

1. Derece-Gün Bölgesi için Dış Duvar Sistemlerinde Malzeme Seçim Kriterleri

Funda Alyanak Kaya ¹
Yrd.Doç.Dr. Neşe Dikmen ²

Konu Başlık No: 3 Çatı ve Cephe Sistemlerinde Süreçler

ÖZET

Binalarda ısı konforunun sağlanmasında ısıtma ve soğutma amacıyla kullanılan enerjinin çoğu kömür, petrol, doğalgaz, LPG gibi geri dönüşümü olmayan maddelerin tüketilmesiyle elde edilmektedir. Mevcut fosil yakıtların gün geçtikçe azalması ve aşırı kullanılması sonucu ekolojik dengenin bozulması ve oluşan çevre kirliliği dünyanın karşı karşıya kaldığı en büyük problemlerdendir. Bu problemlerin çözümü için yapma ısıtma enerjisi harcamalarının minimum düzeye indirilmesi, ısı kayıplarının azaltılması ve dolayısıyla ısı yalıtımı kullanımı gerekli olmaktadır. Yapılara uygulanan ısı yalıtımı; ısıtma için kullanılan yakıt tüketiminin azaltılması, yazın soğutma giderlerinin azalması, ısı konforunun sağlanması ve çevre kirliliğinin azalması gibi avantajlar sağlamaktadır. TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kurallarına uygun yapı üretiminde dış duvar sistemini oluşturan malzemelerin seçimi önemli bir unsurdur. Bu aşamada mimarların malzeme ve yalıtım konusunda yeterli bilgiye sahip olmaları gerekmektedir. Bu çalışmanın amacı mimarların dış duvar malzemesi seçim sürecinde hangi kriterleri göz önünde bulundurduğu ve ısı yalıtımına ne kadar önem verdiğini araştırmaktır. Çalışmada Antalya’da mimari tasarım ve uygulama yapan 20 mimara anket uygulanmış mimarlara ne tür projeler uyguladıkları, dolgu duvar malzemesi ve ısı yalıtım malzemesi seçerken hangi kriterlere dikkat ettikleri, cephe sistemlerini nasıl oluşturduklarını tespit etmeye yönelik sorular sorulmuştur. Çalışmanın ikinci aşamasında en çok tercih edilen dış duvar sistemlerinin TS 825 standardına uygun olup olmadığı araştırılmıştır. Yapılan araştırmaya göre dış duvar sistemi oluştururken dolgu duvar malzemesi seçiminde mekanik dayanım ve stabilite, ısı yalıtım malzemesi seçerken kullanım amacıyla doğrudan bağlantılı olarak enerji tasarrufu ve ısı muhafazası, cephe kaplama malzemesi seçerken de tasarımı etkileyen estetik kaygılar en önemli kriterlerdir. Görüşülen mimarlar, tuğlayı maliyeti ve doğal malzeme olması nedeniyle tercih etmektedir. Bimsblok ise mekanik dayanım ve stabilite, yangın durumunda emniyet ve kullanım emniyeti nedeniyle tercih edilmektedir. Gazbeton, hijyen, sağlık ve çevre, gürültüye karşı koruma, enerji tasarrufu ve ısı muhafazası, birim hacim ağırlığı ve CE işareti gibi kriterlerde ilk tercihtir. Ankette elde edilen verilere göre malzeme seçimi, malzeme kalınlığı ve uygulama detayına çoğunlukla mimarlar karar vermektedir.

ANAHTAR KELİMELER

Dış duvar sistemleri, ısı yalıtımı, malzeme seçim kriterleri

¹ Funda Alyanak Kaya, O&B Mimarlık Ofisi, Altınkum Mh. 412 Sk. No:3, Tel: 0 242 228 32 08, Fax: 0 242 228 75 41, fundaalyanak@yahoo.com

² Yrd.Doç.Dr. Neşe Dikmen, Süleyman Demirel Üniversitesi, Mimarlık Bölümü, 32260, Isparta, Tel: 0 246 211 1378 Fax: 0 246 237 08 59, nesdikmen@gmail.com

GİRİŞ

Bir binanın ana görevi, içerisinde yaşayanların sağlıklı bir hayat sürdürebilmeleri için gerekli olan iç ortam şartlarını sağlamaktır. Bu şartlardan en önemlisi ısı konfordur. Binalarda ısı konforun sağlanmasında ısıtma ve soğutma amacıyla kullanılan enerjinin çoğu kömür, petrol, doğalgaz, LPG gibi geri dönüşümü olmayan maddelerin tüketilmesiyle elde edilmektedir. Mevcut fosil yakıtların gün geçtikçe azalması ve aşırı kullanılması sonucu ekolojik dengenin bozulması ve oluşan çevre kirliliği dünyanın karşı karşıya kaldığı en büyük problemlerden biridir [1]. Bu problemlerin çözümü için yapma ısıtma enerjisi harcamalarının minimum düzeye indirilmesi, ısı kayıplarının azaltılması ve dolayısıyla ısı yalıtımını kullanımı gerekli olmaktadır [2]. Kullandığı enerjinin % 62'sini ithal eden ülkemiz için, enerji tüketimini minimize edecek ısı yalıtım önlemlerinin alınması bir zorunluluktur [3].

Isı yalıtımı, kapalı mekanların iç sıcaklıklarını istenilen düzeyde tutabilmek için, dış iklim koşullarına karşı yapılan ısıtma-soğutma işlemlerinde kullanılan enerji tasarrufu sağlamak, çevre sorunlarını çözmek ve hava kirliliğini azaltmak için yapılarda alınan önlemler bütünüdür [4]. Yapılara uygulanan ısı yalıtımı; ısıtma için kullanılan yakıt tüketiminin azaltılması, yazın soğutma giderlerinin azalması, ısı konforun sağlanması ve çevre kirliliğinin azalması gibi avantajlar sağlamaktadır [5]. Binalarda gerekli ısı yalıtımını sağlamak amacıyla, farklı iki ortam arasındaki ısı transferini azaltan ve ısı iletim katsayısı 0,065 W/mK değerinden küçük olan ısı yalıtım malzemeleri kullanılmaktadır. Isı yalıtım malzemesinin fonksiyonunu tam olarak yerine getirmesi, söz konusu malzemenin kullanılacağı yerin doğru seçilmesi, doğru kalınlıkta kullanılması ve uygulamanın hatasız yapılmasına bağlıdır [3]. Binalardaki ısı kaybının, %40'ı duvarlarda, %30'u pencerelerde, %17'si hava sızıntıları, %7'si çatılarda, %6'sı ise bodrum kat da gerçekleşmektedir. Görüldüğü gibi en fazla ısı kaybı duvarlar da meydana gelmektedir. Uygulamalardaki eksiklikler de dikkate alındığında ısı kayıpları daha da artmaktadır [6].

Ülkemizde binalarda ısı konforun sağlanmasına yönelik standart, TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları'dır. İlki 1979 tarihli olan bu standart, yeniden düzenlenerek 29 Nisan 1998 tarihinde yürürlüğe girmiş ve Bayındırlık ve İskan Bakanlığı tarafından da 14 Haziran 1999 tarih ve 23725 sayılı Resmi Gazete'de mecburi standart tebliği olarak yayınlanmıştır. 14 Haziran 2000 tarihinden itibaren zorunlu olarak uygulanmaya başlamış olan TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları [7] son olarak 2008 yılında revize edilmiştir. TS 825 standardı, binalarda yıllık ısıtma enerjisi miktarlarının hesaplanması ve hesaplanan değerlerin yönetmelikçe bölgelere göre belirlenmiş sınır değerleriyle karşılaştırılarak yıllık ısıtma harcamalarının sınırlandırılmasını hedeflemektedir [8]. Bir binanın ısıtılması için gerekli olan enerji ihtiyacında, yapı elemanlarının ısı geçirgenlik katsayısı (U , W/m² K) en önemli parametredir. Isı geçirgenlik katsayısı, çeşitli kalınlıklardaki katmanlardan (iç sıva+delikli tuğla+dış sıva gibi) oluşan yapı bileşeninin 1 m²'sinden 1 °C'lik sıcaklık farkı bulunması durumunda saatte kJ cinsinden geçen ısı miktarını vermektedir. TS 825'te Türkiye dört derece gün bölgesine ayrılmış ve her bölge için farklı U değerleri belirlenmiştir. Isıl konforun sağlanması açısından, yapı elemanlarının belirtilen U değerini sağlayacak şekilde detaylandırılması gerekmektedir [6].

Binaların iç mekanlarıyla dış ortamı düşey doğrultuda ayıran yapı elemanları olan dış duvarlar hem görsel etki yönünden hem de iç mekanların karşılamaları beklenen başarımlar yönünden önemlidir. Özellikle ısıtma giderlerinin yüksek olduğu Türkiye gibi ülkelerde yapıların ısı performansının istenilen düzeyde sağlanması önem kazanmıştır. Günümüzde malzeme ve yapım teknikleri alanında yaşanan gelişmeler dış duvar sistemi seçeneklerinin ve yapım tekniklerinin çeşitlenmesine olanak tanımıştır [9]. Özellikle bina tasarımı ve inşası sırasında uygun olmayan yapı malzemelerinin seçimi ve göz ardı edilen basit karar ve uygulamalar binanın kullanım ömrü süresince, hem konut sahiplerini hem de fazla enerji tüketimi ile çevreyi olumsuz yönde etkilemektedir [1]. Binaların, ısıtma enerjisi ihtiyaçlarının ve dolayısıyla da ısıtma giderlerinin azaltılabilmesine yönelik eleman seçimi en önemli konulardan biridir. Tasarım aşamasından başlayarak doğru yapı elemanı seçimi hem maliyetten hem de zamandan kazanç sağlayacak, böylece kullanıcı gereksinimlerini karşılayacak optimum çözümler üretilmiş olacaktır [10]. Isı yalıtım malzemelerinin seçiminde ise, malzemenin bulunma ve uygulanma kolaylığı ile birlikte maliyet önemli bir faktördür. Çünkü yalıtım, binanın ilk yatırım giderlerini arttıran bir uygulamadır. Ancak, maliyet ve

enerji tasarrufuna bağlı olarak hesaplanan geri dönüşüm süresiyle, sonraki yıllarda ekonomiye artı bir katkı ve enerji tüketiminde de azalma sağlanmaktadır [11].

1. ARAŞTIRMA YÖNTEMİ

TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kurallarına uygun yapı üretiminde dış duvar sistemini oluşturan malzemelerin seçimi önemli bir unsurdur. Bu nedenle dolgu duvar, ısı yalıtım ve cephe kaplama malzemesi seçim kriterlerini ve en çok tercih edilen malzemeleri belirlemek amacıyla Antalya’da mimari tasarım ve uygulama yapan 20 mimara anket uygulanmıştır. Yüz yüze görüşülerek yapılan ankette mimarlara ne tür projeler uyguladıkları, dolgu duvar malzemesi ve ısı yalıtım malzemesi seçerken hangi kriterlere dikkat ettikleri, cephe sistemlerini nasıl oluşturduklarını tespit etmeye yönelik sorular sorulmuştur.

Türk Standartları (TS) 825’e göre Türkiye dört farklı derece-gün bölgesine sahiptir ve iklim şartları binalardaki enerji ihtiyaçlarını belirleyen en önemli faktörlerdir. Türkiye’nin en sıcak derece-gün bölgesi 1. Bölgedir [12] ve Antalya bu bölgede yer almaktadır [13]. Bu çalışmanın ikinci aşamasında İzoder TS 825 Hesap Programı kullanılarak en çok tercih edilen dış duvar sistemlerinin ısı geçirgenlik katsayıları (U değerleri) hesaplanmış ve bu değerlerin TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları’nda 1. Derece-Gün Bölgesi için belirtilen duvar U değerlerini sağlayıp sağlamadığı kontrol edilmiştir.

2. ARAŞTIRMA BULGULARI

Anket sonuçlarına göre, en çok konut projesi uygulanmaktadır. Ankete katılan 20 kişiden 18’i betonarme karkas yapım sistemini uygulama kolaylığı, tedarikçi sıkıntısı olmaması, ekonomik olması, yapılan projelere uygun olması nedeniyle tercih etmektedir. Tüm katılımcılar tasarım ve malzeme seçim aşamalarında bölgenin iklimsel verilerini dikkate aldıklarını belirtmişlerdir.

Tuğla ve bimsblok 9 kişinin tercihi ile en çok kullanılan dolgu duvar malzemeleridir. En çok tercih edilen malzeme kalınlığı ise 20 cm’dir. Taş yünü en çok tercih edilen ısı yalıtım malzemesi, 3 cm en çok tercih edilen ısı yalıtım malzemesi kalınlığıdır (Tablo 1). Katılımcılar taş yünü ısı iletkenlik katsayısının düşük olması, yangın dayanımı, ses yalıtımı özellikleri nedeniyle tercih etmektedir. Katılımcıların yarısı polistren köpük ısı yalıtım malzemesi kullanırken yangına karşı önlem aldığını, 9 kişi herhangi bir önlem almadığını 1 kişi ise fikri olmadığını belirtmiştir. Anket uygulanan 20 kişiden 14’ü konut yapılarında dış duvar yüzeyine ısı yalıtımı uygulamaktadır. Yalıtım uygulama sistemlerinden mantolama 11 kişinin tercihi ile en çok kullanılan sistemdir. Katılımcılar tercih nedenlerinin ısı köprülerini ve yoğuşmayı önlemek olduğunu belirtmişlerdir.

Tablo 1. Dolgu duvar ve ısı yalıtım malzemeleri için kullanıcı tercihleri

Malzeme	Dolgu Duvar Malzemesi				Isı yalıtım Malzemesi				
	Tuğla	Bimsblok	Gazbeton	İzo Tuğla	Taş Yünü	Cam Yünü	EPS	XPS	Diğer (Yalıtım Sıvası)
Kişi Sayısı	9	9	5	3	7	3	3	6	2
Kalınlık	20	20	20	20	3	5	3	3	

Yapı malzemeleri yönetmeliğine göre; malzemelerin kullanılacağı yapı işlerinin (tamamı veya tek tek kısımları) amaçlanan işlevleri görmeye uygun olmaları yanında, ekonomik yönü gözetmeleri ve bu açıdan bazı temel şartları yerine getirmeleri gerekmektedir [14]. Bu şartlar:

1. Mekanik Dayanım ve Stabilité
2. Yangın Durumunda Emniyet
3. Hijyen, Sağlık, Çevre
4. Kullanım Emniyeti
5. Gürültüye Karşı Koruma
6. Enerji Tasarrufu ve Isı Muhafazası
7. CE işaretidir.

Yukarıda belirtilen şartların yanı sıra maliyet, birim hacim ağırlığı, su buharı difüzyon direnç faktörü ve kapiler emicilik te malzeme seçimini etkileyen önemli unsurlardır. Buna göre anket yapılmış olan 20 mimara dolgu duvar ve yalıtım malzemesi seçerken en çok önem verdikleri kriterleri sorulmuştur. Mimarların dolgu duvar malzemesi seçerken en çok önem verdikleri kriter mekanik dayanım ve stabilite; yalıtım malzemesi seçerken en önem verdikleri kriter ise enerji tasarrufu ve ısı muhafazasıdır. Diğer kriterler aşağıdaki gibi sıralanmaktadır.

Dolgu duvar malzemesi için seçim kriterleri:

1. Enerji tasarrufu ve ısı muhafazası
2. Yangın durumunda emniyet
3. Mekanik dayanım ve stabilite
4. Maliyet
5. Gürültüye karşı koruma
6. Kullanım emniyeti
7. Su buharı ve difüzyon direnç faktörü
8. Hijyen, sağlık, çevre
9. Kapiler emicilik
10. Birim hacim ağırlığı
11. CE işareti

Yalıtım malzemesi için seçim kriterleri:

1. Mekanik dayanım ve stabilite
2. Enerji tasarrufu ve ısı muhafazası
3. Maliyet
4. Yangın durumunda emniyet
5. Gürültüye karşı koruma
6. Kullanım emniyeti
7. Hijyen, sağlık, çevre
8. Birim hacim ağırlığı
9. Su buharı difüzyon direnç faktörü
10. Kapiler emicilik
11. CE işareti

Görüşülen mimarlara hangi kriter gere göre hangi malzemeyi tercih ettikleri sorulmuştur. Mimarların dolgu duvar malzemeleri tercih sıralaması şöyledir: Mekanik dayanım stabilite açısından 9 kişi, yangın durumunda emniyet açısından ise 6 kişi bimsblok'u tercih ettiklerini belirtmişlerdir. Hijyen, sağlık ve çevreye baktığımızda 8 kişinin ilk tercihi olarak gazbetonu görmekteyiz. Kullanım emniyetinde 5 kişi ile bimsblok, gürültüye karşı korumada 9 kişi ile gazbeton, enerji tasarrufu ve ısı muhafazasında 13 kişi ile gazbeton en çok tercih edilen dolgu duvar malzemesidir. 14 kişinin tercihi ile tuğla en ekonomik malzemedir. Malzemelerin birim hacim ağırlıklarına göre tercih yapmaları istendiğinde 14 kişi ilk tercih olarak gazbetonu belirtmiştir. Kullanıcılar su buharı difüzyon direnç faktörü ve kapiler emicilikte doğal bir malzeme olması nedeniyle tuğlayı tercih etmektedirler (Tablo 2).

Yalıtım malzemesi tercih sıralaması incelendiğinde ise mekanik dayanım ve stabilite, yangın durumunda emniyet, hijyen, sağlık, çevre, kullanım emniyeti, gürültüye karşı koruma ve enerji tasarrufu ve ısı muhafazasına göre taş yünü ilk sırada yer almaktadır. Maliyet ve birim hacim ağırlığı en uygun EPS, su buharı difüzyon direnç faktörü, kapiler emiciliğe göre ise XPS en çok tercih edilen dolgu duvar malzemesidir. (Tablo 2)

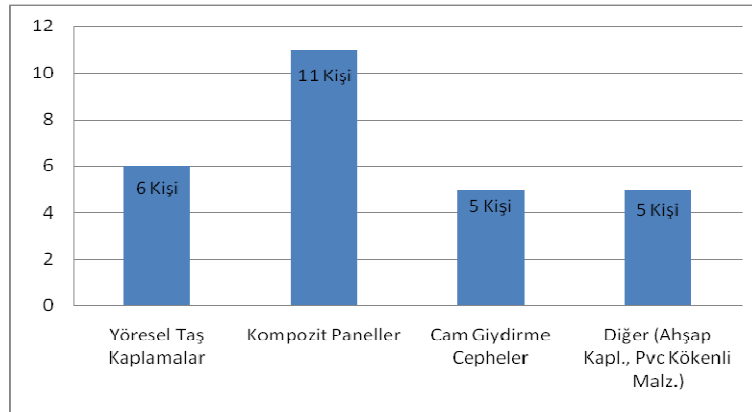
Tablo 2. Seçim kriterlerine göre malzeme tercih sıralaması

(1: seçim kriterine göre en çok tercih edilen malzeme, 2:seçim kriterine göre daha az tercih edilen malzeme, 3: seçim kriterine göre en az tercih edilen malzeme)

Seçim kriterleri	Dolgu duvar malzemeleri			Isı yalıtım malzemeleri			
	Tuğla	Bimsblok	Gazbeton	Taş Yünü	Cam Yünü	EPS	XPS
Mekanik Dayanım ve Stabilite	2	1	3	1	3	4	2
Yangın Durumunda Emniyet	2	1	3	1	2	4	3
Hijyen Sağlık Çevre	3	2	1	1	2	3	4
Kullanım Emniyeti	3	1	2	1	4	3	2
Gürültüye Karşı Koruma	3	2	1	1	2	4	3
Enerji Tasarrufu ve Isı Muhafazası	3	2	1	1	2	4	3
Maliyet	1	2	3	3	2	1	4
Birim Hacim Ağırlığı	3	2	1	4	2	1	3
Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü	1	3	2	3	4	2	1
Kapiler Emicilik	1	2	3	4	3	2	1
CE İşareti	3	2	1	2	3	4	1

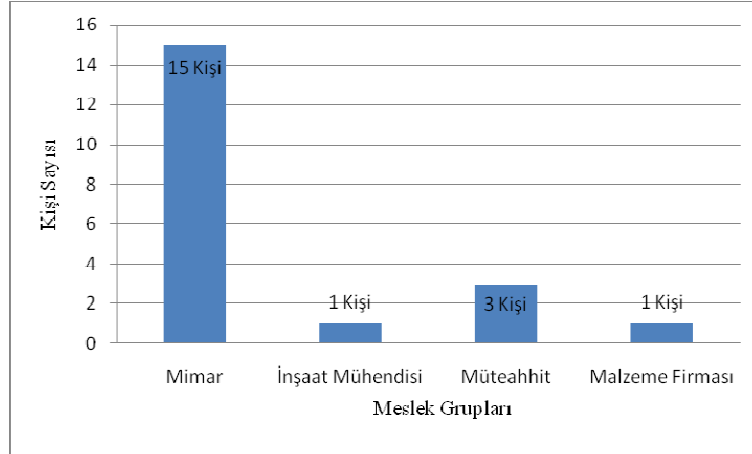
Katılımcılardan 15 kişi dış duvar yüzeyine cephe kaplama malzemesi uygulamaktadır. Cephe kaplama malzemesi olarak en çok tercih edilen malzeme kompozit paneldir (Tablo 3). Cephe kaplama malzemesi seçerken dikkat edilen en önemli kriter tasarımı etkileyen estetik kaygılardır.

Tablo 3. Cephe kaplama malzemesi tercihlerini gösteren tablo

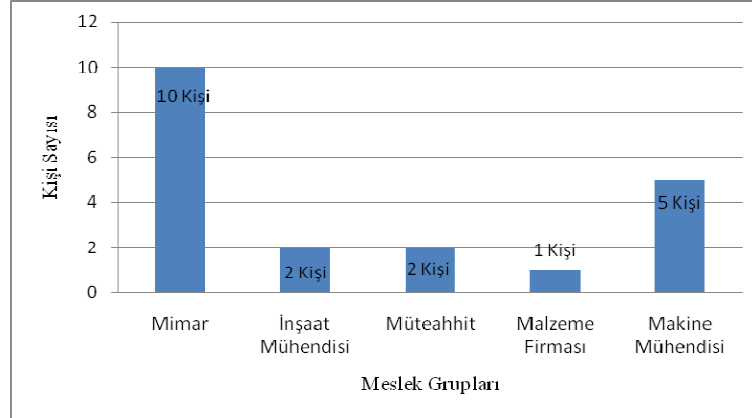


Görüşülen mimarların yarısı TS 825 “Binalarda Isı Yalıtım Kuralları”nı bildiğini belirtmiştir. 20 kişiden 16’sı oluşturdukları dış duvar sisteminin TS 825 standardını sağlayıp sağlamadığını kontrol ettiğini, 2 kişi kontrol etmediğini, 2 kişi ise konu hakkında fikri olmadığını belirtmiştir. Ankete katılan mimarlar, ısı ve ses yalıtımlı duvar blokları için çeşitli fikirlere sahiptir. Uzun süre kullanım da sonuçlarının bilinmemesi, eksik detay çözümleri, uygulayıcı sıkıntısı, yaygın olarak kullanılmaması, ısı konfor koşullarını sağlamadığı düşüncesi ve maliyeti nedeniyle yeni malzemelerin kullanımında tereddüt edilmektedir. Yalıtım uygulamaları konusunda görüşülen 20 kişiden 15’i malzeme seçimi ve uygulama detayına, 10 kişi ise malzeme kalınlığına mimarın karar verdiğini belirtmiştir (Tablo 4, 5 ve 6).

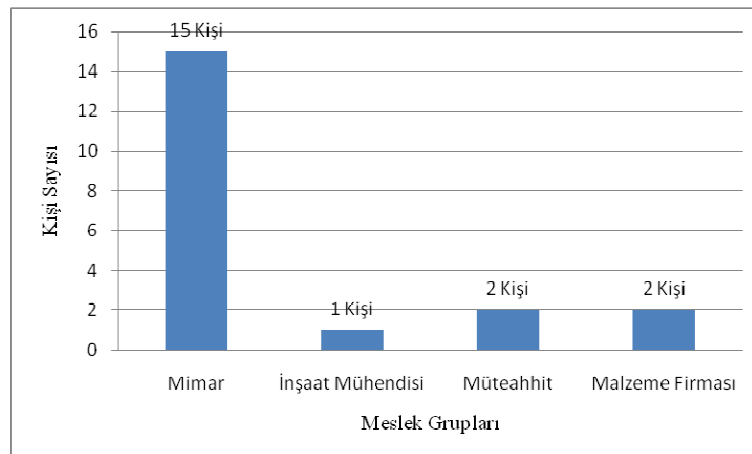
Tablo 4. “Yalıtım uygulamalarında malzeme seçimine kim karar veriyor?” sorusuna verilen cevaplar



Tablo 5. “Yalıtım uygulamalarında malzeme kalınlığına kim karar veriyor?” sorusuna verilen cevaplar



Tablo 6. “Yalıtım uygulamalarında uygulama detayına seçimine kim karar veriyor?” sorusuna verilen cevaplar.



TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kurallarına göre Antalya 1. İklim bölgesinde yer almaktadır. 1 iklim bölgesinde sağlanması gereken duvar U değeri 0,7'dir [13]. Anket sonuçlarına bakıldığında ortaya çıkan 1. cephe sistemi:

- Dolgu duvar malzemesi olarak 20 cm tuğla duvar

- Isı yalıtım malzemesi 3 cm taş yünü
 - Cephe kaplama malzemesi kompozit paneldir.
2. cephe sistemi :
- Dolgu duvar malzemesi olarak 20 cm bimsblok duvar
 - Isı yalıtım malzemesi 3 cm XPS
 - Cephe kaplama malzemesi yöresel taş kaplamalardır.

En çok tercih edilen malzemelerle oluşturulan 2 farklı dış duvar sisteminin U değerleri hesaplanmış ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

1. Duvar sistemi 20 cm tuğla duvar, 3 cm taş yünü ve kompozit panel cephe kaplamasıdır. Bu sistemin U değeri, 0,484 olarak hesaplanmıştır.
2. Duvar sistemi 20 cm bimsblok, 3 cm XPS ve yöresel taş kaplama cephe kaplamasıdır. Bu sistemin U değeri, 0,562 olarak hesaplanmıştır.

3. SONUÇ

Yapılan araştırmaya göre dış duvar sistemi oluştururken dolgu duvar malzemesi seçiminde mekanik dayanım ve stabilite, ısı yalıtım malzemesi seçerken kullanım amacıyla doğrudan bağlantılı olarak enerji tasarrufu ve ısı muhafazası, cephe kaplama malzemesi seçerken de tasarımı etkileyen estetik kaygılar en önemli kriterlerdir. Dolgu duvar malzemesi olarak tuğlayı tercih eden mimarlar, maliyeti ve doğal malzeme olması nedeniyle tercih ettiklerini belirtmişlerdir. Bimsblok ise mekanik dayanım ve stabilite, yangın durumunda emniyet ve kullanım emniyeti nedeniyle tercih edilmektedir. Gazbeton, hijyen, sağlık ve çevre, gürültüye karşı koruma, enerji tasarrufu ve ısı muhafazası, birim hacim ağırlığı ve CE işareti gibi kriterlerde ilk tercihtir. Ancak katılımcılar sıva ile uyumunda yaşanan sıkıntı nedeniyle gazbetonu kullanmaktan kaçınmaktadır. Ankette elde edilen verilere göre malzeme seçimi, malzeme kalınlığı ve uygulama detayına çoğunlukla mimarlar karar vermektedir.

Anket sonucunda oluşan cephe sistemlerine göre yapılan hesaplamalarda, 0.7 olması gereken duvar U değeri 1.cephe sisteminde 0.484, 2.cephe sisteminde ise 0.562 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen değerler 1. İklim bölgesinde yer alan Antalya'da TS 825 standardında sağlanması gereken duvar U değerinin altında olduğu için her iki sistemin de standarda uygun olduğu söylenebilir.

Anket çalışmasında görüşülen 20 mimardan 9'u polistren köpük kullanırken yangına karşı önlem almadığını, 1 kişi ise fikrinin olmadığını belirtmiştir. Polistren köpük ısı yalıtım malzemesi kullanıldığı halde yangına karşı önlem alınmaması kullanıcı için önemli bir emniyet problemidir.

KAYNAKÇA

- [1] B. Bektaş, U. T. Aksoy, Soğuk İklimlerdeki Binalarda Pencere Sistemlerinin Enerji Performansı, *Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 2005; 17 (3): 499-508.
- [2] G. Koçlar Oral, Sağlıklı Binalar için Enerji Verimliliği ve Isı Yalıtımı, *VIII Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi*, İzmir, 2007; 253-263.
- [3] Y. Erbil, N. Akıncıtürk, Tünel Kalıp Sistemiyle Üretilen Bir Toplu Konut Örneğinin Isısal Konfor Koşulları Açısından İncelenmesi, *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 2006; 11 (2): 53-63.
- [4] N. Koçu ve S. Z. Korkmaz, Konya Çevresindeki Yapılarda Isı Yalıtımı Uygulamalarının TS 825'e Göre Değerlendirilmesi ve Çevre Kirliliğine Etkisi, *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, 2003; 73.
- [5] D. ŞENGÜL, B. SAYIN, S. A. Kaplan, Su ve Isı Yalıtımının Yapılarda Uygulanmasının Gerekliliği ve Yalıtımdaki Uygulamaların Emniyet ve Ekonomi Açısından Değerlendirilmesi, II. Mühendislik Bilimleri Genç Araştırmacılar Kongresi, İstanbul, 2005.
- [6] U. T. Aksoy, Sandviç ve Gazbeton Duvar Uygulamalarının Ortalama Isı Geçirgenlik Katsayısı ve Isı Kaybı Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 2008; 24 (1-2): 277-290.
- [7] A. K. Dağsız, K. Bayraktar, Hüseyin Ünveren, Enerji Tasarrufu Yönünden Standartların Yetersizliği, *Mühendis ve Makine*, 2002; 504.

- [8] G. Koçlar Oral, Ş. Filiz Akşit, TS 825 Isı Yalıtım Yönetmeliği'nin Konutlarda Isı Korunumu Açısından Değerlendirilmesi, *Yalıtım Kongresi*, Eskişehir, 2001.
- [9] F. Yazıcıoğlu, İstanbul'da Konut Binalarının Dış Duvarları'ndaki Sistem ve Malzeme Seçimleri İle Yapım Teknikleri, 3. *Ulusal Çatı ve Cephe Sempozyumu*, 2006, İstanbul.
- [10] Ö. Y. Karaman, Ülkemizde Kullanılabilecek Dış Duvar Elemanlarının Ses Yalıtım Performansı/Isı Geçirgenlik Katsayısı/Maliyet Açısından Değerlendirilmesi, *Ulusal Çatı ve Cephe Sempozyumu*, 2004.
- [11] A. Aytaç, U. T. Aksoy, Enerji Tasarrufu İçin Dış Duvarlarda Optimum Yalıtım Kalınlığı ve Isıtma Maliyeti İlişkisi, *Gazi Üniversitesi. Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 2006; 21(4): 753-758.
- [12] Ö. A. Dombaycı, Türkiye'nin En Sıcak İklim Bölgesindeki Kentleri İçin Aylık Soğutma Derece-Gün Sayılarının Belirlenmesi, *Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 2009; 27: 218-215.
- [13] TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları.
- [14] Yapı Malzemeleri Yönetmeliği, 89/106/EEC.