen kar suyunu emen alt kısımlardaki kar tabakası sıkışır (yoğunlaşır) ve çöker. Bunun yanında oluşan buz-su karışımı, dereler ve inişlerde akışı engellemektedir. Akşama doğru sıcaklığın düşmesi ile de bu sulu kar donarak inişlerin daha da tıkanmasına neden olur. Erime/donma çevriminin günlerce yinelenmesi sonucunda çatı üzerinde buz tabakası oluşur.

İniş borularında dirseklerin ve yatay boru kısımlarının olması; özellikle bina dışındaki inişlerde çatı yüzeyine benzer buz blokların iniş borusu içinde de oluşmasına neden olur. Bunun sonucu iniş borularında yer yer fiziksel hasarlar görülebilir.

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 neden olur. Bu gerilmeler, özellikle kaplamanın birleşme noktalarındaki kenetlerde açılmalara neden olur.

Bunun yanı sıra çatı üzerinde eriyen kar sonucu oluşan suyun, iniş ağızlarındaki ve inişlerdeki buz engellemesinden dolayı uzaklaştırılamaması 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 yaratacağı bir diğer olumsuz sonuç da, çatı derelerindeki tasarım akış eğimlerine aykırı eğimlerin oluşması ve bunun sonucu oluşan 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 karın yığılması ve parapetlerin yükselteleri yüzünden bu kısımların günün büyük bir zaman dilimini 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.

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. Kar/buz detektörü hem sıcaklık duyar elemanına (sensörüne) hem de nem duyar elemanına sahiptir. Hem sıcaklık hem de nem bilgisini değerlendiren detektör sadece buzlanma riski olduğunda ısıtıcı kablo sistemini enerjilendirmektedir. 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, kabloların elastik yapısının elvermesi nedeniyle, uygun bir miktar kıvrılarak iniş ağzının açık tutulması yeterli olacaktır.

Çatı ısıtma sistemlerini ana bileşenleri, ısıtıcı kablolar ve kar/buz detektörleridir. Çatı ısıtma sistemlerinde kullanılan ısıtıcı kablo tipleri, kendinden sınırlı kablolar, sabit güç kabloları ve seri dirençli kablolardır.

Kendinden sınırlı kablolar (self limiting cable / self regulating tape) ortam sıcaklığına bağlı ve ters orantılı olarak gücünü regüle edebilme özelliğine

sahip bir ısıtıcı kablo çeşididir (*Flexelec ürünü FST*). Kendinden sınırlı kabloların çatı uygulamalarında seçilmesinin ana nedeni; farklı uzunluklarda kullanılabilmeleri sonucu çatı geometrisine tam olarak uyumları, inişlerde kapalı hacimde kalacak kısımlarında aşırı ısınma sonucu kendilerine hasar verme risklerinin olmamasıdır. Öte yandan, inişler gibi kapalı kısımlarda kendinden sınırlı kablo kullanımı, daha az enerji tüketimi sonucu, ısıtıcı kablo sistemi işletmesinde ekonomi sağlayacaktır.

Sabit güç kabloları (*Flexelec ürünü FTC*) metresinde belli bir güç üreten ısıtıcı kablolardır. Bu kabloların güçleri kendinden sınırlı kabloların aksine sıcaklıktan bağımsız olarak sabit kalmaktadır. Bu kabloların sakıncalı yanı ise, uygulamada her iki ucunda, kablonun cinsine bağlı olarak, 60 – 70 cm kadar soğuk kısmın kalmasıdır.

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 kablolarda 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 kullanılabilir.

Bu kablolar özellikle kar/buz detektörü ve/veya dış ortam termostat denetiminin yapıldığı çatılarda, kendinden sınırlı kablolar yerine

kullanılabilirler. Bu seçimin yapılması sırasında termostat denetim sisteminin maliyeti, işletme maliyeti, ısıtıcı kablo maliyeti ve çatı geometrisi göz önüne alınmalıdır.

Boyu uzun yekpare derelerde, sistem kurulum maliyetini düşürebilmek için, bu tip kablolar tercih edilebilir.

## **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 (*Flexelec ürünü KYCY, KYCYR, KYX*).

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 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 metrekaşe 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 kabloları 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 (*Flexelec ürünü KYCY, KYCYR*).

## **SANAYİ SEKTÖRÜ UYGULAMALARI**

Isı izleme (heat tracing) cihazlar ve borular boyunca oluşan ısı kaybının karşılanması amacıyla gerçekleştirilen bir işlemdir. Isıtma (heating) ve ısı izleme ilk bakışta aynı işlemler gibi görünmekle birlikte birbirinden oldukça farklı işlemlerdir. Bir benzetme yapacak olursak, bir otomobilin üretimi ve arızasının onarılması **ısıtma** ise bu otomobilin periyodik bakımı ya da zaman içerisindeki performansındaki düşmelerini iyileştirme ısı **izleme**dir.

Boru ve depolardaki malzemenin, çevre sıcaklığına bağlı olarak, donması ya da akışkanlığını kaybetmesi çok sık karşılaşılan bir durumdur. Isı yalıtım malzemesinin kullanılması bu durumu geciktirmekle birlikte tam olarak önüne geçememektedir. Kesin çözüm, ısı yalıtımı ile birlikte, sisteme kaybettiği ısı enerjisini tekrardan kazandırmaktır. Isı yalıtımının altında ısıtıcı kablo kullanımı bu soruna sağlıklı bir çözüm getirmektedir.

Ancak, özellikle sanayide karşımıza çıkan karmaşık boru sistemlerinde (sistemde vana, pompa vb. hat ekipmanlarının çokça bulunması, farklı



çaptaki boruların bir arada kullanılması vb.), ayrıntılı bir mühendislik çalışması yapılmadan kurulacak bir elektrikli kablo sistemi, ekonomik bir çözüm olmaktan uzaklaşacaktır. Bu nedenle özellikle sanayi uygulamalarında malzeme satışının arkasında bir mühendislik hizmeti talep edilmelidir.

Bu sistemlerde yalnızca kendinden sınırlı kablolar (*Flexelec ürünü FSG, FST, FSX*) veya sabit güç kabloları (*Flexelec ürünü FTP, FTP0, FTS0, FTSH, FTTH, ZFE, ZFA*) kullanılabileceği gibi bu iki tip kablo beraberce de kullanılabilir.

Bir diğer sanayi uygulaması varil ısıtılmasıdır. Düşük sıcaklık nedeniyle içindeki malzemenin akışkanlığını yitirmesini önleme amacıyla varil ısıtıcıları (*Flexelec ürünü TCF, TCF/TV*) kullanılırlar.

Makine üretiminde bazı makine aksamalarının belli sıcaklıklarda tutulması amacıyla silikon yalıtımlı esnek ısıtıcılar kullanılırlar (*Flexelec ürünü T, TA, TV*). Bu malzemeler, sipariş aşamasında kullanıcının istekleri doğrultusunda istenilen ölçü ve şekilde üretilirler.

## ULAŞTIRMA SEKTÖRÜ UYGULAMALARI

Viyadüklerin, metro hatlarının yerüstüne çıktığı bölgelerin, uzun yer altı tünellerinin tünel çıkış bölgelerinin buzlanmaya karşı korunmasında, raylı sistemlerin makaslarındaki donmaya karşı önlem alınmasında (*Flexelec ürünü PLA, FTS3/IS, FTS3/IF*) elektrikli ısıtma sistemleri kullanıcıya büyük kolaylıklar sağlamaktadır.

Uzun karayolu tünelleri içerisindeki yangın suyu hatlarının donmasının önüne geçmek ve uzun metro hatlarının yüzey çıkışlarında buzlanmanın önüne geçmek amacıyla ısıtıcı kablo (*Flexelec ürünü C1FS/I, C2FS/I, C3FS/I*) uygulaması hayati bir önem taşımaktadır.

Raylı sistemlerin, özellikle olumsuz dış hava şartlarından doğrudan etkilenen açık alandaki, makaslarındaki donmanın önüne geçmek amacıyla ısıtıcı kablo (*Flexelec ürünü C1FS/I, C2FS/I, C3FS/I*) uygulaması yolcu ve yük güvenliği açısından önemlidir.



## ÇOK UZUN HATLAR ve BORU HATLARINDA ISI İZLEME

Özellikle bir uçtan enerji beslemesinin yapılabildiği ve çok uzun ısıtıcı devrelerin bulunduğu tünellerdeki ve borulardaki ısı izleme uygulamaları için özel tasarımı ısıtıcı kablolar (*Flexelec ürünü C4FS/IS*) kullanılır.

Mümkün olan en az enerji besleme noktasını kullandığı çok uzun (4.000 metreye kadar) ısıtıcı devrelerin olduğu yerlerde; kimyasal kirleticilerin (chemical agents) zarar verme riskine karşı ve alev geciktirici özelliğe sahip özel tasarımı ısıtıcı kablolar (*Flexelec ürünü SR1, SR2, SR3*) kullanılır.

## ANTENLERDE BUZLANMANIN ÖNLENMESİ

Günümüzde iletişime olan istemin (talebin) sürekli artması sonucu, iletişim kanal sayısının sürekli artırılması yanında, var olan kanalların da olabildiğince açık tutulması gerekmektedir. Ayrıca, 1980 ve 1990'lar kullanıcılar tarafından istenilen kanal özelliklerinde de büyük değişiklikler olmuştur. Artık 2020'lerin kullanıcısı eskiden kabullendiği gürültülü analog kanallar yerine yüksek hızlı ve düşük BER (bit error rate-bit hata oranı) değeri olan sayısal kanalları istemektedir.

Baz istasyonlarda, uydu yer istasyonlarında ve radyolink hatlarında iletişim sisteminin dış etkenlere en açık parçası antenlerdir. Denetlenmesi olanaksız hava şartlarından dolayı buzlanma ve kar yığılması antenlerin kış aylarında sıklıkla karşılaştıkları sorunlardır. Bunun sonucu antenlerde mekanik ve elektriksel hasarlar oluşmaktadır.

**Mekanik hasarlar :** Anten üzerindeki kar birikimi ve buz tabakası oluşumu anteni direğe bağlayan mekaiik yapıya fazladan bir yük getirmektedir. Ayrıca bu buz ve kar kütlesi anten üzerindeki rüzgar yükünü de artırmaktadır. Bu yükler nedeniyle antenler bağlandıkları direklerden kopabilmekte; kopma sırasında anten gövedesinde, bağlantı malzemelerinde ve direklerdeki bağlantı noktalarındaki metal malzemede yırtılmalar oluşmaktadır. Ayrıca antene RF enerjisi taşıyan iletim hatlarında da, ani anten kopmaları sonucunda mekanik hasarlar

oluşmaktadır. Bir direk üzerinde birden fazla anten bulunması durumunda ise üst sıralardaki antenin yerinden kopup düşerken alt sıralardaki antenlere zarar vermesi sonucu hasar daha da büyük olmaktadır.

**Elektriksel hasarlar** : Anten üzerine biriken kar ve buz, özellikle yüksek kazançlı çanak antenlerde, radyasyon diyagramını kaydırmakta ve bozmaktadır. Bunun yanında anten giriş empedansındaki oynamalar sonucu anten RF besleme hatlarında VSWR (duran dalga oranı) sorunu ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

Küçük boyutlu antenlerde ısıtıcı kablolar (*Flexelec ürünü C1S, FTSH, FTP, FTS*) büyük boyutlu antenlerde ise şilte tipi esnek (*Flexelec ürünü T, TA ve TV*) ısıtıcılar kullanılmaktadır. Uydu yer istasyonlarındaki görece büyük fiziksel boyutlara sahip antenlerdeki ısıtıcıların yüksek güçte olması enerji besleme panel tasarımına ayrıca özen gösterilmesini gerektirmektedir.