

SOĞUTMA SİSTEMLERİ YALITIMINDA MALZEME SEÇİMİ VE UYGULAMADA DİKKAT EDİLMESİ GEREKLİ NOKTALAR



**11. ULUSAL TESİSAT
MÜHENDİSLİĞİ KONGRESİ**

Ali ALANÇAY – Metin AKDAŞ

Makina Mühendisi

Makina Mühendisi

Tesisat Yalıtımında Ürün Seçimine Geçmeden
Önce Hattın Tipi Belirlenir. Hat Tipleri,
İçerisinden Geçen Akışkan Sıcaklığına Göre 3'e
Ayrılır.



Soğuk Hatlar : Akışkan sıcaklığı $\leq +12^{\circ}\text{C}$

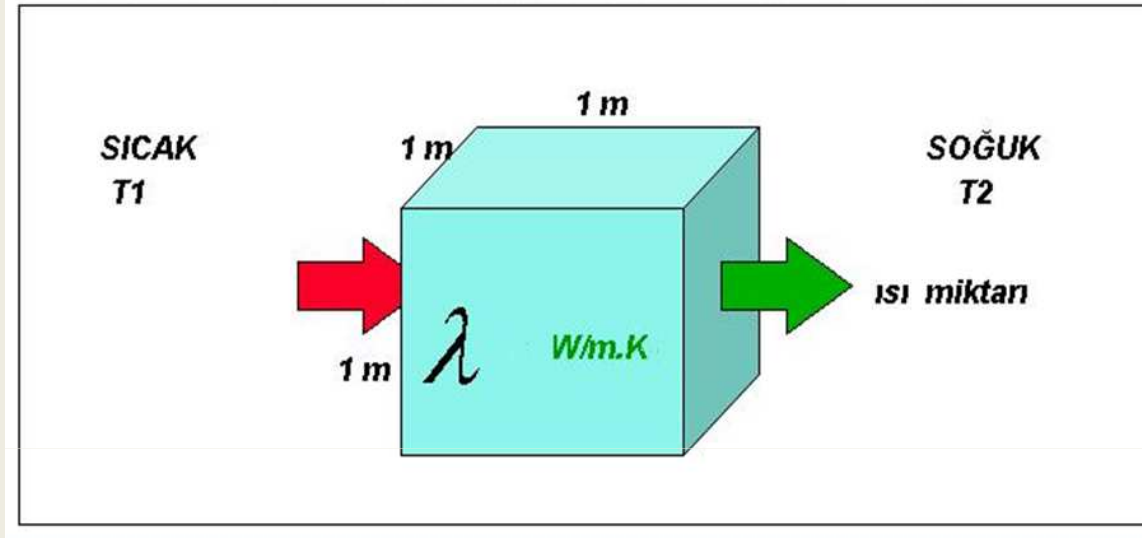
Ilık Hatlar : $+12^{\circ}\text{C} < \text{Akışkan sıcaklığı} \leq +100^{\circ}\text{C}$

Sıcak Hatlar : $+100^{\circ}\text{C} < \text{Akışkan sıcaklığı}$

Bir Yalıtım Malzemesinden Beklenen Temel Özellikler

- Düşük Isı İletkenlik Katsayısı (λ),
- Yüksek Buhar Difüzyon Direnç Katsayısı (μ),
- Yoğunluk,
- Kapalı Gözenek Yapısı,
- Yangın Dayanımının Yüksek Olması,
- İşletmede Kullanım Sıcaklık Aralığının Yüksek Olması,
- Mekanik Dayanım ve Stabilite,
- Korozyon Riskinin Az Olması
- Malzemenin yangın esnasında çıkardığı zehirli gaz miktarı (Toksosite)
- Düşük Duman yoğunluğu (Opasite)
- Geri dönüşebilir malzeme olması,
- Elastikiyet ve Uygulama Kolaylığı,
- Ekonomikliği v.s.

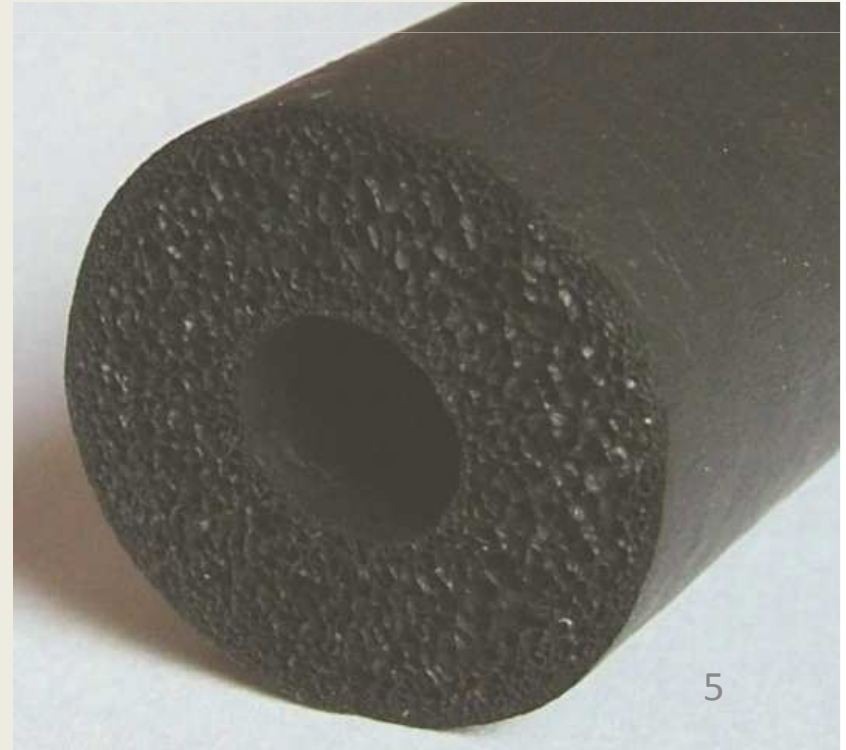
Isı İletim Katsayısı (λ - W/m.° K)



CAMYÜNÜ	10 ° C 'de = 0.035 - 0.040 W /m.° K
TAŞYÜNÜ	10 ° C 'de = 0.035 - 0.040 W /m.° K
XPS POLİSTİREN KÖPÜK	10 ° C 'de = 0.030 - 0.040 W /m.° K
EPS POLİSTİREN KÖPÜK	10 ° C 'de = 0.035 - 0.040 W /m.° K
POLİETİLEN KÖPÜK	0 ° C 'de = 0.038 - 0.046 W /m.° K
ELASTOMERİK KAUÇUK KÖPÜĞÜ	0 ° C 'de = 0.036 - 0.040 W /m.° K

Yoğunluğun λ değerine etkisi

- Düşük yoğunluğa sahip yalıtım malzemesi içerisinde doğal olarak yalıtım performansını sağlayan hammadde oranıda 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.

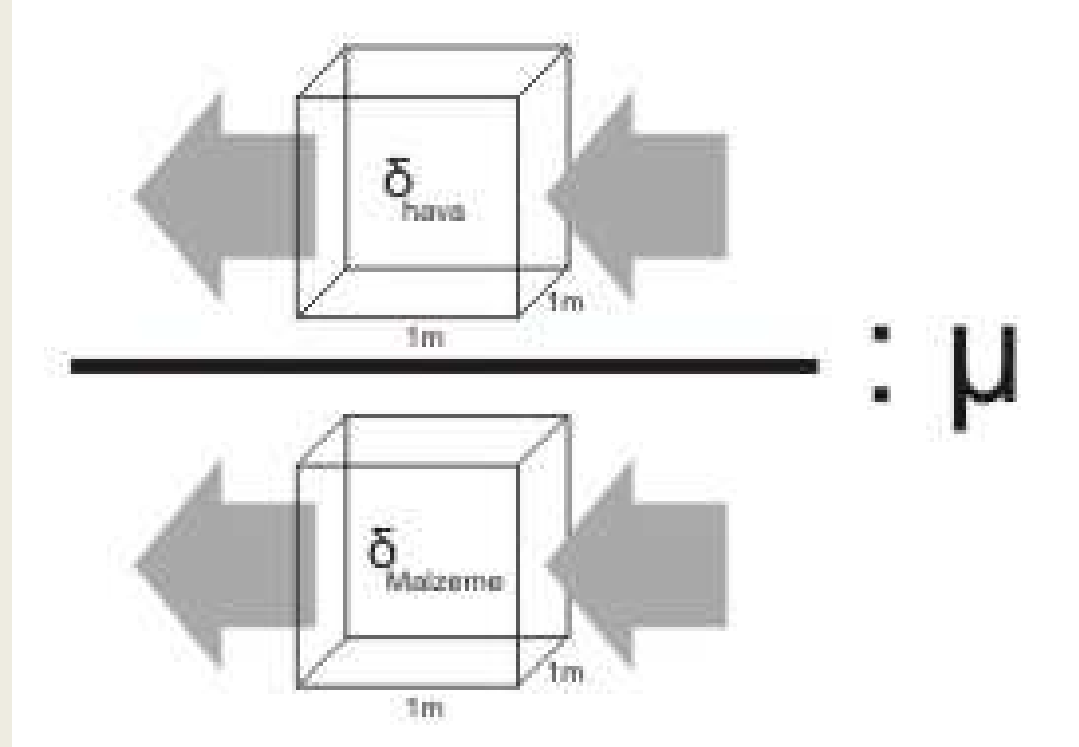


Yoğunluğun λ değerine etkisi

- 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/cm² ve 50-70 kg/m³ yoğunluktur.

Buhar Difüzyon Direnç Katsayısı (μ)

- Havanın su buharının difüzyonuna karşı gösterdiği direnç $\mu=1$ kabul edilmiştir.
 - Malzemelerin su buhar difüzyon direnci havaninkine oran olarak hesaplanır.
- $\mu = \frac{\text{Havanın Su Buharı Geçirgenliği} / \text{Malzemenin Su Buharı Geçirgenliği}}{\mu}$



Bazı Malzemelerin μ Değerleri

Alüminyum, Bakır v.s gibi Metaller	∞
Cam	∞
Bitümlü Membran	3.000-100.000
Elastomerik Kauçuk Köpüğü	1500-15000
Polietilen Köpük	1000-7000
XPS Polistren	100-400
EPS Polistren	70-100
Poliüretan Köpük	40-100
Beton	28
Sıva	20
Tuğla	6-10
Mineral Yünler	1-1,2
Hava	1

Malzeme Kalınlığının Buhar Difüzyonuna Etkisi

- μ değeri yüksek olan yalıtım malzemesi seçimi tek başına yeterli değildir. Aynı zamanda yalıtım malzemesinin kalınlığının da doğru seğilmesi gereklidir. ($\mu \cdot e$) değeri bize aynı kalınlıktaki havanın direncine eğit direnç değerini verir. Örneğin μ değeri 7000 olan 19 mm kalınlığındaki bir malzemenin havaya eğit direnci 133 metre'dir.



Yoğuşma

- İçinden düşük sıcaklıkta akışkan geçen hatların dış yüzey sıcaklığı, 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 içerisinde bulunabilecek en yüksek su buharı miktarları ve yüzeyde yoğunlaşma olmaması için ortam sıcaklığından inilebilecek en yüksek sıcaklık farkları verilmiştir. Bağıl nem, havanın doymuşluk haline oranla içerisinde % olarak taşıdığı su buharı miktarına verilen isimdir.

Ortam Sıcaklığı	Max. Su Buharı	Havanın çeşitli bağıl nem oranlarına göre yoğunlaşma olmaksızın inilebilecek max. sıcaklık değerleri (Ortam sıcaklığından düşülebilecek max. sıcaklık farkı)									
		% 30	% 40	% 50	% 60	% 70	% 75	% 80	% 85	% 90	% 95
° C	Gr/Kg										
- 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

Yoğuşma Olmaması İçin Temel Şart $T_{yüzey} > T_{çığ}$

- Soğutma sistemleri yalıtımında yoğuşma olmaması için temel şart, yalıtımın dış yüzey sıcaklığının çığ noktası sıcaklığından yüksek olmasıdır.
- Örneğin 26 °C ortam sıcaklığındaki hava, içerisinde en fazla 21 gr/kg su buharı içerir. Bu hava %85 bağıl nemliliğe sahip bir ortamda, 23.3 °C sıcaklıkta bir yüzey ile karşılaştığında içerisinde bulunan su buharını soğuk yüzeye bırakır. ($26 - 2.7 = 23.3$ °C)

Yoğuşma Probleminin Isı İletkenlik Katsayısı λ' ya Etkisi

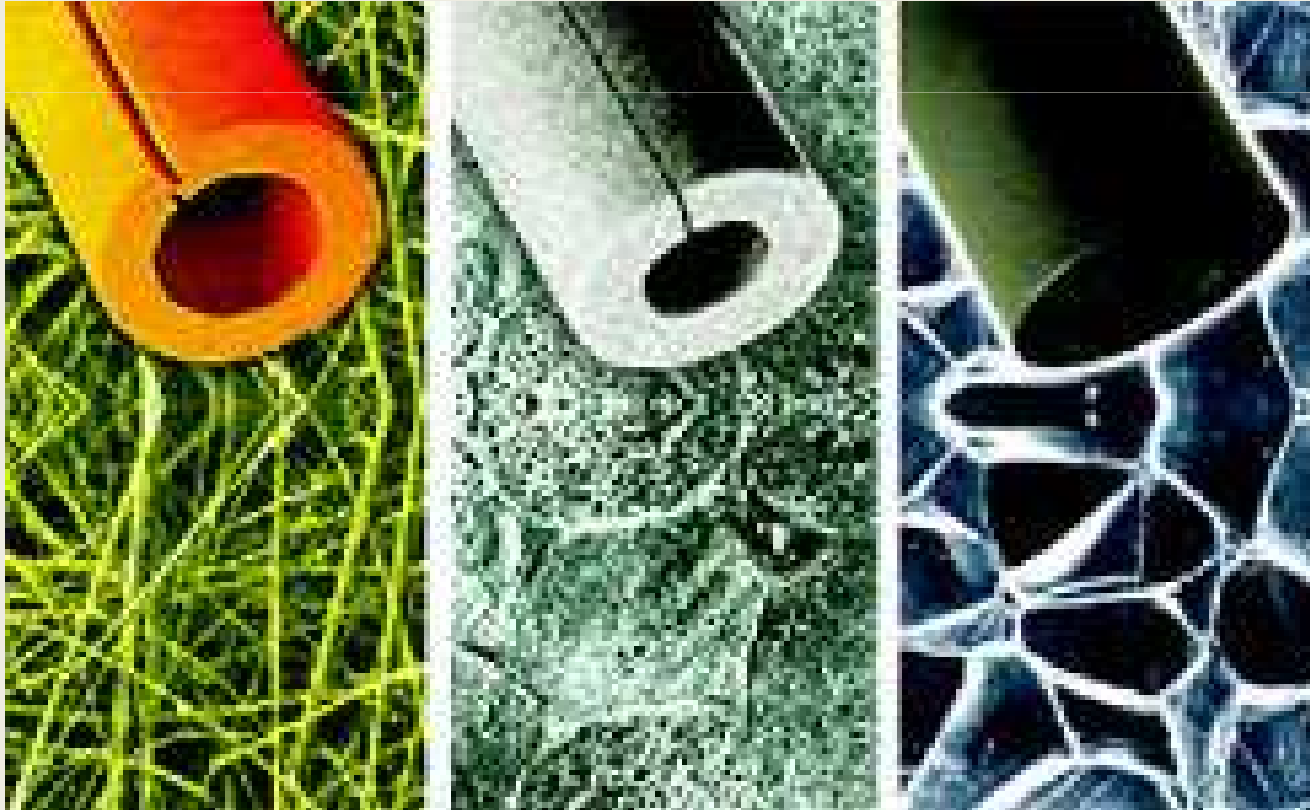
- Yoğuşma boru yüzeyinde (yalıtım malzemesinin iç kesitinde) veya yalıtım malzemesinin dış kesitinde meydana gelebilir.
- Düşük buhar difüzyon direncine sahip malzemeler içerisinde zamanla su buharı toplanır. Yalıtım malzemesi ıslandığı için ısı iletim katsayısında zamanla ciddi düşüş olur. Dolayısı ile yalıtım malzemesi görevini yapamamaya başlar.

Aşağıda bazı malzemelerin ilk uygulama (kuru hal) ve uygulamadan bir yıl sonraki (ıslak hal) değerleri verilmiştir

	CAMYÜNÜ		POLİÜRETAN KÖPÜK		KAUÇUK KÖPÜĞÜ	
Kuru Hal	(20°C) $\lambda=0.040$ W/mK		(20°C) $\lambda=0.038$ W/mK		(20°C) $\lambda=0.040$ W/mK	
Yalıtım Kalınlığı (mm)	Birim Isı Kaybı	K değeri	Birim Isı Kaybı	K değeri	Birim Isı Kaybı	K değeri
	Q/m ² W	W/mK	Q/m ² W	W/mK	Q/m ² 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) $\lambda=0.040$ 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

UYGULAMADA DİKKAT EDİLMESİ GEREKLİ NOKTALAR

- Soğutma sistemleri yalıtımında mutlaka kapalı gözenekli ve (μ) katsayısı yüksek malzemeler seçilmeli, mineral yün gibi açık gözenekli malzemelerden kaçınılmalıdır.



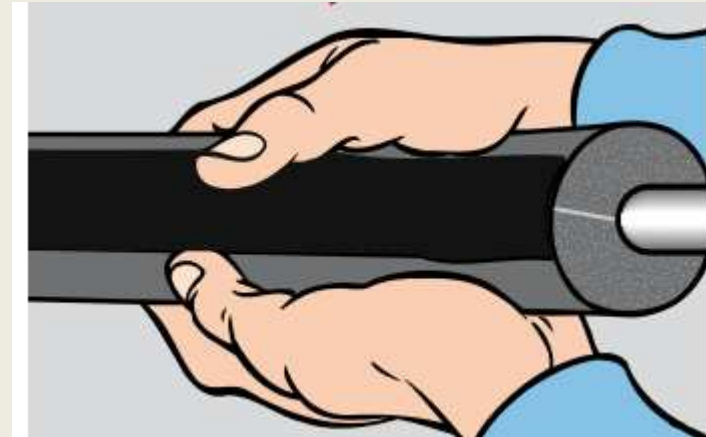
UYGULAMADA DİKKAT EDİLMESİ GEREKLİ NOKTALAR

- (μ) değeri düşük kapalı gözenekli malzemeler kullanılıyor ise buhar kesici ile kaplanmalı, yırtılma ve delinmelere karşı önlem alınmalıdır
- Dış yüzey kaplamasının cinsine göre yüzey film katsayısı (α) dikkate alınmalıdır.



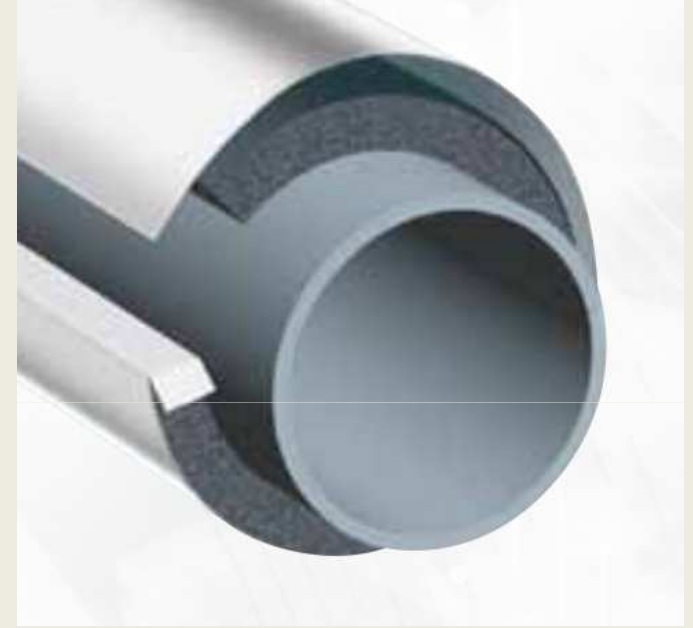
UYGULAMADA DİKKAT EDİLMESİ GEREKLİ NOKTALAR

- Yalıtımda ısı köprülölüleri oluşturulmamalıdır.
- Yalıtımı yapılan borunun hava ile teması kesinlikle kesilmelidir.
- Yalıtım malzemelerinin ek yerleri özel yapıştırıcılarla birleştirilmeli ve bantlanmalıdır.
- Yalıtım bantları gerdirilmeden uygulanmalıdır.



UYGULAMADA DİKKAT EDİLMESİ GEREKLİ NOKTALAR

- Yalıtım üzeri metal ceketler ile kaplanacak ise, metal birleştirme vidalarının yalıtımı delmemesi için boşluk bırakılmalıdır.
- Uygulama sistemler çalışırken değil uygun ortam sıcaklığında yapılmalıdır. Uygulama yapıldıktan sonra sistemi çalıştırmak için en az 36 saat beklenmelidir.



UYGULAMADA DİKKAT EDİLMESİ GEREKLİ NOKTALAR

- Çelik boru ve tanklarda uygulama yapılacak ise yüzeyler pas'tan arındırılarak anti korozif boya uygulanmalıdır. Bu boya uygulandıktan sonra, 24-48 saat beklenmelidir.
- Yalıtım tamamlandıktan 36 saat sonra, iç ortamda ise yağlı boya dış ortamda ise UV'ye dayanıklı boya ile kaplanmalıdır. (İki kattan az olmamak üzere.)
- Birkaç hattın yan yana gittiği yerlerde, yeterli hava sirkülasyonunun sağlanabilmesi için yalıtımdan sonra en az boru çapı kadar boşluklar bırakılmalıdır. Bu sıcak ve nemli ortamlarda yoğuşmaya karşı ekstra bir önlem oluşturur.

SONUÇ

- Soğuk hatların yalıtımında en önemli kriter uygun malzeme seçimidir. Kullanılacak malzeme kapalı gözenekli, buhar difüzyon direnci yüksek malzeme olmalıdır. Soğuk hatlarda açık gözenekli yalıtım malzemeleri yoğuşma tehlikesi yaratır. Yanlış seçim ile yalıtım, azami ölçülerde dahi yoğuşma ile birlikte ileriki yıllarda ilk günkü enerji tasarruf değerlerini kaybeder.
- Doğru teknik değerlere uygun malzeme seçimi, yalıtımın ömrü ile birlikte sistemin ömrünü belirleyecektir. Bunun yanında bu ömrü uzatmak kaliteli bir uygulama ile mümkün olacaktır.

KAYNAKLAR

- 1998 ASHRE Refrigeration Handbook (SI)
- Dr.Peter WÖSS (μ - faktörü kalite belirleyici mi yoksa yarışma sayısı mı ?- Termoklima- 42. Sayı)
- Ecvet BİNYILDIZ (Soğuk tesisat yalıtımlarında her zaman buhar kesici gerekli mi ? - 5.Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi Bildiriler Kitabı)
- ASHRE Fundamentals (Isı Yalıtımı ve Buhar Kesiciler-Bölüm 20 – TTMD Yayınları)

TEŐEKKÖR EDERİZ