

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

**TESİSAT TEKNOLOJİSİ VE
İKLİMLENDİRME**

HAVA KANALI YALITIMI

ANKARA 2014

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul / kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- PARA İLE SATILMAZ.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	iv
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1. HAVA KANALLARININ BUHAR DİFÜZYONU YALITIMI.....	3
1.1. Yalıtım	3
1.1.1. Yalıtım Malzemelerinde Aranması Gereken Temel Özellikler	3
1.1.2. Yalıtım Malzemeleri.....	8
1.2. Buhar Difüzyonu.....	14
1.2.1. Buhar Geçiş (Difüzyon).....	14
1.2.2. Buhar Difüzyonu Konusundaki Gerekli Kavramlar	14
1.2.3. Su Buharı Difüzyon Direnç Kat Sayısı.....	15
1.2.4. Terleme (Yoğuşma).....	16
1.3. Buhar Difüzyonuna Karşı Yalıtım	19
1.3.1. Elastomerik Kauçuk Köpüğün Montajı	19
1.3.2. Elastomerik Kauçuk Köpüğü Montajını Yaparken Dikkat Edilecek Hususlar....	21
1.3.3. Elastomerik Kauçuk Köpüğü Montajında Kullanılan Takımlar ve Aksesuarlar ..	22
1.3.4. Resimlerle Buhar Difüzyonuna Karşı Elastomerik Kauçuk Köpüğü ile Yalıtım Yapmak.....	23
UYGULAMA FAALİYETLERİ.....	27
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	32
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	34
2. HAVA KANALLARININ ISI İLETİMİNE KARŞI YALITIMI.....	34
2.1. Isı Yalıtımı	34
2.3. Klima Levhası.....	35
2.3.1. Klima Levhasının Teknik Özellikleri	36
2.4. Klima Şiltesi ve Klima Levhası Montajında Kullanılan Takım ve Malzemeler	37
2.5. Isı Kaybına Karşı Yalıtım Uygulamaları	38
2.5.1. Klima Şiltesi ile Yalıtım	38
2.5.2. Klima Levhası ile Yalıtım	40
UYGULAMA FAALİYETLERİ.....	42
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	50
ÖĞRENME FAALİYETİ-3	52
3. HAVA KANALLARININ SES İLETİMİNE KARŞI YALITIMINI YAPMAK	52
3.1. Ses.....	52
3.2. Hava Kanallarında Ses Yalıtımı.....	53
3.3. Hava Kanalları Ses Yalıtım Malzemeleri	54
3.3.1. Polietilen Köpük İzole Levhalar	54
3.3.2. Polietilen İzole Levhalar.....	54
3.3.3. Siyah Cam Tülü Kaplı Klima Levhaları.....	55
3.4. Ses Yalıtım Malzemelerinin Montajında Kullanılan Takım ve Malzemeler	55
3.5. Ses İletimine Karşı Yalıtım Uygulamaları.....	57
3.5.1. Polietilen Köpük İzole Levhaları ile Ses Yalıtımı	57
3.5.2. Klima Levhası ile Ses Yalıtımı	58
UYGULAMA FAALİYETLERİ.....	59
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	65
ÖĞRENME FAALİYETİ-4	67

4. HAVA KANALLARININ YANGINA KARŞI YALITIMI	67
4.1. Yangın.....	67
4.2. Yangına Karşı Kullanılan Yalıtım Malzemeleri	69
4.2.1. Taş Yünü.....	69
4.2.2. Alçı Esaslı Plakalar.....	70
4.3. Yangına Karşı Yalıtım Uygulaması	71
UYGULAMA FAALİYETLERİ	72
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	75
MODÜL DEĞERLENDİRME	77
CEVAP ANAHTARLARI	81
KAYNAKÇA	83

AÇIKLAMALAR

ALAN	Tesisat Teknolojisi ve İklimlendirme
DAL	Merkezi İklimlendirme ve Havalandırma
MODÜL	Hava Kanallarının Yalıtımı
MODÜLÜN TANIMI	Hava kanallarının yalıtım yöntemleri ile yalıtım işlemlerinin kazandırıldığı bir öğrenme materyalidir.
SÜRE	40 / 32
ÖN KOŞUL	Havalandırma Kanalları Montajı modülünü almış olmak
YETERLİLİK	Hava kanallarının yalıtımını yapmak
MODÜLÜN GENEL AMACI	Bu modül ile uygun ortam sağlandığında tekniğine uygun olarak hava kanallarının yalıtımını yapabileceksiniz.
AMAÇLAR	1. Kanalların buhar difüzyonuna karşı yalıtımını yapabileceksiniz. 2. Kanalları ısıya karşı yalıtılabileceksiniz. 3. Kanalları sese karşı yalıtılabileceksiniz. 4. Kanalları yangına karşı yalıtılabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Atölye ve sınıf ortamı ile uygulama yapılan alanlar. Donanım: Çalışma masası, mengene, şerit metre, testere, bilgisayar, kırmızı kalem, yalıtım malzemeleri, çeşitli ebatlarda havalandırma kanalları.
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen, modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.



GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Dünyadaki insan nüfusunun çoğalmasıyla beraber, tüketim de aynı oranda hızla artmaktadır. Tüketime paralel olarak enerji ihtiyacının artmasıyla birlikte kentsel hava kirliliği de artmakta, doğal enerji kaynakları azalmakta ve enerji giderek pahalı hale gelmektedir.

Son senelerde ülkemizde büyük alışveriş merkezleri, ofisler, genel müdürlük yapıları gibi prestijli ve çok amaçlı kullanılan binalar, en son inşaat teknolojileri ile inşa edilmektedir. Çalışan insanların konforlarının temini ve üretkenliklerinin artırılması için bu tip yapılarda klima ve havalandırma yapılması mecburiyeti ortaya çıkmaktadır. Şüphesiz ki herhangi bir ısıtma ve soğutma sistemi kullanılarak her tipteki binayı iklimize etmek mümkündür. İnsanların yaşadıkları hacimlerin ısıtılmasının, havalandırılmasının veya iklimlendirilmesinin amacı onların daha rahat ortamlarda yaşamalarını sağlamaktır.

Bir binanın ısıtılması veya soğutulması için harcanan enerjinin azaltılmasında, mekanik tesisat yalıtımının önemi göz ardı edilemeyecek kadar büyüktür. Özellikle binaların ısıtma ve soğutma tesisatlarının mahallerden geçen bölümleri ile bu bölümlerdeki vana ve armatürler yalıtıldıkları takdirde kazanılan enerji tasarrufu çok önemli mertebelerdedir. Bu yüzden mekanik tesisatı oluşturan boruların, tankların, depoların, klima kanallarının, vanaların ve armatürlerin içinden geçen akışkanın, sıcak veya soğuk oluşuna göre uygun özelliklere sahip ve uygun kalınlıktaki yalıtım malzemeleri ile yalıtılmaları gerekmektedir.

Kullanılan yalıtım malzemelerinin özelliklerine ve kanalın yapılacağı ortama göre malzemeyi seçerek uygulama yapabilirsiniz. Bu modülü başarı ile tamamladığınızda yalıtım konusunda önemli derecede bilgi ve beceriye sahip olarak havalandırma sistemlerinin verimli çalışmasına ve enerji kaynaklarının sağlıklı bir şekilde kullanılmasına büyük bir katkıda bulunacağınızı asla unutmayınız.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Bu faaliyeti başarı ile tamamladığınızda ve uygun ortam sağlandığında gerekli donanımı kullanarak standartlara ve tekniğine uygun olarak hava kanallarının buhar difüzyonuna göre yalıtımını yapabileceksiniz

ARAŞTIRMA

- Kullanılan malzemelerin ve aletlerin özelliklerini firma kataloglarında araştırınız.
- TS 12563, TS EN 378-2 havalandırma kanalları ve yalıtım malzemeleri standartlarını inceleyiniz.
- Mevcut yapılmış havalandırma kanallarının yalıtım uygulamalarını inceleyiniz.
- İnternete konuyla ilgili araştırma yapınız.

1. HAVA KANALLARININ BUHAR DİFÜZYONU YALITIMI

1.1. Yalıtım

Isı yalıtımı, genel olarak enerji kazanımı amacıyla sıcaklık farkından dolayı oluşabilecek ısı kayıp ve kazançlarını önlemek için alınması gereken bir önlemdir. Isı yalıtımı; yapılarda, tesisatta ve endüstriyel uygulamalarda yapılmaktadır.

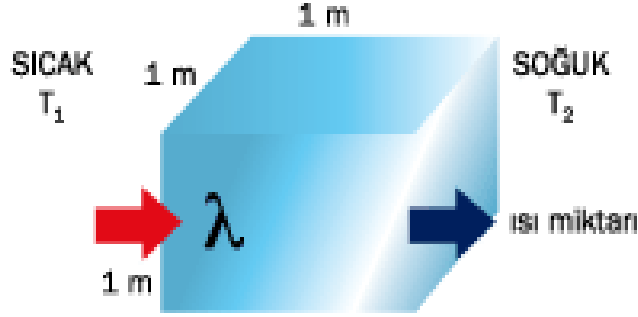
1.1.1. Yalıtım Malzemelerinde Aranması Gereken Temel Özellikler

Yalıtım malzemelerinin seçiminde göz önüne alınması gereken başlıca özellikler şunlardır:

- Isı iletim kat sayısı (W/mK)
- Yoğunluk (kg/m³)
- Yangın sınıfı (DIN 4102, BS476)
- Sıcaklık dayanımı (°C)
- Mekanik dayanım (kPa)
- Buhar difüzyon direnci
- Su emme
- Boyutsal kararlılık 100

- Yandığı zaman çıkardığı duman ve gaz
- Çevre dostu olması
- Hijyenik olması, bakteri oluşumuna izin vermemesi
- Ekonomik olması

1.1.1.1. Isı İletim Kat Sayısı

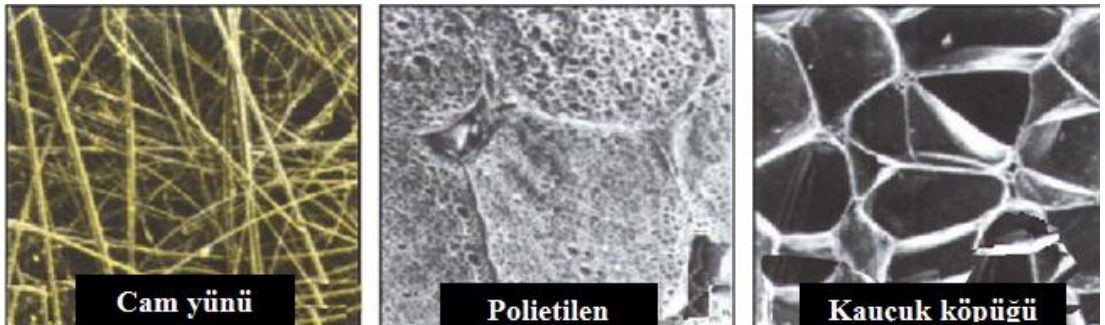


Şekil 1.1: Isı iletimi

Isı iletim kat sayısı; bir malzemenin birbirine paralel iki yüzeyinin sıcaklıkları arasındaki fark 1 °C olduğunda, yüzeyin birim alanından (1 m²) ve bu alana dik yöndeki birim kalınlıktan (1 m) bir saatte geçen ısı miktarıdır. Malzemenin yalıtım kabiliyetini ortaya koyan bir değerdir. Bunun olabildiğince sıfıra yakın olması arzu edilir. t=40 °C için $\lambda=0,065$ W/mK değerinin altında ısı iletkenlik kat sayısına sahip malzemeler yalıtım malzemesi olarak sınırlandırılmaktadır. Bu özellik malzemenin ısı yalıtım özelliğini belirler. Isı iletim kat sayısı yükseldikçe malzemenin ısı yalıtım özelliği azalır (kötüleşir).

1.1.1.2. Yoğunluk

Malzemenin birim hacminin (1 m³) kütlesine yoğunluk adı verilir. Isı yalıtım malzemelerinde yoğunluk, ısı iletim kat sayısını pek etkilememekle birlikte, malzemenin stabilizesi ve mekanik dayanımı yoğunlukla direkt ilgilidir. İdeal olan, boyutsal kararlılık ve mekanik dayanım açısından en uygun yoğunlukların kullanılmasıdır. Dolayısıyla malzeme seçimi yapılırken konuda uzman kişilere danışılmalıdır.



Resim1.1: Yalıtım malzemelerinin yoğunluğu

1.1.1.3. Yangın Sınıfı



Resim1.2: Yangın izolasyon testi

Yapı ve yalıtım malzemelerinin yangın sırasındaki davranışlarını ölçmek için çeşitli deney metotları geliştirilmiştir. Bu deneylere tabi tutulan malzemenin davranışı ölçülür ve sınıflandırılır. Bu deneylerin ve sınıflandırmaların tarif edildiği standartlar bulunmaktadır.

1.1.1.4. Sıcaklık Dayanımı



Resim1.3: Sıcaklık dayanımı

Her ısı yalıtım malzemesinin, ısıya maruz kaldığında özelliklerini kaybetmeye başlayıp deforme olmaya başladığı bir sıcaklık noktası bulunur. Bu nedenle malzemenin uygulandığı yerde maruz kalacağı sıcaklık önceden belirlenmeli ve bu sıcaklığa uygun malzeme seçilmelidir.

1.1.1.5. Mekanik Dayanım



Resim1.4: Buhar difüzyon yoğunluğu

Ürün, gerek uygulama sırasında gerekse uygulama sonrasında belirli bir esnekliğe ve aynı zamanda mekanik dirence sahip olmalı, kırılmamalı, yırtılmamalı ve noktasal darbelerde kolay hasar görmemelidir.

1.1.1.6. Buhar Difüzyon Direnci

Bir malzemenin, bünyesinden buhar geçişine gösterdiği direnç, o malzemenin buhar difüzyon direncidir. Buhar difüzyon direnci yükseldikçe malzemenin içinden geçebilecek buhar miktarı azalır. Isı yalıtım malzemelerinde, buhar difüzyon direncinin yüksek olması istenir.

1.1.1.7. Su Emme Oranı



Resim1.5: Su emme

Isı yalıtım malzemelerinin en temel özelliği ısı iletim kat sayılarının düşük olmasıdır. Malzemeler bu özelliği, kendi bünyesinde bulunan durgun hava ve gaz içeren kılcal aralıklar veya gözenekler sayesinde kazanır. Isı yalıtım malzemeleri su ile temas ettiklerinde bünyelerine bir miktar su emebilir. Bunun sonucunda malzemelerin ısı iletim kat sayıları düşer, yani ısı yalıtım özellikleri bozulur. Su emme miktarları çeşitli testler uygulanarak belirlenir. Isı yalıtım malzemelerinde su emme oranlarının sıfır veya sıfıra yakın olması istenir.

1.1.1.8. Boyutsal Kararlılık

Isı yalıtım malzemelerinin boyutsal kararlılıkları olmalıdır. Yani malzeme uygulandığı andaki boyutlarını zaman içerisinde veya termal ve mekanik etkilerle kaybetmemelidir. Başka bir ifadeyle malzemelerin sıcaklık veya basınçla şekil değiştirme oranları çok az olmalıdır.

1.1.1.9. Yandığı Zaman Çıkardığı Duman ve Gaz



Resim1.6: Yanma sonucu açığa çıkan gazlar

Yalıtım malzemelerinin yangın sırasında yaydığı duman ve gaz miktarı da çok önemlidir. Yapılan araştırmalarda yangın sırasındaki ölümlerin büyük bir bölümü, çıkan yoğun ve koyu duman nedeniyle çıkışların bulunamaması veya zehirli gazlardan zehirlenilmesi gibi etkenlerle gerçekleşmektedir. Dolayısıyla yalıtım malzemesinin en az alev taşımama özelliği kadar, zehirli gaz yaymaması ve koyu duman çıkarmaması da önem arz etmektedir.

1.1.1.10. Çevre Dostu Olması

Atık gazların atmosferimizi kirlettiği ve küresel ısınmanın ciddi tehdit oluşturmaya başladığı günümüzde, hepimiz çevreye karşı daha duyarlı olmak zorundayız. Yalıtım malzemesinin de gerek üretiminde çevre dostu bir teknoloji kullanılması, gerekse üretimden sonra çevre kirliliği yaratmayacak geri dönüşümü mümkün bir ham madde kullanılarak üretilmesi önemli bir tercih nedenidir.

1.1.1.11. Hijyenik Olması, Bakteri Oluşumuna İzin Vermemesi



Resim1.7: Bakteriler

Yalıtım malzemesinin hijyenik olması ve bakteri (küf, mantar vs.) oluşumuna izin vermemesi hava kalitesi ve insan sağlığı açısından son derece önemlidir. Bu konu ile ilgili olarak farklı kullanım amacına sahip çeşitli bina örnekleri üzerinde yapılan araştırmalarda, bu binaların % 40'ında uygun olmayan yalıtım malzemelerinde meydana gelen küf ve mantarların iç hava kalitesini olumsuz etkilediği tespit edilmiştir.

1.1.1.12. Ekonomik Olması

Yalıtım malzemesinin ömrü, en az uygulamanın yapılacağı kanal sisteminin ömrü kadar olmalıdır. Bakım gerektirmemeli, ilk yatırım maliyeti düşük, enerji tasarrufuna katkısı yüksek olmalıdır.

Malzemelerin özellikleri, yalıtım uygulaması yapılacak olan yapı veya tesisat tipine göre dikkatlice değerlendirilmelidir.

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

Soğuk hatlar: Akışkan sıcaklığı + 10 °C' den düşük hatlar

Ilık hatlar: Akışkan sıcaklığı +10 °C ile + 100°C arasındaki hatlar

Sıcak hatlar: Akışkan sıcaklığı +100 °C' den daha yüksek hatlar

Tesisat tipine göre kullanılan ısı yalıtım malzemeleri ise şunlardır:

- Soğutma ve fan-coil hatlarında, buhar difüzyonuna gösterdiği yüksek direnç nedeniyle elastomerik kauçuk köpüğü,
- Ilık hatlarda ise tüm yalıtım malzemeleri kullanılabilecek olmasına karşın genellikle polietilen, cam yünü ve kauçuk köpüğü kullanılmaktadır.
- Sıcak hatlarda, yüksek sıcaklık dayanımı nedeniyle 200°C' ye kadar cam yünü, 700°C' ye kadar taş yünü ve daha yüksek sıcaklıklarda seramik yünü seçime bağlı olmaksızın kullanılmak zorundadır.

1.1.2. Yalıtım Malzemeleri

Tesisatlarda ve endüstriyel uygulamalarda kullanılan yalıtım malzemeleri birbirlerinden çok farklı özellik göstermektedir. Tesisatta ve endüstriyel uygulamalarda kullanılan ısı yalıtım malzemelerini üç ana başlık altında toplamak mümkündür:

- Yumuşak köpükler (esnek malzemeler): elastomerik kauçuk köpüğü, polietilen köpük
- Mineral lifli malzemeler (cam yünü, taş yünü)
- Sert plastik köpükler [genleştirilmiş (expanded)polistiren (EPS), çekilmiş (extruded) polistiren (XPS)]

1.1.2.1. Cam Yünü

Silis kumunun yüksek sıcaklıklarda ergitilerek elyaf haline getirilmesi ile elde edilen bir ısı yalıtım malzemesidir. Şilte ve levha halinde kullanılabilir.



Resim1.8: Cam yünü

- Isı iletkenlik hesap değeri =0,04 W/mK
- Kullanım sıcaklığı: Maksimum 250 °C
- Yoğunluk: 14-100 kg/m³ arası yoğunluklarda üretilir.
- Yanma sınıfı: DIN 4102 'ye göre A sınıfı yanmaz
- Buhar difüzyon direnç kat sayısı =1
- Su emme: hacimce % 3-10
- Mekanik dayanım: 1,5-6.5 ton/m² basma dayanımı

1.1.2.2. Taş Yünü



Resim1.9 Taş yünü

Bazalt veya diabez taşının yüksek sıcaklıklarda ergitilerek elyaf haline getirilmesi ile elde edilen bir ısı yalıtım malzemesidir.

- Isı iletkenlik hesap değeri 0,04 W/mK
- Kullanım sıcaklığı: Maksimum 750 °C
- Yoğunluk: 30 - 200 kg/m³ arasında üretilir.
- Yanma Sınıfı: DIN4102 'e göre A sınıfı yanmaz
- Buhar difüzyon direnç kat sayısı =1
- Su emme: Hacimce % 2,5-10
- Mekanik dayanım: 1,5-6,5 ton/m² basma dayanımı

1.1.2.3. Çekilmiş (Ekstrude) Polistren Köpük (XPS)



Resim1.10: Ekstrude polistren köpük (XPS)

Çekilmiş (ekstrude) polistren köpük (XPS) levha, polistren ham maddesinin ekstrüzyonla levha halinde çekilmesiyle üretilen bir ısı yalıtım malzemesidir. Üretim tekniği dolayısıyla kapalı gözenekli ve bünyesine su almayan bir ısı yalıtım malzemesidir.

- Isı iletkenlik hesap değeri: Yüzeyi pürüzsüz iken 0,028 yüzeyi pürüzlü iken 0,031 W/mK

- Kullanım sıcaklığı: -50 ila +75/+80 °C
- Yanma sınıfı: B1 sınıfı zor alev alan
- Yoğunluk: ~ 25 - 45 kg/m³
- Buhar difüzyon direnç kat sayısı: 80 - 250
- Su emme: Hacimce %0 - 0.5 maksimum
- Mekanik dayanım: 100 - 500 kPa (10 - 50 ton/m²) maksimum basma dayanımı

1.1.2.4. Genleştirilmiş (Ekspande) Polistren Köpük (EPS)



Resim1.11: Ekspande polistren köpük (EPS)

Genleştirilmiş (ekspande) polistren köpük (EPS), polistren ham maddesinin genleştirilerek blok haline getirilmesi ve kesilmesi suretiyle levha haline getirilen bir ısı yalıtım malzemesidir. Ayrıca levha şeklinde kalıp içinde genleştirilerek de üretilebilir.

- Isı iletkenlik hesap değeri: Ortalama 0,04 W/mK
- Kullanım sıcaklığı: -180 / +75 'dir.
- Yanma sınıfı: DIN 4102'e göre B1 sınıfı zor alev alan, B2 sınıfı normal alev alan bir ısı yalıtım malzemesidir.
- Yoğunluk: 15 - 30 kg/m³ olmalıdır.
- Buhar difüzyon direnç kat sayısı: 20 - 80
- Su emme: Hacimce % 0-5 arası
- Mekanik dayanım: 50 - 150 kPa (5-15 ton/m²) maksimum basma dayanımı

1.1.2.5. Poliüretan



Resim1.12: Poliüretan

Poliüretan, iki ayrı kimyasal malzemenin bir araya getirilmesi ile üretilir. Levha ve sandviç panel şeklinde veya püskürtme yöntemiyle izolasyonda kullanılan bir ısı yalıtım malzemesidir.

- Isı iletkenlik hesap değeri 0,035 W/mK
- Kullanım sıcaklığı: -200 / +110 °C
- Yanma sınıfı: B1 - B2 - B3 sınıfı zor, normal ve kolay alev alan
- Yoğunluk: 30 - 40 kg/m³
- Buhar difüzyon direnç kat sayısı: 30-100
- Su emme: Hacimce %3-5 arası
- Mekanik dayanım: 100 - 400 kPa (10 - 40 ton/m²)

1.1.2.6. Elastomerik Kauçuk



Resim1.13: Elastomerik kauçuk

Alman teknolojisi ile özellikle iklimlendirme, ısıtma ve soğutma sistemlerinde kullanılmak üzere üretilen, elastomerik kauçuk esaslı, kapalı gözenekli düzgün hücre yapısına sahip boru ve levha şeklinde yalıtım malzemesidir.

- Isı iletkenlik hesap değeri: 0,036 W/mK
- Kullanım sıcaklığı: Maksimum -60/85 °C
- Yanma sınıfı: BS476 standardına göre Class0
- Buhar difüzyon direnç kat sayısı: 7000
- Su emme: ~ %0,9

1.1.2.7. Cam Köpüğü



Resim1.14: Cam köpüğü

Cam köpüğü, borlu silis camından üretilir. Cam pulverize edilir ve toz haline getirilir. Karbonla karıştırıldıktan sonra kalıplarda 1000 °C'ye kadar ısıtılır. Karbon, oksijen ile birleştirilir ve gaz kabarcıkları oluşur. Cam eriyiği böylece orijinal hacminin 20 misline kadar büyütülerek köpük haline dönüştürülmüş olur ve katı halde daha sıkı bir yapı elde etmek için soğutulabilir. Soğutma işleminden sonra bloklar, tabakalar ve levhalar halinde kesilir. Cam köpüğü ezilmeye karşı dayanıklı olan güçlü bir malzemedir. Su sızıntılarına ve korozyon etkilere karşı da dirençlidir. Bilhassa soğutucu imalatı sektöründe, boru hatlarının örtülmesinde ve soğuk tankların yalıtımı için uygun bir malzemedir.

- Isı iletkenlik hesap değeri 0,052 W/mK
- Kullanım sıcaklığı: -260 / +430°C
- Yoğunluk: 100-200 kg/m³
- Yanma sınıfı: BS476 standardına göre Class0.
- Buhar difüzyon direnç kat sayısı: 10000
- Su emme: Su emmez
- Mekanik dayanım: 430 - 8800 kPa (48 - 880 ton/m²) basma dayanımı

1.1.2.8. Fenolik Köpük



Resim1.14: Fenotik köpük

Fenolik köpük oldukça sert, basınç kalıplama termoset ürünlerdir. Sıcaklık dayanıklılığı, elektriksel yalıtma, boyut kararlılığı en belirgin özellikleridir. Sızdırmaz tip, çok parlak, döner kalıplama veya basınç kalıplama süreçlerine uygun bir malzemedir. Hassas yerlerde kullanılır. Basınca dayanımı az olmasına rağmen yüksek sıcaklıklara dayanıklıdır.

- Isı iletkenlik hesap değeri 0.04 W/mK
- Kullanım sıcaklığı : -180 / +120 °C arasındadır.
- Yoğunluk: 30-35 kg/m³
- Yanma sınıfı: BS476 / Class1
- Buhar difüzyon direnç kat sayısı: 10 - 50
- Su emme: N/A
- Mekanik dayanım: 100-150 kPa basma dayanımı

1.1.2.9. Polietilen Köpük



Resim1.15: Polietilen köpük

Polietilen esaslı malzemeler etilen ve propilenden hazırlanan polimerilerden imal edilen esnek ve yarı esnek, gözenekli, plastik esaslı malzemelerdir. Polietilen köpükten yapılan malzeme, kalıptan ekstruzyon yöntemiyle çekilerek boru ve levha halinde üretilmektedir.

- Isı iletkenlik hesap değerleri 0,04 W/mK
- Kullanım sıcaklıkları -50 / +105 °C
- Yoğunluk: 30 kg/m³
- Buhar difüzyon direnç kat sayısı: 0,5
- Yanma sınıfı: Yanabilir
- Su emme: N/A
- Mekanik dayanım: 91 ile 168 kN/m²

1.2. Buhar Difüzyonu

1.2.1. Buhar Geçişi (Difüzyon)

Bir yüzeyin iç ortam ile dış ortamı arasında, sıcaklık ve bağıl nemin farklı olmasından kaynaklanan farklı buhar basınçları oluşur. Bağıl nem miktarı yüksek hacimlerden alçak hacimlere doğru oluşan moleküllerin transferine **buhar difüzyonu** denir. Isıtma periyodu olan kış mevsimini dikkate aldığımızda, genellikle iç tarafta ısıdan dolayı yüksek buhar basıncı vardır ve iç ortamda gaz halinde bulunan su buharı, ısı akımı ile aynı yönde hareket ederek dış ortama ulaşmaya çalışır. Fakat havadaki su buharı bir yüzeyde (örneğin kanal yüzeyi) su haline dönüşürse sakıncalı durumlar ortaya çıkabilir. Su buharının gaz halinden sıvı hale dönmesi, kanalı oluşturan malzemelerin havadaki su buharı ve ısı geçişine gösterdikleri dirence ve malzeme sırasına bağlıdır. Su buharının sıvı hale dönüşmemesi için farklı yalıtım metotları incelenerek gerekli önlemlerin alınması sağlanmalıdır.

1.2.2. Buhar Difüzyonu Konusundaki Gerekli Kavramlar

1.2.2.1. Havadaki Su Buharı

Atmosferi oluşturan hava, değişik gazlar ve belirli bir oranda su buharı karışımından ibarettir. Havanın sıcaklığı arttıkça içerisinde gaz olarak muhafaza edebileceği su buharı miktarı da artar. Doymuşluk hali denilen miktara ulaşıldığında ise su buharı havada gözükür hale gelir ve temas ettiği yüzeyleri ıslatmaya başlar.

1.2.2.2. Bağıl Nem

Havanın doymuşluk haline kıyasla yüzde olarak taşıdığı su miktarı oranıdır. Bir başka deyişle bağıl nem, havanın içindeki su buharı ağırlığının aynı sıcaklıktaki havanın içerebileceği en fazla su buharı ağırlığına oranı olarak da ifade edilebilir. Bağıl nemi, havadaki kısmi su buharı basıncının aynı sıcaklıktaki doymuş su buharı basıncına oranı ile de ifade edilebiliriz. Bağıl nem ϕ harfiyle gösterilir ve birimsizdir.

$$\varphi = \frac{\text{Mevcut su buharı miktarı}}{\text{Doymuş haldeki su buharı miktarı}}$$

aynı zamanda

$$\varphi = \frac{\text{Mevcut kısmi su buharı basıncı}}{\text{Doymuş su buharı basıncı}}$$

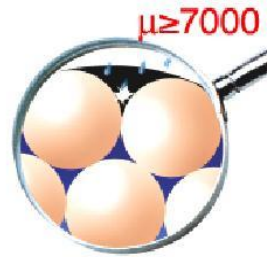
Bazı uygulamalarda bağıl nem, nispi (relatif) rutubet olarak adlandırılarak, yüzde (%) olarak da ifade edilir. Bağıl nem, terleme sıcaklığına etki eden en önemli faktördür.

1.2.2.3. Çiğ Noktası Sıcaklığı

Belirli şartlardaki havanın çiğ noktası sıcaklığını, aynı şartlarda bulunan ve aynı miktarda su buharı bulunduran doymuş havanın sıcaklığı olarak da adlandırabiliriz.

İçinde su buharı bulunan havanın temas ettiği yüzeyin sıcaklığı, çiğ noktası sıcaklığının altına düştüğü zaman yüzeyde su zerrecikleri birikmesi yani terleme başlar. Yüzey sıcaklığı, temas ettiği havanın %100 bağıl nem halindeki sıcaklığın altına düştüğü anda terleme görülür.

1.2.3. Su Buharı Difüzyon Direnç Kat Sayısı



Resim1.16: Su buhar direnç kat sayısı

Su buharı, sıcaklığa ve bağıl neme bağlı olarak, kısmi buhar basıncı yüksek olandan düşük olana doğru ilerler ve ilerlerken de bir direnç ile karşılaşır. Her malzeme, kalınlığına bağlı olarak buhar difüzyonuna karşı koyar. Bu direncin havanın su buharı difüzyon direncine oranı “su buharı difüzyon direnç kat sayısı”dır. Su buharının tamamen geçmesi halinde $\mu = 1$, hiç geçmemesi halinde $\mu = \infty$. (örn: alüminyum) ile ifade edilmektedir. $\mu = 10.000 - 100.000$ arasında olan malzemeler de “buhar kesici” olarak adlandırılır. Yalıtım malzemesi seçerken özellikle bu değeri göz önünde bulundurmak gerekir.

1.2.4. Terleme (Yoğuşma)

Bir yapı elemanın yüzeyinde havanın, su buharının yoğuşması sonucu su haline dönüşmesidir. Eğer, havanın temas ettiği yüzeyin sıcaklığı, içindeki su buharının çığ noktası sıcaklığının altına düşerse yüzeyde su zerrecikleri birikintisi oluşur. Örnek olarak; kış mevsiminde pencere camlarının iç yüzeylerinde terlemenin görülmesi gibi. Terlemenin önlenmesi için yapı elemanının ısı geçiş direncini artırmak gereklidir.

1.2.4.1. Yoğuşmanın Nedenleri ve Oluştığı Yerler

Soğuk hava kanalı hatlarında yalıtım malzemesi, bünyesine su alabilecek nitelikte ise ve buhar geçişine karşı bir önlem alınmamış veya sızdırmaz bir uygulama yapılamamışsa, lifli malzemeler gibi su buharı difüzyon direnç kat sayısı çok düşük olan [$\mu=1.1$ (su buharı difüzyonuna hiç karşı koyamayan)] yalıtım malzemelerinin kullanılması durumunda, yüzeyde yoğuşma olmamasına karşın yalıtım malzemesinin içine su buharı girer ve malzemenin içinde yoğuşarak su haline gelir.

1.2.4.2. Yoğuşmanın Sonuçları

Isı yalıtım malzemesinin içindeki su, tesisatta korozyona sebep olur. Korozyon sonucu çürümeler başlar. Yalıtım malzemesinin üzerindeki kaplama zarar görür. Bu da sistemin tahrip olmuş bu bölümlerini yenilemeyi gerektirir.



Resim1.17: Yoğuşma sonucu kanalın yalıtımının deformasyonu



Resim1.17: Yoğuşma sonucu kanalın yalıtımının deformasyonu

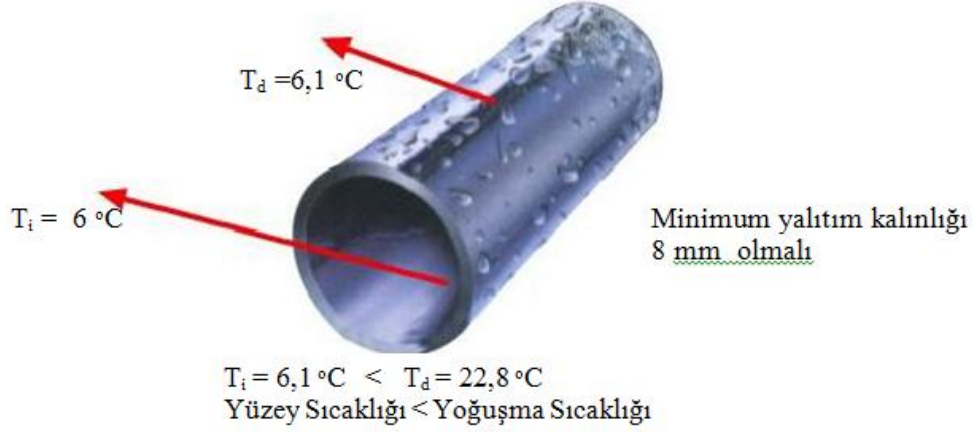
1.2.4.3. İç Yoğuşma

Yapı elemanının iç tarafında meydana gelen, ilk oluşumunda gözle fark edilmeyen su birikimidir. Su birikimi zamanla kuruyabilir veya yüzey üzerinde korozyona sebebiyet verebilir. Bu birikim, fiziksel olaylar (hava hareketi, sıcaklık farkı, mekanik temizlik vb.) sonucunda atılabilirse bir tehlike arz etmez.

Eğer bu uzaklaştırma gerçekleştirilemezse önlem alınmalıdır. Terlemenin önlenmiş olması iç yoğuşmayı önlemez. İç yoğuşma ayrıca kontrol edilmelidir.

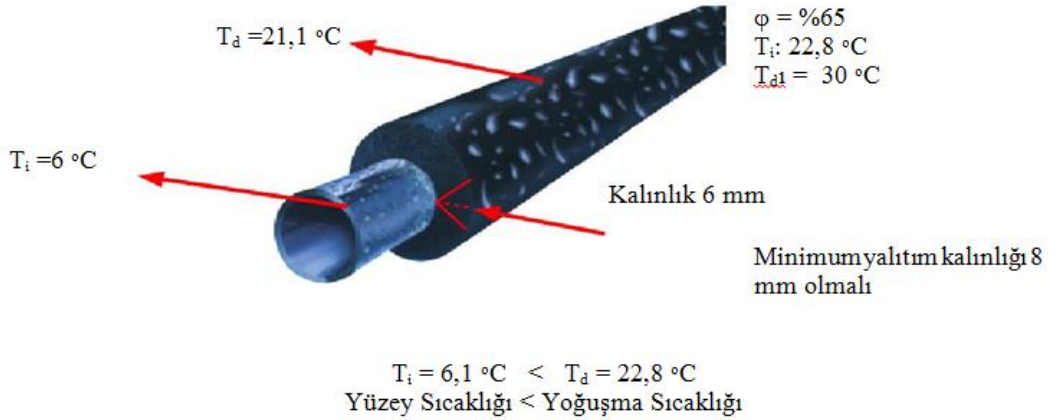
1.2.4.4. Yoğuşma Hangi Koşullarda ve Nerede Meydana Gelir

- Isı yalıtımı yapılmazsa yoğuşma tesisatın yüzeyinde olur.



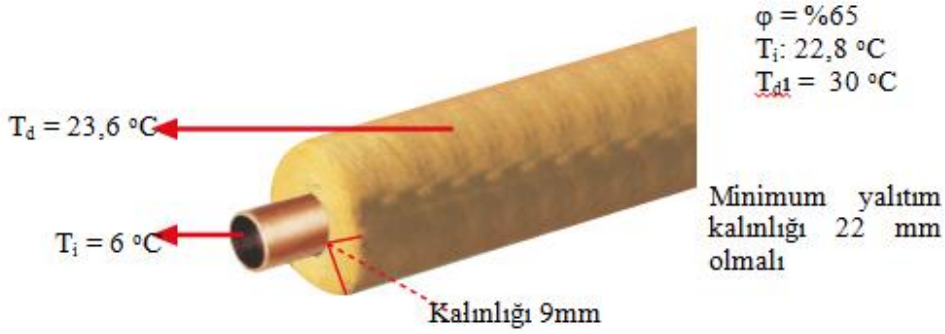
Şekil 1.2: Isı yalıtımı yapılmazsa yoğuşma yüzeyde olur.

- Isı yalıtımı yetersiz yapılırsa yoğuşma, yalıtım malzemesinin yüzeyinde olur.



Şekil 1.3: Isı yalıtımı yetersiz yapılırsa yoğuşma yüzeyde olur.

- Isı yalıtım malzemesinin kalınlığı yeterli ve μ değeri düşük olan malzemede yoğuşma bünyede olur.

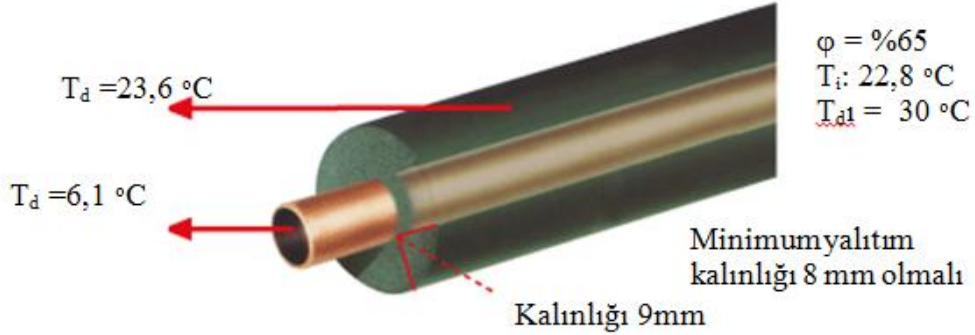


$$T_i = 23,6 \text{ }^{\circ}\text{C} > T_d = 22,8 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Yüzey Sıcaklığı > Yoğuşma Sıcaklığı

Şekil 1.4: Isı yalıtımı yetersiz yapılmazsa yoğuşma yüzeyde olmaz bünyede olur.

- Su buharı difüzyon direnç kat sayısı yeteri kadar yüksek olan malzemede yoğuşma olmaz.



$$T_i = 23,6 \text{ }^{\circ}\text{C} > T_d = 22,8 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Yüzey Sıcaklığı > Yoğuşma Sıcaklığı

Şekil 1.5: Isı yalıtımı yeterli yapılırsa yoğuşma olmaz.

1.2.4.5. Yoğuşmayı Önlemek İçin Yapılacaklar

- Doğru ısı yalıtım malzemesi seçilmeli,
- Yoğuşma olmaması için gerekli minimum yalıtım kalınlığı doğru hesaplanmalı,
- Su buharı difüzyon direnç kat sayısı yeteri kadar yüksek olmalı,
- Yalıtımda ısı köprüleri oluşmamalı ve sızdırmazlık uygulamaları doğru yapılmalıdır.

1.3. Buhar Difüzyonuna Karşı Yalıtım

1.3.1. Elastomerik Kauçuk Köpüğün Montajı



Resim1.19: Elastomerik kauçuk köpüğü yapıştırıcısı

Buhar difüzyonuna karşı gösterdiği yüksek direnç nedeniyle elastomerik kauçuk köpüğü montajı yapılarak hava kanallarının yalıtımı gerçekleştirilebilir. Bir yalıtım malzemesinin montajının düzgünlüğü yanında yukarıda bahsedildiği gibi yeterli nitelikte yalıtım yapmak önemlidir. Eksik kalınlıkta yapılan yalıtımda yalıtımın bir anlamı kalmamaktadır. Fazla kalınlık tercih edildiğinde tesisatın maliyeti artmaktadır. Bu nedenle montaj yapılacak malzemenin yalıtım kalınlıklarının tespiti ve özelliklerinin bilinmesi önemlidir.



Resim1.20: Elastomerik kauçuk köpüğü yapıştırıcısının sürülmesi

Yalıtım sisteminin performansı için doğru uygulama çok önemlidir. Yalıtım malzemesinin boyutları doğru seçilmeli ve iyi bir performans için havanın içeri girmesi engellenecek şekilde tüm sistem kapatılmalıdır. Basit uygulama teknikleri kullanılarak yoğunlaşmayı önleyecek şekilde tüm sistemin yalıtımı kolayca yapılabilir. Tüm uç noktalar ve boylamsal bağlantı yerleri solvent bazlı veya basınç duyarlı yapıştırıcı (PSA: Pressure Sensitive Adhesive) ile ya da üretici tarafından tavsiye edilen başka bir yöntem kullanarak birleştirilmelidir. Elektrik ya da boru bantı kullanılması tavsiye edilmez. Yapıştırıcı, her iki yüzeye de ince bir film tabakası halinde uygulanmalı, kısa bir süre kurutulduktan sonra iki yüzey birbirine sıkıca bastırılmalıdır. Yalıtım malzemesi tüm T' lere, dirseklere, valflere ve ortamdaki havanın sisteme girişini engellemek üzere boruların uçlarına yalıtım amaçlı uygulanabilir.



Resim1.21: Elastomerik kauçuk köpüğün kanala uygulanması



Resim1.22: Elastomerik kauçuk köpüğün dairesel kesitli kanala dirsek uygulaması

Yapıştırıcının hava kanalının yüzeyine ve yalıtım malzemesinin iç çapına ince bir film tabakası halinde uygulanmasıyla bu işlem kolayca gerçekleştirilebilir. Eğer sistem düzgün bir şekilde yalıtılmamışsa hava kanalı yüzeyi ile yalıtım malzemesinin iç yüzeyi arasında yoğunlaşma meydana gelecek ve bu durum genellikle kanalın en alçak yerinde su birikmesine neden olacaktır. Eğer yoğunlaşma, yalıtım malzemesinin dış yüzeyinde gerçekleşmişse çalışma parametreleri yalıtım malzemesinin kalınlığının artırılmasını gerektirir.

Uygulama yapılırken, yalıtım malzemesinin gerdirilmemesi gerekir. Ürünün gerdirilmesi yerine, fazlalığın bastırılması tercih edilir. Ürünün gerdirilmesi, kalınlığın düşmesine ve malzemenin gerginleşmesine neden olur. Yalıtımın iyi yapıldığından emin olmak için tüm bağlantı noktaları iyice sıkıştırılarak birleştirilmelidir. Yalıtım malzemesi aynı nedenle, sadece uygulamanın yapıldığı anda ısıtılmamış olan sistemlere uygulanmalıdır.

Esnek kapalı hücre elastomerik esaslı yalıtım malzemesinin kesimi ve uygulanması kolaydır. Özel bağlantı elemanlarına ya da mekanik klipslere ihtiyaç yoktur. Bu malzemeler aşındırıcı değildir ve uygulama için özel önlemler almaya gerek yoktur. Esnek kapalı hücre elastomerik esaslı yalıtım malzemeleri tekdüze ve tutarlı malzemelerdir.

Özellikle soğutucu uygulamalarında, 19 mm ve altındaki et kalınlıkları için malzemenin dirsek etrafında kaydırılması yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntem, boylamsal bağlantı yerlerini azaltmakta ve uygulamayı hızlandırmaktadır. Ancak yalıtım malzemesinin optimum performansı için 19 mm' nin üzerindeki et kalınlıkları için dirsekler gönyeli birleştirilmelidir. Yalıtım malzemesi dirsek etrafında kaydırılırken gerdirildiğinden, bükülmenin olduğu dirseğin dış yüzeyinde yalıtım malzemesinin et kalınlığında bir kayıp gerçekleşir. Et kalınlığına bağlı olarak kayıp %40'lara varabilir.

Bu durum, yoğunlaşma oluşumuna neden olur. Ayrıca yalıtım malzemesinin gerdirildiği bu noktada gerginlik, malzemenin daha erken yaşlanmasına ve çatlamasına neden olabilir.



Resim1.23: Alüminyum sac

Yalıtım malzemesinin, dış hava koşullarında ultraviyole radyasyon, ozon ve oksidasyonun zararlı etkilerine maruz kalacağı göz önünde bulundurulmalıdır. Elastomerik esaslı yalıtım malzemelerinin güneş ışınlarına maruz kalması halinde, UV ışınların etkilerine karşı ilave bir koruma önlemi alınmalıdır. Bu uygulamada, ilave koruma önlemi alınmak suretiyle UV etkisi azaltılarak ürün, kullanıcının beklentilerini karşılar. Malzemenin optimum dış ortam performansı, UV ışınlarına maruz kaldığı yere (çatı kaplama uygulamaları vb.) göre değişir. Bu ürünler çevre şartlarına ve uygulamaya bağlı olarak UV dirençli kaplama, macun veya ceketleme kullanılarak güneş ışığının olumsuz etkisinden korunmalıdır. Piyasada satılan elastomerik esaslı yalıtım malzemeleri ile tipik koruyucu kaplamalar birbirine mükemmel bir şekilde yapıştırılabilmektedir. Koruyucu kaplamalar kuru ve temiz bir yüzeye uygulanmalıdır. Genellikle iki tabaka uygulama gereklidir. Yalıtım malzemesi ve hava kanalı arasındaki su sızıntısını engellemek için tüm bağlantı yerlerinin ve uç noktaların tam anlamıyla yalıtımının sağlanması çok önemlidir.

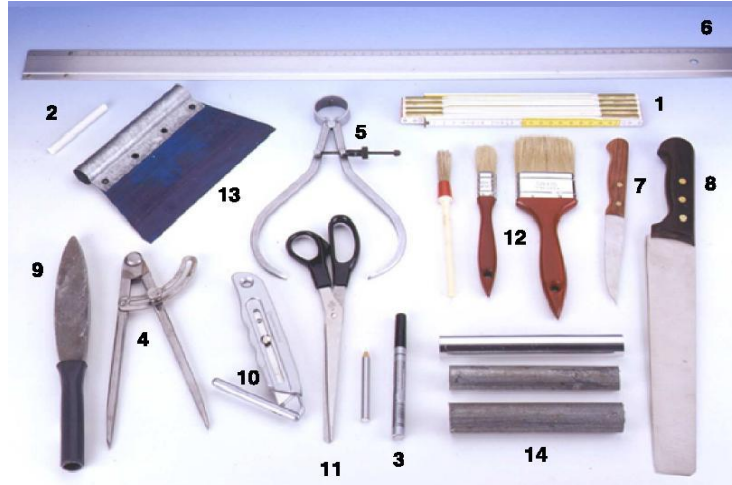
1.3.2. Elastomerik Kauçuk Köpüğü Montajını Yaparken Dikkat Edilecek Hususlar

- Mümkün olan yerlerde malzeme doğrudan (kesilmeden) kullanılmalıdır.
- Bütün ek yerleri orijinal yapıştırıcısı kullanılarak yapıştırılmalıdır.
- Bütün dirsek, kol alma bağlantı parçaları elastomerik kauçuk köpüğü malzeme ile mutlaka yalıtılmalıdır. Farklı malzeme kullanılmamalıdır.
- Tesisatın askı sistemleriyle desteklenmesi gereken yerlerde ısı köprülerinin oluşmasını engellemek için ve yalıtımın sürekliliği için destek elemanları kullanılmalıdır. Destek elemanları, uygulanan yalıtım kalınlığında olmalıdır. Yalıtım malzemesi destek elemanına özel yapıştırıcı ile yapıştırılarak sızdırmazlık sağlanmalıdır.
- Dış ortamda yapılan uygulamalarda hava değişikliklerine ve UV ışınlarının zararlı etkilerine karşı mutlaka ilave bir koruma veya kaplama gereksinimi vardır. Boya, yalıtım işlemi bittikten ve yapıştırıcının tamamen kurumasından sonra (en az 36 saat) uygulanabilir. Ortam koşullarına göre boya işlemi 2 kat veya daha fazla olabilir. Normal koşullarda boyanın kuruma süresi 1 – 2 saattir. Düşük sıcaklıklarda ve/veya nem oranı yüksek ortamlarda bu süre

artabilir. İkinci kat boyama işlemi, birinci kat boyanın tamamen kurumasından sonra 7 gün içerisinde yapılmalıdır.

- Elastomerik kauçuk köpüğü levha olarak kullanıldığında 20 mm bini payı ilave edilerek hazırlanan levhaya ve yüzeye yapıştırıcı sürülür (bini kısmı hariç). Levha itinalı bir şekilde yerleştirilir. Daha sonra bini kısmı hafif basınç uygulanarak boşluk kalmayacak şekilde yerleştirilir.
- Bütün yüzeyler elastomerik kauçuk köpüğü özel yapıştırıcı ile uyumlu korozyon önleyici primer astar kullanılarak korunmalıdır.
- Tüm ek yerleri özel yapıştırıcı ile birbirine, boşluk bırakmadan yapıştırılmalıdır.
- Daima yüzeyinde toz, kir ve su bulunmayan, temiz malzemeler kullanılmalıdır.
- Doğru boyutlardaki elastomerik kauçuk köpüğü levhaları kullanınız.
- Tutkal sürülmüş kısımları kesinlikle çekerek değil, bastırarak yapıştırın.
- Tesisat sistemi çalışır durumdayken asla yalıtım işlemi yapmayınız.
- Yalıtım yapıldıktan sonra 36 saat geçmeden tesisat sistemini çalıştırmayınız.
- Yalıtım yapılacak yüzey üzerindeki pas çıkartılıp ve bir kat antipas boyası uygulanmalıdır. 24- 48 saat boyunca kurumaya bırakılmalıdır.
- Yalıtım malzemesi kaplanacak kısımların birbirine çok yakın olduğu sistemlerde, yalıtım işlemi yapmayınız. Yalıtım işlemi yapılmış iki kısım arasında en az 2 santim genişliğinde uzaklık olmalıdır.

1.3.3. Elastomerik Kauçuk Köpüğü Montajında Kullanılan Takımlar ve Aksesuarlar



Resim 1.24: Kullanılan takımlar

- | | |
|--------------------------------------|------------------------------------|
| 1. Metre | 8. Uzun ağızlı bıçak (ince sırtlı) |
| 2. Tebeşir (çizim için) | 9. Bileme taşı |
| 3. Özel tükenmez kalem (çizim için) | 10. Değiştirilebilir ağızlı bıçak |
| 4. Pergel | 11. Makas |
| 5. Çapölçer | 12. Kısa ve sık tüylü fırça |
| 6. Düzgün çizgiler için metal cetvel | 13. Düz ıspatula |

7. Kesik ağızlı bıçak (ince sırtlı)

14. Uçları keskinleştirilmiş, delik açıcı olarak kullanılmak üzere borular.



Kendinden yapışkanlı bant



Dış ortamlarda Elastomerik Kauçuk Köpük yalıtım malzemesini korumak için kullanılan elastik boya



Yüzeylerin temizlenmesi için kullanılan tiner



Yalıtım malzemesinin yüzeye daha iyi tutunması ve yapışması için kullanılan yapıştırıcı

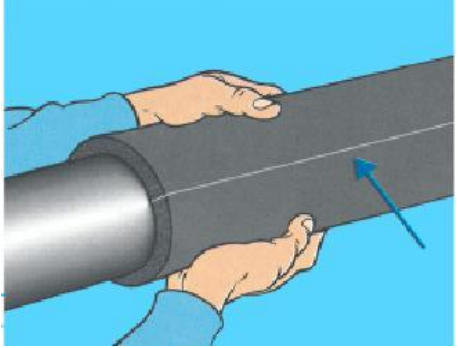
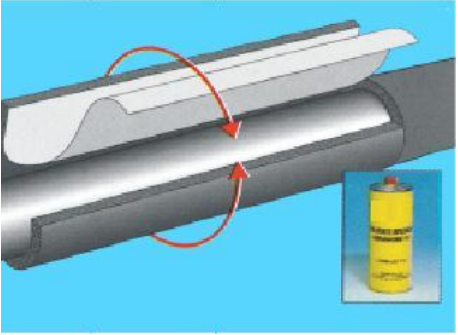
Resim 1.25: Elastomerik kauçuğun kanala uygulanmasında kullanılan malzemeler

1.3.4. Resimlerle Buhar Difüzyonuna Karşı Elastomerik Kauçuk Köpüğü ile Yalıtım Yapmak

Havalandırma kanalları dairesel, kare veya dikdörtgen kesitli olarak imal edilir. Dairesel ve dikdörtgen kesitli havalandırma kanallarında karşılaşılabilecek detaylarda yapabileceğimiz elastomerik kauçuk köpüğü yalıtımı uygulamalarını örnek resimlerle şu şekilde açıklayabiliriz.

11.3.4.1. Dairesel Kesitli Hava Kanalı Yalıtımı Yapmak

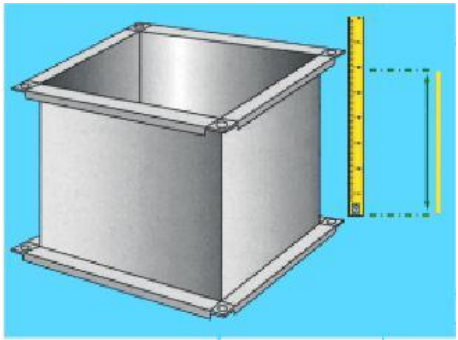
➤ Yalıtımın yapılacağı kalınlıkta bir elastomerik kauçuk köpüğü levha parçası ile yalıtılacak olan kanalın çevresini ölçünüz.	
➤ Uygun ölçüde bir levha kesin.	

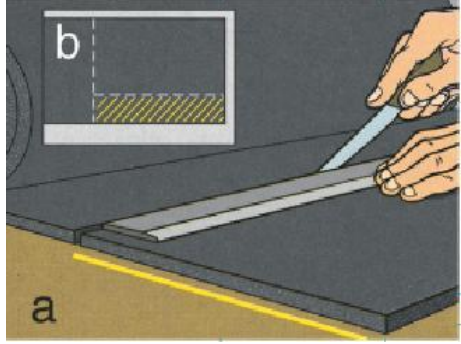
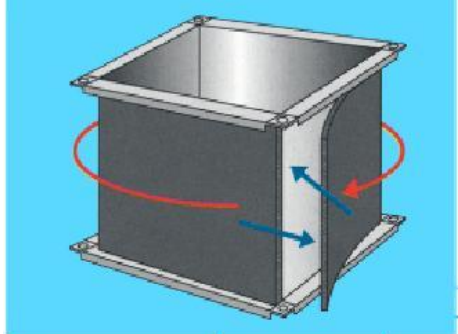
➤ Kenarlarına yapıştırıcı sürdükten sonra, levhayı kanala sarınız.	
➤ Kendinden yapışkanlı levha kullanılıyorsa koruyucu filmi kaldırırken elastomerik kauçuk köpüğü levha üzerinden bastırarak yapışmasını sağlayınız.	

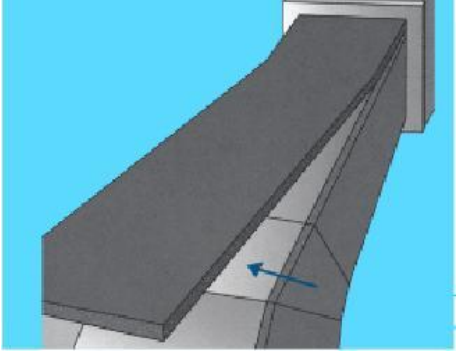
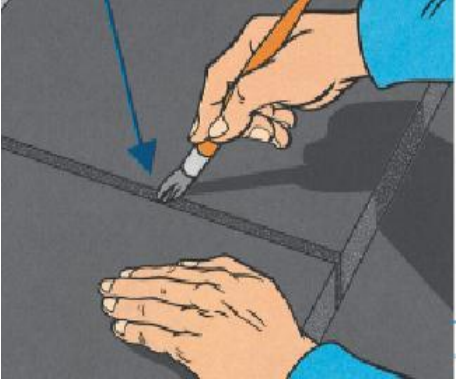
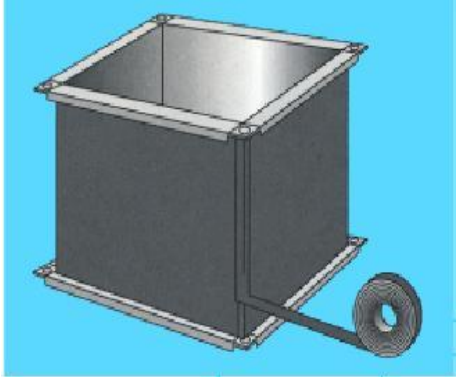
1.3.4.2. Dikdörtgen Kesitli Hava Kanalı Elastomerik Kauçuk Köpüğü Levha ile Yalıtım Yapmak

Dikdörtgen kesiti hava kanallarında kullanılan elastomerik kauçuk köpüğü levhalar kendinden yapışkanlı ve yapışkan kullanılarak montaj yapılan olmak üzere iki şekilde üretilmektedir.

- Dikdörtgen Kesitli Hava Kanalı Yapıştırıcı Yardımı ile Elastomerik Kauçuk Köpüğü Levha ile Yalıtım Yapmak

➤ Yalıtılacak olan kanal yüzeyini ölçünüz.	
---	--

➤ Elastomerik kauçuk köpüğü levhadan uygun ebatta kesiniz.	
➤ Elastomerik kauçuk köpüğü levhadan uygun ebatta kesiniz.	
➤ Yalıtım yapılacak kanal yüzeyi, özel yüzey temizleme tineri kullanarak temizleyiniz. Yüzeyde, yapışmayı engelleyecek hiçbir şeyin kalmaması gerekir.	
➤ Elastomerik kauçuk köpüğü levhanın yapışacak olan yüzeyine ve kanal yüzeyine yapıştırıcıyı sürünüz. Yapıştırıcının yeterince kurumasını bekleyiniz.	

➤ Öncelik sırasına göre kanalın önce alt yüzeyini, sonra yan yüzeyini ve en sonunda üst yüzeyini kaplayınız.	
➤ Kenarları yapıştırıcı ile birbirine tutturunuz.	
➤ Kenarların birleştiği köşeyi bantla yapıştırınız.	

UYGULAMA FAALİYETİ-1

Hava kanalının elastomerik kauçuk köpüğü levha ile yalıtımını yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Yalıtılacak olan kanal yüzeyini ölçünüz. 	➤ Ölçü alma metotlarını uygulayınız. ➤ Ölçme işlemi yaparken yalıtım malzeme kalınlığını göz önünde bulundurarak alınız.
➤ Elastomerik kauçuk köpüğü levhayı alınan ölçüye göre düzgün bir şekilde markalayınız. 	➤ Markalama işlemi sırasında malzemeyi ezmeyiniz. ➤ Markama işlemi sırasında tebeşir veya renkli kalem kullanabilirsiniz. ➤ Markalama işleminde uzun doğrularda çelik cetvel kullanabilirsiniz. ➤ Markalama yaparken arta kalan parçalarında kullanılabilir olarak kalmasına dikkat ediniz.
➤ Elastomerik kauçuk köpüğü levhadan uygun ebatta kesiniz.	➤ Kesme işlemi yaparken yaralanmalara karşı dikkatli olunuz.  ➤ Kesme işlemi yaptığınız bıçağın keskin olmasına dikkat ediniz. ➤ Levhayı yırtmadan ve ezmeden kesiniz.



- Yalıtılacak kanal yüzeyini, özel yüzey temizleme tineri kullanarak temizleyiniz.

- Yüzeyde, yapışmayı engelleyecek hiçbir şeyin kalmamasına dikkat ediniz.
- Tiner ile temizlik yaparken ortam havasının iyi havalandırılır olmasına dikkat ediniz.
- Temizleme işlemi sırasında yüzeyinde toz, kir, yağ ve su bulunmayan bez kullanabilirsiniz.
- Tinerin uçucu bir malzeme olduğunu unutmayınız. Kullanılmadığında kutunun ağzını kapalı tutunuz.



- Elastomerik kauçuk köpüğü levhanın yapışacak olan yüzeyine ve kanal yüzeyine yapıştırıcıyı sürünüz.

- Yapıştırıcıyı yüzeye homojen (eşit olarak) ince bir tabaka halinde sürünüz.
- Yapıştırıcı kullanılmadığı zaman kutunun ağzını kapalı tutunuz. Aksi halde yapıştırıcının donarak kullanılmaz hale gelebileceğini unutmayınız.
- Yapıştırıcının kullanıldığı yüzey kesinlikle temiz olmasına dikkat ediniz.
- Yapıştırıcı önce yalıtım malzemesine sonra metal yüzeye sürebilirsiniz.
- Yapıştırıcı sürülen yüzeyin kuruması bekleyip, ondan sonra uygulama yapınız.



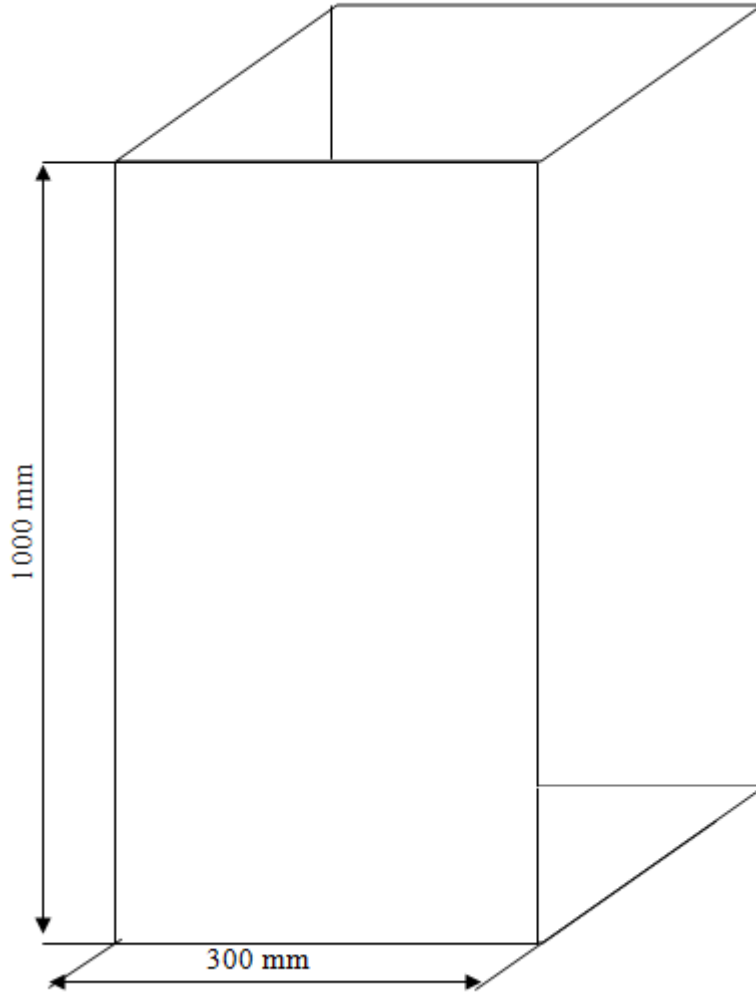
- En büyük yapıştırma gücüne, parmakla denendiğinde, yapıştırıcı iplikler halinde uzaması ve daha tutucu kalmasıyla ulaşıldığını unutmayınız.
- Yapıştırıcıyı cildinize temas ettirmeyiniz.

➤ Öncelik sırasına göre; kanalın önce alt yüzeyini, sonra yan yüzeyini ve en sonunda üst yüzeyini kaplayınız. 	➤ Yapıştırma sırasında kesinlikle çekerek değil bastırarak uygulayabilirsiniz. ➤ Öncelik sırasına kesinlikle uyunuz, eksenden kayma olmamasına dikkat ediniz. ➤ Düzgün markalanarak kesilmiş malzemenin kesinlikle birbiri ile örtüşecek şekilde yeterli olduğunu unutmayınız.
➤ İki yan yüzeyin yalıtımı yapıldıktan sonra, yapıştırılmış yalıtım levhalarının kalınlıklarını da kapsayacak şekilde, yalıtılacak diğer iki yüzeyin ölçümlemlerini yapınız.	 ➤ Ölçme işlemi sırasında bindirme kalınlıklarını unutmayınız.
➤ Yapıştırıcısını önce elastomerik kauçuk köpüğü levhanın üzerine, sonra da hava kanalların yüzeyine uygulayınız. 	➤ Yapıştırıcı kuruduktan sonra yalıtım levhasını uygulayabilirsiniz. ➤ Bastırarak birleştirme yapınız.
➤ Yapıştırıcıyı yapıştırılmış elastomerik kauçuk köpüğü levhaların uç kısımlarındaki dudakların üzerine sürünüz ve birbirine doğru bastırınız.	➤ Dudakların birbiri ile tam olarak yapışmasına dikkat ediniz. ➤ Kısa sık tüylü fırça kullanabilirsiniz. ➤ Dudaklar arasında hiçbir boşluk kalmamasına dikkat ediniz.

	
➤ Kenarların birleştiği köşeyi, bantla yapıştırınız. 	➤ Sızdırmaz bir şekilde kenarlarına bant çekebilirsiniz. ➤ Tüm kullanılan takımları (fırça, bıçak ve spatula) güzelce temizleyiniz. ➤ Kesici takımları çevreye zarar vermeyecek şekilde yerlerine kaldırınız.

UYGULAMA FAALİYETİ -2

Aşağıda şekli verilen 300 x 300 ölçülerinde ve 1000 mm uzunluğundaki kare havalandırma kanalına elastomerik kauçuk köpüğü ile yalıtım uygulaması yapınız. Atölye imkânlarına göre ve öğretmeninizin de uygun görmesi durumuna kanal ölçülerini değiştirebilirsiniz. İş parçasının büyüklüğüne göre araç gereç ve malzeme listesini tespit ediniz.



Şekil 1.6: Yalıtım yapılacak kanal ölçüleri

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümleleri dikkatlice okuyarak boş bırakılan yerlere doğru sözcüğü yazınız.

1. $\lambda=0,065$ W/mK değerinin altında ısı iletkenlik kat sayısına sahip malzemeler malzemesi olarak sınırlandırılmaktadır.
2. Silis kumunun yüksek sıcaklıklarda ergitilerek elyaf haline getirilmesi ile elde edilen ısı yalıtım malzemesine denir.
3. Bağıl nem miktarı yüksek hacimlerden alçak hacimlere doğru oluşan moleküllerin transferine denir.
4. Bir yapı elemanın yüzeyinde havanın su buharının yoğunlaşması sonucu su haline dönüşmesine denir.
5. Yapı elemanın iç tarafında meydana gelen, ilk oluşumunda gözle fark edilmeyen su birikimine denir.
6. Su buharı difüzyon direnç kat sayısı yeteri kadar yüksek olan malzemede olmaz.

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise **D**, yanlış ise **Y** yazınız.

1. () Bütün ek yerleri orijinal yapıştırıcısı kullanılarak yapıştırılmalıdır.
2. () Kanaldaki bütün dirsek, kol alma ve bağlantı parçaları elastomerik kauçuk köpüğü malzeme ile mutlaka yalıtılmalıdır.
3. (...) Tesisatın askı sistemleriyle desteklenmesi gereken yerlerde ısı köprülerinin oluşmasını engellemek için ve yalıtımın sürekliliği için destek elemanları kullanılmalıdır. Destek elemanları, uygulanan yalıtım kalınlığında olmalıdır. Yalıtım malzemesi destek elemanına özel yapıştırıcı ile yapıştırılarak sızdırmazlık sağlanmalıdır.

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi yalıtım malzemelerinin seçiminde göz önünde alınması gereken başlıca özelliklerden biri **değildir**?
A) Yoğunluk (kg/m³)
B) Yangın sınıfı (DIN 4102, BS476)
C) Sıcaklık artması (°C)
D) Mekanik dayanım (kPa)
E) Buhar difüzyon direnci

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Uygulamalı Test”e geçiniz.

UYGULAMALI TEST

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri **Evet**, kazanamadığınız becerileri **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. İzolasyonu yapılacak kanal hazır mı?		
2. Yeterli ölçüde elastomerik kauçuk köpüğü levha temin ettiniz mi?		
3. Elastomerik kauçuk köpüğü yalıtım takımlarını kontrol ettiniz mi?		
4. Kesme bıçağının keskinliğini kontrol ettiniz mi?		
5. Yapıştırıcıyı kontrol ettiniz mi?		
6. Temizleme tinerini kontrol ettiniz mi?		
7. Yapıştırıcı fırçasını kontrol ettiniz mi?		
8. Ortam havalandırmasını kontrol ettiniz mi?		
9. Kanalin yalıtım yapılacak kısmının ölçüsünü aldınız mı?		
10. Ölçüye göre yalıtım malzemesini markaladınız mı?		
11. Markalanan çizgilerden elastomerik kauçuk köpüğü levhayı dikkatlice bıçak ile kestiniz mi?		
12. Kanal yüzeyini temizleme tineri ile temizlediniz mi?		
13. Yapıştırıcıyı elastomerik kauçuk köpüğü levhanın mat yüzeyine ince bir tabaka halinde sürdünüz mü?		
14. Yapıştırıcıyı kanalın yalıtım yapılacak yüzeyine sürdünüz mü?		
15. Yapıştırıcının kurduğunu elinizle kontrol ettiniz mi?		
16. Yalıtım malzemesini kanal yüzeyine bastırarak yapıştırdınız mı?		
17. Yapıştırılmış yalıtım levhalarının kalınlıklarını da kapsayacak şekilde yalıtılacak diğer iki yüzeyin ölçümelerini aldınız mı?		
18. Yapıştırıcısı sürülmüş elastomerik kauçuk köpüğü levhaların uç kısımlardaki dudakların üzerine birbirine doğru bastırarak yapıştırdınız mı?		
19. Kenarların birleştiği köşeyi, bantla yapıştırdınız mı?		
20. Takımları temizleyerek teslim ettiniz mi?		

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Bu faaliyeti başarı ile tamamladığınızda ve uygun ortam sağlandığında, gerekli donanımı kullanarak hava kanallarının ısıya karşı yalıtımını tekniğine uygun olarak yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

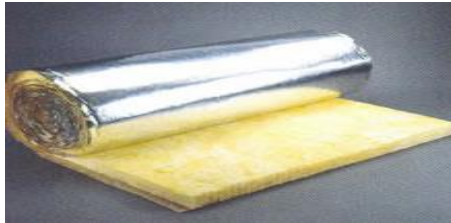
- Kullanılan malzemelerin ve aletlerin özelliklerini firma kataloglarından araştırınız.
- Havalandırma kanalları ve izolasyon malzemelerinin standartlarını inceleyiniz (TS 12563, TS EN 378-2).
- Mevcut yapılmış havalandırma kanallarının izolasyon uygulamalarını inceleyiniz.
- İnternete girerek konuyla ilgili araştırma yapınız.

2.HAVA KANALLARININ ISI İLETİMİNE KARŞI YALITIMI

2.1. Isı Yalıtımı

Farklı sıcaklıktaki iki ortam arasındaki ısı transferini azaltmak için yapılan işleme ısı yalıtımı denir. Bunu sağlayan malzemelere ısı yalıtım malzemesi adı verilir. Isı yalıtım malzemelerinin en temel özelliği ısı iletim kat sayısıdır ve (λ) ile gösterilir. ISO ve EN standartlarına göre ısı iletim kat sayısı 0,065 W/mK değerinden küçük olan malzemeler ısı yalıtım malzemesi olarak tanımlanır. Diğer malzemeler yapı malzemesi olarak kabul edilir.

Havalandırma kanallarının ısı yalıtımı amacıyla çeşitli niteliklerde klima şiltesi ve klima levhası adı verilen yalıtım malzemeleri üretilmektedir.



Resim 2.1: Klima şiltesi2.2. Klima Şiltesi

Klima şiltesi, klima kanallarının dıştan ısı yalıtımını sağlamak amacı ile imal edilmiş cam yünü şiltesidir. Klima şiltesinin sahip olduğu alüminyum folyo kaplama, buhar geçişine karşı en yüksek dirence sahiptir.

Özellikle hava kanallarının yalıtımında, bu kaplamaya sahip olmayan izolasyon malzemelerine oranla zaman içinde buhar yoğunlaşması ve izolasyonun bozulması tehlikesine karşı kesin bir güvence sağlar. Kendinden yapışkanlı özel tespit pimleri sayesinde hızlı ve kolay bir uygulama sağlanır.

Klima Şiltesinin Teknik Özellikleri

Kalınlık (cm)	En (cm)	Boy (cm)	Kaplama cinsi
5	110	100	Alüminyum folyo

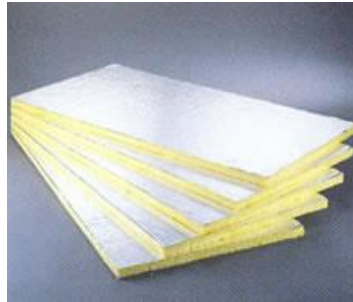
Tablo 2.1: Klima şiltesi ölçüleri

- Yangın sınıfı: DIN 4102'ye göre A1 sınıfı yanmaz malzemelerdendir.
- Uygulama sınırı: Kullanma sıcaklığı yalıtımın dış yüzeyinde 125 °C'yi aşmamalıdır.
- Uygulaması basittir. Özel kendinden yapışkanlı tespit primleri sayesinde, kanal gövdesine ve dirseklere kolayca uygulanır.
- Zamanla bozulmaz, çürümez, higroskopik ve kapiler değildir. Korozyon ve paslanma yapmaz. Isı iletim kat sayısı sıcaklıkla değişmektedir.
- Titreşimleri yutucu özelliği ile aynı zamanda iyi bir ses yalıtımı sağlar.

Frekans (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
a, sabın	0.35	0.52	0.59	0.83	0.96	0.90

Tablo 2.2: Klima şiltesi ses yutma kat sayısı

2.3. Klima Levhası



Resim 2.2: Klima levhası

Klima levhaları, klima kanallarının dıştan veya içten ısı ve ses yalıtımını sağlamak amacı ile üretilmiş yarı sert levhalardır. Bir yüzü siyah cam tülü veya buhar geçirimsiz alüminyum folyo kaplanmıştır.

Klima levhasının sahip olduğu alüminyum folyo kaplama, buhar geçişine karşı en yüksek dirence sahiptir. Özellikle soğuk yalıtımında, bu kaplamaya sahip olmayan yalıtım malzemelerine nazaran, zaman içinde buhar yoğunlaşması ve yalıtımın bozulması tehlikesine karşı kesin bir güvence sağlar. Ancak bunun için alüminyum folyo ek yerlerinin dikkatle ve hava geçirimsiz bir şekilde yapıştırılması gerekir.

Isı yalıtımı ile birlikte ses yalıtımının da önemli olduğu havalandırma kanallarında, içerden uygulanacak cam tülü kaplı klima levhaları, ısı ve ses yalıtımını aynı anda en iyi şekilde gerçekleştirir.

Klima levhaları, hava kanallarının içten veya dıştan ısı ve ses yalıtımı amacıyla kullanılır. Özellikle içten yapılan yalıtımlarda, havanın akışı sırasında ortaya çıkacak gürültü yutularak tesisatın sessiz çalışması sağlanır.

2.3.1. Klima Levhasının Teknik Özellikleri

Kalınlık cm	En cm	Boy cm
2	60	120
2.5	60	120
3	60	120
5	60	120

Tablo 2.3: Klima levhası ölçüleri

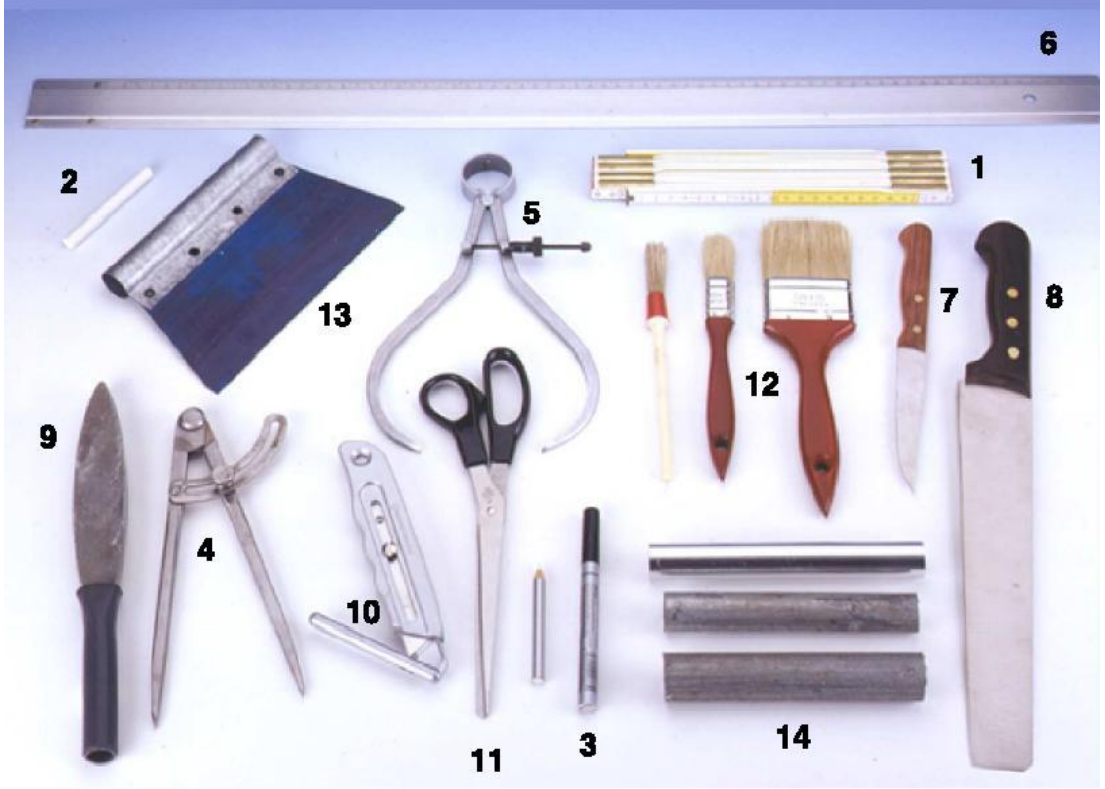
- Isı iletkenlik hesap değeri $W = 0.040 \text{ W/mK}$ 'dir.
- Azami kullanım sıcaklığı, çıplak ve cam tülü kaplı: 250°C , alüminyum folyo kaplı: 125°C (yalıtımın dış yüzeyinde)
- Azami kullanım basıncı: 80 mm SS (1 mm SS = 10 Pa)
- Havanın azami hızı: 20 m/s
- Yangın sınıfı DIN 4102' ye göre A sınıfı yanmaz özelliktedir.
- Zamanla bozulmaz, çürümez, higroskopik ve kapiler değildir. Paslanma yapmaz, kimyasal olarak nötrdür. Böcekler ve mikroorganizmalar tarafından tahrip edilemez, küf tutmaz.
- Klima levhası iyi bir ses yalıtım özelliğine de sahiptir. Klima levhalarının frekansa göre ses yutma kat sayısı : (a, sabin)

Frekans (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
a, sabin	0.38	0.54	0.72	0.96	0.94	0.91

Tablo 2.4: Klima levhası ses yutma katsayısı

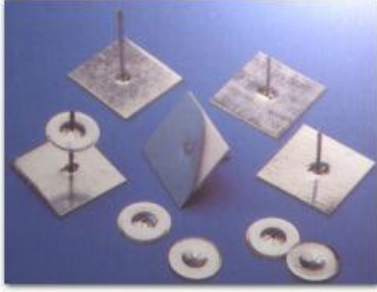
- Sıcaklık etkisi ile boyut değiştirmez, hacim kaybına uğramaz.
- Soğuk kanal yalıtımlarında, dıştan uygulama halinde klima levhalarının mutlaka buhar kesicili alüminyum folyo kaplı türleri kullanılmalıdır. Alüminyum folyo ek yerleri hava geçirimsiz bir şekilde dikkatle yapıştırılmalıdır.

2.4. Klima Şiltesi ve Klima Levhası Montajında Kullanılan Takım ve Malzemeler

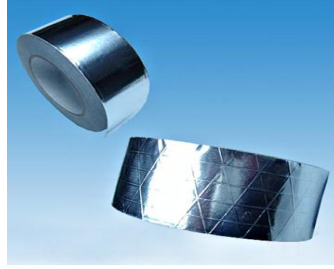


Resim 2.3: Montaj takımları

- | | |
|--------------------------------------|---|
| 1. Metre | 8. Uzun ağızlı bıçak (ince sırtlı) |
| 2. Tebeşir (çizim için) | 9. Bileme taşı |
| 3. Özel tükenmez kalem (çizim için) | 10. Değiştirilebilir ağızlı bıçak |
| 4. Pergel | 11. Makas |
| 5. Çapölçer | 12. Kısa ve sık tüylü fırça |
| 6. Düzgün çizgiler için metal cetvel | 13. Düz ıspatula |
| 7. Kesik ağızlı bıçak (ince sırtlı) | 14. Uçları keskinleştirilmiş, delik açıcı olarak kullanılmak üzere borular. |



Tespit pimleri



**Alüminyum folyo kaplı
yalıtım malzemelerinin
birleştirmesinde kullanılan
alüminyum bant**

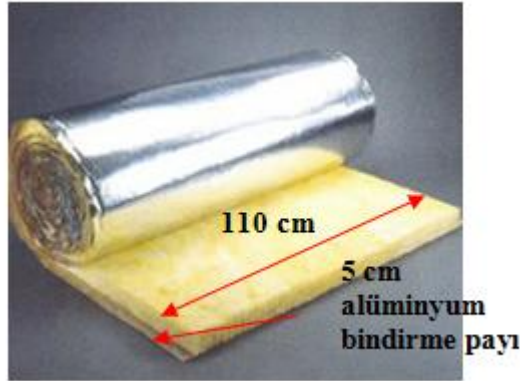


**Yüzeylerin
temizlenmesi için
kullanılan tiner**

Resim 2.4: Uygulamada kullanılan malzemeler

2.5. Isı Kaybına Karşı Yalıtım Uygulamaları

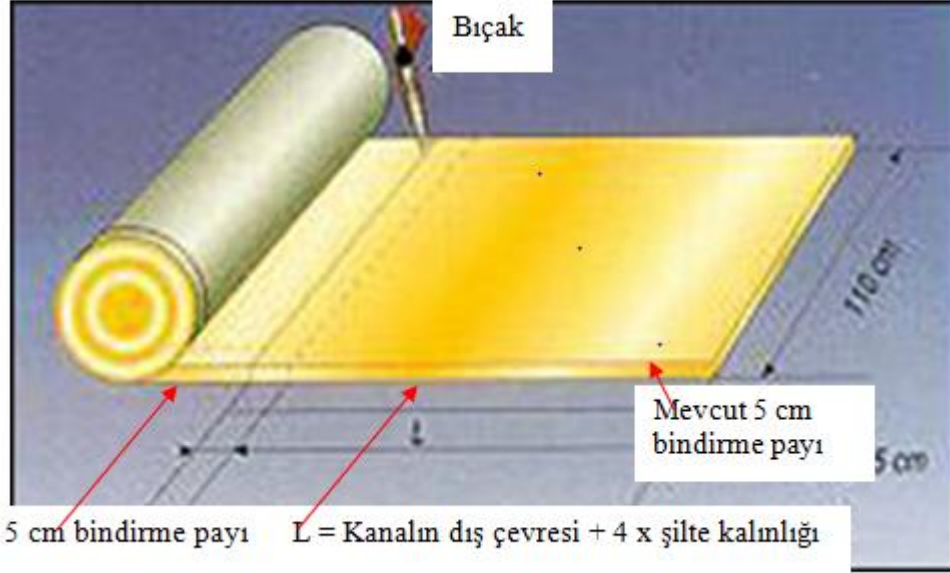
2.5.1. Klima Şiltesi ile Yalıtım



Resim 2.5: Klima şiltesi boyutları

Klima şiltesi 110 cm genişliğinde rulo halindedir. Rulonun ayrıca 5'er cm alüminyum folyo bindirme payı vardır. Kaplama, klima kanalı boyunca 1,10 m eninde parçaların kaplanması suretiyle olur.

2.5.1.1. Şiltenin Kesilmesi



Şekil 2.1: Klima şiltesini ölçülendirme

Dikdörtgen kesitli kanallar: Kesilecek şilte boyu, kanalın dış çevresi uzunluğu ile +4 x şilte kalınlığı ve +5 cm bindirme payı toplanarak tespit edilmelidir.

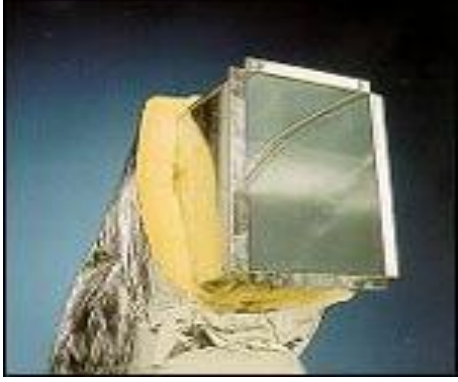
Silindir kesitli kanallar: Kesilecek şilte boyu, kanalın dış çevresi uzunluğu ile $+2\pi \times$ şilte kalınlığı ve +5cm bindirme payı toplanarak tespit edilmelidir. İlave 5cm bindirme payı cam yünü sıyrıldıktan sonra ek yerinin kapatılmasını sağlamaktadır.

2.5.1.2. Yalıtım Malzemesinin Yerine Tespiti

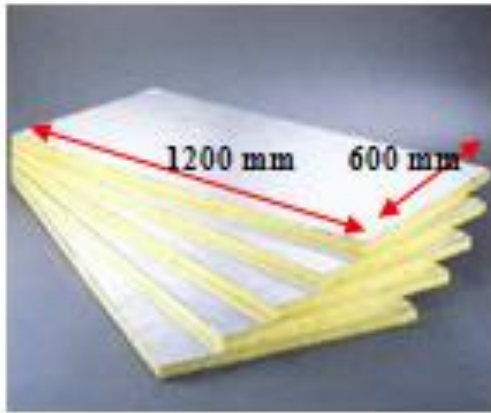
Yalıtım malzemesi kanal ölçülerine göre kesilip hazırlandıktan sonra, sıra yalıtım malzemesinin kanala tutturulmasına gelir. Bu işlem aşağıda anlatıldığı gibi gerçekleştirilir.

- Özel kendinden yapışkanlı tespit pimleri 5-6 adet/m² olmak üzere kanalın üzerine yapıştırılır. Bundan sonra şilteler pimlere geçirilir ve pim pulları takılarak tespit edilir.



➤ Elemanların ek yerlerindeki bindirme paylarının yapıştırılması, kendinden yapışkanlı özel alüminyum folyo bant ile sağlanır.	
➤ Kanal ek yerlerine kadar olan yalıtım gerçekleştirilir.	

2.5.2. Klima Levhası ile Yalıtım



Resim 2.6: Klima levhası boyutları

Klima levhası, 600 x 1200 mm ebatlarında, 20,25,30,50 mm kalınlığında levhalar halinde imal edilir. Klima levhaları ile kaplama, klima kanalı boyunca 1,20 m eninde parçaların kaplanması suretiyle olur. Kanal boyuna göre genişlikler kesilerek ayarlanır.

Klima kanallarında içten ve dıştan olmak üzere iki şekilde uygulama yapılır. İçten cam tülü kaplı klima levhaları ile yapılan yalıtım hem ısı yalıtımı sağlar hem de hava kanalının içindeki hava sesi yutulur. Bu konudaki detaylı bilgi ses yalıtımı konusu altında anlatılacaktır.



Resim 2.7: Tespit piminin kanala yapıştırılması

- Dıştan klima kanalı ile yapılan yalıtımda folyo kaplı klima levhası kullanılır.
- Klima kanalı yüzeyi temizlendikten sonra kendinden yapışkanlı özel tespit pimleri 5 – 6 adet/m² (metre karede 5 – 6 adet) olmak üzere kanalın üzerine tespit edilir.
- Klima levhaları pimplere geçirildikten sonra, tespit pimlerinin pulları takılarak sabitleme işlemi tamamlanır.

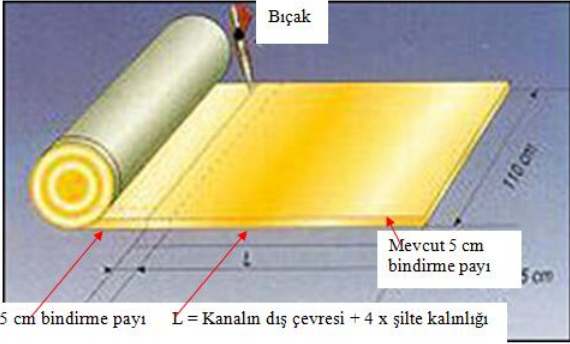


Resim 2.8: Folyo bandın sarılması

Levhaların ek yerleri alüminyum folyo bant ile yapıştırılarak sızdırmazlık sağlanır.

UYGULAMA FAALİYETİ-1

Klima şiltesi ile hava kanalı yalıtımı yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Yalıtılacak olan kanal yüzeyini ölçünüz. Ölçme işleminde uzunluk değil kanalın genişliğini dikkate alınız. 	➤ Ölçü alma metotlarını uygulayabilirsiniz. ➤ Ölçme işlemini yaparken yalıtım malzemesi kalınlığını göz önünde bulundurunuz.
➤ Klima şiltesini alınan ölçüye göre düzgün bir şekilde markalayınız. 	➤ Markalama işlemi sırasında malzemeyi ezmeyiniz. ➤ Markama işlemi sırasında kanalın genişliğine göre markalama yapabilirsiniz. ➤ Dikdörtgen kesitli kanallar: Kesilecek şilte boyu, kanalın dış çevresi uzunluğu ile +4x şilte kalınlığı ve +5cm bindirme payı toplanarak bulunmalıdır. ➤ Silindir kesitli kanallar: Kesilecek şilte boyu, kanalın dış çevresi uzunluğu ile +2π x şilte kalınlığı ve +5cm bindirme payı toplanarak bulunmalıdır. İlave 5cm bindirme payı, cam yünü sıyrıldıktan sonra ek yerinin kapatılmasını sağlamaktadır. ➤ Markalama işleminde çelik cetvel kullanınız.

➤ Klima şiltesini uygun ebatta, bıçak ile yırtmadan kesiniz	➤ Kesme işlemini yaparken yaralanmalara karşı dikkatli olunuz. ➤ Kesme işlemi yaptığınız bıçağın keskin olmasına dikkat ediniz. ➤ Şilteyi yırtmadan ve ezmeden kesiniz.
 ➤ Yalıtım yapılacak kanal yüzeyini, özel yüzey temizleme tineri kullanarak temizleyiniz.	➤ Yüzeyde, yapışmayı engelleyecek hiçbir şeyin kalmamasına dikkat ediniz. ➤ Tiner ile temizlik yaparken ortamın havalandırılmasına dikkat ediniz. ➤ Temizleme işlemi sırasında yüzeyinde toz, kir, yağ ve su bulunmayan bez kullanabilirsiniz. ➤ Tinerin uçucu bir malzeme olduğunu unutmayınız. Kullanılmadığında kutunun ağzını kapalı tutunuz.
➤ Kendinden yapışkanlı özel tespit pimlerini, 5–6 adet/m² (metre karede 5–6 adet) olmak üzere kanalın üzerine tespit ediniz. 	➤ Tespit pimleri kanalın köşelerine ve ortasına gelecek şekilde dağıtılmalıdır. ➤ Tespit pimlerinin kanala temas eden yüzeylerini iyi temizleyiniz. ➤ Tespit pimlerini, arkasındaki yapıştırıcı yüzey açıldıktan sonra beklemeden kanal yüzeyine yapıştırınız. ➤ Yapıştırılan tespit pimini başka yere yapıştırmak üzere sökmeyiniz.



- Öncelik sırasına göre kanalın önce alt yüzeyini, sonra yan yüzeyini ve en sonunda üst yüzeyini kaplayınız.

- Kanalı klima şiltesi ile sarma sırasında kesinlikle işlemi çekerek değil bastırarak uygulayınız.
- Öncelik sırasına kesinlikle uyunuz ve eksenden kayma olmamasına dikkat ediniz.
- Düzgün markalanarak kesilmiş malzemenin kanalı en iyi şekilde sarmasını sağlayınız.
- Sararken tespit pimlerinin açtığı deliklerin yırtılmamasına dikkat ediniz.
- Yalıtım malzemesini tespit pimine taktıktan sonra hafifçe bastırarak sıkıştırma pullarını takınız.



- Kanal yüzeyini tam olarak sardıktan sonra 5 mm bindirme payını kanalın üst noktasına getirilerek bindiriniz.



- Bindirme işlemi yaparken şiltenin yırtılmamasına dikkat ediniz.

 ➤ Bindirme üzerinden başlayarak alüminyum folyo bant ile boşluk kalmayacak şekilde şilteyi sarınız.	➤ Bandı sararken ek yapmamaya dikkat ediniz. ➤ Bandı keserken bıçak kullanınız. ➤ Hafifçe bastırarak yapışmasını sağlayınız.
➤ Birleştirme işlemi bittikten sonra yüzeyin ezikliklerini düzeltiniz. Alüminyum folyo bantta boşluk olup olmadığını kontrol ediniz. 	➤ Pot veren veya yırtılmış olan bölgelere sızdırmaz bir şekilde bant çekiniz. ➤ Tüm kullanılan takımlar (fırça, bıçak ve ıspatula) güzelce temizleyiniz. ➤ Kesici takımları çevreye zarar vermeyecek şekilde yerlerine kaldırınız.

UYGULAMA FAALİYETİ-2

Klima levhası ile hava kanalı yalıtımı yapınız.

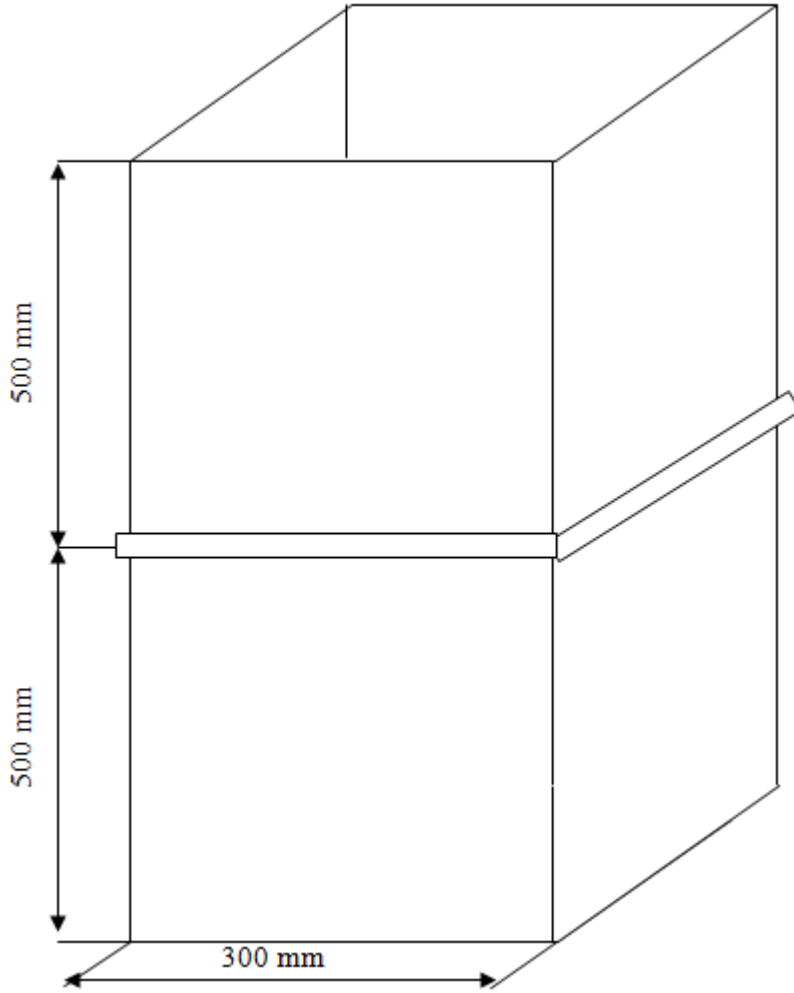
İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Yalıtılacak olan kanal yüzeyini ölçünüz. Ölçme işleminde uzunluğu değil kanalın genişliğini dikkate alınız. 	➤ Ölçü alma metotlarını uygulayınız. ➤ Ölçüyü, yalıtım malzemesinin kalınlığını göz önünde bulundurarak alınız.
➤ Klima levhasını alınan ölçüye göre düzgün bir şekilde markalayınız.	➤ Markalama işlemi sırasında malzemeyi ezmeyiniz. ➤ Kanalın genişliğine göre markalama yapınız. ➤ Malzemenin uzunluğu kanalın boyunu kapsayacak şekilde markalama yapınız.
➤ Klima levhasını uygun ebatta bıçak ile yırtmadan kesiniz.	➤ Kesme işlemini yaparken yaralanmalara karşı dikkatli olunuz. ➤ Kesme işlemi yaptığınız bıçağın keskin olmasına dikkat ediniz. ➤ Klima levhasını yırtmadan ve ezmeden kesiniz.
➤ Yalıtım yapılacak kanal yüzeyini, özel temizleme tineri kullanarak temizleyiniz.	➤ Yüzeyde, yapışmayı engelleyecek hiçbir şeyin kalmamasını sağlayınız. ➤ Tiner ile temizlik yaparken ortamın havalandırılmasına dikkat ediniz. ➤ Temizleme işlemi sırasında yüzeyinde toz, kir, yağ ve su bulunmayan bez kullanabilirsiniz. ➤ Tinerin uçucu bir malzeme olduğunu unutmayınız. Kullanılmadığında kutunun ağzını kapalı tutunuz.

	
 ➤ Kendinden yapışkanlı özel tespit pimlerini, 5 – 6 adet/m² (metre karede 5 – 6 adet) olmak üzere kanalın üzerine tespit ediniz.	➤ Tespit pimlerini kanalın köşelerine ve ortasına gelecek şekilde dağıtınız. ➤ Tespit pimlerinin kanala temas eden yüzeylerini iyi temizleyiniz. ➤ Tespit pimlerini, arkasındaki yapıştırıcı yüzeyi açtıktan sonra beklemeden kanal yüzeyine yapıştırınız. ➤ Yapıştırılan tespit pimini başka yere yapıştırmak üzere sökmeyiniz.
Klima levhalarını pimlere geçirdikten sonra pulları takarak sabitleyiniz. 	Levhanın montajı sırasında kesinlikle çekerek değil bastırarak güç uygulayınız. Öncelik sırasına göre kanalın önce alt yüzeyini, sonra yan yüzeyini ve en sonunda üst yüzeyini kaplayınız. Eksenden kayma olmamasına dikkat ediniz. Düzgün markalanarak kesilmiş malzemenin kanalı çok iyi kaplayacağını unutmayınız. Montaj yaparken tespit pimlerinin açtığı deliklerin yırtılmamasına dikkat ediniz. Tespit pimi takıldıktan sonra hafifçe bastırarak sıkıştırma pullarını takınız.

➤ Kanal yüzeyi levhalarla tam olarak kaplandıktan sonra, levhaların ek yerlerini alüminyum folyo bant ile yapıştırarak sızdırmazlık sağlayınız. 	➤ Bindirme işlemini yaparken levhanın yırtılmamasına dikkat ediniz. 
➤ Diğer levhaların baş kısmından başlayarak alüminyum folyo bant ile boşluk kalmayacak şekilde levhaları birleştiriniz. ➤	➤ Bandı sararken ek yapmamaya dikkat ediniz. ➤ Bandı keserken bıçak kullanınız. ➤ Bant boyunca bastırarak yapışmasını sağlayınız.
➤ Birleştirme işlemi bittikten sonra yüzeyin ezikliklerini düzeltiniz. Alüminyum folyo bantta boşluk olup olmadığını kontrol ediniz.	➤ Pot veren veya yırtılmış olan bölgelere sızdırmaz bir şekilde bant çekebilirsiniz. ➤ Kullanılan tüm takımları (fırça, bıçak ve ıspatula) güzelce temizleyiniz. ➤ Kesici takımları çevreye zarar vermeyecek şekilde yerlerine kaldırınız.

UYGULAMA FAALİYETİ-3

Aşağıda şekli verilen 300 x 300 ölçülerinde ve 1000 mm uzunluğundaki kare havalandırma kanalının 500 mm' lik kısmına klima şiltesi, diğer kısmına ise klima levhası kullanarak yalıtım uygulaması yapınız. Atölye imkânlarına göre ve öğretmenin de uygun görmesi durumunda kanal ölçülerini değiştirebilirsiniz. İş parçasının büyüklüğüne göre araç-gereç ve malzeme listesini tespit ediniz.



Şekil 2.2: Isı yalıtımı yapılacak kanal

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümleleri dikkatlice okuyarak boş bırakılan yerlere doğru sözcüğü yazınız.

1., klima kanallarının dıştan veya içten ısı ve ses yalıtımını sağlamak amacı ile üretilmiş yarı sert levhalardır.
2., klima kanallarının dıştan ısı izolasyonunu sağlamak amacı ile imal edilmiş cam yünü şiltedir.
3. Alüminyum folyo kaplı izolasyon malzemelerini ve buhar kesici olarak kullanılan bantlara bantlar denir.
4. Dikdörtgen kesitli kanallar: Kesilecek şilte boyu, kanalın dış çevresi olarak tespit edilmelidir
5. Silindir kesitli kanallar: Kesilecek şilte boyu, kanalın olarak tespit edilmelidir.
6. Özel kendinden yapışkanlı tespit pimleriolmak üzere kanalın üzerine tespit edilir.

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise **D**, yanlış ise **Y** yazınız.

1. ()İzolasyon yapılacak kanal yüzeyi, su kullanılarak temizlenir. .
2. ()Klima şiltesi bindirme üzerinden başlanılarak alüminyum folyo bant ile boşluk kalacak şekilde şilte sarılmalıdır.
3. ()Klima şiltelerinin rulolarında ayrıca 5'er cm alüminyum folyo bindirme payı vardır.

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi klima şiltesi ve klima levhası montajında kullanılan takım ve aksesuarlardan değildir.
A) Çapölçer
B) Düzgün çizgiler için metal cetvel
C) Kesik ağızlı bıçak (ince sırtlı)
D) Testere
E) Uzun ağızlı bıçak (ince sırtlı)

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Uygulamalı Test”e geçiniz.

UYGULAMALI TEST

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri **Evet**, kazanamadığınız becerileri **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçeği	Evet	Hayır
1. İzolasyonu yapılacak kanal hazır mı?		
2. Yeterli ölçüde klima şiltesi veya klima levhası temin ettiniz mi?		
3. Klima şiltesi veya klima levhası yalıtım takımlarını kontrol ettiniz mi?		
4. Kesme bıçağının keskinliğini kontrol ettiniz mi?		
5. Tespit pimlerini kontrol ettiniz mi?		
6. Temizleme tinerini kontrol ettiniz mi?		
7. Ortam havalandırmasını kontrol ettiniz mi?		
8. Kanalin yalıtım yapılacak kısmının ölçüsünü aldınız mı?		
9. Ölçüye göre yalıtım malzemesini markaladınız mı?		
10. Markalanan çizgilerden bıçak ile dikkatlice kestiniz mi?		
11. Kanal yüzeyini temizleme tineri ile temizlediniz mi?		
12. Tespit pimlerini kanal yüzeyine yerleştirdiniz mi?		
13. Tespit pimlerinin sağlamlığının kontrolünü yaptınız mı?		
14. Yalıtım malzemesini kanal yüzeyine bastırarak tespit pimlerin üzerine yerleştirdiniz mi?		
15. Tespit pimlerinin pullarını sıkıca yerleştirdiniz mi?		
16. Klima şiltesinin bindirme payından başlayarak alüminyum folyo bantla birleştirdiniz mi?		
17. Kenarların birleştiği köşeyi bantla yapıştırdınız mı?		
18. Takımları temizleyerek teslim ettiniz mi?		

ÖĞRENME FAALİYETİ-3

AMAÇ

Uygun ortam sağlandığında ve gerekli donanımı kullanarak hava kanallarının ses iletimine karşı yalıtımını tekniğine uygun olarak yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Ses yalıtımında kullanılan malzemelerin özelliklerini firma kataloglarından araştırınız.
- Havalandırma kanalları ve yalıtım malzemeleri standartlarını inceleyiniz (DIN 4109 TS 12563, TS EN 378-2).
- Mevcut yapılmış havalandırma kanallarının yalıtım uygulamalarını inceleyiniz.
- İnternete girerek konuyla ilgili araştırma yapınız.

3. HAVA KANALLARININ SES İLETİMİNE KARŞI YALITIMINI YAPMAK

3.1. Ses

Ses konusunun çok iyi bilinmesi, ses yalıtımında etkili sonuçların alınmasına vesile olacaktır. Ses; gazlar, katı maddeler ve sıvı ortamda titreşimler oluşturarak yayılan bir enerji türüdür. İnsan kulağında işitsel duyulanma uyandırabilen maddesel ortam titreşimleridir. Sonuç olarak, ses bir enerji türüdür. Bunun için kullanılan ölçü birimi "desibel"dir.

Ses, bir ortam içerisinde titreşimlerden oluşan fiziksel bir hareket şeklinde yayılır. Titreşim yüzdesi geniş bir dizi üzerinde değişebilir. Eğer bu hareket, işitme frekansı dizisi içinde ise kulak ve diğer yardımcı alıcı organizmalar tarafından ses olarak algılanır.

Sesin bir noktadan ötekine iletimi için, elastik bir ortamın varlığı gereklidir. Bazen cisimler çevrelerindeki havayı titreştirirken titreşim hareketleri hissedilir, hatta görülür. Sesin havadaki hızı, sıcaklık, basınç ve neme bağlı olarak az da olsa değişebilir. Sesin, 20°C oda sıcaklığındaki hızı; 344 m/s 'dir.

Ses yalıtımının ısı yalıtımına benzeşiminin nedenleri, bu iki tür enerjinin yayılış biçimleri ile kolayca açıklanabilir. Isı, üç biçimde yayılır. Bunlar ısıyım (radyasyon), iletim (kondüksiyon) ve taşıymdır (konveksiyon). Ses ise maddesel ortamın titreşimleri olduğundan yalnızca maddesel ortamda yayılabilir.

İnsanların algılayabilecekleri ses düzeyi bir frekans birimi olan Hertz (Hz) ile ölçölmektedir. Ses dalgaları adı verilen bu titreşimler, komşu moleküller arasında enerji nakleder. Fakat cisimlerde bir hareket olmadan, katı, sıvı ya da gaz ortamdan geçebilmektedir.



Resim 3.1: Ses düzeyi ölçüm cihazı (desibelmetre)

3.2. Hava Kanallarında Ses Yalıtımı



Resim 3.2: Havalandırma kanallarında gürültü ölçümü

Vantilatörler tarafından yayılan gürültüler, kapalı kanallar içinde akımı yükseltir ve düşürür. Böylece havalandırılan odanın içine bu gürültü de taşınmış olur. Gürültünün bir kısmı etraftaki odalara yayılırken bir kısmı da zemin (kolon kiriş) sistemi vasıtasıyla çok uzak noktalara taşınabilir. Esas itibariyle gürültünün mümkün olduğu ölçüde kaynağında önlenmesi, yani gürültüsü az olan vantilatörler ve motorların seçilmesi genel kuraldır.

Ancak bunun yeterli olmadığı durumlarda gürültünün giderilmesi ve azaltılması için çeşitli yöntemler uygulanabilir. Gürültünün kaynakları vantilatörler, kanal ve menfezler, motor ve kelebek damperler, klapalar olarak sayılabilir. Böylece aslında konfor amaçlı uygulanan bir klima sistemi, gürültü kirliliği nedeniyle rahatsızlık yaratabilir. Örneğin bürolarda ve lokantalarda kabul edilebilecek gürültü seviyesi 40-45 dB(A)'dır. Oturma ve yatak odalarında bu değer 30 dB(A)'nın üzerinde olmamalıdır. Seslerin bir kısmı kanal içinde doğal olarak yutulur ancak çoğu kez bu yeterli olmaz. Vantilatörlerin hemen arkasına absorpsiyonlu ses söndürücüsü (susturucu) monte edilerek ses yutumu sağlanabilir. Kanallarda yapılacak titreşim yalıtımı da (örneğin; çelik yaylı izolatörler) ses seviyesinin azaltılmasına yardımcı olur. Ancak en etkin çözüm, bu bileşenlerle birlikte tercihen kanal içine sürtünme sesini azaltacak ses yutucu malzemeler kaplanmasıdır. Bu konuda sünger yapısında ve kısmen açık hücreli (PUR) malzemeler başarılı sonuç vermektedir. Kanal içine kullanılacak bu ses tutucu malzemelerin kanal kesitinde bir daralma yaratacağı da gözden kaçırılmamalıdır.

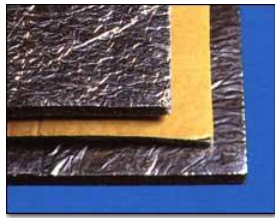
3.3. Hava Kanalları Ses Yalıtım Malzemeleri

3.3.1. Polietilen Köpük İzole Levhalar

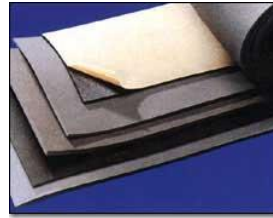
Polietilen köpük izole levhaları 80 °C ve 95 °C arasında, split ve merkezi havalandırma sistemlerinde, klima kanallarının iç ve dış yalıtımında, su ve sıvı soğutma sistemlerinde, büyük çaplı borularda, tank, vana ve flanşlarda kullanılır. 6, 8, 10, 15, 20 ve 30 mm et kalınlığında rulolar halinde üretilir. $\lambda=0,033$ W/mK (10 °C) , $\lambda=0,040$ W/mK (40 °C) DIN 52613 yoğunluğu 30-40 kg/m³ tür. Mükemmel yalıtım değerlerine sahiptir. Alev taşmaz, kendini söndürür (B1 DIN 4102).

3.3.2. Polietilen İzole Levhalar

Polietilen izole levhalara 0,1 mm kalınlığındaki alüminyum lamine edilmesinden oluşur. Klima santrallerinin ve havalandırma kanallarının yalıtımında kullanılır. UV ışınlarına ve yüksek sıcaklığa karşı dirençlidir. Her türlü mekanik darbeye karşı dayanıklıdır. En katı yangın standartları BS 476 Bölüm 7 CI 1, Bölüm 6 CI 0, NEN 3883 Sınıf 1 ve NF M1' yi karşılamaktadır. 6, 8, 10, 15, 20 ve 30 mm PE izole levha üzerine lamine edilerek verilebilir.

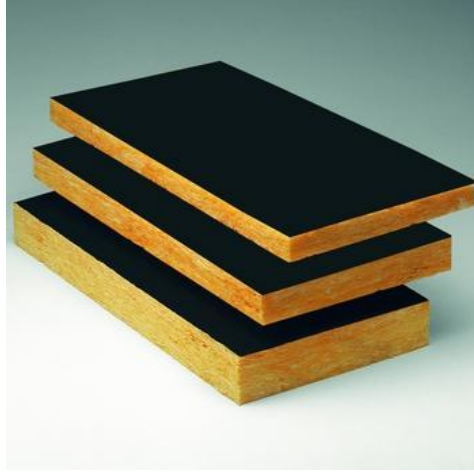


Resim 3.3: Polietilen köpük izole levha



Resim 3.4: Polietilen izole levha

3.3.3. Siyah Cam Tülü Klima Levhaları



Resim 3.5: Siyah cam tülü klima levhası

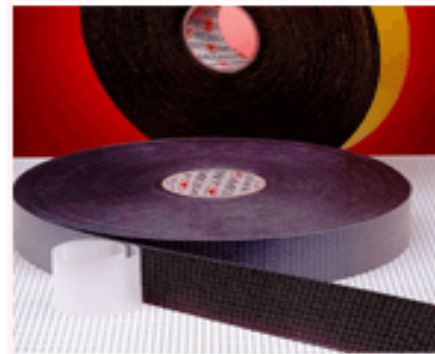
Kanalların, içerden ısı ve ses yalıtımı amacıyla kullanılır. Isı ve ses yalıtımının aynı anda ve bir defada yapılması istenen durumlarda tercih edilir. Levhalar, 1m boyundaki metal kanalın içine tespit edilmiş pimlere (5-6 adet/m²) geçirilerek uygulanır.

3.4. Ses Yalıtım Malzemelerinin Montajında Kullanılan Takım ve Malzemeler

- **Sıvı yapıştırıcılar:** Kısa sürede kuruyan yapıştırıcılardır. İzole boru ve levhaları yüzey yapıştırmada kullanılır. Boruların yarıklarının yüzeyine sürülerek sızdırmazlık sağlanır.
- **Sızdırmazlık bantları:** PVC ve polietilen türleri mevcuttur. PVC bantlar siyah ve gri renklerde. Polietilen bantlar da bir yüzü yapışkanlı gri bantlardır. İzole boruların ek yerlerinde ve tüm yarıkları boyunca kullanılabilir.



Resim 3.6: Sıvı yapıştırıcılar



Resim 3.7: Sızdırmazlık bantları

- **Alüminyum folyolu bantlar:** Takviyeli ve takviyesiz tipleri vardır. Özellikle havalandırma ve klima kanallarında kullanılan alüminyum folyolu bantlar, izole ek yerlerinde kullanılır.
- **Kanal bantları:** Özellikle havalandırma kanallarında kullanılan izole levhaların ek yerlerinde kullanılır.



Resim 3.8: Alüminyum folyolu bantlar



Resim 3.9: Kanal bantları

- **Klips tutturucular:** İzole borular ve levhalarda kullanılan sıvı yapıştırıcıların atmaması ve daha kuvvetli yapışması için her 25/50 cm' de uygulanır ve iyi bir yapışma sağlanmış olur.



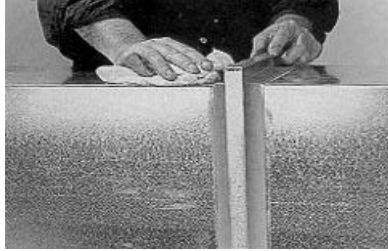
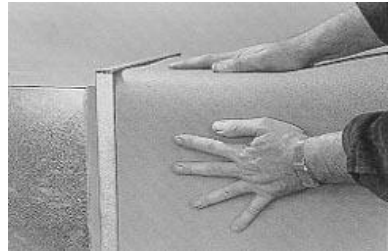
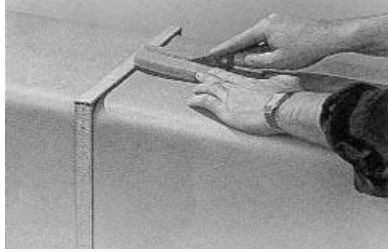
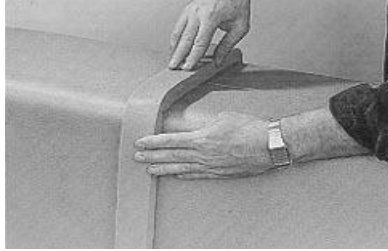
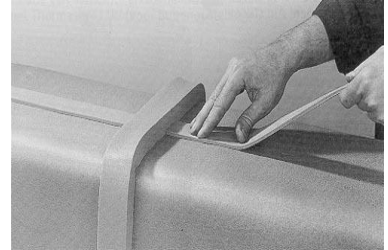
Resim 3.10: Klips tutturucular



Resim 3.11: Uygulamada kullanılan takımlar

3.5. Ses İletimine Karşı Yalıtım Uygulamaları

3.5.1. Polietilen Köpük İzole Levhaları ile Ses Yalıtımı

➤ Yalıtım yapılacak yüzey temizlenir. Hava kanalına ve izole levhaların kanala denk gelen yüzeylerine sıvı yapıştırıcı sürülür. İzole levhanın dış kenarlarından en az 5 cm kadarı kanala yapıştırılır ve izole levha kanala sarılır. Herhangi bir müdahale olmadan 5 ile 15 dakika kurumasa beklenir. 2 cm ekstra uzunluk bırakılarak kanal üzerine yapıştırılır.	
➤ Polietilen izole levhalarla yalıtım yapıldıktan sonra yerini değiştirmek mümkün olmayacağı için dikkatli bir şekilde konumlandırılmalı ve sıkıca bastırılmalıdır. Yalıtımın kalınlığı 20mm'den fazla ise değişik uygulamalar da söz konusudur.	
➤ Polietilen izole levha kanal üzerine sarıldıktan sonra fazla gelen paylar kesilir ve kanal yüzeyindeki yapıştırıcı kurumadan ek yerleri birbirine sıkıca yapıştırılır.	
➤ Kanal üzerindeki flanş bağlantı yerleri polietilen köpük izole parçaları ile kaplanmalıdır.	
➤ İzole levhaların birleşim yerlerinin üzerinden sızdırmazlık bandı ile geçilerek yalıtım tamamlanmalıdır.	

Polietilen köpük izole levhaların kendinden yapışkanlı çeşidi mevcuttur. Bu levhalar istenen en ve boyda kesilerek kullanılabilir.

Polietilen köpük izole levhaların kendinden yapışkanlı çeşidi kullanılırken, son uç kısımları sıvı yapıştırıcı ile yapıştırılabilir. Ancak uç kısımları, sıkıca birleştirilmeden evvel 5-10 dakika kuruması beklenmelidir.

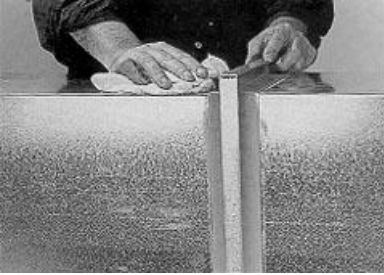
Yuvarlak hava kanallarının yalıtımında, yalıtım malzemesi üzerindeki gerilmeyi önlemek için dikkatli bir uygulama yapılmalıdır. Eğer yalıtım malzemesi üzerinde gerilme varsa sadece kendinden yapışkanlı bant kullanılmalıdır.

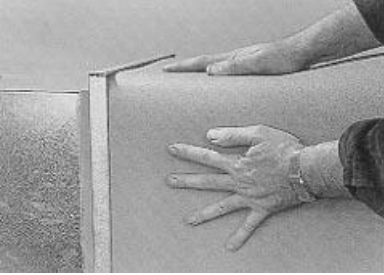
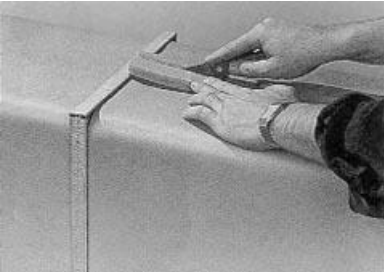
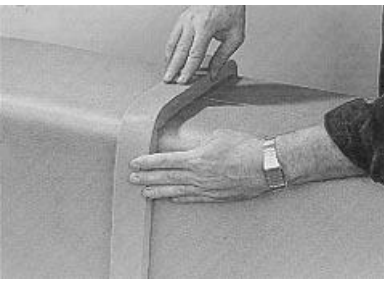
3.5.2. Klima Levhası ile Ses Yalıtımı

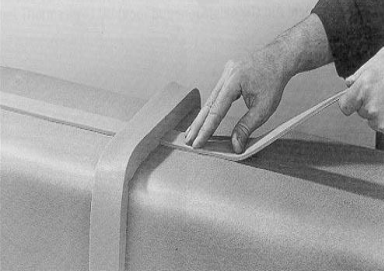
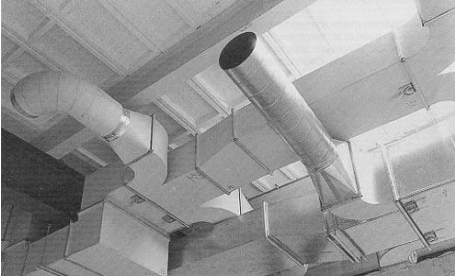
➤ Dıştan yalıtımda olduğu gibi, içten yalıtımda da kanal iç yüzeyi temizlendikten sonra kendinden yapışkanlı özel tespit pimleri kanalın yüzeyine tespit edilir.	
➤ Cam tülü kaplı klima levhaları pimplere geçirilerek pim pulları takılır.	
➤ İçten yapılan uygulamalarda kanal kesitinin daralmasından ve sürtünme kayıplarının artmasından dolayı kanal projelendirilirken yapılacak ses yalıtım uygulamasının sisteme etkisi unutulmamalıdır.	

UYGULAMA FAALİYETİ-1

Hava kanalına polietilen levha ile ses izolasyonu yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Yalıtılacak olan kanal yüzeyini ölçünüz. Ölçme işleminde kanalın uzunluğunu değil genişliğini dikkate alınız. 	➤ Ölçü alma metotlarını uygulayınız. ➤ Ölçme işlemini yaparken yalıtım malzemesi kalınlığını göz önünde bulundurunuz.
➤ Polietilen köpük izole levhasını, alınan ölçüye göre düzgün bir şekilde markalayınız.	➤ Markalama işlemi sırasında malzemeyi ezmeyiniz. ➤ Markama işlemi sırasında kanalın genişliğine göre markalama yapınız. ➤ Markalamada 2 cm ek bindirme payı bırakınız. ➤ Boylamasına veya enlemesine markalama yapabilirsiniz. ➤ Markalama işleminde uzun çelik cetvel kullanınız.
➤ Polietilen köpük izole levhasını uygun ebatta bıçak ile yırtmadan kesiniz.	➤ Kesme işlemini yaparken yaralanmalara karşı dikkatli olunuz. ➤ Kesme işlemi yaptığınız bıçağın keskin olmasına dikkat ediniz. ➤ Levhayı yırtmadan ve ezmeden kesiniz.
 ➤ İzolasyon yapılacak kanal yüzeyini, özel yüzey temizleme tineri kullanarak temizleyiniz.	➤ Yüzeyde, yapışmayı engelleyecek hiçbir şeyin kalmamasına dikkat ediniz. ➤ Tiner ile temizlik yaparken ortam havasının iyi havalandırılır olmasına dikkat ediniz. ➤ Temizleme işlemi sırasında yüzeyinde toz, kir, yağ ve su bulunmayan bez kullanınız. ➤ Tinerin uçucu bir malzeme olduğunu unutmayınız. Kullanılmadığında kutunun ağzını kapalı tutunuz.

➤ İzole levhanın dış kenarlarından en az 5 cm kadarını kanala yapıştırınız ve izole levhayı kanala sarınız. Herhangi bir müdahalede bulunmadan 5 ile 15 dakika kurumasını bekleyiniz. 2 cm ekstra uzunluk bırakarak kanal üzerine yapıştırınız. 	➤ Polietilen izole levhalarla yalıtım yapıldıktan sonra yerini değiştirmek mümkün olmayacağı için dikkatli bir şekilde konumlandırılmalısınız. ➤ Sıkıca çekmeden bastırınız. ➤ Yalıtımın kalınlığı 20 mm'den fazla ise değişik uygulamalar da yapabilirsiniz.
 ➤ Polietilen izole levhayı kanal üzerine sardıktan sonra fazla gelen payları kesiniz ve kanal yüzeyindeki yapıştırıcı kurumadan ek yerlerini birbirine sıkıca yapıştırınız.	➤ Kesme işlemini itinalı yapınız. Kesme sırasında kaymaları önlemek için çelik cetvel kullanabilirsiniz. ➤ Uçların birbirini karşılamalarına özen gösteriniz. ➤ Yapıştırıcı kurumuş ise az miktarda tekrar yapıştırıcı sürerek uçların tutturulmasını sağlayabilirsiniz.
➤ Kanal üzerindeki flanş bağlantı yerlerini polietilen köpük izole parçaları ile kaplayınız. 	➤ İzolasyonu tüm kanal boyunca boşluk kalmayacak şekilde yapınız. ➤ Flanş bağlantı noktalarını sesin çıkış noktaları olarak, dikkatli bir şekilde özel U fitiller ile yalıtımını yapabilirsiniz.

 ➤ İzole levhaların birleşim yerlerinin üzerinden sızdırmazlık bandı ile geçerek yalıtımı tamamlayınız.	➤ Bandı sararken ek yapmamaya dikkat ediniz. ➤ Bandı keserken bıçak kullanınız. ➤ Bastırarak birleştirme yapınız.
➤ Birleştirme işlemi bittikten sonra yüzeyin ezikliklerini düzeltiniz. Daha kuvvetli yapışması için her 25/50 cm’de klips uygulayabilirsiniz. Bantta boşluk olup olmadığını kontrol ediniz. 	➤ Pot veren veya yırtılmış olan bölgelere sızdırmaz bir şekilde bant çekiniz. ➤ Tüm kullanılan takımları (fırça, bıçak ve ıspatula) güzelce temizleyiniz. ➤ Kesici takımları çevreye zarar vermeyecek şekilde yerlerine kaldırınız.

UYGULAMA FAALİYETİ-2

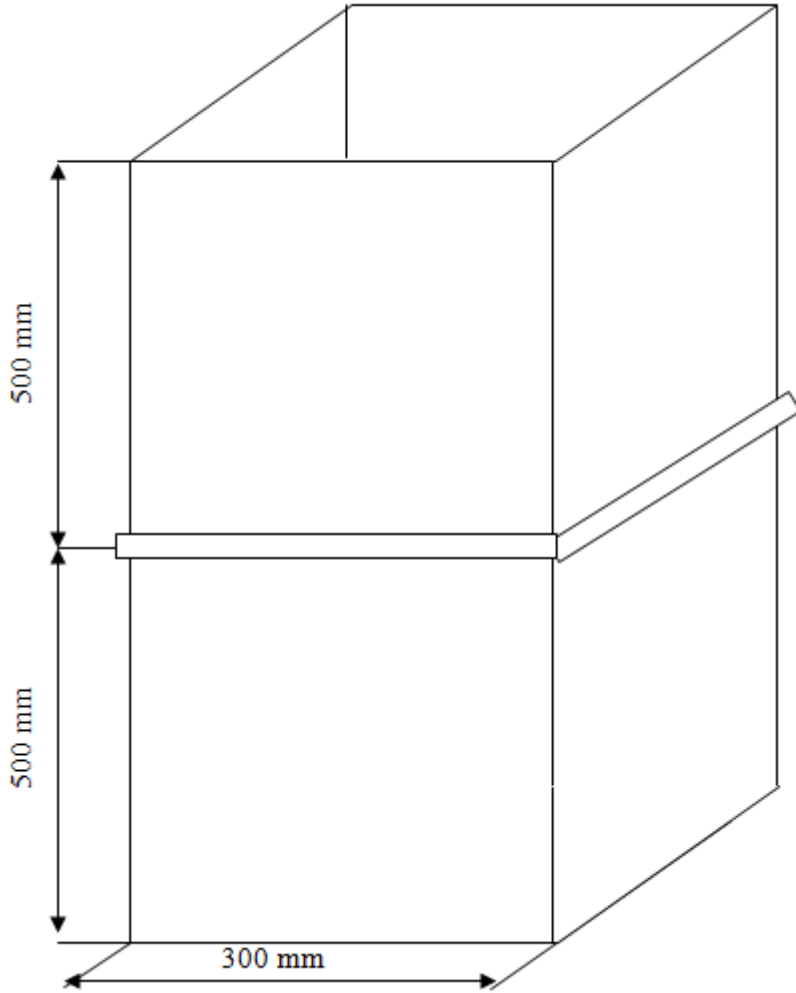
Hava kanalına klima levhası ile ses yalıtımı yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Yalıtılacak olan kanal iç yüzeyini ölçünüz. Ölçme işleminde kanalın uzunluğunu değil genişliğini dikkate alınız. 	➤ Ölçü alma metotlarını uygulayınız. ➤ Ölçme işlemini yaparken izolasyon malzemesi kalınlığını göz önünde bulundurunuz.
➤ Klima levhasını alınan ölçüye göre düzgün bir şekilde markalayınız.	➤ Markalama işlemi sırasında malzemeyi ezmeyiniz. ➤ Markama işlemi sırasında kanalın genişliğine göre markalama yapınız. ➤ Uzunluk kanalın boyunu kapsayacak şekilde markalama yapınız.
➤ Klima levhasını uygun ebatta bıçak ile yırtmadan kesiniz	➤ Kesme işlemini yaparken yaralanmalara karşı dikkatli olunuz. ➤ Kesme işlemi yaptığınız bıçağın keskin olmasına dikkat ediniz. ➤ Klima levhasını yırtmadan ve ezmeden kesiniz.
➤ Yalıtım yapılacak kanal iç yüzeyini özel yüzey temizleme tineri kullanarak temizleyiniz.	➤ Yüzeyde, yapışmayı engelleyecek hiçbir şeyin kalmamasına dikkat ediniz. ➤ Tiner ile temizlik yaparken ortam havasının iyi havalandırılır olmasına dikkat ediniz. ➤ Temizleme işlemi sırasında yüzeyinde toz, kir, yağ ve su bulunmayan bez kullanınız. ➤ Tinerin uçucu bir malzeme olduğunu unutmayınız. Kullanılmadığında kutunun ağzını kapalı tutunuz.

 ➤ Kendinden yapışkanlı özel tespit pimlerini, 5 – 6 adet/m² (metre karede 5 – 6 adet) olmak üzere kanalın üzerine tespit ediniz.	➤ Tespit pimlerini kanalın köşelerine ve ortasına gelecek şekilde dağıtınız. ➤ Tespit pimlerinin kanala temas eden yüzeylerini iyi temizleyiniz. ➤ Tespit pimlerini arkasındaki yapıştırıcı yüzey açıldıktan sonra beklemeden kanal yüzeyine yapıştırınız. ➤ Yapıştırılan tespit pimini başka yere yapıştırmak üzere sökmeyiniz.
 ➤ Klima levhalarını pimplere geçirdikten sonra pulları takarak sabitleyiniz.	➤ Klima levhasının montajı sırasında kesinlikle çekerek değil bastırarak uygulayınız. ➤ Öncelik sırasına göre kanalın önce alt yüzeyini, sonra yan yüzeyini ve en sonunda üst yüzeyini kaplayınız. ➤ Eksenden kayma olmamasına dikkat ediniz. ➤ Düzgün markalanarak kesilmiş malzemenin kanala çok iyi oturacağını unutmayınız. ➤ Montaj yaparken tespit pimlerinin açtığı deliklerin yırtılmamasına özen gösteriniz. ➤ Tespit pimi takıldıktan sonra hafifçe bastırarak sıkıştırma pullarını takınız
 ➤ Birleştirme işlemi bittikten sonra yüzeyin ezikliklerini düzeltiniz.	➤ Tüm kullanılan takımları (fırça, bıçak ve ıspatula) güzelce temizleyiniz. ➤ Kesici takımları çevreye zarar vermeyecek şekilde yerlerine kaldırınız.

UYGULAMA FAALİYETİ-3

Aşağıda şekli verilen 300 x 300 ölçülerinde ve 1000 mm uzunluğundaki kare havalandırma kanalının 500 mm' lik kısmına polietilen köpük levha, diğer kısmına ise klima levhası kullanarak ses yalıtımı uygulaması yapınız. Atölye imkânlarına göre ve öğretmenin de uygun görmesi durumunda kanal ölçülerini değiştirebilirsiniz. İş parçasının büyüklüğüne göre araç gereç ve malzeme listesini tespit ediniz.



Şekil 3.1: Ses yalıtımı yapılacak kanal ölçüleri

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümleleri dikkatlice okuyarak boş bırakılan yerlere doğru sözcüğü yazınız.

- 1. Ses, canlılarda işitme algısını oluşturan moleküllerin titreşmesi sonucu yayılan bir tür
- 2. Sesin ölçü birimi " " 'dir
- 3. İnsanların algılayabilecekleri ses düzeyi bir frekans birimi olanile ölçülmektedir.
- 4. Oturma, yatak ve çalışma odalarında yapı tesisatından meydana gelen ses şiddetideğerinin üzerinde olmamalıdır
- 5. Buhar direncine sahip klima levhalarının üzeri ile kaplıdır.
- 6. Ses yalıtımında, yalıtım levhası dış kenarlarından en azcm kanala yapıştırılır ve yalıtım levhası kanala sarılır.

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise **D**, yanlış ise **Y** yazınız.

- 1. () Ses yalıtımındaklima levhaları kanalın dışından döşenir.
- 2. () Ses yalıtımında klima levhaları alüminyum folyo bantla birleştirilir.
- 3. () Polietilen köpük levhaların daha kuvvetli yapışması için her 25 veya 50 cm' de klips uygulanır

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi klima levhası montajında kullanılan kendinden yapışkanlı özel tespit pimlerinin metre karede kullanım sayısını doğru olarak göstermektedir.
- A) 1 – 2 adet/m²
 - B) 3 – 4 adet/m²
 - C) 5 – 6 adet/m²
 - D) 7 – 8 adet/m²
 - E) 9 – 10 adet/m²

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Uygulamalı Test”e geçiniz.

UYGULAMALI TEST

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri **Evet**, kazanamadığınız becerileri **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. İzolasyonu yapılacak kanal hazır mı?		
2. Yeterli ölçüde klima şiltesi veya klima levhası temin ettiniz mi?		
3. Polietilen köpük levha veya klima levhası ile yalıtım takımlarını kontrol ettiniz mi?		
4. Kesme bıçağının keskinliğini kontrol ettiniz mi?		
5. Tespit pimlerini kontrol ettiniz mi?		
6. Temizleme tinerini kontrol ettiniz mi?		
7. Ortam havalandırmasını kontrol ettiniz mi?		
8. Kanalin yalıtım yapılacak kısmının ölçüsünü aldınız mı?		
9. Ölçüye göre yalıtım malzemesini markaladınız mı?		
10. Markalanan çizgilerden polietilen köpük levha veya klima levhasını dikkatlice kestiniz mi?		
11. Kanal yüzeyini temizleme tineri ile temizlediniz mi?		
12. Polietilen köpük levha için kanal yüzeyine yapıştırıcı sürdünüz mü?		
13. Tespit pimlerini kanal iç yüzeyine yerleştirdiniz mi?		
14. Tespit pimlerinin sağlamlığını kontrol ettiniz mi?		
15. Yalıtım malzemesini kanal yüzeyine bastırarak tespit pimlerin üzerine yerleştirdiniz mi?		
16. Tespit pimlerinin pullarını sıkıca yerleştirdiniz mi?		
17. Polietilen köpük levhayı kanala sardınız mı?		
18. Polietilen köpük levhanın fazlalıklarını keserek uçlarını yapıştırdınız mı?		
19. Polietilen köpük levhanın ek yerlerine sızdırmazlık bandı çektiniz mi?		
20. Polietilen köpük levhanın daha iyi yapışması için klipsleri taktınız mı?		
21. Takımları temizleyerek teslim ettiniz mi?		

ÖĞRENME FAALİYETİ-4

AMAÇ

Uygun ortam sağlandığında, gerekli donanımı kullanarak hava kanallarının yangına karşı yalıtımını tekniğine uygun olarak yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Yangına karşı yalıtımda kullanılan malzeme ve araçların özelliklerini firma kataloglarından araştırınız.
- Havalandırma kanalları ve izolasyon malzemeleri standartlarını inceleyiniz (TS 12563, TS EN 378-2 DIN 4102).
- Mevcut yapılmış havalandırma kanallarının yalıtım uygulamalarını inceleyiniz.
- İnternete girerek konuyla ilgili araştırma yapınız.

4.HAVA KANALLARININ YANGINA KARŞI YALITIMI

4.1. Yangın



Resim 4. 1: Yangın zararı azaltılabilir.

Yangın, söndürülmediği anda bulunduğu her ortama mutlaka zarar veren bir olaydır. Yangından korunma en basit olarak üç şekilde gerçekleştirilir:

- Yangın çıkmasını önlemeye çalışarak
- Çıkan yangını söndürmeye çalışarak
- Çıkan yangından, belirli bir süre, minimum zararla kurtulmaya çalışarak

Yangın yalıtımı kavramı bu önlemlerden sadece üçüncüsü ile ilgilidir. Yoksa yangın yalıtımı, yangının çıkmasını önleyen, yapıya hiç zarar verilmeyen bir önlem olarak düşünülmemelidir.

Yangın yalıtımında amaç aşağıdaki yangın dayanımlarının kazanılmasıdır:

- Taşıyıcı sistemin belirli bir süre kararlılığını korumak
- Taşıyıcı sistemin belirli bir süre mukavemetini korumak
- Yangına dayanıklı yatay ve düşey bölmelerle yangının yayılışını önlemek
- Yangın çıkan bir ortamda, belli bir süre yangın çıkışlarının kullanımı için (temiz hava, elektrik vb.) emniyetli ortamı sağlamak

Yangına dayanım süresi ise yukarıda belirtilen yapı ve tesisat elemanlarının yapının ve tesisatın önemine göre, yönetmelikler tarafından belirlenmiş yangın anında istenilen dayanım süreleridir.



Resim 4.2: Yanan bir hava kanalı

Yanmazlık kavramı ise sadece malzemeye ait bir özelliktir. Bir bina veya tesisatta ne kadar çok sayıda yanmaz malzeme kullanılırsa yangın çıkma ihtimali o kadar azalır. Ayrıca yangının yayılmasına yardımcı olmaması önemli bir avantajdır. Ama bu özellik bir sistemi kapsamaz ve çıkan bir yangında bizim için en önemli kriter olan "yangına dayanım süresi"ni direkt olarak etkilemez.

Yangınlar sonucunda meydana gelebilecek can ve mal kayıplarını en aza indirmek için tesisatlarda ve yapılarda gerçekleştirilen uygulamalara **yangın yalıtımı** denir. Evlerde ve iş yerlerinde kullanılan malzemelerin çoğu yanıcı olduğundan yangın tehlikesini artırır. Yangın yalıtımı, durdurulabilen veya yavaşlatılabilen bir felaket olan yangının vereceği zararları en aza indirir.

Yangın yalıtımının faydaları şunlardır:

- Yangının oluşturduğu çok yüksek ısının ve dumanın yayılmasını geciktirir.
- Yangın dolayısıyla bina çökmeden yapının güvenli bir şekilde terk edilmesi için imkân ve zaman sağlar.
- Yapıların içerisinde oluşturulan güvenli bölümlerle can ve mal kayıplarının azaltılmasını sağlar.

Ülkemizde ağırlıklı olarak DIN normları kullanılmaktadır. Yangın yalıtımıyla ilgili üretilen malzemelerin çoğu DIN 4102 'ye göre beyan edilmektedir. Yerli olarak üretilen mineral yün malzemelerin (cam yünü, taş yünü) yanı sıra endüstriyel yapılarda kullanılan yangın önleyici ve geciktirici paneller de bu ürünlerdendir. Ayrıca kablo kanallarında kullanılan yangın önleyici akrilik macunlar, vermikulit esaslı inorganik bağlayıcılı malzemeler, yangın tutucu bantlar, silikon mastikler, alçı ve cam elyafından imal plakalar ve taş yünü esaslı paneller yangın yalıtımında kullanılan elemanlardır.

Yangın yalıtımında kullanılan malzemelerin teknik özellikleri çok iyi bilinmelidir. Bazı durumlarda malzeme, iyi özelliklere sahip iken çeşitli mahsurları da içinde barındırmaktadır. Örneğin; kaya yünü kısa süreli olarak 1000°C sıcaklığa dayanan yanmaz bir malzemedir. Ancak açık gözenekli bir malzeme olduğu için alevi geçirir ve tek başına yangına dayanımı sağlayamaz.

4.2. Yangına Karşı Kullanılan Yalıtım Malzemeleri

4.2.1. Taş Yünü



Resim 4.3: Taş yünü

Bazalt veya diabez taşının yüksek sıcaklıklarda ergitilerek elyaf haline getirilmesi ile elde edilen bir ısı yalıtım malzemesidir.

- Isı iletkenlik hesap değeri 0,04 W/mK
- Kullanım sıcaklığı: maksimum 750 °C
- Yoğunluk: 30 - 200 kg/m³ arasında üretilir.
- Yanma Sınıfı: DIN4102 'e göre A sınıfı yanmaz
- Buhar difüzyon direnç kat sayısı =1
- Su emme: hacimce % 2,5-10
- Mekanik dayanım: 1,5-6,5 ton/m² basma dayanımı

4.2.2. Alçı Esaslı Plakalar

Yanmaz cam elyafı ile takviye edilmiş, ön ve arka yüzünde özel bir kaplama olan alçı esaslı plakalardır. Ön ve arka yüzüne perlitli bir bağlayıcı ile yapıştırılan özel kaplama sayesinde, normal alçı plakalarda uygulama anında karşılaşılan ufalanma ve tozlanma görülmez. Yine uygulama sonunda, üzerine macun çekilmeden direkt olarak boyanabilen, darbelere dayanıklı, son derece sert ve sıkı yüzeyler elde edilir.

Bu levhaların esasını oluşturan alçı, çekirdek bünyesinde %23 civarında su kristalleri içerir. Su, belirli bir sıcaklıktan itibaren buharlaşmaya başlar. Buharlaşırken büyük miktarda su tüketir ve mevcut ısı enerjisi bu amaçla harcandığı için sıcaklık, su kristalleri bitinceye kadar 100°C nin üzerine çıkamaz. Böylece alçı esaslı levhalar bünyedeki tüm su kristalleri buharlaşıncaya kadar yangına kesin dayanım sağlar.



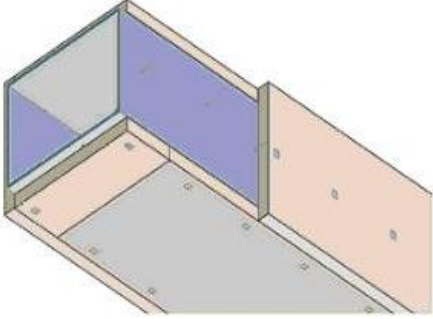
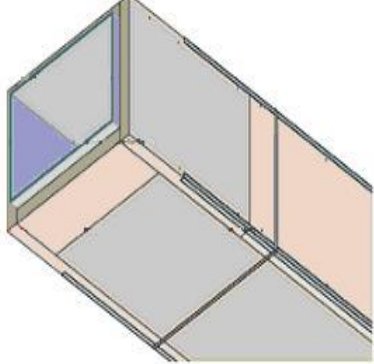
Resim 4. 4: Alçı esaslı levhalar

Havalandırma ve klima kanalları genellikle (yatay veya düşey) metal sacdan imal edildiğinden yangın sırasında hızlı bir şekilde deforme olabilmektedir. Bu kanallar, çelik askı çubukları ve delikli profil traverslerden oluşan bir asma konstrüksiyon ve bunun üzerine çift kat alçı esaslı malzemelerin kaplanması ile yangına dayanıklı hale getirilir. Kanalların kapak kısmı ilave tesisat veya tamirat için demonte olarak vidalanır.

UYGULAMA FAALİYETİ -1

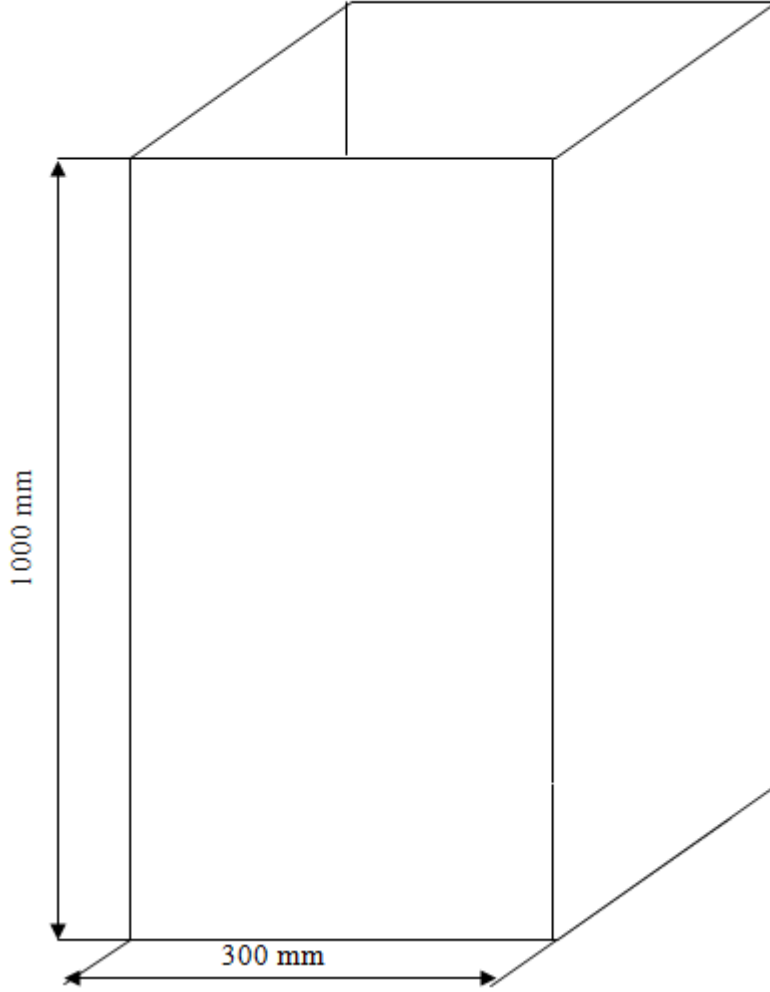
Alçı Esaslı Levhalarla Hava Kanallarının Yangına Karşı Yalıtımı

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Yalıtılacak olan kanalın yüzeyini ölçünüz. Ölçme işleminde kanalın uzunluğunu değil genişliğini dikkate alınız. 	➤ Ölçü alma metotlarını uygulayınız. ➤ Ölçme işlemini yaparken yalıtım malzemesi kalınlığını da göz önünde bulundurunuz.
➤ Alçı esaslı levhaları, alınan ölçüye göre düzgün bir şekilde markalayınız.	➤ Markalama işlemi sırasında malzemeyi ezmeyiniz. ➤ Markama işlemi sırasında kanalın genişliğine göre markalama yapınız. ➤ Malzeme uzunluğunun kanalın boyunu kapsayacak şekilde markalama yapınız.
➤ Alçı esaslı levhaları uygun ebatta bıçak ile yırtmadan kesiniz.	➤ Kesme işlemini yaparken yaralanmalara karşı dikkatli olunuz. ➤ Kesme işlemi yaptığınız bıçağın keskin olmasına dikkat ediniz. ➤ Kesme işlemi sırasında levhaların üzerindeki sert alçı kısmı alınız. ➤ Alçı esaslı levhaları kırmadan ve ezmeden kesiniz.
➤ İzolasyon yapılacak kanal yüzeyini özel yüzey temizleme tineri kullanarak temizleyiniz.	➤ Yüzeyde, yapışmayı engelleyecek hiçbir şeyin kalmamasına dikkat ediniz. ➤ Tiner ile temizlik yaparken ortam havasının iyi havalandırılır olmasına dikkat ediniz. ➤ Temizleme işlemi sırasında yüzeyinde toz, kir, yağ ve su bulunmayan bez kullanınız. ➤ Tinerin uçucu bir malzeme olduğunu unutmayınız. Kullanılmadığında kutunun ağzını kapalı tutunuz.

 ➤ Kendinden yapışkanlı özel tespit pimlerini, kanal kenarından 50 mm başlamak üzere minimum 350 mm ve maksimum 500 mm aralıklarda ve uçları 1,5 mm kalacak şekilde kanalın üzerine tespit ediniz.	➤ Tespit pimlerini kanalın köşelerinden 50 mm ve ortasına gelecek şekilde aralarındaki mesafeye dikkat ederek dağıtınız. ➤ Tespit pimlerinin kanal yüzeyine temas eden yüzeylerini iyi temizleyiniz. ➤ Tespit pimlerini arkasındaki yapıştırıcı yüzey açıldıktan sonra beklemeden kanal yüzeyine yapıştırınız. ➤ Yapıştırılan tespit pimini başka yere yapıştırılmak üzere sökmeyiniz.
 ➤ Alçı esaslı levhaları pimplere geçirerek pulları takınız ve sabitlemeyi tamamlayınız.	➤ Alçı esaslı levhaları montaj sırasında fazla zorlamaya ve baskıya maruz bırakmayınız. ➤ Öncelik sırasına göre kanalın önce alt yüzeyini, sonra yan yüzeyini ve en sonunda üst yüzeyini kaplayınız ➤ Eksenden kayma olmamasına dikkat ediniz. ➤ Düzgün markalanarak kesilmiş malzemenin kanal yüzeyine tam olarak oturacağını unutmayınız. ➤ Montaj ederken tespit pimlerinin açtığı deliklerin yırtılmamasına dikkat ediniz. ➤ Tespit pimi takıldıktan sonra derhal hafifçe bastırarak sıkıştırma pullarını takınız.
➤ Alçı esaslı levhaların köşelerine aynı malzemeden yapılmış köşebentler yerleştirerek sıkma klipslerini takınız ve yalıtım işlemini tamamlayınız.	

UYGULAMA FAALİYETİ-2

Aşağıda şekli verilen 300 x 300 ölçülerinde ve 1000 mm uzunluğundaki kare havalandırma kanalına alçı esaslı klima levhası kullanarak yangın yalıtımı uygulaması yapınız. Atölye imkânlarına göre ve öğretmenin de uygun görmesi durumuna kanal ölçülerini değiştirebilirsiniz. İş parçasının büyüklüğüne göre araç, gereç ve malzeme listesini tespit ediniz.



Şekil 4.3: Yangın yalıtımı yapılacak kanal ölçüleri

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümleleri dikkatlice okuyarak boş bırakılan yerlere doğru sözcüğü yazınız.

1. Yangınlar sonucunda meydana gelebilecek can ve mal kayıplarını en aza indirmek için yapılarda gerçekleştirilen uygulamalara denir.
2. Yangın yalıtımı, yangının oluşturduğu çok yüksek ısı ve dumanın yayılmasını denir.
3. Yangına karşı yapılan yalıtımlarda kullanılan yalıtım malzemenin en önemli kriteri dir
4. Bazalt veya diabez taşının yüksek sıcaklıklarda ergitilerek elyaf haline getirilmesi ile elde edilen bir yalıtım malzemesine denir.
5. Alçı esaslı yalıtım malzemesinin montajını yaparken kendinden yapışkanlı özel tespit pimleri kanal kenarındanmm başlamak üzere yapıştırırız.
6. Cam elyafı ile takviye edilmiş yalıtım levhalarının esasını oluşturan alçı, bünyesinde % 23 civarında içerir.

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise **D**, yanlış ise **Y** yazınız.

1. () Kanalların duvar geçitlerinde yangına karşı yalıtım yapılması gerekmektedir.
2. () Alçı esaslı levhalar, klima kanallarına vidalarla tutturulur.
3. ()Havalandırma kanallarının yangına karşı yalıtımında cam elyafı ile takviye edilmiş ön ve arka yüzünde özel bir kaplama olan, alçı esaslı levhalar kullanılabilir.

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi yangın yalıtımının bir amacı **değildir**?
A) sistemin belirli bir süre kararlılığını korumak
B) Taşıyıcı Taşıyıcı sistemin belirli bir süre mukavemetini korumak
C) Malzemenin ısı iletkenliğini artırmak
D) Yangına dayanıklı yatay ve düşey bölmelerle yangının yayılışını önlemek
E) Yangın çıkan bir ortamda, belli bir süre yangın çıkışlarının kullanımı için (temiz hava, elektrik vb.) emniyetli ortamı sağlamak

PERFORMANS DEĞERLENDİRME

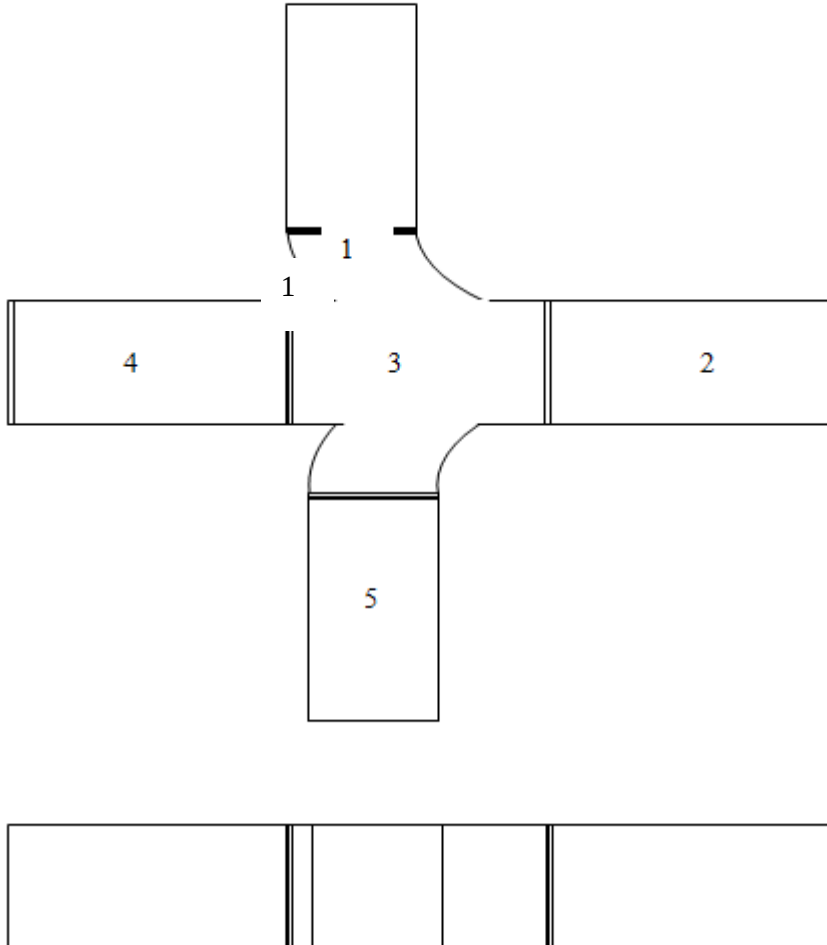
Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri **Evet**, kazanamadığınız becerileri **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Yalıtımı yapılacak kanal hazır mı?		
2. Yeterli ölçüde alçı esaslı klima levhası temin ettiniz mi?		
3. Alçı esaslı yalıtım levhası için yalıtım takımlarını kontrol ettiniz mi?		
4. Kesme bıçağının keskinliğini kontrol ettiniz mi?		
5. Tespit pimlerini kontrol ettiniz mi?		
6. Temizleme tinerini kontrol ettiniz mi?		
7. Ortam havalandırmasını kontrol ettiniz mi?		
8. Kanalin yalıtım yapılacak kısmının ölçüsünü aldınız mı?		
9. Ölçüye göre yalıtım malzemesini markaladınız mı?		
10. Markalanan çizgilerden alçı esaslı yalıtım levhayı dikkatlice kestiniz mi?		
11. Kanal yüzeyini temizleme tineri ile temizlediniz mi?		
12. Tespit pimlerini kanal yüzeyine yerleştirdiniz mi?		
13. Tespit pimlerinin sağlamlığını kontrol ettiniz mi?		
14. Yalıtım malzemesini kanal yüzeyine bastırarak tespit pimlerin üzerine yerleştirdiniz mi?		
15. Tespit pimlerinin pullarını sıkıca yerleştirdiniz mi?		
16. Ek yerlerine köşebent bağladınız mı?		
17. Alçı esaslı yalıtımın sabitlenmesi için klipsleri taktınız mı?		
18. Takımları temizleyerek teslim ettiniz mi?		

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıda havalandırma kanalının bir bölümü örnek olarak verilmiştir. Atölye ortamında, öğretmeniniz tarafından gösterilecek benzer bir havalandırma kanalı üzerinde aşağıdaki yalıtım uygulamalarını yapınız. Uygulama yapacağınız havalandırma kanalının ölçülerini atölye imkânlarınızı ve öğretmeninizin görüşünü dikkate alarak belirleyiniz. Gerekli araç gereç ve malzeme listesini kanal büyüklüğüne göre tespit ediniz.

- 1 numaralı kanalı buhar difüzyonuna karşı elastomerik kauçuk köpüğü ile yalıtım yapınız.
- 2 ve 3 numaralı kanalı ısı iletimine karşı klima şiltesi ile yalıtım yapınız.
- 4 numaralı kanalı, ses iletimine karşı polietilen izole levhalar ile yalıtım yapınız.
- 5 numaralı kanalı yangına karşı alçı esaslı levha ile yalıtım yapınız.



Şekil 5.6: Yalıtım yapılacak havalandırma kanalı

DEĞERLENDİRME

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri **Evet**, kazanamadığınız becerileri **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
Hava kanallarının buhar difüzyonuna göre yalıtımını yapmak.		
1. Yalıtım için gerekli takım ve malzemeleri hazır hale getirdiniz mi?		
2. Gerekli güvenlik tedbirlerini aldınız mı?		
3. Kanalin yalıtım yapılacak kısmının ölçüsünü aldınız mı?		
4. Ölçüye göre yalıtım malzemesini markaladınız mı?		
5. Markalanan çizgilerden elastomerik kauçuk köpüğü levhayı dikkatlice bıçak ile kestiniz mi?		
6. Kanal yüzeyini temizleme tineri ile temizlediniz mi?		
7. Yapıştırıcıyı elastomerik kauçuk köpüğü levhanın mat yüzeyine ince bir tabaka halinde sürdünüz mü?		
8. Yapıştırıcıyı kanalın izolasyon yapılacak yüzeyine sürdünüz mü?		
9. Yapıştırıcının kurduğunu elinizle kontrol yaptınız mı?		
10. Yalıtım malzemesini kanal yüzeyine bastırarak yapıştırdınız mı?		
11. Yapıştırılmış yalıtım levhalarının kalınlıklarını da kapsayacak şekilde yalıtılacak diğer iki yüzeyin ölçümlerini aldınız mı?		
12. Yapıştırıcısı sürülmüş elastomerik kauçuk köpüğü levhaların uç kısımlardaki dudakları birbirine doğru bastırarak yapıştırdınız mı?		
13. Kenarların birleştiği köşeyi, bantla yapıştırdınız mı?		
14. Takımları temizleyerek teslim ettiniz mi?		
Hava kanallarının ısı iletimine karşı yalıtımını yapmak		
1. Yalıtım için gerekli takım ve malzemeleri hazır hale getirdiniz mi?		
2. Gerekli güvenlik tedbirlerini aldınız mı?		
3. Kanalin yalıtım yapılacak kısmının ölçüsünü aldınız mı?		
4. Ölçüye göre yalıtım malzemesini markaladınız mı?		
5. Markalanan çizgilerden klima şiltesini veya klima levhasını dikkatlice bıçak ile kestiniz mi?		
6. Kanal yüzeyini temizleme tineri ile temizlediniz mi?		
7. Tespit pimlerini kanal yüzeyine yerleştirdiniz mi?		
8. Tespit pimlerinin sağlamlığını kontrol ettiniz mi?		
9. Yalıtım malzemesini kanal yüzeyine bastırarak tespit pimlerin üzerine yerleştirdiniz mi?		
10. Tespit pimlerinin pullarını sıkıca yerleştirdiniz mi?		
11. Klima şiltesinin bindirme payından alüminyum folyo bantla birleştirdiniz mi?		
12. Kenarların birleştiği köşeyi, bantla yapıştırdınız mı?		

13. Takımları temizleyerek teslim ettiniz mi?		
Hava kanallarının ses iletimine karşı yalıtımını yapmak		
1. Yalıtım için gerekli takım ve malzemeleri hazır hale getirdiniz mi?		
2. Gerekli güvenlik tedbirlerini aldınız mı?		
3. Kanalin yalıtım yapılacak kısmının ölçüsünü aldınız mı?		
4. Ölçüye göre yalıtım malzemesini markaladınız mı?		
5. Markalanan çizgilerden polietilen köpük levhayı dikkatlice bıçak ile kestiniz mi?		
6. Kanal yüzeyini temizleme tineri ile temizlediniz mi?		
7. Polietilen köpük levha için kanal yüzeyine yapıştırıcı sürdünüz mü?		
8. Polietilen köpük levhayı kanala sardınız mı?		
9. Polietilen köpük levhanın fazlalıklarını keserek uçlarını yapıştırdınız mı?		
10. Polietilen köpük levhanın ek yerlerine sızdırmazlık bandı çektiniz mi?		
11. Polietilen köpük levhanın daha iyi yapışması için klipsleri taktınız mı?		
12. Takımları temizleyerek teslim ettiniz mi?		
Hava kanallarının yangına karşı yalıtımını yapmak		
1. Yalıtım için gerekli takım ve malzemeleri hazır hale getirdiniz mi?		
2. Gerekli güvenlik tedbirlerini aldınız mı?		
3. Kanalin yalıtım yapılacak kısmının ölçüsünü aldınız mı?		
4. Ölçüye göre yalıtım malzemesini markaladınız mı?		
5. Markalanan çizgilerden alçı esaslı yalıtım levhasını dikkatlice bıçak ile kestiniz mi?		
6. Kanal yüzeyini temizleme tineri ile temizlediniz mi?		
7. Tespit pimlerini kanal yüzeyine yerleştirdiniz mi?		
8. Tespit pimlerinin sağlamlığını kontrol ettiniz mi?		
9. Yalıtım malzemesini kanal yüzeyine bastırarak tespit pimlerin üzerine yerleştirdiniz mi?		
10. Tespit pimlerinin pullarını sıkıca yerleştirdiniz mi?		
11. Ek yerlerine köşebent bağladınız mı?		
12. Alçı esaslı yalıtımın sabitlenmesi için klipsleri taktınız mı?		
13. Takımları temizleyerek teslim ettiniz mi?		
Düzenli Ve Kurallara Uygun Çalışma		
1. İşe uygun kıyafet giydiniz mi?		
2. Çalışma alanını tertipli ve düzenli kullandınız mı?		
3. Yapacağınız işe göre takım ve aparat seçtiniz mi?		
4. Takımları düzgün kullandınız mı?		
5. Güvenlik tedbirlerini aldınız mı?		
6. Zamanı iyi kullandınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1 CEVAP ANAHTARI

1	İzolasyon
2	Cam yünü
3	Buhar difüzyonu
4	Yoğuşma
5	İç yoğuşma
6	Yoğuşma
7	Doğru
8	Doğru
9	Doğru
10	C

ÖĞRENME FAALİYETİ-2 CEVAP ANAHTARI

1	Klima levhası
2	Klima şiltesi
3	Alüminyum folyo bant
4	dış çevresi +4 x şilte kalınlığı +5cm. bindirme payı
5	dış çevresi +2 x şilte kalınlığı +5cm. bindirme payı
6	5 – 6 adet/m ² (metre karede 5 – 6 adet)
7	Yanlış
8	Yanlış
9	Doğru
10	D

ÖĞRENME FAALİYETİ-3 CEVAP ANAHTARI

1	mekanik enerjidir
2	desibel
3	Hertz (Hz)
4	30 dB(A)
5	Alüminyum folyo
6	5
7	Yanlış
8	Yanlış
9	Doğru
10	C

ÖĞRENME FAALİYETİ-4 CEVAP ANAHTARI

1	Yangın yalıtımı
2	Geciktirir
3	yangına dayanım süresi
4	Taş yünü
5	50
6	Su kristalleri
7	Doğru
8	Yanlış
9	Doğru
10	C

KAYNAKÇA

- TÜRKER, Ali, **Soğuk Hat Yalıtımında Elastomerik Kauçuk Köpüğü**, VI. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi Yayınları.
- ASTM E-84, **Bina Malzemelerinin Yüzey Yanma Karakteristiklerini Belirlemede Kullanılan Standart Test Yöntemi.**
- ASTM G-21, **Sentetik Polimerik Malzemelerin Mantar Oluşumuna Karşı Direncini Belirlemede Kullanılan Standart.**
- ASTM G-22, **Plastiklerin Bakteri Oluşumuna Karşı Direncini Belirlemede Kullanılan Standart.**
- ASTM E-162, **Radyant Isı Enerji Kaynağı Kullanarak Yüzey Alevlenebilirliğini Belirlemede Kullanılan Standart Test Yöntemi.**
- ASTM E-662, **Katı Malzemelerin Oluşturduğu Dumanın Özel Optik Yoğunluğu için Kullanılan Standart Test Yöntemi.**
- ASTM C-534, **Levha ve Boru Formundaki Esnek Kapalı Hücre Elastomerik Esaslı Yalıtım Malzemesi ile İlgili Standart.**
- **ASHRE, Refrigeration Handbook, (SI), 1998.**
- **ASHRE Fundamentals, Isı Yalıtımı ve Buhar Kesiciler-Bölüm 20 – TTMD** Yayınları.
- BS 476,- **İngiliz Yangın Standardı**, BS 476 İngiltere.
- BS 476 - Part 7, **Yapı Malzemeleri ve Binalar İçin Kullanılan Yangın Testleri Standardı -Malzemelerin Yüzeyinde Meydana Gelen Alev Dağılımlarına Göre Sınıflandırılmasında Kullanılan Test Yöntemi.**
- **Hava Koşullandırma Sistem Tasarımı Cilt 1 Alarko Carrier**, Carrier yayınları, 1998.
- Carrier yayınları, **Klima Sistemleri**, Alarko 1998.
- BALKAN, Fevzi, **Termodinamik AŞ. Servis eğitim notları**
- ÖZYAMAN, Cüneyt, **Soğuk boru tesisatlarının ısı yalıtımında μ 'nin etkisi, Soğutma Dünyası – 6.Sayı.**
- DAĞSÖZ, Alpin Kemal, **Enerji Tasarrufu Önlemleri**, İzocam, İstanbul, 2001.

- DAĞSÖZ, A. K. ,**Yapılarda Isı Yalıtım ve Buhar Geçişi**, İTÜ yayınları, İstanbul, 1996.
- DIN 4102, **Alman Yangın Standardı**, DIN 4102.
- WÖSS, Dr.Peter, **μ- faktörü kalite belirleyici mi yoksa yarışma sayısı mı?- Termoklima- 42. Sayı.**
- BİNYILDIZ, Ecvet, **Soğuk tesisat yalıtımlarında her zaman buhar kesici gerekli mi? (5.Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi Bildiriler Kitabı.)**
- Elastomerik Kauçuk Köpüğü Seçim Kriterleri Teknik Bilgilendirme Föy ODE Teknik Arşiv.
- **Endüstriyel Gürültü Kontrolü**, Tmmob Makina Müh.Odası Yayını, Yayın No: 118.
- AK, Engin, **Elastomerik Kauçuk Köpük-Önemli Hatırlatmalar**, İzolasyon Dünyası, Temmuz, Ağustos 2003.
- BALKAN, Fevzi, **Tesisat Teknolojisi Atölye Ders Kitabı.**
- Isısan çalışmaları no: 305, **Klima Tesisatı**, Isısan 2001.
- **Isı – Ses – Yangın İzolasyon**, Turuncu kitap, İzocam yayınları 2002.
- J.P. Den Hartog, **Mekanik Titreşimler**, Çeviri: Prof.Dr. S.Palavan, Z. Demirgüç.
- James P. Stahl, **FyreWrap Duct Insulation**, 2004.
- KARAKOÇ Binyıldız, E. TURAN, O, **Binalarda ve Tesisatta Isı Yalıtımı**, ODE Teknik Yayınları No: G 20, Eylül 1999.
- Kayhan, S., **Sürdürülebilir Mimarlık ve Enerji Bağlamında İç Ortam Hava Kalitesi ve Doğal Havalandırma 6**,Uluslararası Yapıda Tesisat Teknolojisi Sempozyumu Isıtma+Klima Tekniği-TTMD 97/98.
- Kütle – Yay – Kütle Konstrüksiyon, İzocam PC CD. 2002
- M.C Harris McGraw, **Hand Book Of Noise Control** - Hill Book Comp., 1979
- AKDAŞ, Metin, **Soğutma Sistemleri Yalıtımında Malzeme Seçimi Ve Uygulamada Dikkat Edilmesi Gerekli Noktalar** İzoder yayınları
- ARIKAN, Murat Akın, **Thermaflex Yalıtım Sanayi ve Ticaret Ltd.ti. Klima Kanallarında Isı ve Ses Yalıtımı**, İzoder yayınları

- KARAKOÇ, Hikmet, Orhan TURAN, Ecvet BİNYILDIZ, **Isı Yalıtım Kitabı**, Ode Yayınları
- **“Referans Proje”, Pusula / ODE Bülten**, Sayı 28, Mart 2005
- Roger Schmidt, **"Proper Use and Application of Flexible Closed-cell Insulation"**, Insulation Outlook, November 1999
- **Tesisat yalıtımı izocam pc cd. 2002**
- **Tesisat Mühendisliği Uygulama Kitabı**, TTMD Yayın No:9
- Toprak seramik teknik bültenleri
- Türker, A., **“ODE K-Şex ile Klima Kanal Yalıtımı” Teknik Makale, Yalıtım**, Sayı 56, Ekim 2004
- TURAN, O., **“Klima Kanallarının Isı Yalıtımında Cam yünü mü? Kauçuk Köpüğü mü?”**, Tesisat Dergisi, Sayı 67, Sayfa 27, Temmuz 2001
- WOSS, H.P, **-der µ Faktor**, 1998
- WOSS, H.P, J.Weicck-EIGENSCIHAFTE, **Herstellung und anwendung von Elastomer-Schaumen für die Isolierung von Betriebstechnischen anlagen**, 2000
- Yalçın M., **Isı Yalıtımının Önemi, Isı Yalıtım Malzemeleri, TermoKlima**, Ocak 1995