



**Bu bir MMO  
yayıdır**

MMO bu yayındaki ifadelerden, fikirlerden, toplantıda çıkan sonuçlardan, teknik bilgi ve basım hatalarından sorumlu değildir.

## **TESİSAT YALITIMINDA UYGUN MALZEME SEÇİMİ**

**SERHAN KAYA  
MEHMET ESAT OĞUZ  
DAS YALITIM**





# TESİSAT YALITIMINDA UYGUN MALZEME SEÇİMİ

Serhan KAYA  
Mehmet Esat OĞUZ

## ÖZET

Bu çalışmada tesisat yalıtımında uygun malzeme seçimi hakkında bilgilendirme yapılmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** İzolasyon, Sıcak ve Soğuk Hatlar, Isı İletim Katsayısı, Buhar Difüzyon Katsayısı, Yangın Dayanımı, Yoğuşma, Cam Yünü, Taş Yünü, Elastomerik Kauçuk Köpük

## ABSTRACT

This study is information about the selection of appropriate materials of insulation.

**Key Words:** Insulation, Hot and Cold Lines, Thermal Conductivity, Water Vapor Diffusion Resistance, Fire Class, Condensation, Glass Wool, Stone Wool, Elastomeric Rubber Foam

## GİRİŞ

Yapılarda ve tesisatlarda ısı kaybı ve kazançlarının sınırlandırılması için yapılan işleme “ısı yalıtımı” denir. Teknik olarak, ısı yalıtımı, farklı sıcaklıktaki iki ortam arasında ısı geçişini azaltmak için uygulanır.

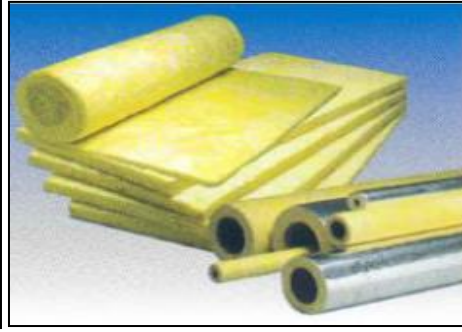
## 1. ISI YALITIM MALZEMELERİ

Yapılarda kullanılan ısı yalıtım malzemeleri ile tesisat ve endüstriyel uygulamalarda kullanılan ısı yalıtım malzemeleri birbirlerinden çok farklı özellik göstermektedir. Tesisatta ve endüstriyel uygulamalarda kullanılan ısı yalıtım malzemelerini 3 ana başlık altında toplamak mümkündür:

- Yumuşak Köpükler (Flexible Malzemeler) (Elastomerik Kauçuk Köpüğü, Polietilen Köpük)
- Mineral lifli malzemeler (Camyünü, Taşyünü)
- Sert Plastik Köpükler (Expanded Polistiren (EPS), Extruded Polistiren (XPS))
- Diğer malzemeler (Poliüretan, Cam köpüğü, Seramik Yünü, Kalsiyum Silikat)



Şekil 1. Kauçuk köpüğü



Şekil 2. Camyünü

## 2. ISI YALITIM MALZEMELERİNDE ARANMASI GEREKEN ÖZELLİKLER

Tesisatta ısı yalıtımı, sıcak hatlarda ısı kayıplarını, soğuk hatlarda ısı kazancını önlemek için yapılır. Enerji verimliliği ve sistemin ömrü boyunca performansından hiçbir şey kaybetmeden çalışabilmesi için doğru yalıtım malzemesi seçiminden önce, bir yalıtım malzemesini belirleyen temel özellikleri sıralayacak olursak;

- Düşük Isı İletkenlik Katsayısı (  $\lambda$  ),
- Yüksek Buhar Difüzyon Direnç Katsayısı (  $\mu$  ),
- Yangın Dayanımı,
- Gözenek Yapısı,
- İşletmede Kullanım Sıcaklık Aralığı,
- Mekanik Dayanım ve Stabilite,
- Korozyon Riskinin az olması
- Malzemenin yangın esnasında çıkardığı zehirli gaz miktarı (Toksosite)
- Duman yoğunluğu (Opasite)
- Geri dönüşebilir malzeme olması,
- Elastikiyet ve Uygulama Kolaylığı,
- Ekonomikliği gibi özellikler karşımıza çıkar.

Tesisat, içinden geçen akışkanın sıcaklığına göre; soğuk, ılık ve sıcak hatlar olmak üzere 3'e ayrılmaktadır.

**Tablo 1.** Akışkan sıcaklıklarına göre kullanılan yalıtım malzemeleri

<b>Soğuk Hatlar T &lt; +6°C</b>	<b>Ilık Hatlar +6°C &lt;T&lt; +100°C</b>	<b>Sıcak Hatlar T &gt; 100°C</b>
Polietilen	Polietilen	Cam Yünü*
Kauçuk Köpüğü	Kauçuk Köpüğü**	Taş Yünü*
Cam Yünü*	Cam Yünü*	Kauçuk Köpüğü**
Taş Yünü*	Taş Yünü*	Cam Köpüğü
EPS	Cam Köpüğü	Seramik Yünü
XPS	Poliüretan	Kalsiyum Silikat
Poliüretan		

\*Alüminyum Folyo veya saç kaplı

\*\*Özel üretilen +170°C'ye kadar dayanıklılık gösteren kauçuk köpüğü

Tesisat yalıtımında kullanılan ısı yalıtım malzemelerinin maksimum kullanım sıcaklıkları aşağıdaki Tablo 2'de gösterilmektedir;

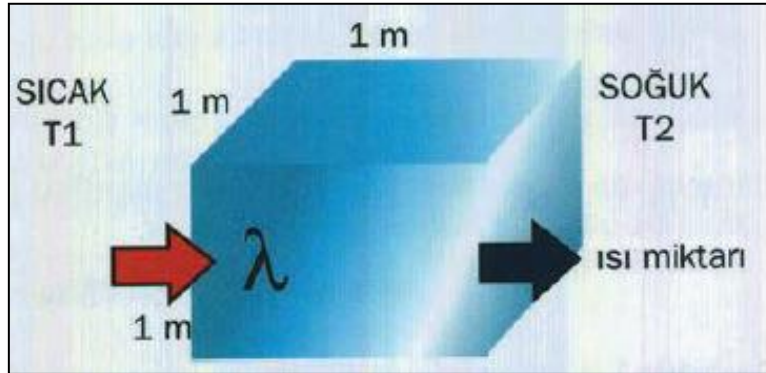
**Tablo 2.** Isı yalıtım malzemelerinin maksimum kullanım sıcaklıkları

ISI YALITIM MALZEMESİ	MAX. KULLANIM SICAKLIĞI (°C)
CAM YUNU	250
TAŞ YUNU	750
EKSPANDE POLİSTREN KÖPÜĞÜ (EPS)	75/80
EKSTRUDE POLİSTREN KÖPÜĞÜ (XPS)	75/80
POLİETİLEN KÖPÜĞÜ	95
KAUÇUK KÖPÜĞÜ	110

## 2.1 ISI İLETİM KATSAYISI ( $\lambda$ - W/m.° K )

Isı iletim katsayısı (  $\lambda$  ) şöyle tariflenir;

Homojen bir malzemenin kararlı hal şartlarında birbirine dik 1 m mesafedeki, 1m<sup>2</sup> iki yüzeyi arasından sıcaklık farkı 1°C olduğunda birim zamanda geçen ısı miktarıdır. (Diğer dört yüzeyde ısı geçişi yoktur.) Yalıtım malzemelerinin düşük ısı iletkenliğine sahip olması en önemli kriterdir.

**Şekil 3.**

Aşağıda soğutma sistemlerinde kullanılan çeşitli yalıtım malzemelerinin ısı iletkenlik değerleri Tablo-3'de verilmiştir.

**Tablo 3.** Bazı yalıtım malzemelerinin ısı iletkenlik katsayıları

CAMYÜNÜ	10 °C'de = 0.030 – 0.050 W/(m.K)
TAŞYÜNÜ	10 °C'de = 0.035 – 0.050 W/(m.K)
EKSPANDE POLİSTREN KÖPÜĞÜ (EPS)	10 °C'de = 0.030 – 0.040 W/(m.K)
EKSTRUDE POLİSTREN KÖPÜĞÜ (XPS)	10 °C'de = 0.030 – 0.040 W/(m.K)
POLİETİLEN KÖPÜĞÜ	10 °C'de = 0.035 – 0.050 W/(m.K)
KAUÇUK KÖPÜĞÜ	10 °C'de = 0.030 – 0.050 W/(m.K)

Isı iletim katsayısına etki eden faktörler (malzemeye bağlı olanlar) ;

- Malzemenin yoğunluğu
- Malzeme tipi ( Levha, Boru, Dökme v.s.)
- Malzemenin içindeki nem miktarı
- Malzemenin buhar difüzyon direnç faktörü
- Gözenek, lif, hava dağılımı ve yapısı



## 2.2 BUHAR DİFÜZYON DİRENÇ KATSAYISI ( $\mu$ )

Hava içerisinde bir miktar su buharı bulundurulur. Isının sıcak taraftan soğuk tarafa geçiş yaptığı gibi su buharı da sıcaklık ve bağıl neme bağlı olarak, kısmi basınç ile yüksek nem oranına sahip ortamdaki, düşük nem oranına sahip ortama akar. Bu akış gerçekleşirken buhar, direnç ile karşılaşır (Buhar difüzyon direnci).

Buhar difüzyon direnci tesisatta yoğuşma olup olmayacağını doğrudan etkileyen faktörlerin başında gelir.

Nem akışının hangi miktarda olacağı, ortam şartlarından başka, iki ortam arasında bulunan malzemelerin nem geçişine karşı gösterdikleri dirence de bağlıdır. Her malzemenin 1 m<sup>2</sup>'lik yüzeyi kalınlığına bağlı olarak buhar difüzyonuna karşı koyar. Bu direncin havanın buhar difüzyon direncine oranlamasına buhar difüzyon direnç katsayısı denir ve  $\mu$  işareti ile gösterilir. (  $\mu$  =Havanın Su Buharı Geçirgenliği / Malzemenin Su Buharı Geçirgenliği) Havanın buhar difüzyon direnç katsayısı  $\mu = 1$  kabul edilmiştir.  $\mu$  değeri yüksek olan yalıtım malzemesi tek başına yeterli bir şart değildir. Aynı zamanda yalıtım malzemesinin kalınlığının da doğru seçilmesi gereklidir. (  $\mu.e$  ) değeri bize aynı kalınlıktaki havanın direncine eşit değeri verir. Örneğin  $\mu$  değeri 7000 olan 19 mm kalınlığındaki bir malzemenin havaya eşit direnci 133 metre'dir.

Buhar Difüzyon Direnç Katsayısına Etki eden Faktörler:

1. Malzemeye bağlı olmayan, sıcaklık
2. Malzemeye bağlı olan
  - Kapalı hücreli olması
  - Küçük hücreli olması
  - Hücre duvarları arasındaki kohezyon kuvveti
  - Hücre cidar kalınlığı
  - Malzemenin kalınlığı boyunca homojen olması

Tablo 4'de bazı yalıtım malzemelerinin buhar difüzyon direnç katsayıları verilmiştir.

**Tablo 4.** Bazı malzemelerin  $\mu$  değerleri

<b>MALZEME</b>	<b>BUHAR DİFÜZYON DİRENÇ KATSAYISI</b>
CAM YUNU VE TAŞ YUNU	1
EPS	20-100
XPS	80-250
POLIETİLEN KOPUGU	>1000
KAUÇUK KOPUGU	3.000-10.000
HAVA	1

## 2.3 TESİSAT YALITIMINDA KULLANILAN BAZI MALZEMELERİN GENEL ÖZELLİKLERİ

### 2.3.1 CAM YÜNÜ

- Kullanım alanları: Sıcak hatlar, klimalar, havalandırma kanalları
- Isı iletkenlik hesap değeri : +10°C'de  $\lambda < 0,05$  W/m.K
- Kullanım sıcaklığı : -50 / 250 °C ( Bakalitsiz +450°C) (Ayrıca -200 / +400°C aralığında kullanılan özel camyünü ürünler de üretilebilmektedir)
- Yanma sınıfı: A1-A2 sınıfı
- Buhar difüzyon direnç katsayısı :  $\mu=1$
- Üretilen kalınlıklar: Levha 3/10 cm, Boru 25/100 mm
- Gözenek yapısı: Açık gözenekli



### 2.3.2 TAŞ YÜNÜ

- Kullanım alanları: Sıcak hatlar, klimalar, havalandırma kanalları ve yangın yalıtımı
- Isı iletkenlik hesap değeri: +10°C'de  $\lambda < 0,05$  W/m.K
- Kullanım sıcaklığı : -50 / 750 °C
- Yanma sınıfı: A1-A2 sınıfı
- Buhar difüzyon direnç katsayısı:  $\mu=1$
- Üretilen kalınlıklar: Levha 3/10 cm, Boru 25/100 mm
- Gözenek yapısı: Açık gözenekli

### 2.3.3 ELASTOMERİK KAÜÇUK KÖPÜK

- Kullanım alanları: Soğuk ve ılık hatlarda, klima ve havalandırma kanalları
- Isı iletkenlik hesap değeri: +10°C'de  $\lambda < 0,05$  W/m.K
- Kullanım sıcaklığı: -70 / 110 °C (-200/+170'de üretilmektedir)
- Yanma sınıfı: B s<sub>3</sub> d<sub>0</sub> ve B s<sub>2</sub> d<sub>0</sub>
- Buhar difüzyon direnç katsayısı :  $\mu > 3000$  veya  $\mu > 7000$
- Üretilen kalınlıklar: Boru 6/32 mm , Levha 6/50 mm
- Gözenek yapısı: Kapalı gözenekli

## 2.4 TESİSAT YALITIMINDA KULLANILAN MALZEMELERİN YANGINA KARŞI DAVRANIŞLARI

Genel olarak ısıtma, soğutma ve havalandırma tesisatlarının tasarımında ve kullanılan malzemelerin seçiminde aşağıdaki hususlar göz önüne alınmalıdır.

- Tesisat sistemleri; yangının çıkmasına neden olmamalı ve kullanılan malzemeler yangına aktif olarak katkıda bulunmamalı,
- Yangının yayılması sınırlı olmalı ve duvar, döşeme ve tavan gibi bölgelerdeki boru ve kanal geçişlerinde önlem alınmalıdır,
- Yanması durumunda açığa zehirli gazlar çıkarmamalı,
- Bir bölmeden diğerine bir havalandırma sistemi yoluyla yangın ve duman yayılımı, yangına dayanıklı kanal ve yangın damperi kullanarak önlenmeli

Yapı malzemelerinin yangın karşısındaki davranışları ile ilgili olarak, ülkelerin sahip oldukları yerel standartlardan da yararlanılarak, tüm AB ülkelerinde geçerli olan ortak sınıflandırma esasları ve test prosedürleri oluşturulmuştur. Yeni düzenlemelere göre yapı malzemeleri, tutuşma, alev yayılımı ve duman gazı üretimini nasıl etkilediklerine bağlı olarak sınıflandırılmıştır. Gümrük birliği anlaşmasına istinaden Türkiye ve AB arasında teknik mevzuatın uyumlaştırılmasına dair hükümler doğrultusunda yeni sınıflandırma esaslarının verildiği EN 13501-1 standardı 2003 yılında Türk standardı olarak yayınlanmıştır.

Yapılan bu uyumlaştırma çalışmasının neticesinde Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmeliğin, TS EN 13501-1 standardında verilen yangınlık sınıfları esas alınacak şekilde revize edilmiştir. Avrupa standartlarına göre yenilenmiş olan Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik; 19 Aralık 2007 tarih 26735 sayılı resmi gazete Bakanlar Kurulu Kararıyla yayınlanmıştır. Ekte yürürlükte olan Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelikte yapılan konu ile ilgili tanımların yapıldığı bölümler Tablo 5'de verilmiştir.

Tablo 5.

Yapı tipi belirleme	Ek talepler		Avrupa sınıfı TS EN 13501-1	DIN 4102'ye göre yapı malzemesi sınıfı
	duman yok	Yanma damlama/ düşme yok		
Yanmaz	✓	✓	A1	A1
	✓	✓	A2-s1,d0	A2
Yangına karşı dayanıklı	✓	✓	B-s1,d0	B1
	✓	✓	C-s1,d0	
		✓	A2-s2,d0	B1
		✓	A2-s3,d0	
		✓	B, C-s2,d0	
		✓	B, C-s3,d0	
	✓		A2-s1,d1	B1
✓		A2-s1,d2		
✓		B, C-s1,d1		
✓		B, C-s1,d2		
		A2-s3,d2	B1	
		B-s3,d2		
		A2-s3,d2		
normal alevlenebilirlik	✓	✓	D-s1,d0	B2
		✓	D-s2,d0	
		✓	D-s3,d0	
		E		
	✓		D-s1,d2	B2
			D-s2,d2	
			D-s3,d2	
			E-d2	B2
alevlenebilir			F	B3

### 3. YOĞUŞMA

İçinden düşük sıcaklıkta akışkan geçen hatların sıcaklığı, genellikle buldukları ortamın sıcaklığından düşüktür. Ortamın bağıl nem değerine bağlı olarak, hattın yüzey sıcaklığı ve ortam sıcaklığı arasındaki farkın yüksek olması, hat yüzeyinde nem birikmesi yani yoğuşma olayının gerçekleşmesine neden olur.

Aşağıda farklı ortam sıcaklıkları ve bağıl nem oranlarına bağlı olarak havanın içerisindeki en yüksek su buharı miktarları ve yüzeyde yoğuşma olmaması için ortam sıcaklığından inilebilecek en yüksek sıcaklık farkları verilmiştir. Bağıl nem, havanın doymuşluk haline oranla içerisinde % olarak taşıdığı su buharı miktarına verilen isimdir.



**Tablo 6.** Yoğuşma Olmaması İçin Ortam Sıcaklığından İnilebilecek Maksimum Sıcaklık Farkları

Ortam Sıcaklığı ° C	Max. Su Buharı Gr/Kg	Havanın çeşitli bağıl nem oranlarına göre yoğuşma olmaksızın inilebilecek max. sıcaklık değerleri ( Ortam sıcaklığından düşülebilecek max. sıcaklık farkı )									
		% 30	% 40	% 50	% 60	% 70	% 75	% 80	% 85	% 90	% 95
- 20	0.65	12	9.1	7.0	5.2	3.7	2.9	2.3	1.7	1.1	0.6
- 10	1.64	12.9	9.9	7.6	5.7	3.9	3.2	2.5	1.8	1.2	0.6
0	3.76	13.9	10.7	8.1	6.0	4.2	3.5	2.7	1.9	1.3	0.7
10	7.64	16.0	12.6	10.0	7.4	5.2	4.2	3.3	2.4	1.6	0.8
20	14.7	18.1	14.0	10.7	8.0	5.6	4.6	3.6	2.6	1.7	0.8
26	21.0	18.9	14.7	11.2	8.4	5.9	4.8	3.7	2.7	1.8	0.9
30	26.4	19.5	15.1	11.6	8.6	6.1	5.0	3.8	2.8	1.8	0.9
35	34.8	20.2	15.7	12.0	9.0	6.3	5.1	4.0	2.9	1.9	0.9

### 3.1 YOĞUŞMA PROBLEMİNİN ISI İLETKENLİK KATSAYISI $\lambda'$ YA ETKİSİ

Yoğuşma boru yüzeyinde (yalıtım malzemesinin iç kesitinde) veya yalıtım malzemesinin dış kesitinde meydana gelebilir.

Yoğuşmanın yalıtım malzemesinin dış yüzeyinde oluşma nedeni, bu yüzeyin sıcaklığının çiy noktası sıcaklığından düşük olmasıdır. Bu da yalıtım malzemesinin kalınlığının doğru seçilmediğini gösterir. Bu durum sistemin gerekli performans ile çalışmasına engeldir.

Yoğuşma malzeme iç kesitinde ise bu durum daha tehlikelidir. Sistem performansının yetersizliğinin yanı sıra metal elemanların korozif etkiden dolayı paslanmasına ve çürümmesine neden olur. İç kesitte yoğuşma bölgesi oluşmasının sebepleri buhar difüzyon direnci düşük malzemelerin kullanılması ya da uygulamada hava geçişine imkan sağlayacak hataların yapılmasıdır.

Düşük buhar difüzyon direncine sahip malzemeler içerisinde zamanla su buharı toplanır. Yalıtım malzemesi ısladığı için ısı iletim katsayısında zamanla ciddi düşüş olur. Dolayısı ile yalıtım malzemesi görevini yapamamaya başlar.

Aşağıda bazı malzemeleri ilk uygulama (kuru hal) ve uygulamadan bir yıl sonraki (ıslak hal) değerleri Tablo-7'de verilmiştir.

**Tablo 7.** Bazı Malzemelerin İlk Uygulama Anındaki İle 1 Yıl Sonraki Değerleri ( Akışkan Sıcaklığı 12°C, Ortam Sıcaklığı 26° C Kabul Edilmiştir.)

Yalıtım Kalınlığı (mm)	CAMYÜNÜ		POLİÜRETAN KÖPÜK		KAUÇUK KÖPÜĞÜ	
	(20°C) $\lambda=0.040$ W/mK		(20°C) $\lambda=0.038$ W/mK		(20°C) $\lambda=0.040$ W/mK	
	Birim Isı Kaybı	K değeri	Birim Isı Kaybı	K değeri	Birim Isı Kaybı	K değeri
	Q/m <sup>2</sup> W	W/mK	Q/m <sup>2</sup> W	W/mK	Q/m <sup>2</sup> W	W/mK
25	-17,1	1,20	-18,2	1,30	-18,2	1,30
40	-12,1	0,87	-12,2	0,87	-12,0	0,86
50	-10,4	0,74	-10,3	0,74	-9,8	0,70
Islak Hal	(20°C) $\lambda=0.075$ W/mK		(20°C) $\lambda=0.050$ W/mK		(20°C) $\lambda=0.038$ W/mK	
25	-26,6	1,90	-21,8	1,56	-18,2	1,30
40	-20,3	1,45	-15,6	1,11	-12,0	0,86
50	-17,7	1,26	-13,2	0,94	-9,8	0,70

Isı yalıtım malzemesinin içindeki su tesisatta korozyona sebep olur. Korozyon sonucu çürümeler başlar. Yalıtım malzemesinin üzerindeki kaplama zarar görür ve bu da sistemin tahrip olmuş bu bölümlerini yenilemeyi gerektirir.(Şekil 4)



Şekil 4.

Tablo 7'den de görüleceği gibi, soğuk hatta camyünü kullanılması durumunda, 6 ay sonra cam yününün ısı iletkenlik katsayısı buhar difüzyonundan dolayı 0.075 W/m.K'e kadar çıkmakta, bir diğer deyişle 50 mm kalınlığındaki yalıtımın değeri 25 mm'ye kadar düşmektedir.

Poliüretan kullanılması durumunda ise poliüretanın 6 ay sonraki ısı iletkenlik katsayısı yukarıda bahsedilen sebeplerden dolayı 0.050 W/m.K'e kadar çıktığı Tablo-7'de görülmektedir. Ancak elastomerik kauçuk köpüğüne dikkat edilirse, tablodan da görüleceği gibi, sistem işleme alındıktan 6 ay sonra dahi elastomerik kauçuk köpüğünün ısı iletkenlik katsayısının aynı kaldığı görülmektedir.

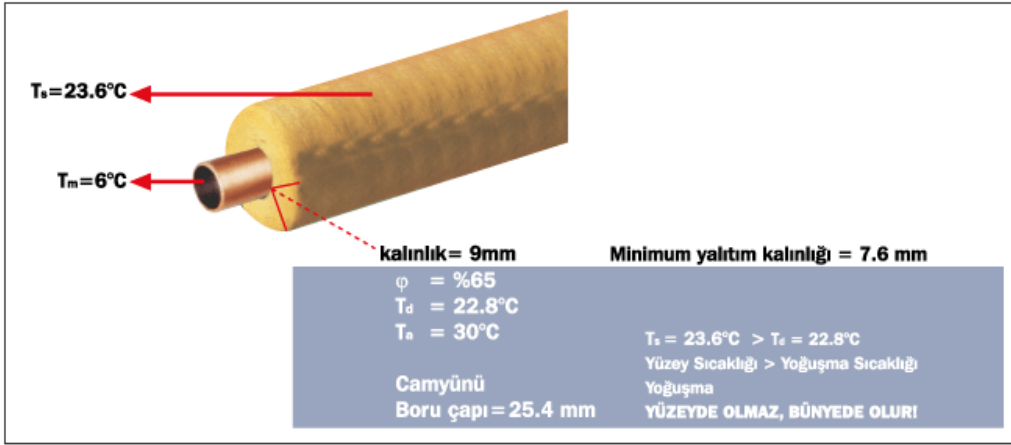
Sonuç olarak;



Şekil 5.



Şekil 6.



Şekil 7.



Şekil 8.

### 3.1.1 YOĞUŞMA OLMAMASI İÇİN TEMEL ŞART $T_y > T_c$

Soğutma sistemleri yalıtımında yoğuşma olmaması için temel şart, yalıtım yüzey sıcaklığının çığ noktası sıcaklığından yüksek olmasıdır. Bilindiği gibi ortam havası içerisinde sıcaklık ve bağıl nem oranına bağlı olarak bir miktar su buharı içermekte ve bu su buharı soğuk yüzeylerde (Çığ noktası sıcaklığı=Yalıtım üzeri yüzey sıcaklığı) yoğuşmaktadır. Ortam havasının çeşitli sıcaklık ve bağıl nem oranlarına bağlı olarak yoğuşma dereceleri Tablo 6'da görülmektedir. (Ortam sıcaklığı - inilebilecek

maksimum sıcaklık farkı= Kritik yoğuşma derecesini vermektedir.) Örneğin 26 °C ortam sıcaklığındaki hava içerisinde 21 gr/kg su buharı içerir ve %85 bağıl nemliliğe sahip bir ortamda 23.3 °C bir yüzey bulunduğu içerisinde bulunan su buharını soğuk yüzeye bırakır.( 26 - 2.7 = 23.3 °C )

### 3.1.2 MALZEME YOĞUNLUĞUN λ DEĞERİNE ETKİSİ

Düşük yoğunluğa sahip yalıtım malzemesi içerisinde doğal olarak yalıtım performansını sağlayan hammadde oranında düşüktür. Tesisatta bu özelliklere sahip yalıtım malzemesi kullanıldığında hissedilir derecede konveksiyon ve radyasyon aracılığı ile ısı transferi gözlenir. Yoğunluk arttığında konveksiyon ve radyasyon aracılığı ile olan ısı transferi azalır. Ancak aynı oranda iletim ile olan ısı transferi artar. İletim ile olan ısı transferi değeri, radyasyon ve konveksiyon ile olan ısı transferi değerine eşit olduğu andaki yoğunluk doğru yoğunluktur ve en iyi yalıtım bu noktada sağlanır.

Yüksek ısı iletim katsayısı iki nedenden dolayı ortaya çıkar. Bunlardan biri, yüksek yoğunluk ve çok küçük hücre yapısıdır. İkincisi, düşük yoğunluk (ki daha az üretim maliyeti demektir) ve büyük hücre yapısıdır. Yukarıda belirtildiği gibi kapalı hücre büyüklüğü ve birim alanda bulunan hücre sayısı arasında doğru bir oran yakalandığında mükemmel yalıtım sağlanabilir. Köpük formundaki yalıtım malzemelerinde optimum oran 100- 120 adet kapalı hücre/cm<sup>2</sup> ve 50-70 kg/m<sup>3</sup> yoğunluktur.

## 4. CAM YÜNÜ VE KAUÇUK KÖPÜĞÜ KARŞILAŞTIRILMASI

Kauçuk köpüğü ısı yalıtım malzemeleri, kapalı gözenekli, düşük ısı iletkenliğe ve yüksek su buharı difüzyon direncine sahip, yangın durumunda yüksek bir güvenlik sağlayan, korozyon riski minimum olan, elastomerik, genişletilmiş siyah sentetik kauçuk malzemelerdir. Camyünü ise, mineral lif esaslı, açık gözenekli, kuru halde düşük ısı iletkenliğe sahip, düşük su buharı difüzyon dirençli, ergimiş camın çeşitli metotlarla lif haline getirilmesiyle elde edilen malzemelerdir.

Açık gözenekli malzemeler zamanla bünyelerine su alırlar ve sahip oldukları düşük ısı iletkenlik değerleri artar ve böylece ısıl performansları azalır. Tablo 7'de farklı yalıtım kalınlıkları için yalıtım uygulandıktan 6-12 ay sonra yapılan ölçümler verilmiş olup, bu ölçümlerde camyününe ait ilk hesap değerlerinin zaman içerisinde kötüleştiği, kauçuk köpüğünün ilk hesap değerlerinin ise aynı kaldığı görülmektedir.

Ayrıca bilindiği gibi her iki malzemenin de hücre yapısı birbirinden farklıdır. Camyünü, lifleri arasındaki hava ile; kauçuk köpüğü ise kapalı hücrelerinde hapsediği hava ile ısı yalıtımı yaparlar. Lifli yapı ısıl direnç açısından kullanım süresi boyunca güvenilir değerler vermez. Çünkü lifler heterojen yapıya ve zayıf bağlarla birbirine bağlanmış olup, çeşitli etkilerle malzemede elyaf erozyonu ve kalınlık kaybı olmaktadır. Kalınlık ise doğrudan malzemenin sahip olduğu ısıl direnci etkileyen ve azaltması durumunda ısıl performansı azaltan bir etkidir. Kauçuk köpüğünde ise homojen kapalı hücre yapısı ve kuvvetli bağ özelliği ile böyle bir bozulma ve değer kaybı söz konusu değildir.

Tesisatta ısı yalıtım uygulamalarında doğru malzeme seçilmemesi ya da gereken kalınlıkta yalıtım malzemesi kullanılmaması durumunda yoğuşma riski yüksektir. Eğer ısı yalıtımı yapılmazsa ya da yetersiz kalınlıkta yapılırsa, yoğuşma problemi yüzeyde oluşur. Yine aynı şekilde kullanılan ısı yalıtım malzemesinin su buharı difüzyon direnci yetersiz ise bu sefer de yoğuşma yalıtım malzemesinin içinde gerçekleşir. Dolayısıyla yoğuşmanın engellenmesi için, yeterli kalınlıkta ve su buharı difüzyon direnci yeteri kadar yüksek olan bir ısı yalıtım malzemesi seçilmelidir. Tablo 4'de görüldüğü gibi, kauçuk köpüğü oldukça yüksek su buharı difüzyon direncine, sahip olup; bu sayede sistemin ömrü boyunca işlevini sürdürür ve yoğuşmaya izin vermez. Çok düşük bir su buharı difüzyon direnci olan camyününün ise, çıplak halde kullanımı durumunda mutlaka yoğuşma problemi ile karşı karşıya kalınacak ve bu durumda da camyünü özelliklerini yitirecektir. Dolayısıyla camyünü kullanımı durumunda, buhar kesici olarak görev yapacak bir kaplama malzemesine ihtiyaç vardır. Ancak camyünü bu amaçla alüminyum folyo ile kaplansa bile, kaplama üzerinde uygulamada veya zaman içerisinde meydana gelecek olan aşınmalar ve delinmeler sonucunda, yoğuşma yine

engellenememekte ve sistem tahribata uğramaktadır. Kanalda ve konsollarda çürümeler, hatta çökmeler meydana gelmektedir.

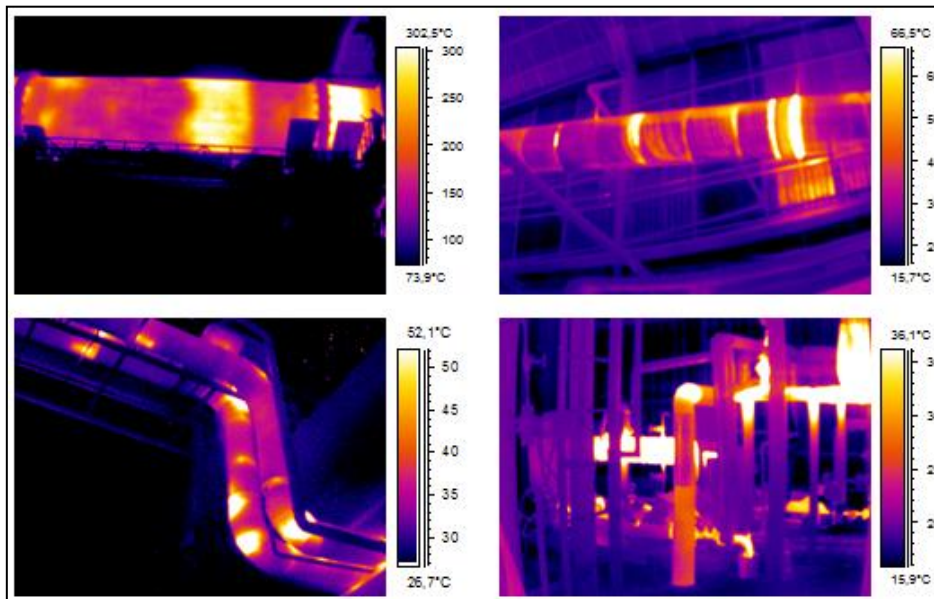
Kauçuk köpüğü malzemelerin su emmez ve kapalı hücre yapısına karşılık, camyünü malzemelerin açık gözenekli yapıları sebebiyle su emmeleri yüksek seviyededir. Kauçuk köpüğünde 28 gün sonunda malzemenin su emmesi sadece maksimum %1,1 civarındadır. Cam yünü ise maksimum %99'dur.

Kauçuk köpüğü elastomerik yapısı sayesinde hangi form verilirse verilsin serbest bırakıldığında ilk haline dönebilen bir malzemedir. Bu özelliği ile kauçuk köpüğü, ısı değişimlerine uygundur, büzülme ve gerilmeleri karşılayabilir. Ayrıca kauçuk köpüğünde esneklik, uygulamada kolaylık sağlamakta, ek bir kaplamaya ihtiyaç olmadığı için de işçilik ve zamandan tasarruf edilmektedir. Camyünü ise rijit bir malzemedir ve rijit yapısı sebebiyle, uygulama kolaylığına sahip bir malzeme olmayıp; batma, kaşındırma ve tozuma gibi özellikleri yüzünden çeşidi problemler yaratmaktadır.

Mineral lif esaslı bir malzeme olan camyünü, deri ile temas halinde batma, kaşına ve ciltte tahrişe neden olmaktadır. Bu malzeme, üst solunum yollarında, gırtlak bölgesinde ve burun mukozasında geçici hastalıklara da yol açabilmekte ve içerdiği bazı katkı maddeler ise alerjik bünyeli kişilerde sorun yaratabilmektedir. Bu konuda Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) koyduğu kriterlere göre; uzunluğu 5 mikrondan fazla, çapı 3 mikrondan az ve uzunluğunun çapa olan oranı 3/1'den fazla olan lifler tehlikeli olarak nitelendirilmektedir. Kauçuk köpüğü ise, sağlık açısından tamamen zararsız bir yapıda olup, gıda endüstrisinde bile rahatlıkla kullanılabileceğini gösteren belgelere sahiptir.

## 5. TESİSATA ISI YALITIMI UYGULAMA ALANLARI

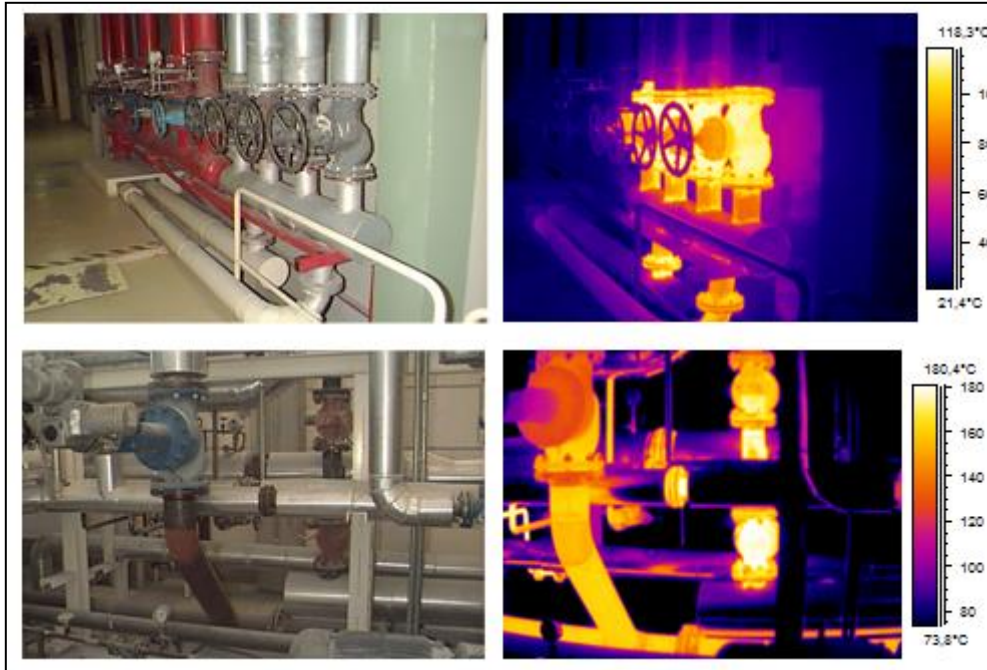
- Isıtma sistemleri ve ekipmanları – Kalorifer tesisatı
- Soğutma sistemleri ve ekipmanları – Klima tesisatı
  - i) Duvar Tipi Klimalar
  - ii) Split Klimalar
  - iii) Kanallı Tip Klimalar
- Kızgın su ve buhar sistemleri ve ekipmanları
- Zeminden ısıtma sistemleri
- Güneş enerjisi sistemleri
- Sıvılaştırılmış akaryakıt dağıtım hatları vb.



Şekil 9. Yalıtım yapılmamış boru örnekleri (termal kamera görüntüleri)



**Şekil 10.**



**Şekil 11.** Yalıtım yapılmamış vana örnekleri (termal kamera görüntüleri)



Şekil 12. Vana kutusu ve vana ceketi ile yapılmış yalıtım örnekleri

## 6.SONUÇ

Her tesisat için, mevcut şartlar dikkate alınarak, uygun yalıtım kalınlıklarının bulunması gerekmektedir. Enerji tasarrufu için yapılan ısı yalıtımının yanı sıra, yoğuşmayı önleyecek uygun yalıtım kalınlığının doğru olarak hesaplanması ve uygulamanın çok dikkatli bir şekilde yapılması gerekir. Hatlar, gerektiği gibi yalıtıldığı takdirde, mekanik sistemlerin ömrü uzayacak ve sistem performansını uzun yıllar koruyabilecektir. Yaşanan mekanlar daha sağlıklı ısıtılıp soğutulacak ve ideal bir ısı konforu elde edilecektir. Doğru yalıtım malzemelerinin kullanılması sonucu yalıtım malzemesi verimini tesisat ömrü boyunca koruyabilecek, tesisatta korozyon sorunu ortadan kalkacak, soğuk hatların önemli sorunu olan yoğuşma probleminin çözümü için emek, zaman ve para harcanmasına gerek kalmayacaktır.

## KAYNAKLAR

- [1] ALANÇAY, A., AKDAŞ, M., SOĞUTMA SİSTEMLERİ YALITIMINDA MALZEME SEÇİMİ VE UYGULAMADA DİKKAT EDİLMESİ GEREKLİ NOKTALAR
- [2] BİNALARDA KULLANILAN ISI YALITIM MALZEMELERİNE GENEL BAKIŞ
- [3] TÜRKER, A., SOĞUK HAT YALITIMINDA ELASTOMERİK KAUÇUK KÖPÜĞÜ
- [4] TURAN, O., KLİMA KANALI YALITIMINDA CAMYÜNÜ MÜ KAUÇUK KÖPÜĞÜ MÜ?
- [5] İZODER YALITIM, EĞİTİM VE DANIŞMA MERKEZİ, TESİSAT YALITIMI SUNUMU



## ÖZGEÇMİŞ

### **Serhan KAYA**

1984 yılı Artvin doğumludur. 2009 yılında Kocaeli Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nden mezun olmuştur. 2006-2011 yılları arasında iki farklı firmada saha mühendisliği görevlerinin ardından askerlik hizmetini tamamlamıştır. 2011-2012 yılları arasında Canpa İnşaat, 2012-2013 yılları arasında Ode Yalıtım, 2013-2014 yılları arasında Rockwool Türkiye firmalarında Satış Uzmanı pozisyonlarında çalışmış olup, son olarak Das Yalıtım San. Ve Tic. A.Ş.'de Pazarlama Yönetici olarak görev yapmaktadır.

### **Mehmet Esat OĞUZ**

1990 yılı Antalya doğumludur. 2013 yılında İstanbul Yeditepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliğini bitirmiştir. 2/2014-9/2014 tarihleri arasında Ritim Teknolojik Tesisat firmasında Satış Mühendisi olarak çalışmıştır. Aralık 2014 tarihinden itibaren DAS Yalıtım A.Ş.'de Proje Sorumlusu olarak görev yapmaktadır. Aynı zamanda Galatasaray Üniversitesinde İşletme alanında yüksek lisans eğitimine devam etmektedir.