



**Zuhal Şimşek**

Uludağ University, zsimsek@uludag.edu.tr, Bursa-Turkey

DOI	<a href="http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2019.14.4.2A0177">http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2019.14.4.2A0177</a>
ORCID ID	0000-0002-1824-7496
CORRESPONDING AUTHOR	Zuhal Şimşek

## KONUT YAPILARINDA KULLANILAN ISI YALITIM MALZEMELERİNİN İNCELENMESİ

### ÖZ

İnşaat sektöründe harcanan enerjinin büyük bir bölümü ısınma ve soğutma amacı ile kullanılmaktadır. Bu yüzden artması ISITMA ve soğutma giderlerini önemli ölçüde arttırmakta, ayrıca enerji üretim süreçlerinde kaynakların tüketilmesine yol açmaktadır. Bu nedenle yapılarda ısı yalıtımının önemi oldukça büyüktür. Çalışmada; konut yapılarının inşaatında kullanılan ısı yalıtım malzeme seçimlerinde, mimarların göz önünde buldukları kriterlerin belirlenerek yapının hangi bölümünde nasıl bir ısı yalıtım malzemesini tercih ettiklerinin tespit edilmesi amaçlanmaktadır. Ayrıca mimarların ısı yalıtım malzeme seçimlerindeki bilinç ve farkındalık düzeyinin belirlenmesi de çalışmanın bir diğer amacını oluşturmaktadır. Bursa Nilüfer ilçesinde devam etmekte veya tamamlanmak üzere olan 46 konut şantiyesinde, çatı, cephe, döşeme ve bodrum duvarlarında yapılan ısı yalıtım uygulamaları ve malzeme seçimleri incelenmiştir. Ayrıca çalışma kapsamında, mimarların ısı yalıtım uygulamalarına ve malzeme seçimlerine yönelik geçmiş şantiye deneyimlerine yer verilmiştir. Malzeme seçimlerinde, TSE 8252'e göre gerekli hesaplamalar yapılarak ideal kalınlıklar belirlenmeli ve uygulamanın yapılacağı fiziksel, kimyasal etkenler ve yangın yönetmelik hükümleri göz önünde bulundurulmalıdır.

**Anahtar Kelimeler:** Isı Yalıtımı, Yalıtım, Malzeme, Konut, İzolasyon

## EXAMINATION OF THERMAL INSULATION MATERIALS USED IN RESIDENTIAL BUILDINGS

### ABSTRACT

Most of the energy in the buildings is used for heating and cooling purposes. This significantly increases the cost of heating and cooling. Therefore, the thermal insulation in buildings is considerably important. In this study; it is aimed to determining the criteria of the thermal insulation materials used in the construction of residential buildings and determining the extent to which the selected materials are suitable for the position and properties of the structural elements. Also, it is aimed to propose the most suitable materials by considering the experiences of the architects and the properties of the insulation materials. In addition, the aim of the study is to determine the level of awareness of architects in the selection of thermal insulation materials. Material selection of thermal insulation in roof, facade, floor and basement walls were investigated in the same district and climate conditions in 46 residential sites It is determined that the architects prefer the same material in every building section by ignoring the material properties.

**Keywords:** Thermal Insulation, Waterproofing, Insulation Material, House

### How to Cite:

Şimşek, Z., (2019). Konut Yapılarında Kullanılan Isı Yalıtım Malzemelerinin İncelenmesi, Technological Applied Sciences (NWSATAS), 14(4):147-162, DOI:10.12739/NWSA.2019.14.4.2A0177.



## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Son yıllarda teknolojinin de gelişmesi ile birlikte yapı sektöründe fonksiyonel ve estetik gereksinimlerin karşılanması yanı sıra uzun ömürlü, yenilenebilir kaynaklara daha az bağımlı, daha konforlu ve sağlıklı yapıların tasarlanması önem kazanmaktadır [12]. Bu durum doğru yöntemler ve malzeme seçimleri ile yapılan ısı yalıtım uygulamaları ile gerçekleştirilmektedir. Yapılan araştırmalarda konutlarda tüketilen enerjinin %50-60'ının ısıtma ve soğutma giderleri için kullanıldığı belirlenmiştir. Bu oranlar soğuk bölgelerde daha da artmaktadır [7]. Bu durum ısı yalıtımının önemini ortaya çıkarmaktadır. Yapılarda çatı, cephe, döşeme ve duvarlarda gerekli yalıtım önlemlerinin alınmadığı durumlarda, ısı kayıpları oluşur. Bireylerin buldukları mekanlarda kendilerini sağlıklı ve rahat hissedeceği uygun değerlerde konfor koşullarının sağlanması için ısı kayıplarının en aza indirilmesi gerekmektedir. Yalıtılmamış yüzlerden oluşan bu ısı kayıpları nedeni ile ısınmak için daha fazla yakıtın tüketilmesi gerekmektedir. Isınma ve inşaat malzemesi üretim süreçlerinde, doğal ve fosil yakıtların kullanımını ile açığa çıkan sera gazları yüzünden, karbon salımı da artmaktadır. İnşaat malzemelerinin üretiminde ve yapıların ısınma süreçlerinde açığa çıkan CO<sub>2</sub>, karbon salımının %30'unu kapsamaktadır. Doğal kaynakların tükenmesinin önüne geçmek ve doğaya verilen gazların atıkların ve karbon emisyonun azaltılarak daha sağlıklı bir çevrenin oluşmasında en etkili yöntemlerden birinin ısı yalıtımı olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle ısı kayıplarının azaltılıp uygun konfor ortamların sağlanabilmesi için ısı yalıtımı önem kazanmaktadır [10].

Isı yalıtımı sadece yapının çepeçevre uygun yalıtım malzemesi ile sarılması ile gerçekleşmemektedir. Enerji tasarrufu; tasarım aşamasında vaziyet planına yerleşim, pencere yüzeylerinin büyüklüğü, bitişik nizam yapıların varlığı gibi birçok etkene bağlıdır. Güneş enerjisi ile doğal kaynakları ve yakıtları tüketmeden yapı iç ortamının ısınması tasarım aşamasında yönlenebilir ve cephe yüzeylerinin güneşi alacak şekilde açıklıklara sahip olması ile de ilişkilidir. Güney cephenin fazla olması ve açılan pencere yüzeylerinin büyüklüğü, kuzey cephe uzunluğunun olması ve pencere yüzeylerinin daha az olması ısı kayıplarını azaltır. Isı yalıtımının yapılması ile aynı zamanda;

- Doğal kaynak tüketimi azalmaktadır.
- Çevreye verilen atık azalmaktadır.
- Ekonomik fayda sağlanmaktadır.
- Konforlu iç mekan tasarlanmaktadır.
- Yapısal bütünlük sağlanmaktadır (ısı hareketlerinden dolayı oluşacak hasarların minimize edilmesi).
- Ses, yangın yalıtımı ve buhar geçirimsizliği sağlanmaktadır [6].

Uzun ömürlü, konforlu ve kullanım süreci boyunca en az bakım ve onarım gerektiren yapıların tasarlanması, ancak doğru uygulanmış ve amacına uygun seçilmiş ısı yalıtım malzemeleri ile gerçekleştirilebilir. Isı yalıtım malzemelerinin özelliklerinin iyi bilinerek yapı elemanında uygulandıkları yere göre seçilmeleri önem kazanmaktadır. Sorumlu mimar ve inşaat mühendislerinin bu konuda yeterince bilgi sahibi olmaları, yapılan yalıtımın uzun ömürlü ve ekonomik olmasını sağlamaktadır.

Isı yalıtım, genel olarak inşaatlarda ısı kayıplarının en çok olduğu çatı, döşemeler, dışa açık konsollar ve cephelere uygulanmaktadır. Isı yalıtım malzemelerinin seçiminde yalıtımın yapılacak olan yapı elemanına ve konumuna bağlı olarak malzemenin (Tablo 1);

- Yüksek ısı tutuculuk,
- Yeterli çekme dayanımı,
- Basınç dayanımı,



- Su ve neme dayanıklılık,
- Kimyasal etmenlere dayanıklılık,
- Yangın sınıfı,
- Boyutsal kararlılık,
- Biyolojik etkilere dayanıklılık,
- Çürümezlik,
- Uzun ömürlülük,
- Gözeneklilik özelliği,
- Düşük birim ağırlığı,
- Kimyasal bileşimi,
- Sıcaklık karşısındaki davranışı,
- Koşullara uygun buhar geçirimsizlik,
- Çevre ve ekosistem açısından zararsızlık,
- Sağlık açısından zararsızlık,
- Az enerji tüketimi,
- Bakım gerektirmezlik ve kullanım sonrası değerlendirilebilirlik gibi özellikleri etkili olmaktadır [16].

Mimarın malzemesi bilgisi, toplam maliyet, malzemenin kolay uygulanabilir, temin edilebilir, depolanabilir olması da seçimi etkileyen diğer unsurlar arasında yer almaktadır.

- **Isı Yalıtım Malzemelerinin Performanslarının Değerlendirilmesi:** Malzemenin basınç dayanımı, su ve neme dayanıklılık, kimyasal etmenlere dayanıklılık, yangın sınıfı gibi özellikleri uygulanacağı yapı elemanının konumuna ve yerine göre değişiklik göstermekte, bu durum beklenen performansı önemli ölçüde etkilemektedir. Kulaksızoğlu'nun [9] yaptığı araştırmaya göre de Türkiye'de %33 camyünü, %11 EPS, %18 XPS, %11 Taşyünü, %8 poliüretan ve %1 diğer malzemelerin kullanıldığı belirlenmiştir. Bu çalışmaya ek olarak, camyünü, taşyünü, XPS, EPS ve poliüretan köpüğün, TS EN 12667(80) TS 415 EN 12939(81)'de belirtilen ısı iletkenlik değerlerinin birbirine yakın, kolay temin edilebilir ve inşaat pazarında büyük bir paya sahip olmalarından dolayı, inşaatlarda yaygın olarak kullanılan ısı yalıtım malzemeleri arasında yer aldıkları görülmektedir. Geleneksel ısı yalıtım malzemelerinin yanı sıra, nano teknoloji ürünleri olan aerojel ve vakumlu ısı yalıtım panelleri ve saydam yalıtım malzemelerinin dış kabukta kullanılması ile birlikte düşük kalınlıklarda yüksek performans sağlanabilmektedir [11]. Bu malzemelerin Türkiye'de temininin güç olması uygulama ve malzeme konusunda yeterli bilgiye sahip olunmaması, ekonomik olmaması ve Türkiye'de ki standartlar tarafından tanınmamalarından dolayı kullanılmaları henüz yaygınlaşmamıştır. Bu nedenle camyünü, EPS, XPS, taşyünü ve poliüretanın fiziksel özellikleri ve yapı da kullanım yerleri incelenmiştir.
- **Isı İletkenlik Hesap Değeri (TS EN 12667) ve TSE 415 EN 12939):** Isıl iletkenlik değeri ile malzemenin yalıtkanlık değeri arasında ters orantı bulunmaktadır. Taşyünü, camyünü, EPS ve XPS ısı yalıtım malzemelerinin ısı yalıtkanlık değerleri nem yüzdelere bağlı olarak ortalama yaklaşık 35-40mW/(mK) arasında değişmektedir. Kullanılan yalıtım malzemeleri içerisinde en düşük ısıl iletkenlik değerlerine sahip malzeme ise 25mW/(mK) poliüretan olduğu görülmektedir [12]. Ancak, yangın sırasında toksik gaz salımının yüksek olması ciddi sağlık sorunlarına yol açmaktadır [8].
- **Yanma sınıfı:** Isı yalıtım malzemelerinin sıcaklık altındaki davranışları, alev alarak yangının yapı geneline yayılma ve yanınca zehirli gaz çıkarma özellikleri olmak üzere 2 kategoride



değerlendirilir. Taşyünü 750°C, camyünü ise 250°C'ye kadar bütünlüğünü koruyarak sıcaklık altında yüksek performans göstermektedir. 250°C üzerindeki, sıcaklıklarda bütünlükleri bozulmaya başlamasına rağmen, alev almaz, yanmaz ve zehirli gaz çıkarmazlar. Bu durum özellikle yangın yönetmeliklerinde belirtilen A sınıfı malzemenin kullanılması gerektiği 6.50 metrenin üzerindeki cephe yüzeylerinde, 6.50 metrenin altındaki pencere kenarlarında ve zeminden 1.5m. yüksekliğe kadar olan yüzeylerde ve çatılarda uygulanması uygun görülmektedir. Sıva ve kaplamalar, malzemenin tutuşmasının gecikmesi yönünde olumlu davranış sergilerler. Bu yüzeylerin sıcaklığı aleve maruz kalma süresine bağlı olarak 25 dakika süre sonunda 475°C'ye kadar çıkabilmektedir [17]. Bu sıcaklık değeri, camyününün deformasyona uğramasına neden olur. Aynı sıcaklık değerinde taşyünü malzeme yüzeylerinde ise herhangi bir bozulmanın henüz başlamadığını görülür. Ayrıca Uygunoğlu ve ark, yaptıkları çalışmada, sıvalı beyaz-EPS'lerin yanma yüksekliği XPS'ten daha fazla olurken gri-EPS'lerde en az yanmanın gerçekleştiğini belirlemişlerdir. Düşük yoğunluğa sahip EPS ve XPS yalıtım malzemesinin, kompozit olarak kullanılması tutuşmayı geciktirerek tahliye için zaman tanır. Örneğin, Uygunoğlu ve ark, yaptıkları çalışmada; EPS veya XPS ısı yalıtım malzemesinin 6mm A yangın sınıfı bir malzeme ile korunması halinde, yangın başlangıcından 20 dakika sonra malzemenin zehirli gazlar yaymaya başladığını gözlemlemişlerdir [18].

- **Buhar Difüzyon Direnç Katsayısı TSEN 12086:** Tüm yapı malzemelerinin 1m'lik yüzeyinin buhar difüzyonuna karşı gösterdiği direncin, havanın buhar difüzyon direncine oranlanmasına buhar difüzyon direnç katsayısı denir. Isı yalıtım malzemelerinde, su buharının malzemenin içyapısında oluşturacağı hasarların önüne geçilmesi için buhar difüzyon katsayısı yüksek malzeme seçilmeli veya ısı yalıtım malzemelerinin ısıtılan hacimlere bakan yüzeylerinde buhar kesici eleman kullanılmalıdır.
- **Uzun Süreli Su Absorbsiyon TSEN1208 (kg/m<sup>3</sup>):** Belli bir süre boyunca suya maruz kalan ısı yalıtım malzemelerin su emme kabiliyeti olarak tanımlanır. Mineral yünlü cam ve taşyünü ısı yalıtım malzemeleri uzun süreli su emme değeri <1kg/m<sup>3</sup>'dür. XPS ve EPS TSEN1208'e göre uzun süreli su absorpsiyonu bulunmamaktadır. Su etkisi altında olan bölgelerde taşyünü ve camyünü mutlaka koruma altına alınması gereklidir.
- **Basınç Dayanımı:** Basınç dayanımı, malzemenin basınç altında kalınlığında ısı yalıtım değerini olumsuz yönde etkileyecek değişimlere karşı dayanımı belirtir. Sabit veya hareketli yükler altında ısı yalıtım malzemesinin ezilmesine karşı, yüklerin yüzeye yayılmasını sağlayan belirli kalınlıkta rijit katmanlar (koruyucu şap gibi) uygulanmalıdır. Taşyünü ve camyünü malzemenin basınç dayanımı 0.0005-0.5N/mm<sup>2</sup> arasında değişmektedir. Fakat malzemenin yoğunluğuna bağlı olarak dayanımı da artmaktadır. Bu değerler içerisinde en yüksek basınç dayanımına sahip malzemenin >0.003-0.5N/mm<sup>2</sup> değerlerine sahip XPS, en düşük dayanıma sahip olan malzemenin ise 0.0025-0.15 N/mm<sup>2</sup> aralığında basınç dayanımına sahip poliüretan olduğu görülmektedir. Bu değerlere bakıldığı zaman basınçlı zemin suyuna sahip bodrum duvar yalıtımlarında, üzerinde yürünebilen teras çatı ve döşemelerde XPS yalıtım malzemesinin kullanılmasının uygun olduğu görülmektedir.

Tablo 1. Isı yalıtım malzemelerinin özellikleri  
(Table 1. Properties of thermal insulation materials)

	Taşıyünü	Camyünü	EPS	XPS	Poliüretan (pur)
Isı İletkenlik Hesap Değeri (TS EN 12667) TSE 415 EN 12939	0.035-0.050 W/Mk	0.035-0.050 W/Mk	0.035-0.040 W/Mk	0.035-0.040 W/Mk	0.025-0.040 W/Mk
Yanma Sınıfı	DIN4102'e Göre A Sınıfı Yanmaz A1-A2)	4102'ye Göre A Sınıfı Yanmaz A1-A2	E ve B1 Sınıfı	E sınıfı	B1-B2 Sınıfı Zor, Normal ve Kolay Alev Alan
Buhar Difüzyon Direnç Katsayısı TSEN 12086	1	1	20-100	50-300	3-40
Uzun Süreli Su Absorbsiyonu TS EN 1208 (kg/m <sup>3</sup> )	<1	<1	-	-	-
Basınç Dayanımı	0.0005-0.5 N/mm <sup>2</sup>	0.0005-0.5 N/mm <sup>2</sup>	>0.003-0.5 N/mm <sup>2</sup>	0.1-1 N/mm <sup>2</sup>	0.0025-0.15 N/mm <sup>2</sup>
Boyutsal Kararlılık TSEN 1604	<%1	<%1	%2-%5	%2-%5	>%5

- **Boyutsal Kararlılık TSEN 1604:** Kullanım süreçlerinde malzemenin tasarlanan düzeyde yalıtım sağlayabilmesi için ısı ve nem etkisi altında boyutsal değişikliklere uğramadan etkinliğini sürdürmesi gerekir. Taşıyünü ve camyününün boyutsal şekil değiştirme oranı <%1 iken poliüretan malzemenin %2-%5 gibi çok daha büyük bir orada olduğu görülmektedir. Döşemelerde ve gezinilebilen teras çatılarda basınca dayanıklı ve yüksek yoğunlukta, cephelerde hacimce su emme oranı düşük ve zemin altında kalan bölümlerde basınca dayanıklı, su emme oranı düşük ve kimyasallara dayanıklı yalıtım malzemelerinin seçilmesi yapılan yalıtımın daha uzun ömürlü ve etkili olmasını sağlar.

## 2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Kullanıcı sağlığı ve yapının uzun dönem performansının sağlanması amacı ile yapı elemanının konumuna uygun ısı yalıtım malzemesi seçilerek doğru uygulama yapılmalıdır. Bu durum ancak ısı yalıtım malzemelerinin özelliklerinin ve uygulama tekniklerinin iyi bilinmesi ile gerçekleştirilebilir. Çoğu zaman en yaygın veya kolay temin edilebilen malzemeler özellikleri dikkate alınmaksızın yapının her elemanına uygulamakta ısı köprüsü oluşturacak bazı bölgeler ihmal edilebilmektedir. Bu nedenle mimarların ısı yalıtım malzemelerinin seçim kriterlerinin belirlenmesi, şantiyelerde elde ettikleri deneyimler doğrultusunda yaygın olarak kullanmayı tercih ettikleri malzemelerin belirlenerek, malzeme özelliklerinin incelenmesi ve elde edilen veriler ışığında, yapı elemanına en uygun ısı yalıtım malzemelerinin seçilmesi için bir rehber oluşturulması amaçlanmıştır.

## 3. ANALİTİK ÇALIŞMA VE YÖNTEM (ANALYTICAL STUDY AND METHOD)

Isı yalıtımlarının yapım aşamasında uygulanmaması veya hatalı malzeme seçimleri kullanım süreçlerini olumsuz etkilemektedir. Isı yalıtımı ile ilgili yönetmelik, rehber ve standartlar aşağıda belirtilmiştir.

- **TSE 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları, (TSE, 2013):** Bu standardın amacı; Türkiye'deki binaların ısıtılmasında kullanılan enerji miktarını sınırlamayı, dolayısıyla enerji tasarrufunu arttırmayı



ve enerji ihtiyacının hesaplanması sırasında kullanılacak standart hesap metodunu ve değerlerini belirlemektir.

- **Enerji Verimliliği Kanunu (Enerji ve Tabii kaynaklar bakanlığı, 2007):** Bu kanunun amacı; enerjinin etkin kullanılması, israfın önlenmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi ve çevrenin korunması için enerji kaynaklarının ve enerji kullanımında verimliliğin artırılmasıdır.
- **Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2008):** Bu yönetmeliğin amacı; binalarda enerjinin ve enerji kaynaklarının etkin ve verimli kullanılmasına, enerji israfının önlenmesine ve çevrenin korunmasına ilişkin usul ve esasları düzenlemektir.
- **Isı Yalıtımı Uygulama Rehberi, (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2015):** Bu doküman Çevre ve Şehircilik Bakan'lığının, ısı yalıtım ve uygulaması sürecinde, uygulamanın teknoloji ve enerji verimliliğini ön plana tutarak binalarda yapılacak ısı yalıtım uygulamaları hakkında bina kullanıcılarına ve uygulayıcılara bilgiler içermektedir.
- **Isı Yalıtım İşleri Genel Teknik Şartnamesi (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2018):** Bu şartnamenin amacı; ısı yalıtımında kullanılacak malzemelerin uyulması gerekli olan TS EN standartlarını ve uygulama yöntemlerinin açıklayarak yol göstermektir. Fakat Türkiye'de yapı elemanlarının konumuna uygun ısı yalıtım malzemelerinin seçimine yönelik bir yönetmelik veya rehber bulunmamaktadır. Şantiyelerde, yapı elemanının konumunu göz önünde bulundurularak, ortam koşullarına uygun olarak hangi su ve ısı yalıtım malzemelerinin yaygın olarak kullanıldığına tespit edilmesi ve bu malzemelerin kullanım amaçlarına uygun seçilip seçilmediğinin belirlenerek, kararlarda yapılan hatalar ve seçimi etkileyen parametreler doğrultusunda en etkili ısı yalıtım malzemesi seçim kriterlerinin ortaya koyulması amaçlanmıştır.

Ayrıca malzeme seçimlerinde, mimarların ne kadar bilinçli ve doğru karar verdiklerinin belirlenmesi ve bu kararları alırken etkilendikleri parametrelerin tespit edilmesi de amaçlanmaktadır. Çalışmanın sonunda tasarım aşamasında temel, çatı, duvar ve döşemelerde yapılan uygulama ve malzeme seçiminden kaynaklanan hataların ve doğru kararların belirlenerek mimarlar için yalıtım malzemesi seçiminde yardımcı olacak bir rehberin oluşturulması hedeflenmektedir. Bu amaçla Bursa'da Nilüfer ilçesinde 2017-2018 yıllarında arasında başlayan, devam eden veya tamamlanmak üzere olan konut şantiyeleri gezilerek bu yapılarda uygulan ısı yalıtım malzemeleri tespit edilmiştir. Ayrıca mimarların seçim kriterleri ve daha önceki şantiyelerinde kullandıkları malzemeler, karşılaştıkları sorunlar ve seçimlerini etkileyen parametreler sorgulanmıştır. Henüz çatı inşaatına başlanmış şantiyelerde ise firmanın hangi malzemeleri kullanmayı amaçlandığı sorgulanmış ve aynı firmanın varsa diğer şantiyelerindeki malzeme seçimleri yapı inceleme föyü kapsamına alınmıştır. İklim ve zemin koşulları malzeme seçiminde önemli bir rol oynamaktadır, bu nedenle çalışma aynı iklim bölgesinde ve zemin koşullarına sahip bir bölgede sınırlandırılmıştır. Bu alanda devam etmekte olan 46 konut şantiyesi incelenmiştir. Yapı incelenen föyünün ilk bölümünde;

- Yapının kat sayısı,
- Temel tipi,
- Çatı tipi (düz/teras çatı),
- Çatı kaplama malzemesi,
- Cephe kaplama malzemesi, gibi özellikleri sorgulanmıştır.



- İkinci ve üçüncü bölümde ise ısı yalıtımı konusundaki bilgilere yer verilmiştir. İncelenen yapılarda ısı yalıtımı ile ilgili;
- Temelde kullanılan ısı yalıtım malzemeleri ve detayları,
- Temelde kullanılan ısı yalıtım malzemesinin ve detayların seçim nedenleri,
- Bodrum kat duvarlarında kullanılan ısı yalıtım malzemeleri ve detayları,
- Bodrum kat duvarlarında kullanılan ısı yalıtım malzemesinin ve detayların seçim nedenleri,
- Döşemelerinde kullanılan ısı yalıtım malzemeleri ve detayları,
- Döşemelerde kullanılan ısı yalıtım malzemesinin ve detayların seçim nedenleri,
- Cephede kullanılan ısı yalıtım malzemeleri ve detayları, Cephelerde kullanılan ısı yalıtım malzemesinin ve detayların seçim nedenleri,
- Çatı kullanılan ısı yalıtım malzemeleri ve detayları
- Çatıda kullanılan ısı yalıtım malzemesinin ve detayların seçim nedenleri, sorgulanmıştır.

#### 4. BULGULAR VE TARTIŞMA (FINDINGS AND DISCUSSIONS)

Aynı iklim bölgesinde yer alan yapıların bodrum kat duvarları, döşeme, çatı ve cephe yüzeylerinde kullanılan ısı yalıtım malzeme tercihleri incelenmiş olup, uygulama teknikleri çalışma kapsamının dışında bırakılmıştır. Föyün 1. Bölümde yapılan incelemelere göre incelen yapıların %55 teras çatı, %100 radye temel ve %25'inde giydirme cephe kaplaması kullanıldığı belirlenmiştir.

Tablo 2. Yapılar hakkında genel bilgiler  
Table 2. General information about buildings

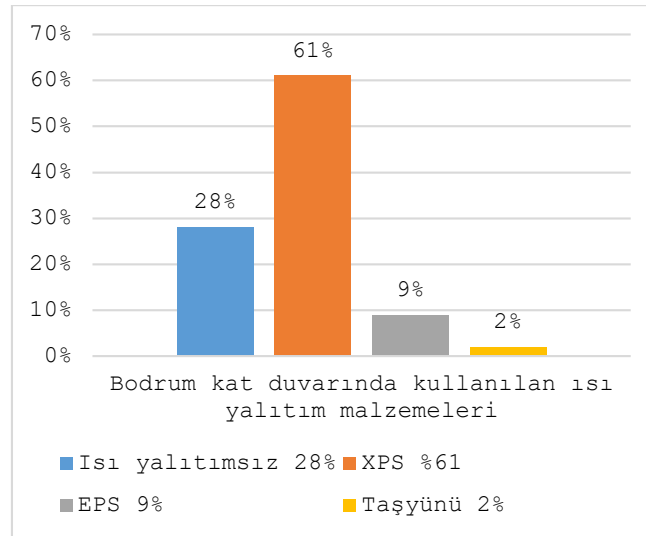
İncelen Yapılar Hakkında Genel Bilgiler	
Çatı Tip	%45 Eğimli, %55 Teras Çatı
Temel Tipi	%100 Radye Temel
Cephe Kaplamaları	%25'inde Giydirme Cephe Sistemi Kullanılmıştır

##### 4.1. Bodrum Kat Duvarında Isı Yalıtımı (Thermal Insulation on Basement Wall)

Yapının ısıtılan her bölümünde ısı kayıplarının engellenmesi daha az enerji ile yüksek verimli ısıtmanın yapılabilmesi için duvar, döşeme ve tavanda (çatıda) kesintisiz ısı yalıtımının yapılması gereklidir. Günümüzde yapılan birçok yapının bodrum katlarının çeşitli amaçlar ile kullanıldığı görülmektedir. Isı yalıtım yönetmeliği 2008 Ek-4'e göre bu mekanlardaki uygun konfor koşullarının sağlanması, zemin katların döşemelerinden oluşabilecek ısı malzemelerinin zeminin içinde bulunan tanecikler tarafından delinmesi ve tahrip edilmesinin önlenmesi amacı ile bodrum kat duvarlarına ısı yalıtımı yapılması uygundur. İncelenen yapıların %28'inde bodrum kat duvarlarının bu mekanların otopark olarak kullanılmasından dolayı ısı yalıtımı yapılmadığı görülmüştür. Yapıların %28'inde bodrum kat duvarlarında ısı yapılmadığını belirlenmiştir. Bu durum TSE 825 standardında belirtildiği üzere gerek su yalıtımı gerekse ısı yalıtımı açısından uzun vadede bu bölgelerde nem, rutubet, yoğuşma ve su problemleri ile karşı karşıya kalınacağını göstermektedir [15]. Bodrum kat duvarlarında en yaygın %61 oranında XPS ısı yalıtım malzemesi kullanılmıştır (Şekil 1). Tablo 1'e göre su emme değeri en az olan ısı yalıtım malzemesinin XPS olması ve toprağın ve yeraltı sularının oluşturduğu basınca karşı direncinin yüksek olmasından dolayı (Tablo 1) bu malzemenin zemin altında kullanılması olumlu sonuçlar doğuracaktır.



XPS ısı yalıtımı uygulanan yapıların %26'sında bitümlü membran, %21'inde ise sürme membran koruma altına alınmıştır. Yapıların %9'unun bodrum kat duvarları EPS ısı yalıtım malzemesi kullanılmıştır. EPS malzemesinin hacimce su emme oranı Tablo 1'de de görüldüğü gibi %3-10 arasında değişmektedir. Bu oran kullanılan ısı yalıtım malzemeleri arasında en fazla su emen malzemenin EPS olduğunu göstermektedir. Taşyünü ısı yalıtım malzemesi özellikle yangın riski yüksek yerlerde ve yangının ilerlemesine olanak olan bölümlerde ısı yalıtımı olarak kullanılmaktadır. Bodrum kat duvarlarının dış yüzeyinde herhangi bir yangın riski bulunmamaktadır. Ayrıca %2-%5 su emme oranına sahip olması su karşısında etkinliğine yitirmesine neden olmaktadır. Bu nedenle taşyünü bodrum kat duvarlarında kullanılması verimsiz ve yüksek maliyetli olmaktadır. Ayrıca basınç dayanımının  $>0.003-0.5N/mm^2$  olması su basıncı altında ufalanmasına neden olabilmektedir. Sürekli zemin suyu ile çevrili bodrum kat duvarlarında ısı yalıtım malzemelerinin korunmasız olarak kullanılması, malzemenin etkinliğinin kısa sürede azalmasına sebebiyet verecektir. Bu nedenle Isı yalıtım yönetmeliğine göre [3] EPS ısı yalıtım malzemesinin korunaksız bir şekilde bodrum kat duvarlarında kullanılması uygun değildir.



Şekil 1. Bodrum kat duvarında kullanılan ısı yalıtım malzemeleri  
(Figure 1. Thermal insulation materials used in basement floor)

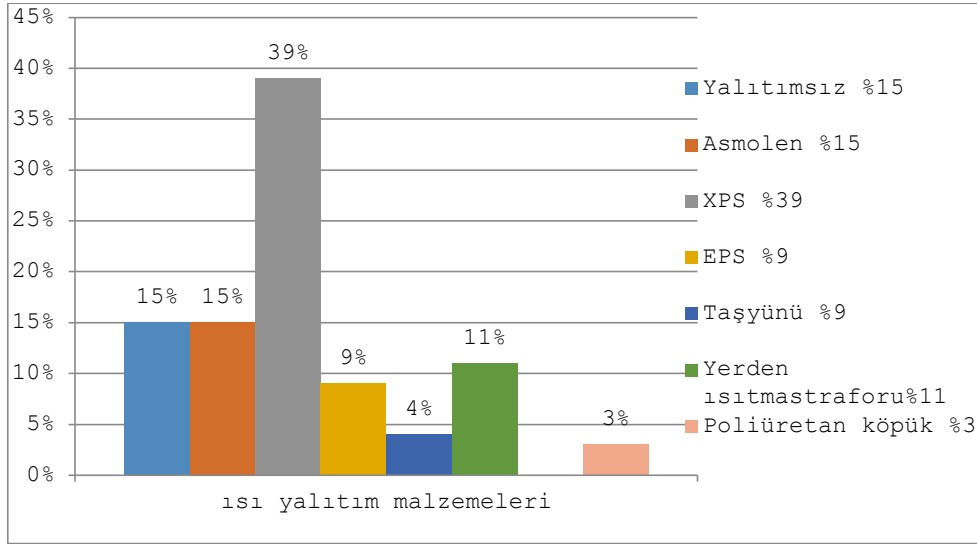
#### 4.2. Döşemelerde Isı Yalıtımı (Thermal Insulation of Flooring)

Dış mekana açık döşeme yüzeylerinden ısı kayıpları oluşmaktadır. Katlar arasında eşit ısıtılmayan mekanlarda da benzer problemler oluşmaktadır. Bu nedenle Binalarda Enerji Performans Yönetmeliğine göre [2] konsollar, ısıtılmayan mekan döşemeleri, kat döşemelerinde ısı yalıtımı yapılmalıdır. İncelenen yapıların %15'nin döşemelerinde hiç yalıtım yapılmazken %39'unda XPS, %59'unda EPS, %9'unda taşyünü ve %3'ünde poliüretan malzeme ile ısı yalıtımı yapılmıştır (Şekil 2). Döşemelerde yüksek yoğunlukta basınca dayanıklı ısı yalıtım malzemesi seçilmelidir. Bu nedenle basınca dayanımı yüksek olan XPS'in seçimi uzun vadede verimli sonuçlar verecektir. Yapıların %15'inde asmolen döşeme kullanılmış ve uygulayıcılar asmolen bloklarının yeterli ısı yalıtımı sağladığını belirtmişlerdir. Asmolen dışlarının yalıtım malzemesi ile çevrelenmemesinden dolayı bu noktalarda ısı kayıpları oluşabilecektir. Bu nedenle ikinci bir ısı yalıtım tabakasına ihtiyaç duyulmaktadır [3].

Yapıların %15'inde yerden ısıtma yapılmış ve yerden ısıtma straforu kullanılmıştır. %11'ünde ise yerden ısıtma straforu malzeme ile birlikte en etkili ısı yalıtımı için XPS malzeme kullanılmıştır. Genel



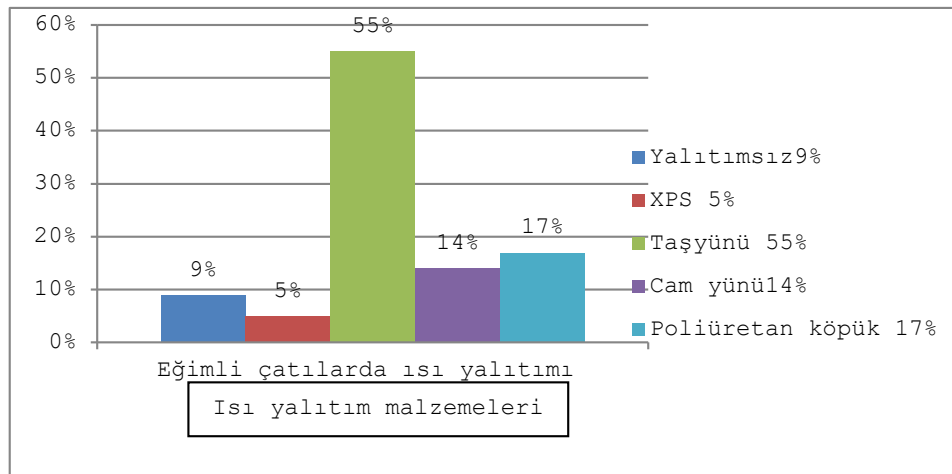
olarak döşeme yalıtımlarına bakıldığında zaman, yapıların %54'ünde doğru malzeme seçiminin yapıldığı görülmektedir.



Şekil 2. Döşemelerde ısı yalıtımı  
(Figure 2. Thermal insulation of floors)

#### 4.3. Eğimli Çatılarda Isı Yalıtımı (Thermal Insulation on Sloping Roofs)

İncelenen yapıların %45'i eğimli çatıya sahiptir. Yapıların %9'unda ısı yalıtımı yapılmamıştır. Çatıların %5'i XPS, %55'i taşyünü, %14'ü camyünü, %17'si poliüretan köpük yalıtım malzemesi kullanılmıştır (Şekil 3). Eğimli çatılarda su ve ısı yalıtımının üzerinde olması durumunda taşyünü, EPS kullanılabilirken, su yalıtımın altta olması durumunda su emme değeri düşük ve su karşında ufalanıp dağılmayan XPS ve benzeri malzemenin seçilmesi gerekmektedir. Eğimli çatılarda çatı üzerinde hareketli yüklerin bulunmamasından dolayı seçilen malzemeden yüksek basınç dayanım özelliği aranmamaktadır.

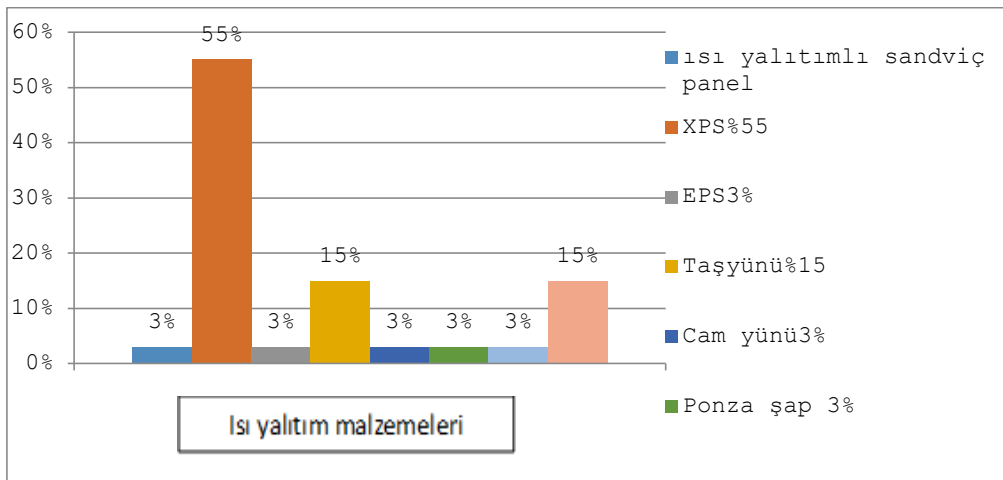


Şekil 3. Eğimli çatılarda ısı yalıtım ısı yalıtım malzemeleri  
(Figure 3. Thermal insulation on sloping roofs)

#### 4.4. Teras Çatılarda Isı Yalıtımı (Thermal Insulation on Terrace Roofs)

Teras çatıların tümünde ısı yalıtım uygulaması yapılmıştır. Yapıların %3'ünde ısı yalıtımlı sandviç panel, %55'inde XPS, %3'ünde

EPS, %15'inde taşıyünü, %3'ünde camyünü, %3'ünde asmolen köpük ve %15'inde poliüretan köpük malzemesinin kullanıldığı belirlenmiştir (Şekil 4). Yüksek su ve basınç dayanımı sağlaması bakımından en yaygın olarak XPS ısı yalıtım malzemesini kullanıldığı görülmektedir. İkinci sırada taşıyünü ısı yalıtımı kullanılmıştır. Taşıyünü su karşısında zayıf davranış sergilerken A grubu yangın sınıfına sahiptir. Bu nedenle baca kenarında taşıyünü kullanılması gereklidir fakat üzerine serilecek su yalıtım malzemesi ile mutlaka koruma altına alınmalıdır. Asmolen döşeme aralarında kullanılan asmolen köpük malzeme çatı ısı yalıtımları için yeterli performansı sağlamamaktadır. Asmolen dişleri arasında ısı yalıtımının yapılmamış olması bu bölgelerden ısı köprülerinin oluşmasına neden olur. Isı yalıtım yönetmeliği Ek-6'da döşemelerdeki belirtilen detaylarda olduğu gibi mutlaka döşeme üzerine ısı yalıtımı yapılmalıdır. Çatılarda kullanılan ısı yalıtım malzemesi her ne kadar istenilen kalınlıkta ve performansa uygun fiziksel özellikte seçilirse seçilsin, ısı yalıtım malzemesinin altında ısıtılan hacim yönünde buhar kesici elemanı kullanılmaması durumunda, ısıtılan hacimde oluşan buharının soğuk yüzeyler ile buluşması ile birlikte, yalıtım malzemesinin bünyesinde yoğunlaşma oluşarak malzemenin bozulmasına neden olacaktır. Bu nedenle yalıtım malzemeleri kesinlikle tüm katmalar ile birlikte yoğunlaşmanın engelleneceği şekilde seçilmelidir [7].



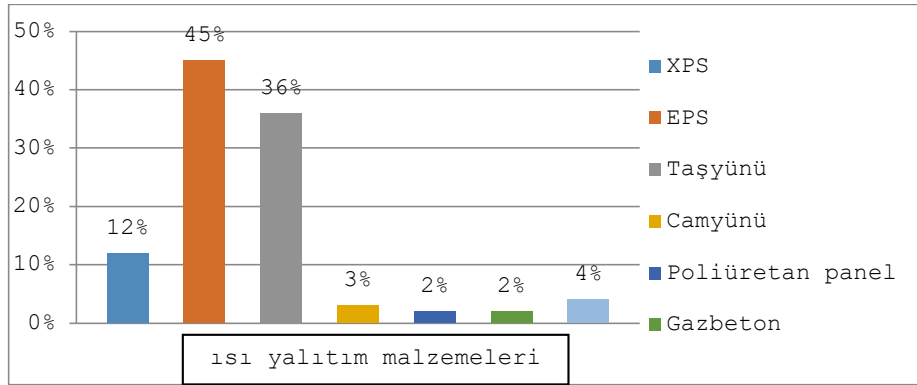
Şekil 4. Teras çatılarda ısı yalıtım (Figure 4. Flat roof thermal insulation)

#### 4.5. Cephelerde Isı Yalıtım Malzemesi (Thermal Insulation Material on Facades)

Isı köprülerinin oluşmaması için yapının cepheden çatıya kesintisiz olarak yalıtılması gereklidir. Bu durum giydirme cephe kaplamaları için de geçerlidir. Cephede kullanılan kaplama malzemeleri ve yapının yüksekliği ısı yalıtım malzemesi tercihlerini etkileyen diğer faktörler arasında yer almaktadır. Yapıların tümünde ısı yalıtımı yapıldığı görülmektedir. Giydirme cephe sistemi kullanılmayan cephelerde %45 EPS, %36 taşıyünü, %12 XPS, %2 ısı yalıtım sıvası, %3 camyünü ve %2 oranında sadece gaz beton malzemenin kullanıldığı belirlenmiştir (Şekil 5). Fakat %4 ünde ısı yalıtım levhası yerine ısı yalıtım sıvası kullanılmıştır ki bu durum diğer yalıtım levhaları kadar uygun değerlerde ısı yalıtımı sağlayamamaktadır. Bununla beraber gaz beton malzeme de tek başına istenilen değerlerde ısı yalıtımı sağlayamamaktadır. Kısacası yapılan yalıtımlarının %6'sında ilave ısı yalıtım uygulamasına ihtiyaç duymaktadır.

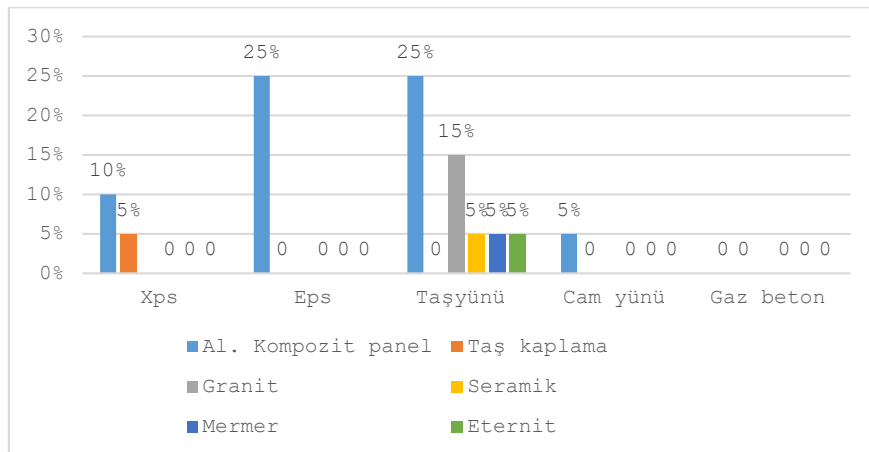
Cephelerde malzeme seçimini etkileyen en önemli faktörlerden biri kaplama malzemesinin türü yerine malzemenin yangın yönetmeliğinde

belirtilen yangın sınıfına uygun seçilmesidir. BYKHY'ye (2015:1-14) göre "Dış cephelerin, bina yüksekliği 28.50m'den fazla olan binalarda zor yanıcı malzemeden ve diğer binalarda ise en az zor alevlenici malzemeden olması gerekir". 28.50m'den fazla olan binalarda zor yanıcı malzeme A2-s1, d0 sınıfı, diğer binalarda ise en az zor alevlenici malzeme ise A2, B, C - s3, d2 sınıfından olması gereklidir. Taşyününün A1 sınıfı hiç yanmaz ve camyününün A2 sınıfı malzeme grubuna girmektedir. Bu sebeple yüksekliği 28'den fazla olan yapılarda taşyünü veya camyünü malzemenin kullanılması uygundur. XPS ve EPS'nin yanıcılık sınıfı ise E sınıfı normal alevlenici malzeme grubuna girmektedir.



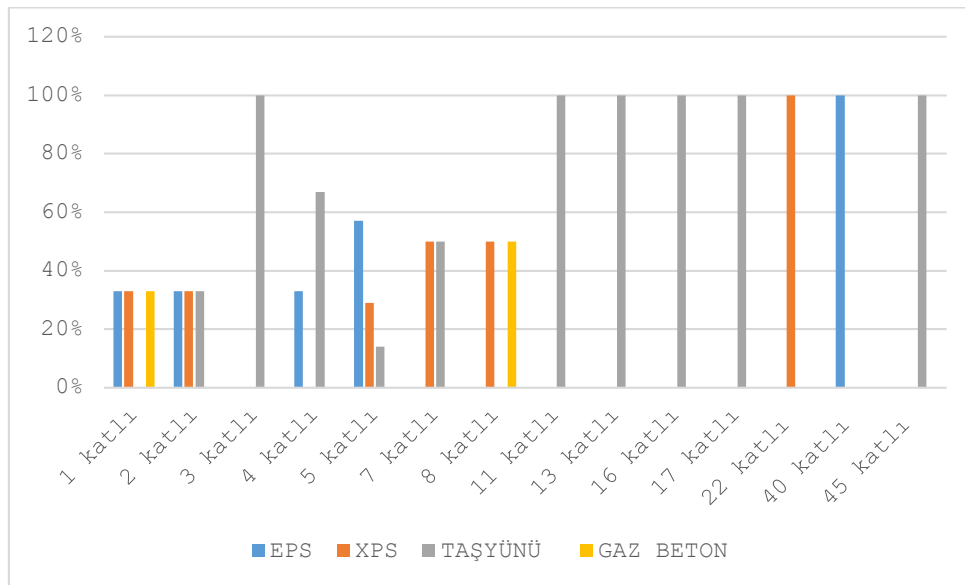
Şekil 5. Cephelerde ısı yalıtım malzemesi  
(Figure 5. Thermal insulation material in facades)

XPS ve EPS'nin az zor alevlenici malzeme grubuna girmemesinden dolayı cephelerde kullanılması ısı yalıtımı açısından performanslarının yeterli olmasına rağmen yangın yönetmeliklerince uygun görülmemektedir. Ancak son yıllarda TSE belgeli ve laboratuvar onaylı B1 sınıfı EPS malzeme üretilmiştir. Cephelerde kullanılan tüm malzemelerin yangın sınıflarının ilgili laboratuvarlar ile belgelenmesi ve sonuçlara göre seçilmesi gereklidir [1]. Cephede kullanılan yalıtım malzemesi değil aynı zamanda BYKHY, (2015:1-14) Madde'2 de belirtildiği üzere "ısı yalıtım malzemesi, ısı yalıtım yapıştırıcısı, dübel, sıva filesi, sıva ve benzeri diğer teçhizat kullanılarak teşkil edilen ısı yalıtım sistemi uygulandığında, sistem, ilgili standartlar kapsamında akredite bir laboratuvar tarafından sertifikalandırılmalıdır. Sertifikalandırılan sistem detayları ve teknik özellikleri piyasaya arz dokümanlarında yer almalıdır" (BYKHY, 2015:1-14).



Şekil 6. Cephe kaplaması ısı yalıtımı ilişkisi  
(Figure 6. Relationship between faced coating and thermal insulation)

Yapıların %25'inde giydirme cephe sistemi kullanılmıştır. Alüminyum kompozit panel giydirme cephe kaplaması ile birlikte %25 oranında EPS ve taşıyıcı, %10 XPS ve %5 oranında camyünü tercih edilmiştir. Taş kaplama kapılan yapıların kaplama altlarında XPS ile yalıtım yapılmış, granit, seramik ve mermer de ise taşıyıcı malzemenin kullanıldığı görülmektedir (Şekil 6). Granit, seramik, mermer ve eternit kaplamalar A sınıfı yangın dayanımı sağladığı için A sınıfı bir ısı yalıtım malzemesi ile birlikte kullanılmaları yönetmeliklere göre uygun görülmektedir. Giydirme cephe sisteminin uygulandığı yapıların %65'inde alüminyum kompozit panel kullanılmıştır. Yaygın bir şekilde kullanılan polietilen dolgulu alüminyum kompozit panel de yanıcılık sınıfı B olan, zor alevlenen bir malzemedir. BYKHY yapı yüksekliği 28.50m'ye kadar olan cephelerde bu malzemenin kullanılması izin vermektedir. Fakat cephe kaplamalarında bu malzemenin kullanılması alev ve duman dış cephe boyunca dikey olarak hızla ilerleyerek yangın risklerinin artmasına neden olmaktadır. Özellikle yüksek yapılarda hızla ilerleyen alevlere dış yüzeylerde müdahale etmek zorlaşmakta ve içeriye zehirli gazların girmesi ile birlikte kullanıcıların yaşamları risk altına girmektedir. Giydirme cephelerdeki en büyük risklerden biri giydirme cephe kaplaması ile duvara monte edilen ısı yalıtımı arasında kalan 4-5cm'lik boşluktur. Bu boşluklar baca etkisi yaparak dumanın ve alevlerin üst katlara hızla yayılmasına olanak verir. Bu nedenle, 28.50m'nin üzerindeki yüksekliğe sahip yapılarda A2 - s1, d0 sınıfı ısı yalıtım malzemesinin seçilmektedir [14]. Cephede kullanılan ısı yalıtım malzemelerinin yapı kat sayısı ile ilişkisi incelenmiş olup, sadece 1 yapıda 28.50m üzerindeki bir yapıda EPS ve XPS ısı yalıtım malzemesi kullanılmıştır (Şekil 7). XPS ısı yalıtım malzemelerinin ısı hesaplarına göre seçilmelerine rağmen yangın yönetmeliklerine uymamaktadır. BYKHY'e (2015:1-14) göre 28.50m'nin üzerindeki yapılara taşıyıcı ısı yalıtım malzemesi seçimleri doğru bir karardır.



Şekil 7. Yapı yüksekliği ısı yalıtımı ilişkisi  
(Figure 7. Building height thermal insulation relationship)

##### 5. SONUÇ VE ÖNERİLER (CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS):

5627 Sayılı Enerji Verimliliği Kanunu ve bu kanuna bağlı olarak çıkartılan Binalarda Enerji Performansı yönetmeliğine göre "1 Ocak 2011'tarihi itibari ile 50m<sup>2</sup> üzeri inşaat alanına sahip tüm binalarda Enerji Kimlik Belgesi çıkarılması zorunlu hale gelmiştir. Enerji Kimlik



Belgesinin çıkartılmaması da yeni pek çok yaptırım ve maddi külfeti beraberinde getirerek, ısı yalıtımını zorunlu hale getirmiştir. Yönetmeliğin 5. Maddesine göre esaslarına uygun projesine göre uygulama yapılmadığının tespiti halinde, tespit edilen eksiklikler giderilinceye kadar binaya ilgili idare tarafından yapı kullanım izin belgesi verilmez. Bu nedenle ısı kayıplarının olduğu bodrum kat duvarları, döşemeler, çatı, cephe yüzeylerin doğru malzeme seçimi, ısıl hesaplar ve uygulama ile yapılması gerekmektedir. Aksi halde yeni yapılan binanın yapı ruhsatı alınamayacaktır. Malzeme seçiminde ısı yalıtımının yapılacağı yapı elemanı, onu etkileyen, su, nem ve basınç özelliklerinin yanı sıra verilen hesap metodu kullanılarak, binanın enerji ihtiyacı bu standartta verilen sınırları aşmayacak şekilde hesaplanmalı ve malzeme seçimi, eleman boyutlandırılması ve ayrıntılı çözümlerinin de belirtildiği bir ısı yalıtım projesi hazırlanmalıdır.”

İncelenen yapıların %28'inde bodrum kat duvarlarının bu mekanların otopark olarak kullanılmasından dolayı ısı yalıtımı yapılmadığı görülmüştür. Mekan ısıtılması bile bodrum kat duvarları yoğuşmanın engellenmemesi, su yalıtım katlarının korunması ve ilişkili diğer mekanlarda oluşabilecek ısı kayıplarının önlenmesi için yalıtılmalıdır. Bodrum kat duvarlarında yaygın olarak XPS kullanılması su ve basınç dayanımı açısından olumlu görülmektedir. Ancak suya karşı dayanıksız olan EPS ve taşıyıcı malzemenin toprak altında suya karşı korumasız olarak kullanılması uygun görülmemektedir. İncelenen yapıların %15'nin döşemelerinde hiç yalıtım yapılmazken %39'unda XPS, %59'unda EPS, %9'unda taşıyıcı ve %3'ünde poliüretan malzeme ile ısı yalıtımı yapılmıştır.

TS 825 Standardına göre hesaplanacak uygun kalınlıkta ısı yalıtım ve yerine uygun su yalıtım uygulaması ile çözülebilir. Çomaklı ve Yüksel'in [5] yaptığı araştırmalarda doğu bölgesinde optimum 10cm kalınlığında uygulanan bir ısı yalıtımının karbon emisyonunu %80, binadaki ısı kaybının %53 oranında azalttığı belirtilmiştir. Asmolen döşeme dişleri ısı köprülerinin yanı sıra, lamda olarak bilinen ısı iletkenlik özelliği ve kullanılan ürünün doğru kalınlıkta olması da büyük önem arz etmektedir. Uygulanacak ısı yalıtım kalınlığı aynı iklim bölgesinde olmasına rağmen, bina tipolojilerine göre farklılık gösterebilir. TS 825 standardında belirtilen U değerleri temel alınarak en az şartların sağlanması ile hazırlanacak ısı yalıtım raporuna göre ısı yalıtım malzemesi kalınlıkları belirlenir.

Bu zorunluluk sayesinde yapıların büyük bir bölümünde yeterli değerler hesaplanmış ona göre bir kalınlıkta malzeme uygulanmıştır. Fakat bu seçimlerde malzeme özellikleri göz önünde bulundurulmamıştır. Mimar ve mühendisler tarafından genel olarak yapılan seçimlerde her alanda basınç ve su emme dayanım özellikleri göz edilmeksizin, kolay, hızlı temin edilebilme ve malzemeyi tanıma kriterlerine bakarak malzeme seçimlerinin yapıldığı görülmüştür.

Binalarımızdaki küflenme, cephede oluşan çatlaklardan giren suyun etkisi dışında, ısı yalıtımı olmayan binaların dış kabuğundaki ısı transferinden kaynaklı yoğuşmadan (terleme) kaynaklanabilir. Bu problem,

TS 825 standardına göre "Yeni binaların tasarımı aşamasında, bu standartta neden olacağı için, döşemelerde ısı yalıtımı için sadece asmolen bloklarının kullanılması yeterli gelmemektedir (Isı yalıtım yönetmeliği 2008 ek 4). Isı köprüleri ancak dıştan uygulanacak ısı yalıtımı ile engellenir. Döşemelerde basınç dayanımı yüksek malzemenin seçilme uzun dönem açısından daha iyi performans sağlayacakken, uygulayıcılar seçimlerin bu doğrultuda yapılmadığı cephede ve çatıda kullanılan malzemenin çoğunlukla döşemelerde seçildiğini belirtmişlerdir.

Tablo 3. Isı yalıtım malzemelerinin yapıda kullanımı  
(Table 3. Useage of termal insulation materials in buildings)

	XPS	EPS	Taşyünü	Camyünü	Gazbeton
Bodrum Kat Duvarında Isı Yalıtımı	Basınç Dayanımı Açısından En Uygun ve En Fazla Tercih Edilen Malzeme	Yeterli Basınç Dayanımı Sağlamıyor	Yeterli Basınç Dayanımı Sağlamıyor. Ekonomik Değil.	Tercih Edilmiyor Yeterli Basınç Dayanımı Sağlamıyor	Tercih Edilmiyor Fazla Alan Kaybına Neden Olur Ekonomik Değil.
Teras Çatılarda Isı Yalıtımı	Yaygın Olarak Tercih Edilen Malzeme	Üzerinde Gezinilmeyen Çatılarda Kullanımı Uygun. (Basınç Dayanımı Düşük Malzeme)	Suya Karşı Korunmalı Gezinilmeyen Teras Çatılar İçin Daha Uygun	Suya Karşı Korunmalı. Gezinilmeyen Teras Çatılar İçin Daha Uygun	Tercih Edilmemekte
Eğimli Çatılarda Isı Yalıtımı	Uygun	Uygun	Yangın Yalıtımı Sağladığı İçin Tercih Edilmekte Suya Karşı Korunmalı	Yangın Yalıtımı Sağladığı İçin Tercih Edilmekte. Suya Karşı Korunmalı.	Tercih Edilmemekte
Döşemelerde Isı Yalıtımı	Uygun	Yeterli Basınç Dayanımı Sağlamıyor. Ezilebilir.	Yeterli Basınç Dayanımı Sağlamıyor Ahşap Elemanlar İle Ezilmesi Engellenmeli Ekonomik Değil	Yeterli Basınç Dayanımı Sağlamıyor. Ahşap Elemanlar İle Ezilmesi Engellenmeli Ekonomik Değil	Uygun Değil
Cephelerde Isı Yalıtımı (28.50 M'nin Altında)	Yangın Yönetmeliğine Göre Uygun Değil	Yangın Yönetmeliğine Göre Özelliği Geliştirilmiş B1 Sınıfına Sahip Sertifikası Olan EPS'nin Kullanımı Uygundur.	Uygun	Uygun	Uygun
Cephelerde Isı Yalıtımı (28.50 Üzerinde)	Yangın Yönetmeliğine Göre Uygun Değil	Yangın Yönetmeliğine Göre Uygun Değil	Uygun	Uygun	Uygun
Zemin Kotu Üzerindeki 1.5 M Mesafe	Yangın Yönetmeliğine Göre Uygun Değil	Yangın Yönetmeliğine Göre Uygun Değil	Uygun	Uygun	Uygun
Bina Yüksekliği 6.50 M'den Fazla Olan Binalarda Pencere ve Benzeri Boşluklarının Yan Kenarları	Yangın Yönetmeliğine Göre Uygun Değil	Yangın Yönetmeliğine Göre Uygun Değil	Uygun	Uygun	Uygun
Farklı Yüksekliğe Sahip Bitişik Nizamdaki Yapılarda, Alçak Binanın Çatı Hizasındaki Yüksek Bina Katınının Dış Cephe Kaplaması	Yangın Yönetmeliğine Göre Uygun Değil	Yangın Yönetmeliğine Göre Uygun Değil	Uygun	Uygun	Uygun



Çatılarda %55 oranında XPS malzemenin kullanıldığı görülmektedir. Sıcak yüzeyleri bulunan bacaların su karşısında zayıf davranış sergilerken A grubu yangın sınıfına sahip olan taşıyıcı vb. malzemeler ile yangına ve ısıya karşı yalıtılması gereklidir. Bu tür bir çözümlerle karşılaşılmamıştır (Tablo 3).

Cephe ısı yalıtımında sadece ısı yalıtım malzemesinin kullanılması yeterli değildir. Cam yüzeylerden oluşabilecek ısı kayıpları için mutlaka cam kalınlığı ve özelliklerinde hesaplamalar katılmalı ve malzeme seçimlerinde bu özellik göz önünde bulundurulmalıdır. Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği, (2008:10056-10072) madde 10'a göre, pencere sistemlerinde kullanılan cam ve çerçevenin tipinin, bütün yönler için ayrı ayrı pencere alanlarının ve "U" değerlerinin belirtilmesi gerekmektedir. Cephelerde seçilen malzemeler ile ilgili en büyük problem cephelerde "Binaların yangından korunması hakkındaki yönetmelik" kapsamında ısı yalıtım malzemeleri ile ilgili tanımlanan malzeme sınıflarında karşımıza çıkmaktadır. Cephelerde ısı yalıtım değerlerine uygun olarak seçilen yalıtım malzemelerinin mutlaka yangın yönetmelik hükümlerini de kapsaması gerekmektedir. Ne yazık ki cephelerdeki ısı yalıtımları bu açıdan değerlendirildiği zaman yapılan uygulamaların sadece %36'sının yangın yönetmeliklere uygun olduğu bu konuda mimarlar ve mühendislerin yeterli bilgi ve özene sahip olmadığı görülmektedir (Tablo 3). Isı yalıtım malzemelerinin seçim kriterlerini mimarlar açısından kolaylaştırmak adına, elde edilen tespitler ve malzemelerin fiziksel özellikleri göz önünde bulundurularak, malzemelerin yapı elemanının konumuna uygun en elverişli kullanım seçenekleri Tablo 3 de verilmiştir. Isı yalıtım malzemeleri ile ilgili yapılan malzeme tercihlerinde mutlaka TSE 825 standartlarına uygun hesaplamalar yapılarak ideal kalınlık belirlenmeli, bu doğrultuda ve yangın yönetmelikleri ışığında yapı elemanının konumuna, malzemenin basınç, su emme değeri ve yangın sınıfına göre malzeme seçilmelidir

#### KAYNAKLAR (REFERENCES)

- Altındaş, S., (2014). Cephelerde Yangın Oluşumu ve Yayılımı. 7. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu. İstanbul. 353-366.
- [1] Anonim, (2008). Binalarda Enerji Performans Yönetmeliği, (2008). T.C. Resmi Gazete, 10059-10072.
- [2] Anonim, (2008). Binalarda Isı Yalıtımı Yönetmeliği. 15-22.
- [3] Anonim, (2015). Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik (BYKHY) 2015. İstanbul, Türkiye: Teknik Yayıncılık, 1-14.
- [4] Çomaklı, K. ve Yüksel, B., (2004). Environmental Impact of Thermal Insulation Thickness in Buildings. Applied Thermal Engineering. 24:933-940.
- [5] D'Alessandro, F., Schiavoni, S., Bianchi, F., and Asdrubali, F., (2016). Materials for The Building Sector: A Review and Comparative Analysis. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 6298.
- [6] Homoud, M., (2005). Performance Characteristics and Practical Applications of Commonbuilding Thermal Insulation Materials. Building and Environment. 40:353-366.
- [7] Jelle, B.P., (2011). Traditional, State-of-the-art and Future Thermal Building Insulation Materials and Solutions Properties, Requirements and Possibilities, Energy and Buildings, 43:2549-2563.
- [8] Kulaksızoğlu, Z., (2006). Isı Yalıtım Sektör Araştırması. İstatistik Şubesi Raporu. İstanbul. 6-45.
- [9] Mıhlayanlar, E., Kartal, S. ve Yılmaz Erten, Ş., (2017). Yükseköğretim Yapılarında Isıl Konfor Şartlarının Araştırılması:





- 
- Mimarlık Fakültesi Örneği. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 21(3):917-927.
- [10] Papadopoulos, A.M., (2005). State of The Art in Thermal Insulation Materials and Aims for Future Developments. *Energy and Buildings*, 37:77-86.
- [11] Rossi, M., Camino, G., and Luda, M.P., (2001). Characterisation of Smoke in Expanded Polystyrene Combustion. *Polymer Degradation and Stability*, 74:507-512.
- [12] Schiavoni, S., D'Alessandro, F., Bianchi, F., and Asdrubali, F., (2016). Insulation Materials for The Building Sector: A Review and Comparative Analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*.
- [13] Soğukoğlu, M. ve İnce, A., (2019). Yüksek Binalarda Yangın Güvenliği Açısından Dış Cephe Yalıtım ve Kaplama Malzemeleri. <http://www.abdurrahmanince.net/DisCephe.pdf>. 14:25-27.
- [14] Tekin, Ç., Diri, A.C. ve Bonfil, J., (2016). Mimari Yapılarda Su Yalıtımı, İstanbul, Yapı Endüstri Merkezi Yayınları, 217.
- [15] Toydemir, N., Gürdal, E. ve Tanaçan, L., (2004). Yapı Elemanı Tasarımında Malzeme, Literatür Yayınevi, İstanbul. 84-88.
- [16] Uygunoğlu, T., Güneş, İ., Çalış, M. ve Özgüven, S., (2015). EPS ve XPS Malzemeleriyle Yapılan Mantolamaların Yangın Sırasındaki Davranışlarının Araştırılması. *Politeknik Dergisi*, 18(1):21-28.
- [17] Zhang, Y., Huang, X., Wang, Q., Ji, J., Sun, J., and Yin, Y., (2011). Experimental Study on the Characteristics of Horizontal Flame Spread Over XPS Surface on Plateau. *Journal of Hazardous Materials*, 189:34-39.