

TESİSATLARDA ISI, SES VE YANGIN YALITIMI

Kemal Gani BAYRAKTAR

ÖZET

Ülke nüfusundaki artışa paralel olarak artan enerji tüketimi, mevcut enerji kaynaklarının hızla tükenmesine ve yanma sonucu oluşan kirleticilerin çevre üzerindeki etkisinin giderek önemli seviyelere ulaşmasına neden olmaktadır. Enerjinin büyük bir bölümünü yurtdışından sağlayan ülkemizde, enerjinin verimli bir şekilde kullanımı büyük önem taşımaktadır. Burada dikkat edilmesi gereken nokta, enerji tüketimi oldukça düşük olan ülkemizde enerji kısıntısından daha çok, enerjinin akılcı kullanımına ve tasarruf edilmesine önem verilmesidir.

Bir diğer önemli nokta ise, çağımızın en büyük tehlikelerinden biri olan ve Dünya Sağlık Organizasyonunun (WHO) son yıllarda önemle ele aldığı gürültüdür. Ancak ülkemizde enerji tasarrufu ve gürültü kontrol amaçlı yönetmelikler yürürlüğe girmiş olmasına rağmen başarılı sonuçlar alındığı söylenemez. Büyük zararlara neden olan yangının etkilerinden korunmak amacıyla yapılan yangın yalıtımı ise gün geçtikçe önem kazanmaktadır.

Bu çalışmada tesisatlarımızda ısı, ses ve yangın yalıtımının önemi vurgulanarak, gelişmiş ülkelerin standart ve yönetmeliklerinden örneklerle uygulamalar üzerinde durulmuş, ülkemizdeki uygulamalarla kıyaslanarak, kullanılacak yalıtım malzemeleri seçiminde dikkat edilecek noktalar açıklanmıştır.

1. GİRİŞ

Sera etkisinin en önemli sebebi olan binaların ısıtılması nedeniyle oluşan emisyon hızla genişleyen çevremizi kirletmektedir. Yayılan gaz ve tozların 1/3'ü (CO₂ dahil olmak üzere) bina ısıtmalarından kaynaklanmaktadır. Isı yalıtımı amaçlı alınan tedbirler enerji ihtiyacını ve dolayısıyla emisyon miktarını azaltmaktadır. Bu enerji maliyetlerinin de belirgin bir şekilde düşmesine neden olmaktadır. Özellikle yapılarımız tesisatlarında (ısı üretim ve dağıtımı) yüksek miktarda tasarruf potansiyeli bulunmaktadır.

Yalıtım malzemelerinde yalıtımı ifade eden en önemli fiziksel büyüklük malzemenin ısı iletkenliğidir. Malzemenin ısı iletim kabiliyetinin göstergesi olan bu değer ne kadar küçükse, yalıtım malzemesinin etkisi de o kadar yükselir. Bunu takiben, daha küçük iletim katsayılı malzeme kullanımında daha az yalıtım kalınlıkları gereklidir.

Isıtma ve sıcak su tesisatlarının ısı yalıtım kalınlığı belirlenmesinde izlenen kriterler aşağıdaki şekilde sıralanmıştır.

a) Enerji tüketiminin azaltılması: Hem ekonomik hem de ekolojik nedenlerden dolayı, tesisat sorumlusunun önemli bir amacında ısı kayıplarının azaltılmasıdır. Böylelikle azalacak enerji tüketimi, atmosfere verilen ve hava kirliliğinin en önemli nedenlerinden biri olan emisyonları da azaltacaktır.

b) Sıcaklık düşmelerinin engellenmesi: Isı üretim ve tüketim noktaları arasındaki tesisatta ısı kayıpları ile meydana gelen soğumanın, diğer bir deyişle sıcaklık düşmesinin önlenmesidir. Kapalı devre ısıtma sistemi tesisatlarımızda ısıtma suyunun soğuma şiddetinin azaltılması, ısıtma için daha az enerji ihtiyacı gerektirecektir.

2. YENİ ISITMA TESİSLERİ YÖNETMELİĞİ

Almanya'da 22 Mart 1994 tarihinde yürürlüğe giren Isıtma Tesisleri Yönetmeliğinde boru ve armatürlerde uygulanacak ısı yalıtımı kalınlıkları için (75⁰C/55⁰C düşük sıcaklık ısıtma sistemlerinde) aşağıdaki değerler verilmektedir.

Sıra no	Boru ve armatürlerin anma çapı	min. yalıtım kalınlıkları
1	20 mm.'ye kadar - dahil -	20 mm.
2	20-35 mm.	30 mm.
3	40-100 mm.	anma çapı kalınlığı ile aynı
4	100 mm.'den büyük	100 mm.

(*) Normlara uymayan anma çapına sahip tesisat borularında yalıtım kalınlıkları boru dış çaplarına eşit alınmalıdır.

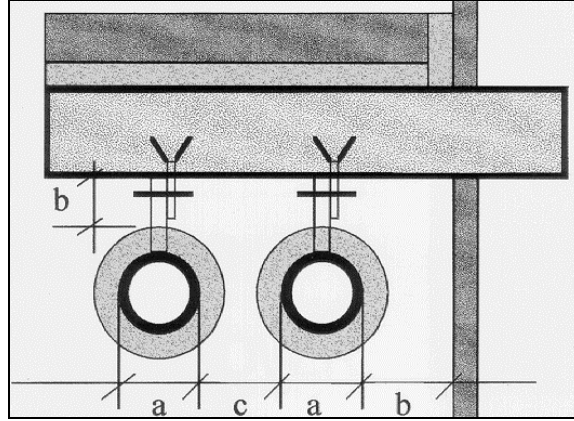
Önerilen ısı yalıtım kalınlıkları düşük sıcaklık ısıtma ve sıcak su sistemlerinde (75/55) 0,035 W/mK ısı iletim katsayısına sahip yalıtım malzemeleri kalınlıklarıdır. Farklı sıcaklıktaki ısıtma sistemleri ve farklı ısı iletim katsayılarındaki yalıtım malzemeleri için kalınlıklar aynı ısı kaybını sağlayacak şekilde yeniden hesaplanmalıdır. Diğer ısı iletim gruplarındaki, ısı iletim katsayısı hesap değeri 0,040 ve 0,045 W/mK olan ısı yalıtım malzemeleri uygulama kalınlıkları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. 1994 Isıtma Tesisatı Yönetmeliğine göre farklı çaplar için farklı ısı iletim gruplarındaki yalıtım malzemelerine göre uygulanması gereken en küçük yalıtım kalınlıkları.

DN	Dış Çap (mm)		En Küçük Yalıtım Kalınlıkları (mm)		
			Isı İletkenlik Grupları (W/mK)		
	Cu	Fe	0,035	0,04	0,045
10	12	17,2	20	30	40
	15		20	30	40
15	18	21,3	20	30	40
20	22	26,9	20	30	40
25	28	33,7	30	40	50
32	35	42,4	30	40	50
40	42	48,3	40	60	70
50	54	60,3	50	70	80
	64		70	90	110
65	76,1	76,1	70	90	110
80	88,9	88,9	80	100	130
100	108	114,3	100	130	160
> 100			100	130	160

Tesisat boruları montajı ve yalıtım uygulamalarına tasarım aşamasında önem verilmeli, yapılacak yalıtım ve ileride artırılacak yalıtım kalınlıklar da düşünülerek planlanmalıdır. Tesisat yalıtımı için belirli bir hacim, yeterli boşlukta alan gereklidir. Bu yüzden tesisat boruları döşenirken, borular arasında ve borular ile tavan ve duvar arasında; gerekli kalınlıkta ısı yalıtımı yapılacak mesafelerin bırakılması gerekmektedir. Uygulamalarda bu mesafelere dikkat edilmemekte, yeterli mesafeler bırakılmamaktadır. Bu da önerilen yalıtım kalınlıklarının uygulanamamasına neden olmaktadır. Tasarım aşamasında dikkat edilecek nokta bırakılacak mesafelerin tesbit edilirken min. ısı yalıtım kalınlığının tesisata kolaylıkla uygulanabilmesinin sağlanmasıdır.

Aşağıdaki şekilde, tesisat yalıtımında kullanılacak ısı iletim katsayısı 0,035 ve 0,040 W/mK değerlerine sahip farklı malzemelerin uygulamasında tavsiye edilen min. mesafeler verilmiştir.



Isı İletkenlik Grubu	Mesafeler (mm)	Anma Çapları, DN (a)		
		10 - 32	40 - 50	65 - 100
0,035 W/mK	Tesisat (c)	80	120	220
	Duvar ve Tavan (b)	50	70	120
0,040 W/mK	Tesisat (c)	100	160	280
	Duvar ve Tavan (b)	60	90	150

Şekil 1. Tesisat yalıtım uygulamalarında tavsiye edilen min. mesafeler

3. PREFABRİK BORU ISI YALITIM MALZEMELERİ

Ülkemiz tesisat yalıtımında polietilen, kauçuk ve camyünü esaslı olmak üzere üç türlü prefabrik boru ısı yalıtım malzemesi kullanılmaktadır. Bu malzemelere ait teknik özellikler aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 2. Prefabrik boru ısı yalıtım malzemeleri ve özellikleri

Malzeme Cinsi	Isı iletim Katsayısı (W/mK)	Kullanım Sıcaklığı (°C)	Buhar Difüzyon Direnç Faktörü	Yangın Sınıfı
Polietilen	0,04 (40°C)	- 45 / +105	16000	B1-B2, yanar
Kauçuk	0,038 (20°C)	- 60 / +105	10000	B1, yanar
Mineral Yün	0,031 (20°C)	- 50 / +250	1	A, yanmaz
	0,033 (40°C)			

Tesisatların ısı yalıtımlarında kullanılan prefabrik boru yalıtım malzemelerinin ısı yalıtım etkinliğini değerlendirmeye yönelik yapılan bir araştırma çalışmasında; sıcaklığı 16°C olan bir ortamda bulunan 42 mm çapındaki ve yaklaşık 100°C'de akışkan taşıyan boru hattı, yalıtım kalınlıkları sırasıyla 20, 19 ve 20 mm olan mineral yün, kauçuk ve polietilen esaslı prefabrik boru ısı yalıtım malzemeleri ile yalıtılmıştır.

Termal Kamera kullanılarak yapılacak yüzey sıcaklık ölçümlerinde, kullanılan ısı yalıtım malzemelerinin yüzey yama oranlarını eşit kılmak ve yüzeylerin yansıtmasını en aza indirmek için malzeme yüzeyleri siyah mat boya ile boyanmıştır.

Aynı şartlar altında yapılan ölçümler sonrası, aşağıdaki termal resimler incelendiğinde;bu üç malzeme ısı yalıtım performansı açısından kendi aralarında dış yüzey sıcaklıklarına göre yüksekte düşüğe polietilen, kauçuk ve mineral yün esaslı prefabrik boru ısı yalıtım malzemeleri şeklinde sıralanmaktadır. Şekillerin sağdaki termal resimleri, prefabrik boru ısı yalıtım malzemesi kesitlerinde sıcaklık dağılımının ne şekilde olduğunu göstermektedir.

Şekil 2. Mineral yün esaslı ısı yalıtım malzemesine ait termal resimler

Şekil 3. Polietilen esaslı ısı yalıtım malzemesine ait termal resimler

Şekil 4. Kauçuk esaslı ısı yalıtım malzemesine ait termal resimler

Özellikle dikkat edilmesi gereken bir diğer nokta da; kauçuk ve polietilen esaslı fleks ısı yalıtım malzemelerinin esnek olmaları ve birleşim yerlerinde bant çekilerek tamamlanan uygulamalarında, sıkıştırılmalarının bu bölgelerde ısıtma döneminde ısı kayıplarına ve soğutma döneminde de ısı kazançlarına neden olarak enerji tüketimini artırmasıdır.

Şekil 5. Flex ısı yalıtım malzemeleri ile yalıtılmış tesisatta ısıtma döneminde tespit edilen ısı kayıp bölgeleri

Binalarda yapılan Termal Kamera çalışmalarında; ısıtma ve sıcak su tesisatlarının yalıtılmaması sonucu tesisatların kat ve duvar aralarından geçtiği ve yapı elemanları ile temasta olduğu kısımlarda ısı köprülerine neden olduğu saptanmıştır.

Duvar ve kat arası geçişlerinde tesisatların yalıtılması, iletimle ısı kayıplarının ve dolayısıyla yakıt tüketiminin artmasına neden olan ısı köprülerini engelleyecektir. Yalıtım malzemesi seçiminde malzemenin özelliklerine iyi dikkat edilmesi, uygulamada ısı yalıtımının yanında ses, titreşim ve yangın yalıtımını da birlikte getirecektir. Ses yalıtım özelliğine de sahip olan ısı yalıtım malzemelerinin kullanılması, tesisatın taşıdığı ses ve titreşimlerin yapı elemanına iletilmeden yutulmasında sağlayacaktır. Seçilecek yalıtım malzemesi yangın güvenliği yönünden de değerlendirilmeli, A sınıfı yanmaz malzemelerin kullanılması tercih edilmelidir. Böylelikle hem malzeme korunacak, hem de yangının yayılımı engellenecektir.

Şekil 6. Yalıtımsız tesisatın yapı elemanları ile temasından kaynaklanan ısı köprüleri

CAMYÜNÜ

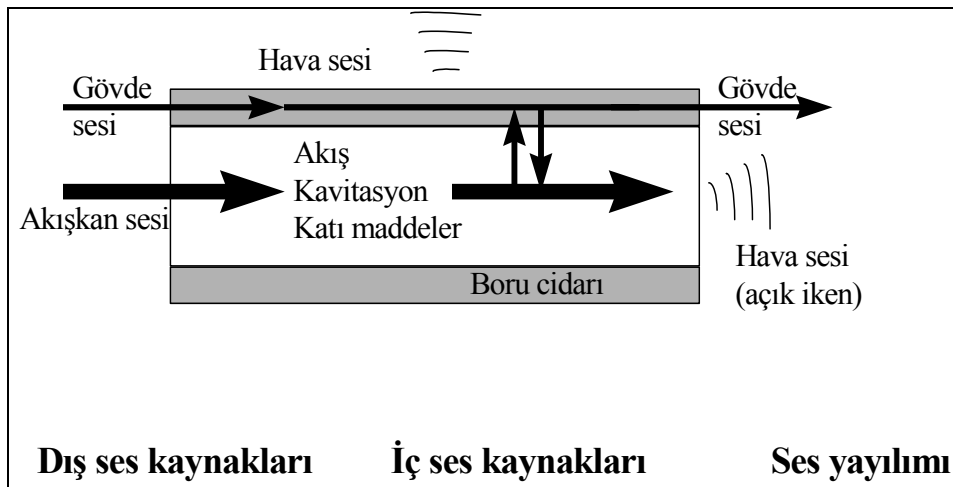
CAMYÜNÜ

Şekil 7. Duvar ve kat arası geçişlerinde tesisat yalıtımı (ısı, ses, yangın, titreşim yalıtımı)

4. GÜRÜLTÜ YALITIMI

İnsanların bulunduğu binalarda dışarıdan gelen gürültülerin bina içine girmemesi için önlemler alınması ne kadar önemli ise, bina içinde oluşacak gürültülere karşı önlemler almak da en az o kadar önemlidir. Yapı tesisatlarında çoğu hallerde küçümsenmeyecek ses kaynakları ile karşılaşmaktadır. DIN 4109 Bölüm 4.1 ve Bölüm 4.2'de "Tesisat ve İşletmesinde Gürültü Korunumu" başlığında gürültüye karşı önlemler kuralları ile tanımlanmıştır. Ses oluşumuna ve malzemelerden yayılan sese karşı alınan tedbirlerin yanında herşeyden önce tesisatta bizzat uygun yalıtım tedbirlerinin alınması gereklidir. Çoğu halde soğuğa ve sıcağa karşı planlanan yalıtımla ses tekniği açısından yapılan iyileştirme birbiri ile bağlantılıdır.

Gürültüler tesisat üzerindeki çapraz boru geçişleri, bitişik tesisatlar ve temas ettiği yapı bölümleri vasıtasıyla yapıya iletilebilir. (ses köprüleri) Bina tesisatından kaynaklanan gürültüler, eğer planlanan ses azaltımı amacıyla, teknik tedbirler alınmadığı takdirde komşu hacimlerde şiddetli seslere neden olacaktır. Bu tip tesisata; sıhhi, pis su, havalandırma ve klima, ısıtma tesisatları örnek olarak verilebilir. Su tesisatları armatür veya tesisatdan iletilen ses tavan ve duvarlar vasıtasıyla çok uzak bina hacimlerinde iletilebilir.

**Şekil 8.** Tesisatta ses kaynakları ve iletim yolları

Hava sesinin yayılmaması için ya ağır malzeme kullanılmalı veya kaliteli ses yutucu malzeme kaplanmalıdır. Ağır malzeme kullanımından gittikçe uzaklaşan günümüzde hafif ses yutucu malzeme kullanılması kaçınılmaz olmaktadır.

Kitle tesirli sesin iletilmesini önlemek için de katı malzemenin katı malzeme ile direkt temas etmemesi için araya ses yutucu nitelikte fakat belirli basınca dayanımlı esnek bir malzeme (mineral yünler-camyünü, taşıyünü) konulmalıdır. Mesela tesisatın döşemeyi veya duvarı delip geçtiği yerdeki boşluklar montajdan sonra betonlanarak kapatılmakta, böylece gürültünün olduğu katı malzeme olan boru, yine katı malzeme olan betonla temas ettirilmiş olmaktadır. Geçişlerde bu teması önlemek için tesisatın döşeme veya duvar kalınlığı kadar olan kısmına dinamik sertliği düşük ses yutucu prefabrik boru yalıtım malzemesi ile yalıtılabildiği gibi, yangın güvenliği de gözönünde tutulduğunda taşıyünü ile de yalıtım mümkündür. Böylece kitle sesi iletimi önlenmiş olacaktır. (Şekil-9) Pis su tesisatlarının aşırı derecede yüklenmesi ile bölme duvar ve tavan boru geçişlerinden kaynaklanan seslerde bunlara dahildir. Kanal içinden geçen pis su tesisatının neden olduğu ses yayılımı kanal içlerinden ses yutucu iç kaplamalar vasıtasıyla emilmelidir. (Şekil-10)

Şekil 9. Pis su borularının döşeme geçişlerinde ses ve titreşim yalıtımı DN 100 çapında, 2 l/s debili bir atık su borusu (Boru kelepçesi lastikten) Ölçümler tesisat duvarının arkasında yapılmıştır.

Şekil 10. Açıkta geçen yalıtımsız pis su boruları ile içten yalıtılmış kanal içinden geçen pis su borularındaki gürültü seviyeleri DN 100 çapında, 2 l/s debili bir atık su borusu (Boru kelepçesi lastikten) Ölçümler tesisat duvarının arkasında yapılmıştır.

Şekil 11. Çeşitli konstrüksiyonlar için frekanslara bağlı hesaplanmış yalıtım değerleri

5. YANGIN GÜVENLİĞİ

Günümüzün çağdaş yangın mücadelesi doğrudan yangın güvenlik önlemlerine bağlıdır. Yanıcılık kullanılan malzemelerin niteliği ile de ilgilidir. Bu sebeple malzeme seçiminde bizlere önemli görevler düşmektedir. Organik esaslı yangın dayanımları olmayan DIN 4102 'ye göre B sınıfı yanar ısı yalıtım malzemelerinin kullanımı yangın oluşumu için bir risk oluşturduğu gibi, yangında çıkarabilecekleri yoğun duman ile can güvenliği için tehlike de oluşturmaktadır. Ülkemizde, bu alandaki standart ve yönetmelikler yetersizdir. Bu nedenle ısı yalıtım malzemesi de dahil tüm yapı malzemelerinin seçiminde **yanmaz** olmasına dikkat etmek gerekir.

Tesisat yalıtımında yangın güvenliği açısından en önemli noktalardan biri de, hem tesisatın yangın etkilerinden korunmasının hem de bir yangın esnasında mümkün olduğunca küçük bir hacme hapsedildilen alev ve dumanın yayılmasının durdurulduğuna garanti verilmesinin sağlanmasıdır. İstenen yangın dayanım sınıfları ise artırılan yalıtım kalınlıkları ile sağlanacaktır.



Şekil 12. Yanar ve yanmaz boruların yangına karşı taşıyünü ile yalıtılması

Yapılan inşaatlarda bu yüzden yangına direnç gösteren, ara bölme vazifesi gören yapı malzemelerinde, yangın duvarlarında açıklıklara asla müsaade edilemez. Yangın korunma tekniği açısından en ideal yapı elemanı her türlü açıklıkları ya da tesisat geçişleri adedi az olandır.

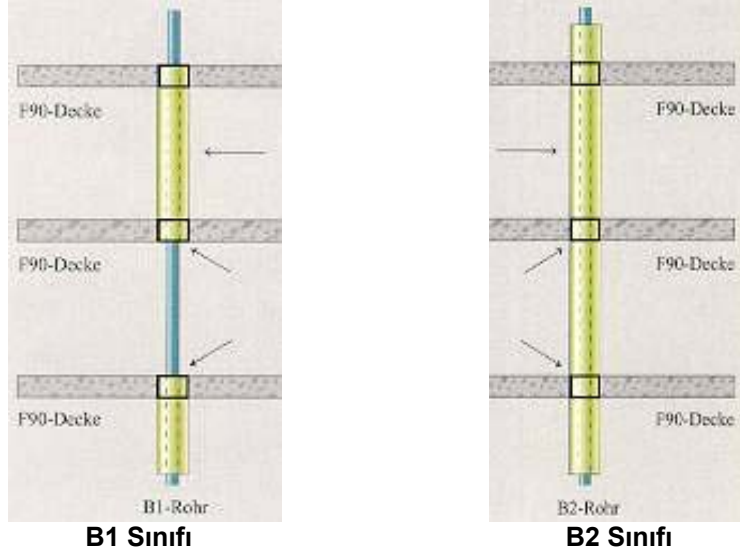
Tablo 3. Tesisatta alınan yangın taşıma önlemlerinin yangın dayanım sınıfları

Yangın Dayanım Sınıfı	Yangın Dayanım Süresi
R 30	> 30
R 60	> 60
R 90	> 90
R 120	> 120

Boru geçişlerinde borular malzeme cinsine göre yanar borular ve yanmaz borular olmak üzere iki grupta toplanabilir. Yalıtım uygulamaları ve alınacak önlemler ise; tesisat malzemesinin yanıcılık özelliğine, tesisatın geçtiği yatay veya düşey yapı elemanının kalınlığına ve yapısına bağlı olarak da farklılık göstermektedir. Seçilecek yalıtım malzemeleri yüksek sıcaklığı dayanıklı ve yangın sınıfı DIN 4102'ye göre yanmaz A sınıfı malzemelerden olmalıdır. Yanmaz A sınıfı yalıtım malzemeleri ise mineral yünler grubu olup; 250°C'ye kadar sıcaklıkların yalıtımında kullanılabilen Camyünü ve 1000°C'ye kadar sıcaklıkların yalıtımında kullanılabilen Taşyünü'dür.

Tablo 4. Yangın dayanım sınıflarına göre yalıtım kalınlıkları

Yangın Dayanım Sınıfı	Yangın Dayanım Süresi	Yalıtım Kalınlıkları, mm
F 30-A	> 30	> 60
F 60-A	> 60	> 90
F 90-A	> 90	> 120

**Şekil 13.** B1 ve B2 Sınıfı yanar boruların F90 dayanım sınıfı kataraları geçişlerindeki taşıyıcı ile yangın yalıtım uygulamaları

1. Betonarme tavan veya F90 yangın dayanımlı konstrüksiyon
2. Yangının etkilerinden korunacak tesisat
3. Taşyünü ısı yalıtım malzemesi
4. Yalıtım uygulamasında kullanılan bağlantı elemanları
5. Taşyünü ısı yalıtım malzemesi

Şekil 14. Tavana tespit edilmiş tesisatın yangından korunmasına yönelik yapılan yangın yalıtımı

Bir yapı elemanından geçen tesisatlarda alevin yayılmasına karşı alınan tedbirler; tesisat yalıtım ve kaplamasının yangın direnç sınıfında belirtilen kurallara uygun olarak seçilmesi ile başlar. Boru geçişlerinde alınan yangın yalıtım tedbirleri aynı yapı elemanlarında alınan tedbirlerle aynıdır. Bu kaplama ya da yalıtım uygulamaları, uygulandığı yapı elemanlarında yangın direnci açısından bir zayıflamaya neden olmaz. Bu yalıtım ve kaplamaları duvar geçişlerinde ısı genleşme ya da boruların mekanik hareketlerine karşı dayanımlı olmalıdır.

6. SONUÇLAR

Isıtma tesisatı ısı yalıtımları enerji tasarrufu ve emisyonların azaltılması yönlerinden önemliken; ülkemizde yalıtıma önem verilmemekte birlikte, uygulamalarda da maalesef yapılan yanlışlar yalıtımın etkinliğini azaltmaktadır. Yalıtım uygulamalarında dikkat edilmesi gereken noktaları aşağıdaki şekilde sıralıyabiliriz.

- Kullanım yerlerine uygun doğru kalınlıkta, doğru malzeme seçilmeli, seçilen malzemeler doğru şekilde uygulanmalıdır.
- Hem ısıtma hem de soğutma dönemlerinde aynı hatların kullanıldığı (oteller gibi) tesisatlarda ısı yalıtım kalınlığı; sadece yüzeyde yoğunlaşmayı (terleme) önleyecek min. kalınlık olarak saptanmamalı, ısı kaybı ve kazançlarını min. seviyede tutacak, çağdaş enerji tasarrufu anlayışı ile uyumlu kalınlıklar olarak belirlenmelidir.
- Maalesef ülkemizde tesisat yalıtımında halen eski alışkanlıkların sürdüğü gözlenmektedir. Çatı yalıtımı için üretilen camyünü şiltelerin tesisatlarda ki alçı kışır uygulamalarında yaygın olarak kullanılması; hem uygulama hem bakım-onarım çalışmalarını zorlaştırmakta, hem de uygulama esnasında yalıtım malzemesinin sıkıştırılması suretiyle kalınlığı korunamamakta ve yapılan yalıtım ile hedeflenen enerji tasarrufu sağlanamamaktadır.
- Tesisatlar döşenmeden önce tasarım aşamasında, yalıtım için tesisat aralarında yeterli mesafeler bırakılmalıdır. Tesisatlarda boru yalıtımları yanında vana ve flanşların da yalıtımı unutulmamalıdır.
- Özellikle fleks (polietilen, kauçuk esaslı) yalıtım malzemeleri uygulamalarında, eklem yerleri birleştirilirken malzemelerin sıkılarak yalıtım kalınlıklarının incilmesi önlenmelidir. Aksi halde oluşacak ısı köprüleri ısı kayıplarını artıracaktır.

Yalıtım uygulamalarında seçilecek ısı yalıtım malzemelerinin ses yalıtımı ve yangın güvenliği açısından da istenilen şartları sağlamasına dikkat edilmeli, özellikle yangın güvenliği gözönünde tutularak A sınıfı yanmaz malzemelerin kullanımı tercih edilmelidir. Yalıtım malzemeleri içinde hem ısı hem ses hem de yangın yalıtımı sağlayan tek ürün mineral yünlerdir (camyünü, taşyünü). Dolayısıyla hem enerji tasarrufu sağlanması, hem gürültüden korunulması, hem de yangın güvenliği sağlanması açısından yalıtımın önemi daha da artmaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] GRE, Energieeinsparnung im Gebaudebestand
- [2] G+H ISOVER, Betriebstechnische Anlagen-Dammstoffanwendungen im Industriellen Bereich
- [3] G+H ISOVER, Heizungsanlagen-Dammstoffanwendungen im Haustechnischen Bereich
- [4] G+H ISOVER, Schallschutz 2-Kompndium zur schalltechnischen Planung ei Gebauden und technischen Anlagen in Industrie und Gewebe
- [5] ISOLIER TECHNIK, Heft 1/96, Warmedammung von Rohren nach der neuen Heizungsanlagen-Verordnung
- [6] ISOLIER TECHNIK, Heft 2/96, Abschottung von nichtbrennbaren Rohrleitungen
- [7] ISOLIER TECHNIK, Heft 1/97, Die Richtigen Isolierdicken bei Kalteisolierungen
- [8] ROCKWOOL, Technische Informationen-Heizungsanlagen Verordnung (HeizAnIV vom 22.Marz 1994)
- [9] ISOLIER TECHNIK, Heft 2/96, Abwasserleitungen
- [10] BİNYILDIZ, ECVET, 1. Sıhhi Tesisat Teknolojisi Sanitary-Plumbing Konferansı, Pis Su Tesisatında Gürültü Yalıtımı
- [11] ROCKWOOL Teknik Katalogları
- [12] G+H ISOVER Teknik Katalogları

ÖZGEÇMİŞ

14.01.1972 'de İstanbul 'da doğdu. Merkez Eczacıbaşı İlkokulunu, Özel Doğuş Lisesini ve 1993 yılında İ.T.Ü. Makina Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümünü bitirdi. 1995 yılında İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Mühendisliği Bölümü Enerji Programında yüksek lisans eğitimini tamamlayarak, aynı programda doktora eğitimine başladı. Halen doktora eğitimine devam ederken, İzocam A.Ş. 'de Isı Geçişi ve Ekonomisi, Enerji Tasarrufu üzerine çalışmalarını sürdürmektedir.