

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

EKSTRÜDE POLİSTREN KÖPÜK LEVHALARIN DIŞ
DUVARLARDA KULLANIMI

106341

Mimar, Tamer KARACA

F.B.E. Mimarlık Anabilim Dalı, Yapı Programında
Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Meral AYBERK 24.10.2001.

Doç. Dr. Kemal GORAPÇIOĞLU (M.S.Ü.)

Yrd. Doç. Dr. BİLİSEL AYBERK

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

İSTANBUL, 2001

İÇİNDEKİLER	Sayfa
RESİM LİSTESİ	i
DETAY LİSTESİ.....	iii
ÖNSÖZ.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	vi
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Sorunun Tanımlanması.....	2
1.3. Amaç.....	3
1.4. Önem.....	3
1.5. Kapsam ve Sınırlılıklar.....	3
1.6. Yöntem.....	3
2. DIŞ DUVAR ISI YALITIMI İLİŞKİSİ.....	5
2.1. Dış Duvarlar.....	5
2.2. Dış Duvarlardan Beklenen Genel Özellikler.....	6
2.3. Isı Geçişi.....	7
2.3.1. Isı geçişi korunumu.....	8
2.3.2. Isı köprüsü.....	8
2.4. Dış Duvarlarda Oluşan Isı Sorunları.....	11
2.5. Yoğuşma ve Oluşturduğu Sorunlar.....	11
2.6. Isı Yalıtımı.....	13
2.7. Türkiye’de ve Dış Ülkelerde Isı Yalıtım Bilinci ve Malzemenin Kullanım Oranı.....	13
2.8. Isı Yalıtımı Enerji İlişkisi.....	16
2.9. Isı Yalıtım Malzemesi.....	18
2.10. Isı Yalıtım Malzemelerinde Aranılan Özellikler.....	18
2.11. Dış Duvarlarda Isı Yalıtım Uygulaması.....	22
3. EKSTRÜDE POLİSTREN KÖPÜK LEVHALAR.....	23
3.1. Ekstrüde Polistren Köpük Levha.....	23
3.2. Üretimi.....	25
3.3. Genel Özellikleri.....	25
3.3.1. Isı yalıtımı özelliği.....	27
3.3.2. Su emme özelliği.....	28
3.3.3. Basınç dayanımı.....	28
3.3.4. Yanmazlık özelliği.....	28
3.4. Çeşitliliği.....	28
3.5. Dış Duvarlarda Kullanım İçin Üretilen Levha Tipleri.....	30

4. EKSTRÜDE POLİSTREN KÖPÜK LEVHALARIN UYGULANMASI VE PERFORMANS ANALİZLERİ.....	33
4.1. Uygulama Parçalarının Niteliği.....	33
4.2. Ekstrüde Polistren Köpük Levhaların Dış Duvarlarda Uygulanması.....	35
4.2.1. Dış yüzeyden uygulama.....	35
4.2.2. İç yüzeyden uygulama.....	47
4.2.3. İki duvar katmanı arasında uygulama.....	52
4.2.4. Isı köprüsü oluşturan taşıyıcı sistem dışına uygulama.....	55
4.3. Ekstrüde Polistren Köpük Levhalarla Kurulan Dış Duvar Sisteminin Performansı.....	57
4.4. İncelenen Uygulamaların Performans Değerlendirmeleri ve Tesbit Edilen Problemler.....	60
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	68
KAYNAKLAR.....	69
EKLER.....	71
EK 1. Dış Duvar Dış Yüzünden Yapılmış Uygulamalar.....	72
EK 2. İç Yüzeyden Yapılmış Uygulamalar.....	97
EK 3. İki Duvar Katmanı Arası Yapılan Uygulamalar.....	108
ÖZGEÇMİŞ.....	118

RESİM LİSTESİ

Resim 2.1 a. Yalıtımlı ve yalıtımsız duvar farkını gösteren termal fotoğraf.....	9
Resim 2.1 b. Yalıtımsız duvar ısı köprülerini gösteren termal fotoğraf.....	9
Resim 2.2. Yoğuşma oluşmuş duvar iç yüzeyi örneği.....	11
Resim 2.3. Küf ve Mantarların Oluşmuş duvar iç yüzeyi.....	12
Resim 3.1 Ekstrüde Polistren Levha Örnekleri.....	23
Resim 3.2. Ekstrüde Polistren Sert Köpüğün Kapalı Hücreli Yapısı.....	24
Resim 3.3. Farklı yüzey tipi örnekleri.....	29
Resim 3.4. Levha üzerine yapılan yükleme örneği.....	29
Resim 4.1. Tutturma gereçleri.....	33
Resim 4.2. Sıva filesi.....	33
Resim 4.3. Köşe profili.....	34
Resim 4.4. Levha uygulamaya hazırlanmış yüzey örneği.....	36
Resim 4.5. Subasman profili montajı.....	36
Resim 4.6. Levhanın arka yüzüne yapıştırıcı sürülme şekli.....	36
Resim 4.7. Levhalara yapıştırıcı sürülmesi.....	37
Resim 4.8. İlk levhanın konuması.....	37
Resim 4.9. Levhanın ve duvarın delinmesi.....	38
Resim 4.10. Levhaların duvara dubellenmesi.....	38
Resim 4.11. Köşe profili uygulaması.....	38
Resim 4.12. Kaba sıva uygulaması.....	39
Resim 4.13. Sıva filesi uygulaması.....	39
Resim 4.14. Kaba sıva ve file uygulaması.....	39
Resim 4.15. İnce sıva uygulaması.....	40
Resim 4.16. İnce sıvası tamamlanmış uygulama.....	40
Resim 4.17. İnce sıva sonrası kaplayıcı uygulaması.....	40
Resim 4.18.a. Dıştan yalıtım uygulama katmanları.....	41
Resim 4.18.b. Dıştan yalıtım uygulama örneği.....	41
Resim 4.19. Duvar ve döşeme kesitinde ısı transfer durumu.....	46
Resim 4.20.a. İçten yalıtım katmanları.....	48
Resim 4.20.b. İçten yalıtım uygulama örneği.....	48
Resim 4.21. Duvar ve döşeme kesitinde ısı transfer durumu.....	52
Resim 4.22. Boşluksuz sandviç duvarlarda ekstrüde polistren levha uygulaması.....	53
Resim 4.23. İki duvar katmanı arası levha uygulaması.....	54
Resim 4.24. Duvar ve döşeme kesitinde ısı transfer durumu.....	55
Resim 4.25. Sandviç duvar uygulaması örneği.....	55
Resim 4.26. Isı köprüsü uygulamaları.....	56
Resim 4.27. Duvar ve döşeme kesitinde ısı transfer durumu.....	57
Resim E.1. Yapı 1.1, dıştan görünüşü.....	72
Resim E.2. Yapı 1.2, dıştan görünüşü.....	74
Resim E.3. Yapı 1.3, dıştan görünüşü.....	77
Resim E.4. Yapı 1.4, dıştan görünüşü.....	79
Resim E.5. Yapı 1.5, dıştan görünüşü.....	81
Resim E.6 Yapı 1.6, dıştan görünüşü.....	84
Resim E.7. Yapı.1.7, dıştan görünüşü.....	87
Resim E.8. Yapı 1.8, dıştan görünüşü.....	88
Resim E.9. Yapı 1.9, dıştan görünüşü.....	91
Resim E.10. Yapı 1.10, dıştan görünüşü.....	93
Resim E.11. Yapı 1.11, dıştan görünüşü.....	95

Resim E.12. Yapı 1.12, dıştan görünüş.....	96
Resim E.13. Yapı 2.1., dıştan görünüş.....	99
Resim E.14. Yapı 2.2., içten görünüş.....	100
Resim E.15. Yapı 2.3. dıştan görünüş.....	102
Resim E.16. Yapı 2.4., dıştan görünüş.....	105
Resim E.17. Yapı 2.5., dıştan görünüş.....	107
Resim E.18. Yapı 3.1., dıştan görünüş.....	108
Resim E.19. Yapı 3.2., dıştan görünüş.....	110
Resim E.20. Yapı 3.3., içten görünüş.....	112
Resim E.21. Yapı 3.4., dıştan görünüş.....	114
Resim E.22. Yapı 3.5., dıştan görünüş.....	116



DETAY LİSTESİ

Detay 2.1.	Isı Tutucu Katmanın Binili ve Şaşırtmalı Derz Şeklinde Uygulanması ...	10
Detay 2.2.a.	Kolon dış duvar ilişkisinde ısı köprüsü oluşmasının engellenmesi.....	10
Detay 2.2.b.	Kolon dış yüzeyinde ısı tutucununun kademeli azaltılması	10
Detay 4.1.	Dıştan yalıtım detayı. (kesit).....	41
Detay 4.2.	Dıştan yalıtım detayı. (plan).....	42
Detay 4.3.	Dıştan mantolama uygulaması detayı.	43
Detay 4.4.	Dıştan yalıtım subasman kotu detayı.....	44
Detay 4.5.	Dıştan yalıtım, kaplama tuğla uygulaması subasman detayı.....	45
Detay 4.6.	Tünel kalıp betonarme duvar dıştan yalıtım detayı.....	46
Detay 4.7.	İçten yalıtım duvar döşeme birleşimi detayı.....	48
Detay 4.8.	İçten yalıtım pencere birleşim detayı. (plan).....	49
Detay 4.9.	Duvar iç yüzeyinden yapılan uygulama detayı.	50
Detay 4.10.	Tünel kalıp betonarme duvar içten yalıtım detayı.....	51
Detay 4.11.	Sandviç duvar yalıtımı duvar döşeme birleşim detayı.....	53



ÖNSÖZ

Basit gibi görülmesine karşın oldukça önemli bir konu olan ısı yalıtımı uygulamaları ve bu amaçla yaygın kullanılan malzemelerden olan Ekstrüde polistren sert köpük levhanın incelenmesi ısı yalıtımı bilgimizi ve bilincimizi geliştirici bir çalışma olmuştur. Dış duvar tasarımına yol gösteren teknik özellikleri olan malzemenin tanınması ile yapı fiziği koşullarının iyileşeceği, ekonomik faydaların sağlanacağı, en somut tarafıyla insan sağlığının fizik ortam içinde ısısal faktörlerden zarar görmeyeceği kanaatindeyim.

Çalışmalarım sırasında eleştirileri ve yönlendirmeleri ile sürekli destek olan, kapsamın genişlemesinden dolayı oluşan gecikmeyi anlayışla karşılayıp bu gecikmeyi kapatmamı sağlayan danışmanım Yrd. Doç. Dr. Meral AYBERK'e çok teşekkür borçluyum. Bunun yanısıra tüm imkanlarını bana açan ve tezimi gerçekleştirmem için desteğini ve bilgisini esirgemeyen Y. Mimar Sefa Ziyad CAMCIGİL'e ve uygulama araştırmaları için yaptığım çalışmalara katkısından dolayı İnş. Müh. Baha YILMAZ'a da sonsuz teşekkür ederim.

ÖZET

Isı yalıtımının yapılarda uygulanması sonucunda ortaya çıkan olumlu koşulların enerji tüketimi ve çevre kirliliğindeki azalmayı sağlaması en genel faydası olarak sayılabilir. Bunun yanında yapının fiziksel koşullarının korunması da sağlanır. Kullanıcılar için konfor şartlarının sağlanması için, duvar malzemelerinin özelliklerini yitirmeden, işlevlerini sürdürebilmesi ve yapı bakım maliyetlerinin minimuma indirilmesi gereklidir. Bütün bunların gerçekleşmesi için ısı yalıtımı yapma bilincinin yeterli düzeyde, yönetmeliklerin eksiksiz olması ve tasarımcı malzeme bilgisinin iyi, işçilik kalitesinin de yüksek olması gerekir. Yalıtım malzemeleri içinde gelişmiş ülkelerde yaygın olarak kullanılan Ekstrüde polistren sert köpük levhalar teknik özellikleri, uygulama özellikleri ile kullanıma elverişli olan bir malzemedir. Bu tezde, Ekstrüde Polistren Sert Köpük Levhaların tüm özelliklerini tesbit etmek, yapı dış duvarında kullanımını ayrıntılı bir şekilde vermek, doğru uygulama yöntemlerini birbirleriyle karşılaştırmak, bu yöntemleri resim ve detaylarla açıklamak, uygulanmış yapılar üzerinde levhaların performanslarını tesbit etmek amacı güdülmüştür. Bu kapsamda giriş bölümünün ardından 2. bölümde dış duvar-ısı ilişkisi incelenmiş, 3.bölümde Ekstrüde polistren sert köpük levhaların her yönüyle tanınması, 4. bölümde levhaların dış duvarlarda konumlandırılması ve uygulama yöntemleri anlatılmış ve detaylarla desteklenmiştir. Bunun yanısıra levhaların performansları ve gerçekleştirilmiş 22 farklı uygulama üzerinde yapılan performans incelemesi sonuçları verilmiştir. 5. bölümde ise çıkarılan sonuç ve öneriler aktarılmıştır. Ekler bölümünde ise incelenen 22 yapının herbirinin inceleme sonuçları ayrı ayrı anlatılmıştır.

Anahtar kelimeler: Ekstrüde polistren, köpük levha, dış duvar, ısı yalıtımı

ABSTRACT

Thermal isolation asset consists mainly in saving energy and obtaining control of pollution and also in protecting the physical conditions of the building. Furthermore, conditions of comfort can be provided through the functional endurance of the material used for outer walls and thus minimize the maintenance cost to the consumers. To realize all the above one should use adequately the thermal isolation, apply the official regulations and of course the technicians should be specialists in the question and quality of labour should be high standarts. Among the wide range of isolation materials used in the developed countries such as extrude polistrene hard-boards are highly prevalent by their technical properties and specifications. This thesis aims to determine all specifications of the extrude polistrene hard-boards giving application details on the outer walls, compares the methods used, provide clarifications on the drawings and giving emphasis on the range of materials compared with other thermal isolation materials. Chapter one is presentation. In chapter two: the connection of heat with outer walls has been determined. Chapter three gives extrude polistrene hard-boards presented in every specifications, outer wall installlements, model details, expances, functional feasibility, the benefit of the investment etc. and technical drawings all these care supported through various thermal isolation boards have been compared and insufficiencies or assets of the materials have been clearly indicated. Chapter four gives detailed information of the extensive usage of the material on the outer walls.

Keywords: Extrude polystyrene, foam-board, outer wall, thermal isolation

1.GİRİŞ

1.1. Giriş

Mimarlığın temel birimi olan mekanın, insan yaşamının gerektirdiği her türlü konfor koşullarına sahip olması, mimarın yerine getirmeye çalışacağı birincil işlevlerden birisidir.(Tanaçan vd, 2000)

Düzeyi ne olursa olsun herhengi bir yapma çevrede bir eylem yapmakta olan kullanıcının, fiziksel ve zihinsel performansının istenen düzeyde olması ve sağlığının sürekliliği için bir takım gereksinimlerinin sağlanması gerekir. Kullanıcı gereksinimleri olarak adlandırılan bu gereksinimlerin, bina dışı çevrede süregelmekte olan iklimsel elemanların etkilerini, kontrol altına alarak belirlenmesinde rol oynayan yapma çevre değişkenleri arasında en önemlisinin yapı kabuğu olduğu söylenebilir.

Yapıdaki dış duvarlar, kullanıcının yapıdan beklediği temel gereksinmelerin karşılanmasında olduğu kadar ülke genelindeki enerji tasarrufu ve hava kirliliği konularında da önemli rol oynar. Bina dışı çevrede etkili olan iklimsel elemanların etkilerinin yılın belirli dönemlerinde kontrol altına alınması ancak ek yapma enerji sistemleriyle sağlanabilmektedir. Ancak günümüzde bu sistemlerin girdileri olan enerji kaynaklarının azalması ve dolayısıyla maliyetlerinin artması, bunun yanı sıra neden oldukları hava kirliliği, tüketilen enerjinin büyük bir kısmını ithal eden ülkemizde, enerjinin ekonomik kullanımını ve tasarrufunu zorunlu kılmaktadır. (Kayaarası, 1997)

Isıl sorunların oluşmaması için öncelikle, doğal çevre ile yapma çevre (mekan) arasında ayırıcı bir yapı elemanının varlığı gerekir. Mekan dışında kalan doğal atmosfer, mevsim, gece-gündüz, coğrafi enlem, yön ve benzeri parametrelere bağlı olarak, ısıl yönden sürekli değişik bir karakter gösterir. Böyle bir değişkenlik içerisinde insanın kendisini dış etkilerden koruyabilmesi, sağlıklı bir şekilde yaşayabilmesi için gerekli konfor koşulları en iyi düzeyde sağlanmalıdır. Bu da ilave enerji ya da enerjinin optimum kullanılmasını sağlayacak malzemelerin kullanılmasıyla gerçekleşir.

Yaz-kış, gece-gündüz arasındaki ısı farklılıklar mimarın oluşturacağı tasarım parametrelerinden birisidir. Soğuk dönemde mekanı sıcak tutmak, sıcak dönemde de mekanı

serin tutabilmek için gerekli enerjiyi minimum düzeyde tutabilecek uygun tasarlanmış elemanlara ve malzemelere gereksinim vardır. Ancak iki mekan arasında bir sıcaklık farkı olduğunda da aradaki ayıcı elemanda önemli ısı sorunlarının ortaya çıkacağı bilinmelidir.

1.2. Sorunun Tanımlanması

Ülkemizde tüketilen enerjinin büyük bölümünün yapıların ısıtılmasında kullanılması nedeniyle en büyük enerji tasarrufu da bu alanda olmaktadır. Yapılardaki ısı kayıplarının çoğu ise dış kabuğun yeterli ısı geçirme direncine sahip olmamasından kaynaklanmaktadır. Dış duvarların ısısal direncinin yüksek olması, binalardaki ısı kayıplarının azaltılması ve buna bağlı olarak aktif sistemlerin yükünün, dolayısıyla enerji kullanımının ve hava kirliliğinin de azaltılması anlamına gelmektedir. Bununla birlikte, dış duvarların göstereceği performans dış duvarların kendi sağlığı ile de doğrudan ilişkilidir. Yapı fiziksel olarak ele alındığında, kabuğun sağlığını etkileyen fiziksel etkenlerden en önemlisinin ısı ve nem olduğu bilinmektedir.

Ülkemizde ısı yalıtım malzemelerinin kullanımının, üretilen yeni yapı stoğuna göre gerekli düzeyinden ve Avrupa ülkelerindeki kullanım düzeyinden oldukça az olduğu, dolayısıyla ısı yalıtım bilincinin oldukça düşük olduğu bir gerçektir. Bunun yanı sıra ısı yalıtım malzemeleri yeterli düzeyde tanınmamakta ve ısı yalıtımı yapılsa bile doğru yalıtım elemanını, doğru koşullarda ve kalınlıkta uygulanmamaktadır. Bu bakımdan seçilen ısı yalıtım malzemesinin kullanım yeri için uygun özellikte ve uygulama kalitesinin yeterli olması gereklidir. Son yıllarda giderek artan bu bilinç, yapılardaki ısı koşullarını standart bir düzeye bağlayan ve uyulması zorunlu olan yönetmeliklerle sağlamaktadır. Ancak mevcut yapı stoğunda ısı sorunlarının varlığı açısından son derece problemlidir. Bu bilincin tam anlamıyla oturması, yeni yapılacak yapıların konfor koşullarının sağlanmasını, yapı ömrünün uzamasını, bakım ve onarım maliyetlerinin düşmesini, enerji tüketiminin azalması ve dolayısıyla ekonomik tasarruf sağlanması ve çevre kirliliğinin önlenmesini sağlayacaktır.

Bütün bunlar doğru yalıtım malzemesinin kaliteli uygulanması ile gerçekleşecek faktörlerdir. Kullanım ömrü, yapı ömrü ile aynı olması istenen ısı yalıtımı uygulaması, kurallara uygun ve kaliteli olarak yapılmalıdır. Burada kaliteli uygulama sadece ısı yalıtım malzemesini değil içinde bulunduğu dış duvar sisteminin malzeme ve işçilik kalitesini de kapsamaktadır. Dış duvar gövdesi içinde yer alan ısı yalıtım katmanının duvar sistemi içinde en uygun biçimde

konumlandırılması ve dış duvarın düşey kabuk boyunca uygun konfor şartlarını sağlaması için kullanılan Ekstrüde polistren sert köpük levhaların bu sistem içindeki performansının analiz edilmesi çalışmada sorunu oluşturmaktadır.

1.3. Amaç

Tezin amacı; ısı yalıtım bilincinin yalıtım malzemeleri satış rakamlarındaki artışa göre ve getirilen yönetmelikler sayesinde son yıllarda geliştiği ülkemizde, yalıtım levhası olan 'Ekstrüde Polistren Sert Köpük Levhaların' tüm özelliklerini tesbit etmek, yapı dış duvarlarında kullanımını ayrıntılı bir şekilde vermek, uygulanmış örnekleri incelenilerek problemleri tesbit etmektir.

1.4. Önem

Dış duvar ısı yalıtım levhası olarak teknik özellikleri açısından olumlu ekstrüde polistren sert köpük levhaların tanınması ve yapının dış duvarlarında kullanımının analizinin; genel olarak ısı yalıtımının yapılmasıyla kazanılan enerji tasarrufu, çevre kirliliğinin önlenmesi, yoğunlaşma vb. sorunların ortadan kalkması gibi faydaları yanında, malzemenin yüzey özellikleri, yüzey kaplayıcıları ile ilişkisi, birlikte kullanımına elverişli olan malzemelerin bilinmesi kurulan dış duvar ögesinin fayda/maliyet oranının artmasına sebep olacağı için önemlidir.

1.5. Kapsam ve Sınırlılıklar

Tez çalışması, ekstrüde polistren sert köpük levhaların yapı dış duvarında kullanımı sınırları içinde incelenmektedir. Bu kapsam içinde ekstrüde polistren levhaların bünye yapıları, üretimi, çeşitliliği, uygulama şartları, birlikte kullanıldığı uygulama gereçleri anlatılarak, dış duvar kesiti içinde konumlandırıldığı örneklerin incelemesi ile desteklenmektedir.

1.6. Yöntem

Tezin yöntemi; giriş bölümünün ardından, 2. bölümde yapı dış duvarlarının ısı ilişkisinin ortaya konulması, 3. bölümde ise ekstrüde polistren levhaların tanıtılması, 4. bölümde dış duvarlarda kullanımının, detay, analiz, resim desteği ile anlatılması, farklı yapılar üzerinde yapılan, ekstrüde polistren sert köpük levhalara ait performans gözlemlerinin açıklanması, 5.

bölümde sonuç ve önerilerin aktarılması şeklindedir. Ekler bölümünde ise incelenen 22 yapının gözlem sonuçları ayrıntılı olarak açıklanmaktadır.



2. DIŞ DUVAR ISI YALITIMI İLİŐKİŐİ

2.1. Dış Duvarlar

Farklı tanımlara göre;

Dış duvarlar, ortamları ve mekanları birbirinden ayıran, dıŐey yapı elemanlardır.

Bina dışı çevre ile bina içi çevreyi birbirinden ayıran duvarlar olarak tanımlanabilir.

Duvarlar, içinde bulunduğu uzayı kuŐatan ve aynı uzayı bölmek için kullanılabilen dıŐey yapı elemanlarıdır. (Gürdal, 1990)

Duvarların analitik bir biçimde incelenmesini sağlamak, duvarı üç ayrı bölümde ele alıp incelemekle olanaklıdır. Bu yaklaşım, bütün dış duvarları kapsamak üzere,

- Kaplama
- Çekirdek
- Kaplama

Şeklinde ifade edilebilir. Bu bağlamda duvar kaplamaları, ayırdığı ortamların içi yada dış ortam olmasına göre değişik adlar alır.

Duvarların genelde taşıma, ayırma, ısı yalıtma, ses yalıtma ve yangından koruma gibi temel işlevleri vardır. Duvar tek bir katmandan oluşabileceği gibi, yukarıda sayılan değişik işlevleri karşılamak üzere, birçok katmandan oluşan bir yapı elemanı olarak da ele alınabilir. Başka bir anlatımla dış duvarların fiziksel form davranıŐlarının, kullanıcı gereksinme ve isteklerini karşılaması düzeyine kabuğun işlevidir diyebiliriz. (Özduran, 1996)

Günümüz enerji sorunu da dikkate alındığında, dış duvarların söz konusu bu işlevleri arasında en önemlisinin, hacimde iklimsel konforun gerçekleştirilmesi olduğu söylenebilir. Bina kabuğundan iklim kontrolü açısından istenen performansın elde edilmesinde, dış duvar katmanlaŐmasını oluşturan malzemelerin özellikleri belirleyicidir.

Gövdenin taşıyıcılık görevi dışında kalan diğer temel işlevleri, gövdeyle iç ve dış kaplamalar arasında paylaşılır. Bu açıdan ısı tutuculuk işlevini, gövde ve gövdeye ek olarak uygun bir konstrüksiyonla ya da yapıştırma yöntemiyle yerleştirilen ısı tutucu malzemeler yerine getirir. (Toydemir vd, 2000)

2.2. Dış Duvarlardan Beklenen Genel Özellikler

Yapı dış duvarları geçmişteki kalın, ağır ve homojen yapılarına karşılık; günümüzde, gelişen betonarme sisteminin bir sonucu olarak incelmış ve hafiflemiştir. Dolayısıyla ortaya, farklı malzemelerden ve katmanlardan oluşan karmaşık bir bütün çıkmıştır. Bu karmaşık bütün ancak doğru tasarlanması durumunda kendisinden beklenen işlevleri yerine getirebilmektedir.

Bir dış duvar elemanından öncelikli olarak, bina iç çevre koşullarını ayarlaması ve bu koşulların istenilen sınırlarda sürdürülebilmesi için, iç ve dış çevre arasında bir geçiş sağlaması beklenir.

Bir dış duvar elemanından beklenen genel özellikler şunlardır: (Özduran, 1997)

- Isı akışının kontrolü ve iyi bir ısı performans,
- Su buharı akışının kontrol edilmesi ve iyi bir nem performansı,
- Hava akışının kontrolü,
- Yağmur suyu sızması gibi su hareketlerinin engellenmesi,
- Işığın ve solar radyasyonun kontrolü,
- Gürültü kontrolü,
- Yangına karşı koruyuculuk ve yangın kontrolü,
- Rüzgardan ileri gelen yüklerin taşınması ve bu yüklerin duvarın ölü yükleri ile birlikte strüktür elemanlarına iletmesi,
- Dayanıklı ve kalıcı olması,
- Estetik gereksinimleri karşılaması,
- Ekonomik olması

2.3. Isı Geçişi

Isı enerjisinin, kaynağından başlayarak, bir ortamdan diğer bir ortama geçmesi ısı geçişi (akışı) olarak tanımlanmaktadır.

Doğal bir dengeye ulaşma güdümüyle ısı yüksek sıcaklıktaki bileşenlerden düşük sıcaklıktakilere yayılır. Bu yayılma durdurulamaz, fakat kontrol altına alınabilir. Isı geçişi engellenemez, fakat yavaşlatılabilir.

Isı akışı aşağıdaki üç yolla gerçekleşmektedir: (Oymael, 1997)

1. Isı İletimi (Kondüksiyon)
2. Isı Taşınımı (Konveksiyon)
3. Işınım (Radyasyon)

- **Isı iletimi (kondüksiyon)**

Daha çok katı maddelerde görülen ısı iletiminde ısı, cisim içinde bir molekülden diğerine taşınır. Isı iletme elverişliliği, sabit bir değer olarak o cismin bir özelliğini oluşturur.

Kondüksiyon yolu ile dış kabukta meydana gelen ısı iletimi, kabuğun bünyesindeki malzemelerin kalınlığına (d) ve malzemelerin iç yapı özelliklerine bağlı olarak ısısal iletkenlik katsayısına (λ) bağlıdır. Isı iletkenlik katsayısı, homojen bir malzemenin denge şartları altında, iki yüzeyi arasındaki sıcaklık farkı 1 K olduğu zaman 1 saatte 1 m² alandan ve bu alana dik yönde 1m kalınlıktan geçen (jule) ısı birimidir. Birimi W/mK'dir.

- **Isı taşınımı (konveksiyon),**

Moleküllerin ısı transferi yapmasına ilave olarak ısı, havanın akması ile de bir yerden bir yere hareket eder. Doğal akım çok basit bir şekilde gerçekleşir. Isınan hava genişler ve soğuk havaya nazaran daha hafifler. Hafifleyen sıcak hava yükselir ve soğuk hava onun yerine geçer. Daha çok sıvı ve gaz maddelerde görülen ısı taşınımı kısaca, ısınan kütle parçacıklarının pozisyonlarını değiştirmeleri şeklinde tanımlanabilir.

- **Işınım (radyasyon)**

Bütün katı ve sıvı cisimler sürekli olarak yüzeylerinden ısı ışınımını yayarlar, buna ışınım denir.(Gürdal vd, 2000) Isı ışınımı, gazları ısıtmadan geçer. Isı ışınımı sayesinde dünyamız yaşam için gerekli ısıyı güneşten sağlar. Güneş ışınları elektro manyetik titreşimler olarak da kabul edilir. Belirli ve kendi aralarında farklılıklar gösterebilen dalga uzunlukları vardır ve maddeye bağlı değildirler.

2.3.1. Isı geçişi korunumu

Bilindiği gibi insanların kendilerini rahat hissettikleri bir sıcaklık aralığı vardır. Bu aralık, genel olarak yaşam konforu sınırları diye de ifade edilebilir. Diğer yandan yaşamımızı belirleyen atmosferdeki fiziksel değişimlerin insanın kendisini rahat hissettiği konfor sınırlarının dışında olduğunda bilinen bir gerçektir. Bu açıdan, bina içinde rahat yaşanabilecek konfor koşullarının gerçekleştirilebilmesi ve devamının sağlanabilmesi için, yaşanan hacimlerin mevsimine göre ısıtılması yada soğutulması gerekmektedir. Isıtma ve soğutma ile ilgili tesis ve işletme giderlerini en aza indirmek için duvarların yönetmeliklerde belirtilen ısı yalıtım düzeyini sağlaması beklenir.

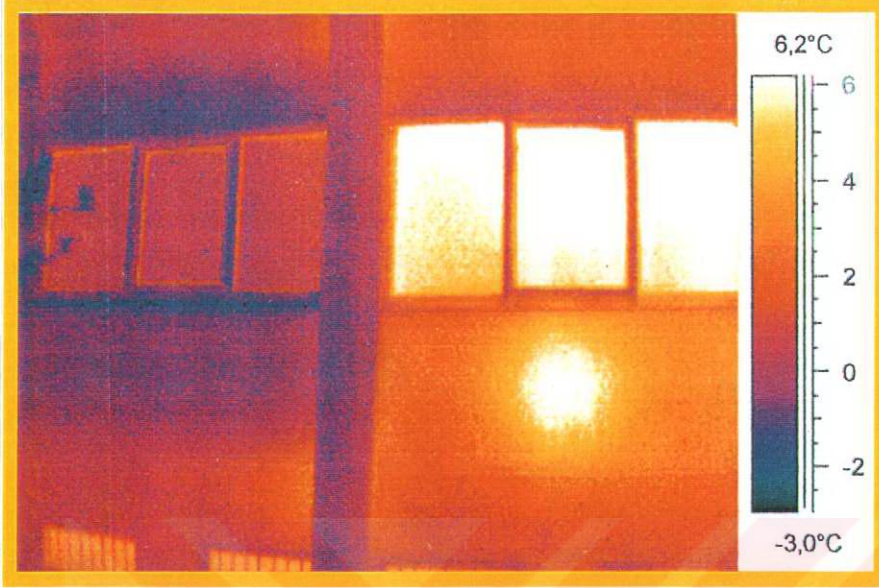
Duvarın ısı geçirgenlik direnci üzerinde en etkili olan iki öge, katmanların kalınlığının artırılması ya da ısı iletkenlik katsayılarının küçük olmasıdır. Bu durumda örneğin tek katmandan oluşan bir duvarda ısı geçirgenlik direncini arttırmanın yolu ya duvarın kalınlığını arttırmak ya da ısı iletkenlik katsayısı küçük bir malzeme kullanmaktır.

Bir mimari projede dış duvar tasarlanırken, duvarı oluşturan çekirdek malzemesi (taş, tuğla, gazbeton vb.) gerekli lambda değerini sağlamıyorsa, duvara ısı tutucu malzemedan oluşan ek bir katman ilave edilerek bu değer sağlanmaya çalışılır.(Gürdal vd,2000)

2.3.2. Isı köprüsü

Yapı dış kabuğunda öngörülen ısı korunumu ve nem geçişi kontrolünün sağlanması sırasında sürekliliğin korunamadığı, yani ısı korunumu ve nem geçişinin kontrolü açısından zayıf kesimlere ısı köprüsü denilir. Bu bölgeler istenmeyen ısı enerjisi için olduğu kadar, istenmeyen buhar difüzyonu için de her iki ortamı birbirine bağlayan açık köprülerdir. Isı

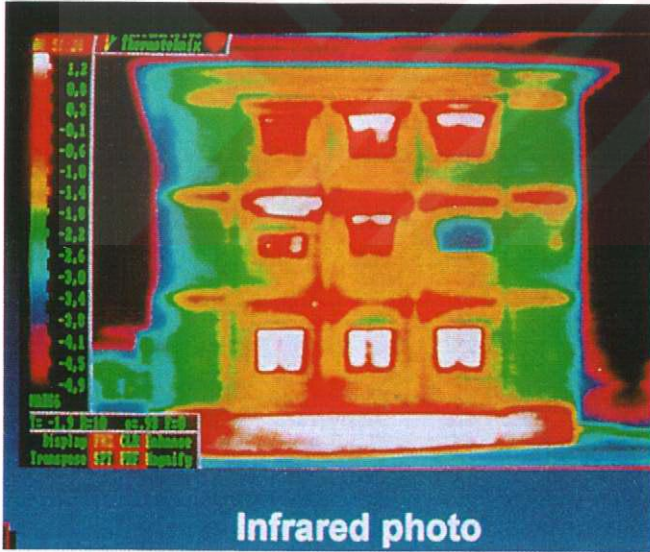
köprüleri bizzat yapı bileşeni normal en kesitinde olabilmekte ancak, genellikle davranış açısından farklı yapı bileşenlerinin bağlantı yerlerinde gerçekleşmektedirler. Aşağıdaki termal fotoğraflarda,(resim 2.1.a-2.1.b) yüzey sıcaklıklarına göre dış kabukta oluşan ısı köprüleri açık şekilde görülmektedir.



Yalıtımlı Duvar

Yalıtımsız Duvar

Resim 2.1.a. (İzocam 2000)



Resim 2.1.b. (İzocam, 2000)

Resim 2.1.a. Yalıtımlı ve yalıtımsız duvar farkını gösteren termal fotoğraf.

Resim 2.1.b. Yalıtımsız duvar ısı köprülerini gösteren termal fotoğraf.

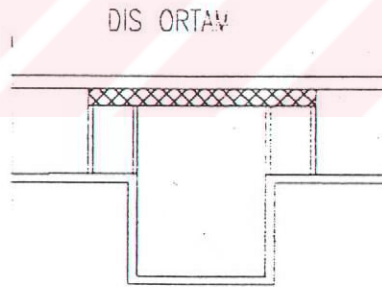
Betonarme bir döşemenin, tuğla dış duvar ile bağlantısı, betonarme bir döşemenin, tüm kesitinde çıkma şeklinde uzanarak balkon oluşturması, dış duvarda yer alan veya onu kateden, betonarme hatıl, kiriş, lento, kolon ve benzeri bağlantı yerleri, doğramalarla duvar arasındaki bağlantılar, ısı iletkenlik düzeyi son derece yüksek bağlayıcı gereçler ısı köprülerinin en çok görüldüğü kesimlerdir.

Duvar sisteminde ısı tutucu bir katmanın kullanılması durumunda ise, söz konusu tutucunun öngörülen tüm alanda süreklilik sağlaması söz konusudur. Bu süreklilik ısı tutucu katmanın ek yerlerinde, birer açık derz yaratmayacak ölçüde biniler yapılmasını (Detay 2.1.) zorunlu kılar. Bu türden binmelere olanak yoksa ısı tutucu katman sayısını artırarak, katmanlar arası derzlerde şaşırtmalar uygulanır.



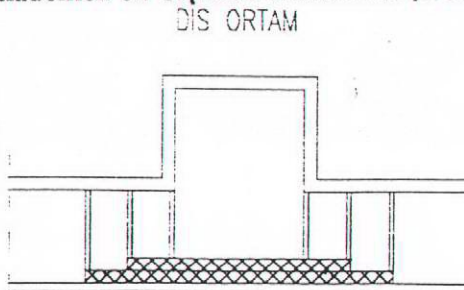
Detay 2.1. Isı Tutucu Katmanın Binili ve Şaşırtmalı Derz Şeklinde Uygulanması

Duvar sistemi içinde ısı geçirgenlik dirençleri farklı malzemeler ya da bileşenler birbirlerini katediyorlarsa (kolon-tuğla duvar gibi), bu noktada ısı köprülerinden uzak bir sistem kurmak, ısı korunum düzeyini burada da dengeli duruma getirmek mümkündür. Bu amaçla yapılacak işlem, ısı geçirgenlik direnci nispeten düşük malzeme veya bileşeni, diğer malzeme ya da bileşenin ısı geçirgenlik düzeyine çıkartmaktan ibarettir. Bu ise ek bir ısı tutucu ile sağlanabilir. Söz konusu ısı tutucu mümkünse sistemin soğuk kesmine (Detay 2.2.a.) uygulanmalıdır.



Detay 2.2.a. Kolon dış duvar ilişkisinde ısı köprüsü oluşmasının engellenmesi.

Ek ısı tutucunun sıcak kesime getirildiği ya da uygulamanın ancak bu şekilde mümkün olduğu durumlarda (örneğin taşıyıcı sistemin dış ortama taşması) ısı tutucunun kalınlığının, kritik bölgelerden uzaklaştıkça kademeli bir biçimde azaltılması (Detay 2.2.b.) gerekir.



Detay 2.2.b. Kolon dış yüzeyinde ısı tutucununun kademeli azaltılması

Uygulanması pek kolay olmayan bu tür önlemlere rağmen sağlıklı bir dış kabuğun oluşturulmasına her zaman olanak yoktur. En ideal çözüm, bileşenin tamamını ısı tutucu malzeme ile kaplamak, ya da söz konusu duvarı uygun bir kesimde bir ısı tutucu ile ikiye bölerek ısı akımı durdurmaktır.

2.4. Dış Duvarlarda Oluşan Isı Sorunları

Bir dış duvar elemanının tasarım ve yapım hatalarından ötürü, bina kullanım süresi içerisinde çeşitli problemlerle karşı karşıya kalarak, istenilen performansı göstermeyebilir. Dış duvarın ısı performansının değerlendirilmesinde; buhar difüzyonu sonucunda oluşan yoğuşma, malzemelerin ısı iletkenlik katsayılarında artışa neden olması sebebiyle önemli bir kriterdir. Bunun yanında taşıyıcı strüktür kesitinde ısı köprüsü ve yoğuşma neticesinde korozyonun oluşması, duvar yüzeyindeki çatlamlar ve renk değişiklikleri, küf ve mantarların oluşması başlıca ısı sorunları olarak vurgulanabilir.

2.5. Yoğuşma ve Oluşturduğu Sorunlar

Bir yapının iç ortam sıcaklığına göre dış ortam sıcaklığının düşük olması durumunda, iç ortamdan kaynaklanan su buharı, içten dışa doğru olan enerji akışına paralel olarak içten dışa doğru akmakta ve kabuk elemanının iç yüzeyinde ya da gövdelerinde (Resim 2.2.) yoğuşabilmektedir. Yoğuşma suyu çevresine yayılarak, bu bölgede malzemelerin özelliklerini bozmaktadır.



Resim 2.2. Yoğuşma oluşmuş duvar iç yüzeyi örneği. (Mardav, 2000)

Dış duvarlarda nemin etkileri. (Oymael, 1997)

- Malzemelerin mekanik dayanımlarının azalması,
- Metallerde korozyon oluşumu,
- Aderans geciktirici etki,
- Nem ile birlikte taşınan tuzlar nedeni ile yüzeyde bozulmalar,
- Yüzeydeki nemlilik nedeni ile uçuşan tozların yapışarak kirlenmeye ve görsel bozukluklara yol açması,
- Küf ve mantar oluşumu (Resim 2.3.)
- Malzemeler arasında veya bünyelerinde don olaylarının meydana gelmesi,
- Malzemelerin ısı iletkenliklerinin artması,
- Malzemelerin buhar difüzyon dirençlerinin azalması.



Resim 2.3. Küf ve Mantarların Oluşmuş duvar iç yüzeyi (Mardav, 2000)

Bir yapı elemanında su buharının yoğuşması bu elemanın ısıl performansı ile sıkı ilişkilidir. Isı yalıtım malzemesinin gövde içindeki yeri, bu yoğuşmanın yerini ve miktarını etkilemektedir. Bu nedenle, yapı dış kabuğu elemanlarının performanslarını iyileştirmek için, yoğuşma ihtimalini azaltan çözümlerin bulunması gerekmektedir.

2.6. Isı Yalıtımı

Isı yalıtımı, iç hacimler ile dış hava ve değişik sıcaklıktaki hacimler arasında ısı akışını azaltıcı önlemlerin tümüdür.(Özduran, 1996)

Yapılarda ısı yalıtımı, enerji tasarrufu sağlamak, hava kirliliğini azaltmak, rahat ve konforlu yaşam ortamlarının sağlanması ve ısı kayıplarının yol açacağı olumsuz fiziksel sorunların yaşanmaması için yapılması gereken bir uygulamadır. Binalarda ısı kayıplarının olması gereken düzeyleri yönetmeliklerle (TS 825, Bayındırlık Bakanlığı Binalarda Isı Yalıtımı Yönetmeliği) belirlenmiş ve bu düzeylere uymak yasal bir zorunluluk olarak sayılmıştır.

Yapılarda ısı yalıtımı uygulamasının bina ve ısıtma sistemi üzerindeki etkilerini aşağıdaki gibi özetlemek mümkündür. (Oymael, 2000)

- Uygulanan ısı izolasyonunun kalınlığına bağlı olarak, ısı kaybı %30-80 arasında azalır ve bunun sonucundaki ısı ihtiyacı azalmasıyla yakıt ve enerji tasarrufu sağlanır.
- Yakıt tasarrufuna bağlı olarak ısıtma tesisatı masraflarından kazanç sağlanır.
- Mekan içinde, tesisat düzeyi küçüleceği için alan kazançları olur.
- Dış duvarlardaki ısı gerilmeleri azalır, böylece sıcaklık farkları sonucunda oluşan gerilme çatlakları meydana gelmez.
- Yalıtım için yapılan harcama, daha az yakıt kullanımı sayesinde 1-2 sene gibi zaman içinde kendini amorti eder.

2.7. Türkiye’de ve Dış Ülkelerde Isı Yalıtım Bilinci ve Malzemenin Kullanım Oranı

Türkiye’de 1970’lerden günümüze kadar ısı korunumuyla ilgili olarak çıkarılmış olan ve yürürlükte bulunan çeşitli yönetmelikler mevcuttur. Bu konudaki ilk çalışma TSE tarafından 1970 yılında çıkarılan TS 825 ‘Binalarda Isı Yalıtım Kuralları’dır. Isı ve enerji korunumuyla ilgili diğer yönetmelikler arasında, 3 Kasım 1977 yılında Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı’na çıkarılan ‘Isıtma ve Buhar Tesislerinin Yakıt Tüketiminde Ekonomi Sağlaması ve Hava Kirliliğinin Azaltılması Yönetmeliği’, 30 Ekim 1981 tarihinde Bayındırlık ve İskan

Bakanlığınca çıkarılan 'Bazı Belediyelerin İmar Yönetmeliklerinde Değişiklik Yapılması ve Bu Yönetmeliklere Yeni Maddeler Eklenmesi Hakkında Yönetmelik' ve bu yönetmeliğin 16 Ocak 1985 tarihinde revize edilmiş şekli, 9 Kasım 1984'te Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığınca çıkarılan 'Mevcut Binalarda Isı Yalıtımı ile Yakıt Tasarrufu Sağlanması ve Hava Kirliliğinin Azaltılmasına Dair Yönetmelik', 11 Kasım 1985'te yine aynı bakanlığa çıkarılan 'Sanayi Kuruluşlarının Enerji Tüketiminde Verimliliğinin Arttırılması İçin Alacakları Önlemler Hakkındaki Yönetmelik' sayılabilir.

1970 yılında çıkarılan TS 825 ile, bu standardın uygulanması konusunda bir zorunluluk olmaması sebebiyle bir sonuca varılamamıştır. 3 Kasım 1977'de çıkarılan yönetmelik ile bu konuda önemli bir adım atılmıştır. Bu yönetmeliğe göre, yapı projelerinde gerekli ısı yalıtım önlemleri alınmadığı takdirde, bu projeler ilgili belediyelerce onaylanmayacak ve inşaat izni verilmeyecektir. Ancak bu yönetmelik ile mevcut imar yönetmeliği arasındaki kopukluklar sebebiyle yine istenen hedef elde edilememiştir. Bu eksikliğin giderilmesi amacıyla ise, 30 Ekim 1981'de çıkan 'Isı Yalıtım Yönetmeliği' ve bu yönetmeliğin 16 Ocak 1985 tarihli revizyonu olan yönetmelik yürürlüğe konmuş ve mevcut imar yönetmeliklerine ek ve değişiklikler yapılmıştır. Böylece binalara, ısı kayıpları bakımından çevre şart ve gereklerine uygun olarak yalıtılması ve bunun bir ısı yalıtım projesi ile gösterilmesi zorunluluğu getirilmiştir.

Özellikle son yıllarda enerji korunumu ve ısı yalıtımıyla ilgili çalışmaların önem kazanmasıyla, bu konuyla ilgili yönetmeliklerde gerekli değişiklik ve gelişmelerin yapılmasına çalışılmıştır. Bu amaçla 28 Nisan 1998 tarihinde TS 825 'Binalarda Isı Yalıtım Kuralları' standardının revizyonu tamamlanarak yürürlüğe konulmuştur. Yine aynı amaçla, söz konusu standardın zorunlu standart olması için, 30 Ekim 1981 tarihli yönetmelik yenilenmiş olan TS 825 doğrultusunda revize edilmiş ve 14 Haziran 1999'da resmi gazetede yayınlanmıştır.

Günümüzde, binaların ısı yalıtım projeleri son çıkarılan yönetmeliğe göre hazırlanmaktadır. Isı yalıtım projesindeki hesaplar da TS 825'e göre yapılmaktadır. Mecburi ısı yalıtım kurallarının denetim ve yürütülmesi ise belediyelere verilmiştir. Türkiye'de yönetmeliklerdeki yetersizlikler ve koordinasyon eksikliği sebebiyle binaların ısı izolasyon uygulamalarıyla ilgili gerekli denetim gerçekleştirilememiştir. Bu durum da, yalıtımsız binaların ortaya çıkmasına ya da yetersiz yalıtım uygulamalarına sebep olmuştur. Bunların sonunda ise ya

yetersiz iç konfor sonuçları veya gereken konfor koşullarını sağlamak için aşırı enerji tüketimi meydana gelmektedir.

1990 yılında İstanbul, İzmir, Ankara, Bursa ve Kocaeli'de, ısı yalıtım yönetmeliği yürürlüğe girmesinden sonra inşaa edilmiş 15.643 bina üzerinde yapılan bir araştırmada, bu binalarda İstanbul'da %53, Ankara'da %24, İzmir'de, Kocaeli'de ve Bursa'da %84 oranında yeni yönetmeliğe uyulmadığı görülmüştür.(Kayaarası, 1997)

Türkiye'deki binaların ısı izolasyon seviyeleri ile batı ülkelerindeki binaların ısı izolasyon seviyeleri karşılaştırıldığında, ülkemizdeki yetersizlikler açıkça görülebilmektedir. Bu karşılaştırma, tüketilen ısı izolasyon malzemeleri miktarlarından yola çıkılarak yapılabilir.

Yapılarda ve sanayide kullanımına göre, 1995 yılı itibarıyla Türkiye'de tüketilen ısı izolasyon malzemeleri miktarı yaklaşık 1.500.000 m³ tür. Buna karşılık aynı yılda Almanya'da 30.200.000 m³, Fransa'da ise 20.100.000 m³ ısı izolasyon malzemesi tüketilmiştir. Ülkemizdeki yıllık ısı yalıtım malzemesi kullanım miktarı kişi başına 0,02 m³ iken, aynı değer Fransa'da 0,28 m³'e, Almanya'da 0,33 m³'e, Danimarka'da 0,99 m³'e ve İsveç'te 1,03 m³'e ulaşmaktadır. Bu değerler Türkiye'deki ısı izolasyon seviyesinin eksikliği açısından oldukça önemlidir. (Mardav,2000)

Ekstrüde polistren sert köpük levhaların 2000 yılı kullanım oranlarına göre Türkiye'deki kullanımı 242.000 m³, Avrupa'daki kullanımı 6.000.000 m³ tür. Türkiye'deki toplam ısı yalıtım malzemesi pazarı ise 2000 yılı verilerine göre 2,4milyon m³ olarak gerçekleşmiştir. (Mardav, 2000)

Yurt dışında ısı izolasyonu devlet tarafından teşvik edilmekte ve bağlayıcı yönetmeliklerle uygulama sağlanmaktadır. Örneğin Almanya'da, İngiltere'de, Fransa'da, İsveç'te ısı izolasyonu yaptıracak kişilere ister kiracı, ister mal sahibi olsun ısı izolasyon malzemesi alımı için kredi verilmekte, uzun vade tanınmaktadır. Bu sayede ülkenin döviz ile enerji ithali azalmakta, kişilerin yakıt masrafı düşmekte ve hava kirliliğide o oranda azalmaktadır. (Oymael,1997)

2.8. Isı Yalıtımı Enerji İlişkisi

Özellikle 1950'li yıllardan itibaren, bozulan çevre koşullarına, giderek azalan mevcut enerji kaynaklarına ve bu azalmaya bağlı olarak ortaya çıkan yüksek enerji fiyatlarına paralel olarak, sanayileşmiş ülkeler başta olmak üzere bütün dünyada enerjinin etkin kullanımı giderek önem kazanmaktadır. Ancak Türkiye'de bu konuya gösterilmesi gereken özenin, Avrupa ülkesiyle bir kıyaslama yapıldığında oldukça yetersiz kaldığı açıkça görülmektedir. Enerjinin korunumu ve ısı izolasyonu ile ilgili çalışmaların, ülkemizde 90'lı yıllarda daha ciddi anlamda ele alındığı söylenebilir. Bu amaçla 1997 yılı İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nce 'Isı Yalıtım Senesi' ilan edilmiştir. Fakat bina yatırım sektöründeki idari ve teknik altyapı eksiklikleri sebebiyle, Türkiye'de izolasyon kavramı hala gelmesi gereken seviyeye ulaşmamıştır.

Hızlı nüfus artışı ve kullanıcıların iklimsel konfor durumunda bulunmalarının gerekliliği nedeniyle, ısıtma enerjisi ihtiyacında saptanan artışa rağmen;

- Yapma ısıtma ve iklimlendirmede kullanılan enerji kaynaklarının (kömür, petrol, doğalgaz...) hızla azalması ve buna bağlı olarak da bu tür kaynakların maliyetlerinin artması,
- Yapma ısıtma ve iklimlendirmede kullanılan enerji kaynaklarının süreç sonunda, ürettikleri kirli atıkların dış çevreye ve havaya atılması ve bunların da insan sağlığını bozan düzeylere ulaşması,
- Hava kirliliğini azaltıcı tedbirlerin kullanıcılara yükleyeceği maliyet,
- Elektrik enerjisi üretim maliyetinin ulaştığı boyutlar,

yapma ısıtma ve iklimlendirme enerji harcamalarının minimum düzeye indirgenmesini zorunlu hale getirmektedir. (Ulusoy,1998) Darmstadt'da Öko Enstitüsü, 1986 yılında Hessen Çevre Bakanlığının isteği üzerine yaptığı araştırmada, eğer konutların duvar ve çatıları iyi bir şekilde izole edilirse konfordan fedakarlık etmeksizin, enerji tüketiminin yarıya indirilebileceği ifade edilmiştir.

Türkiye ve bazı Avrupa ülkelerinde mevcut binaların 1996 yılında bir ısıtma mevsiminde harcadıkları ortalama ısı harcaması: (E.T.K.B., 1997)

- Tüm İsveç yerleşim birimleri arasında;20.000-30.000 Kcal/m2 yıl
- Tüm İngiltere yerleşim birimleri arasında;20.000-40.000 Kcal/m2 yıl
- Tüm Alman yerleşim birimleri arasında 40.000-60.000 Kcal/m2 yıl

olurken Türkiye’de

- Alanya’da 20.475
- İzmir’de 61.425
- İstanbul’da 70.200
- Ankara’da 91.425
- Kars’da 165.200 Kcal/m2 yıl olmaktadır.

Türkiye’de yalıtım malzemesi kullanma miktarı da çok az olduğu yukarıdaki rakamlardan anlaşılmaktadır. Ülkemizin, petrol yanısıra doğalgaz hatta kömürde ithal etmek zorunda kaldığı unutulmamalıdır. Üretilen tüm enerjinin %37’si konut ısıtmasında kullanıldığı bilinci ile, konfor şartlarından herhangi bir fedakarlıkta bulunmadan, sadece ekonomik ısı izolasyon kalınlığı seçilerek enerji savurganlığına son verilirse, ülkenin ekonomik koşulları rahatlar ve çevre temizliği korunmuş olur.(Oymael,1997)

Sıcaklık açısından aynı konfor şartlarının sağlanabilmesi için duvarların iletimle toplam ısı geçiş direnci, sabit tutulduğunda, yani farklı bölgelerdeki binaların aynı tip ve kalınlıktaki yapı ve izolasyon malzemelerinden inşa edilmesi halinde, daha soğuk olan bölgede inşa edilen binanın ısıtma enerjisi ihtiyacı da daha fazla olacaktır. TS 825 ise, her bölge için müsaade edilebilir ısıtma enerjisi ihtiyacı şartı getirmekte ve yukarıdaki gibi yalnız uygulamalara engel olmaktadır.

Isıtma enerjisi ihtiyacının sınırlaması veya enerjinin ekonomik kullanılması istenmesi halinde ise, duvarların iletimle toplam ısı geçiş direncinin, soğuk bölgelerde artırılması gerekmektedir. Bu da söz konusu binanın duvarlarında farklı tip veya kalınlıkta izolasyon malzemelerinin kullanılması ile mümkündür. Bu yaklaşım aynı zamanda TS 825’in özünü oluşturmaktadır.

2.9. Isı Yalıtım Malzemesi

Günümüzde ısı yalıtım malzemeleri bir çok isimlerle anılmakla beraber, değişik tanımlar yapılmaktadır. Bu malzemeler; ısı tutucu malzemeler, ısı tecrit malzemeleri, ısı izolasyon malzemeleri, ısı yutucu malzemeler ve yalıtkan malzemeler diye değişik adlarla sınıflandırılmaktadır. Bu tanımların bazıları aşağıda verilmektedir. (Altun,1997)

- Isı tecrit malzemeleri sıcak ve soğuğa karşı koruma amaçlı, genelde gözenekli yapılı malzemelerdir.
- Isı transferine karşı koyarak mevcut ısının uzun süre korunmasını sağlayan düşük ısı iletkenliğine sahip malzemelerdir.
- Düşük ısı iletkenliğine sahip olan malzemeler ısı tutucu malzemeler olarak sınıflandırılır.
- Katmanlı, sınırlayıcı yapı elemanlarında, her iki ortamdaki ısısal koşulları, kapalı ortam ve yapı bileşeni yönünden istenilen bir düzeyde dengede tutabilmek amacıyla, ısı geçirme dirençleri nispeten yüksek seçilen yapı gereçleridir.
- Isı yalıtım malzemesi, yüksek sıcaklıklı alandan düşük sıcaklıklı alana doğal ısı geçişine karşı bir bariyer oluşturan malzemelerdir.
- Malzemelerin ısı yalıtım değeri, malzeme içindeki hava boşlukları çokluğu oranında artmaktadır. Isı yalıtımında, içindeki hava boşluklukları çok, dolayısıyla yoğunlukları az olan tabii malzemeler ve suni olarak ısı yalıtma özelliği kazandırılmış malzemeler kullanılmaktadır.

2.10. Isı Yalıtım Malzemelerinde Aranılan Özellikler

Isı tutucu malzemelerde aranılan genel özellikleri aşağıdaki gibi şekilde sıralayabiliriz. (Oymael, 1997)

- **Su ve Nemden Etkilenmezlik**

Isı tutucu malzemelerin işlevlerini yerine getirebilmeleri için nemlenmemeleri ve ıslanmamaları gerekmektedir. Islanmaları durumunda malzemenin kuru hareketsiz hava

içeren boşlukları su ile dolduğunda yalıtım görevini yerine getiremez hale gelir. Bu durumdan kaçınmak için malzemenin su emme özelliğın hiç olmaması istenir.

- **Yanmazlık ve Alev Geçirmezlik**

Genelde bu tür malzemelerin yanmaz olması ve yangının yayılmasını sağlamayacak nitelikte olması gereklidir.

- **Basınç Mukavemeti**

Binalarda özellikle yatay yada az eğimli yapı elemanlarının oluşturulmasında yeterli basınç mukavemetine sahip ısı tutucu malzemeye gereksinim vardır. Mukavemetin yetersiz olduğu durumlarda, malzemenin basınç mukavemetini arttırmaya yönelik önlemler alınmalıdır. (Kahraman,1999) Düşey yapı elemanlarında ısı tutucu malzemelerin kullanılmasında mukavemeti arttırmaya yönelik önlemler almaya ya da yüksek mukavemetli ısı yalıtım malzemesi kullanmaya gerek yoktur.

- **Çekme Mukavemeti**

Genleşmeye karşı dayanıklılık ve özellikle eğilmeden kaynaklanan çekme gerilmelerinin karşılanabilmesi için ısı tutucu malzemelerin yeterli bir çekme dayanımına sahip olması gerekir. (Gürdal vd,2000)

- **Buhar Difüzyon Direnci**

Buhar direncinin hangi seviyede olacağı ısı tutucu malzemenin kullanılacağı yerin koşullarına bağlı olarak belirlenir. Bazı koşullarda ısı tutucu malzemenin su buharını tamamen geçirmesi istenileceği gibi, bazı koşullarda ise hiç geçirmemesi istenebilir. Bu durum o yapı elemanının çevrelediği mekanın koşullarından ve o yapı elemanının konstrüksiyon tipinden kaynaklanır.(Toydemir vd, 2000)

- **Birim hacim ağırlıkları**

Birim hacim ağırlıkları düşük olan malzemelerin ısı yalıtım özelliği, birim hacim ağırlıkları fazla olan malzemelere göre daha iyidir.

- **Isı Tutuculuk**

Isı yalıtım malzemelerinin temel işlevi olan ısı geçişlerini engellemesi için ısı tutuculuğunun yüksek olması gereklidir. Düşük sıcaklıkların yalıtılmasında kullanılan ısı tutucular ile yüksek sıcaklıkların yalıtılmasında kullanılan ısı tutucuların cinslerinde önemli farklılıklar vardır.

- **Boyutsal Kararlılık**

Isı tutucu malzemelerin değişik dış etkenlerde hacim ve şeklini değiştirmemesi beklenir. Islandığı zaman şişen ve üzerine basıldığı zaman ezilen malzeme özelliğini yitirecektir. Bunun yanısıra üretim sonrası malzeme kullanıma hazır hale geldikten sonrada zaman içinde deformasyona uğramamalıdır.

- **İşlenebilirlik**

Malzemenin kullanma yerinde uygulanabilmesi için değişik aletlerle kesilebilmesi, delinebilmesi, çakılabilmesi, yapıştırılabilmesi, oyulabilmesi vb. işlemlerin kolaylıkla yapılabilmesine elverişli olması istenir.(Gürdal vd,2000)

- **Kimyasal Etkenlere Dayanıklılık**

Bütün diğer yapı malzemeleri gibi ısı tutucu malzemeler de kimyasal etkilere açık olması malzemenin zamanla niteliğini yitirmemesi nedeniyle önemlidir ve dayanıklı olması beklenir.

- **Sıva Tutuculuk**

Bünye yapıları gereği kullanılan yerlerde mekanik etkilere açık olmaları ve bitirme malzemeleri olmadıkları için, ısı tutucu malzemenin başka bir malzeme ile korunması

gereklidir. Bu bakımdan üzerine uygulanan sıva katmanıyla arasında aderansın yeterli düzeyde olması istenir.

- **İnsan Sağlığına ve Çevreye Zararlı Olmaması**

Günümüzün önemi artan çevre koruma ve insan sağlığına gösterilen azami dikkat çerçevesinde, zehirli maddeler içermemesi de gereklidir.

- **Kokusuzluk**

Isı tutucu malzemelerin herhangi rahatsız edici bir kokusunun gerek uygulama esnasında, gerekse uygulamadan sonra olmaması gerekir.

- **Uzun Ömürlü Olması**

Malzemenin bina ömrüyle bağdaşması, uzun zaman görevini yerine getirecek nitelikte olması, çeşitli elementlerin etkisiyle çürümemesi gerekmektedir.

- **Parazitleri Barındırmama ve Parazitlere Karşı Dayanıklılık**

Isı tutucu malzemelerin gerek türlerine ve gerekse bünye yapılarına bağlı olarak çeşitli hayvan, böcek vb. parazitleri barındırmaması, bunların etkisiyle niteliklerini kaybetmemeleri gerekir.

- **Ucuzluk**

Isı tutucu malzemelerde bulunması gereken yukarıda sayılan özelliklerin tek bir malzemede bulunması pratik olarak mümkün olmamasına rağmen, bu özelliklerin bir çoğunu barındıran malzemeler fiyatları nedeniyle yaygın olarak kullanılamamaktadır. Bu nedenle ucuzluk da ısı tutucu malzeme için önemli bir kriterdir.

2.11. Dış Duvarlarda Isı Yalıtım Uygulamaları

Dış duvarlarda uygulanan ısı izolasyon uygulamaları ısı yalıtım malzemesinin kesit içinde konumlandığı yere göre farklı uygulama teknikleri ve farklı fiziksel koşulları oluşturmaktadır. Uygulama teknikleri ve oluşan sorunlar 4. bölümde anlatılmaktadır. Buna göre dış duvar ısı yalıtımı;

- Duvarın dış yüzeyinden yapılan yalıtım,
- Duvarın iç yüzeyinden yapılan yalıtım,
- İki duvar katmanı arasında, sandviç duvar olarak tanımlanan şekilde yalıtım,
- Sadece ısı köprülerine yapılan yalıtım,

şeklinde yapılabilmektedir. Bu farklı uygulamaların oluşturduğu farklı fizik koşullara göre bazı sonuçlar oluşmuştur. Bunlar; (Akgün, 1997)

- Dış yüzeyden yapılan uygulamalarda, kagir duvar malzemesinin ısı depolama kapasitesinden yararlanır, hemde ağır kütleli yüksek sıcaklıkta kalması nedeniyle duvar iç yüzeyi ile birlikte duvar kesiti içinde de yoğuşma riski azalır.
- İç yüzeyden yapılan uygulamalarda, mekanların kısa sürede ısıtılması sağlanır.
- Isıtılmayan bodrumların dış duvarlarında ısı yalıtım malzemesi, zeminden itibaren don seviyesi kadar, ısıtılan bodrumlarda ise temele kadar indirilir.
- Bodrum dış duvarlarında su yalıtımı var ise, ısı yalıtımı bunun üzerine konur. Isı yalıtım malzemesinin dış basınca karşı ½ tuğla kalınlıkta bir duvar ile korunması tercih edilir.
- Yalıtım katmanının ısı köprüsü oluşturmayacak şekilde tasarlanması ve uygulanması gerekmektedir.

3. EKSTRÜDE POLİSTREN KÖPÜK LEVHALAR

3.1. Ekstrüde Polistren Köpük Levha

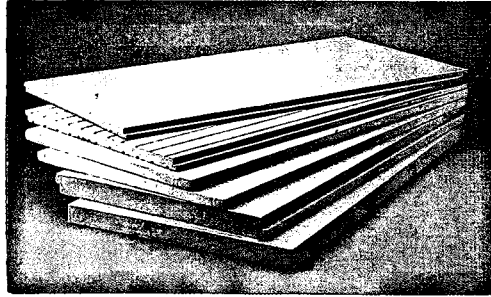
Isı yalıtım malzemesi olan Ekstrüde Polistren Köpük Levha'ların farklı tanımları aşağıdaki şekilde yapılmaktadır.

Ekstrüzyonla imal edilen (ekstrude) polistren köpük, ekstrüzyonla polistren veya kopolimerlerinden genişletilerek zırlı veya zırsız olarak imal edilen, kapalı hücre yapısında olan plastik köpük halinde ve genellikle doğrudan sürekli olarak temas halinde olduğu ortamın sıcaklığı yaklaşık 80 C'a kadar olan yerlerde kullanılan bir ısı yalıtım malzemesidir.(TS 11989, 1996)

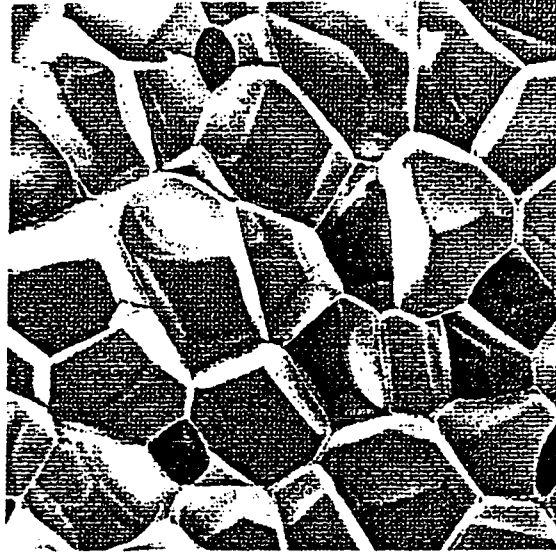
Levha tanımı ise; Dikdörtgen şeklinde ve dikdörtgen kesitli kalınlığı diğer boyutlardan oldukça küçük olan rijit veya yarı rijit ısı yalıtım malzemesidir.(TS 11989,1996)

Ekstrüde Polistren Köpük, petrol türevi malzemelerin yaklaşık 40 katı genişletilerek köpük haline getirilmesiyle elde edilen düşük yoğunluklu, kapalı hücreli organik kökenli bir ısı yalıtım malzemesidir.(Kahraman,1999)

Doğrudan ve sürekli olarak temas halinde olduğu ortamın sıcaklığı 80 C'ye kadar olan yerlerde kullanılan, DIN 4102'ye göre B1 veya B2 sınıfı olan bir ısı yalıtım malzemesidir.



Resim 3.1 Ekstrüde Polistren Levha Örnekleri



Resim 3.2. Ekstrüde Polistren Köpüğün Kapalı Hücreli Yapısı

Ekstrüde Polistren Köpük 1940'lı yılların başlarında Amerika'da 'The Dow Chemical Company' şirketi tarafından geliştirilmiştir. Kapalı hücreli yapısıyla su emmeye karşı dayanıklı olan polistrenler, yüzdürme malzemesi olarak ilk cankurtaran sandallarında ve sallarda kullanılmıştır.

Ekstrüde Polistrenin yapıda ilk kullanımı ise, soğuk hava depolarının döşemeleri, duvarları, tavan panelleri ve boru yalıtımlarında olmuştur. Fakat 1950'li yıllardan itibaren polistren köpükler ısı yalıtkan malzeme olarak yapı endüstrisinin diğer alanlarında da yer edinerek konut ve iş merkezleri gibi binalarda da uygulanmıştır. 1963 yılında ise Avrupa'da yaygın bir şekilde kullanılan bir ısı yalıtım malzemesi olmuştur.

Türkiye pazarı ile ilk karşılaşması 1960'lı yılların başlarında olmuştur. Başlangıçta bütün dünya da olduğu gibi soğuk hava depolarında ve ticari buzdolaplarının ısı yalıtımında kullanılmasına rağmen, özellikle 1986 yılından sonra inşaat sektörüne girmiştir.(Kahraman,1999) İlk yıllarda yurt dışından ithal edilerek kullanılan malzeme üretimi şu anda ülkemizde yapılabilmektedir.

3.2. Üretimi

Ekstrüde polistren köpük levhalar, polistren polimerizasyon reaksiyonları sonucu elde edilir. Polistren hücreli polistren haline, hava veya kimyasal bir etkisi olmayan gaz yardımıyla çok hızlı şekilde geliştirilerek getirilir.

Polistren köpük ile ısı yalıtkan malzeme üretiminde bir yöntem, köpüğün kalıba dökülerek şekil verilmesidir. Dünya'da 'bear boards' olarak bilinen bu köpükler çeşitli büyüklüklerde mevcuttur. Pentan veya bütan gazı ile emprenye edilmiş bu küçük kaygan polistren taneleri şekillendirilmemiş halde kuma benzer. Bu taneler geliştiriciye konularak buharla ısı işlem uygulanır. Buhar ısı polistren taneciklerinin orjinal ölçüsüne göre 40 defa genişmesine neden olur. Genleştirilmiş polistren stabilize edici tenekelere konarak, verilen gazın polistren tanelerin arasına dağılması için bir gece bekletilir. Bu işlemden sonra geliştirilmiş taneler şekillendirici erime kabına konur ve buharla ısıtılır. Tekrar genişleyen taneler sıcaklıkla yumuşar ve genişleme kap ile sınırlanır. Aynı taneler bir araya gelerek birbirleriyle kaynaşır. Kalıplama işlemi nispeten kolay; fakat buhar kaynağı ve iç basıncı karşılayacak, oldukça ağır kalıplar gerektirdiğinde dolayı polistren köpükleri, bina için kullanılacak kabuk veya cephe için üretilen sandviç panellerin arasında direkt köpüklemek daha pratik bir yöntemdir.(Kahraman,1999)

Ekstrüde Polistren Köpük ısı yalıtım malzemesi üretmede farklı bir yöntem, köpük polistrenlerin haddeden geçirilerek levha köpük haline getirilmesidir. Haddeden geçirilmiş ekstrüde polistren olarak bilinen levha halindeki köpük plastikler, çeşitli kalınlık, genişlik ve uzunlukta perde duvar ve çatı yalıtımında kullanılmak üzere özel şekillerde üretilmektedir.(Kahraman, 1999) Haddeden istenilen ebat ve teknik özellikte çekilen levhalar gerçek ısı yalıtım değeri ve rijitliğe ulaşması için 90 gün kadar sahada bekletildikten sonra kullanılmalıdır. Bu sebeple malzemenin teknik özellikleri 90 gün bekledikten sonra oluşan ürünün teknik özellikleri olarak kabul edilir.

3.3. Genel Özellikleri

İdeal ısı yalıtım malzemesi olabilmesi için standartlarda belirlenen basınç mukavemeti, su emme özelliği, yanmama özelliği belirlenen yoğunlukta olma, şekil değiştirmeme vb. gibi

teknik özellikleri barındırmaları gerekir. Ekstrüde polistren köpük levhalar bu özellikleriyle piyasada en çok bilinen malzemelerdir. (Kahraman,1999)

Ekstrüde polistren köpük levhalar, hegzogonal yapıdaki kapalı gözenekli milyonlarca küçük hücreden oluşmaktadır. Birbirine farklı yönelimli bu hücreler enerji tasarrufu sağlayan yüksek ısı yalıtımı, iyi mekanik mukavemeti ve su almaya karşı yüksek direnci sağlayarak, dayanıklı ve yapının ömrüne eşit süreli performans devamlılığı sağlar.

Malzemenin teknik özelliklerinin olması gerekli olan değerleri TSE'nin yayınlamış olduğu TS 11989 'Isı Yalıtım Malzemeleri-Binalar İçin-Fabrikasyon Olarak Ekstrüzyonla İmal Edilen Polistren Köpük-Özellikler' standardında belirtilmiştir. Burada belirtilen bazı bilgilere göre, Ekstrüde polistren köpük levhalar düşük yoğunluklu (28-45 kg/m³) malzemeler oldukları için kolay taşınabilen ve kesimi kolay olan ısı yalıtımı malzemesidir. Dolayısıyla zaiyatsız kullanım avantajı vardır. Ayrıca güneş ışınlarına karşı koruyucu polietilen paketler içinde taşınır ve depolanması kolaydır.

Bu ürünlerden maksimum avantajlar elde etmek ve onları tam bir güvenilirlik içinde kullanmak için aşağıda bulunan depolama bilgileri gözönüne almak gerekmektedir.

Ekstrüde polistren ısı yalıtım levhaları yanıcı maddelerden uzak, temiz ve düz bir yüzey üzerinde yatay olarak depolanmalıdır. Eğer kapalı yerlerde depolanıyorsa saatte iki defa havalandırılması tavsiye edilir. Uzun süre açıkta depolanması gerekiyorsa, levhaların yüzeylerinin bozulmaması için doğrudan gelecek güneş ışığından korunmalıdır. Üzerlerinin açık renk örtü ile kaplanması yeterli korunma sağlar. Koyu renkli veya şeffaf örtüler, altlarında yüksek ısı depolayacağından elverişsizdir. Solvent içeren maddelerin levhalar ile doğrudan temasından kaçınılmalıdır. Levhaların depolanmasında, uygulanmasında ve kullanımında alevden ve ateşleyici maddelerden sakınılmalıdır.

Bakterilere, mantarlara ve çürümeye karşı dayanıklı izolasyon malzemesidir.

Ekstrüde polistren sert köpük levhalara ait standartlarda tespit edilen özellikler aşağıda sıralandığı gibidir.(TS 11989,1996)

- Yoğunluk: 25-45 kg/m³
- Kapilarite: %0

- Su buharı difüzyon direnci (μ): 80,100,160,200
- Su absorpsiyonu (volume): %0,5 (daldırma yöntemiyle)
- Sıcaklık limitleri: -50/+75 C
- Yanıcılık: B1 sınıfı
- Isı iletkenlik katsayısı(λ): 0,027 w/mk (10 C, 90 gün sonunda)
- Lineer uzama katsayısı: 0,07mm/mk
- Isı geçirgenlik direnci: 0,75-190m²K/W

Mekanik özellikleri ise aşağıdaki gibi sıralanabilir: (TSE 11989, 1996)

- Basınç mukavemeti: 250-700Kn/m² (%10 deformasyonda)
- Basınç modülü: 10-33 kN/m²
- Makaslama mukavemeti: 200-500kN/m²
- Makaslama modülü: 4000-6000kN/m²

3.3.1. Isı yalıtım özelliği

Haddeden çekilmiş ekstrüde polistren köpüklerin, yapıda değişik uygulama alanlarına göre üretilmiş levhaları -50C'den +75C'ye kadar olan sıcaklıklarda ısı yalıtım özelliğini kaybetmeden kullanılır. Isı geçirgenlik katsayısı 0.021-0.033 kcal/mhC arasında ve çok düşük olduğu için yüksek ısı tutuculuğa sahiptir. Ayrıca milimetrik hassasiyete sahip ebatları ve lamba zıvanalı kenar profilleri sayesinde ısı köprüleri oluşturmaz. TS 825 standardında belirtilen malzemeler arasında ısı geçirgenlik katsayısı en düşük olan malzemeler arasındadır.

Isı geçirme katsayılarına göre 3 cm lik Ekstrüde Polistren Köpük Levhanın sağladığı ısı yalıtımını sağlamak için farklı kagir duvar malzemelerinin olması gereken kalınlıkları aşağıdaki gibidir. (Korkmaz, 2000)

- | | |
|------------------------|--------|
| • Harçlı gazbeton blok | 20 cm |
| • Düşey delikli tuğla | 30 cm |
| • Yatay delikli tuğla | 45 cm |
| • Beton | 210 cm |

3.3.2. Su emme özelliği

Ekstrüde polistren levhalar milyonlarca kapalı gözenekli küçük hücrelerden meydana gelmiştir ve üniform dağılımlı hücreler arasında kılcal boşluklar yoktur. Bu nedenle bünyesine su emme özelliği sıfırdır ve zamanla ısı yalıtım değerinde kayıp olmaz. Su almadığı için zamanla çürüme yapmaz ve ayrıca alçı sıva uygulamalarında birleşim yerlerinde alçı sıvayla ayrı ayrı çalışmadığı için file kullanılmasına gerek yoktur.

Isı yalıtım malzemesi ve betonarme arasında oluşabilecek yoğuşma riski, yüksek buhar difüzyonu direnci sebebiyle yoktur ve betonarme suyunun polistren köpük içinden geçişi olanaksızdır. Bu özelliği ile bazı uygulamalarda buhar kesici olarak kullanılabilir.

3.3.3. Basınç dayanımı

Yoğunluğu 28-45 kg/m³ gibi düşük bir değerde olmasına rağmen, 2,5-5 kg/cm² basınç mukavemeti vardır. Dolayısıyla özellikle çatılardaki insan trafiği, ağırlık ve diğer çatı yükleri altında yıllarca deformasyona uğramaz. Ayrıca çekme gerilmesi ve makaslamaya karşı mukavemet gösterir.

3.3.4. Yanmazlık özelliği

Haddeden çekilmiş polistren köpük organik kökenli bir ısı yalıtım malzemesi olduğu için üretim aşamasında halojenli maddeler içermeyen yangın geciktirici katkıları ilave edilerek yanıcılık sınıfı yükseltilir.

Ekstrüde polistren köpük levhaların yangın mukavemeti B1 sınıfı (zor alev alabilen) veya B2 sınıfı (normal alev alabilen) şeklinde belirlenir ve tayin edilir. B2 sınıfı malzemeler sadece duvar içi gibi kapalı yerlerde kullanılabilir.(TS 11989,1996)

3.4. Çeşitliliği

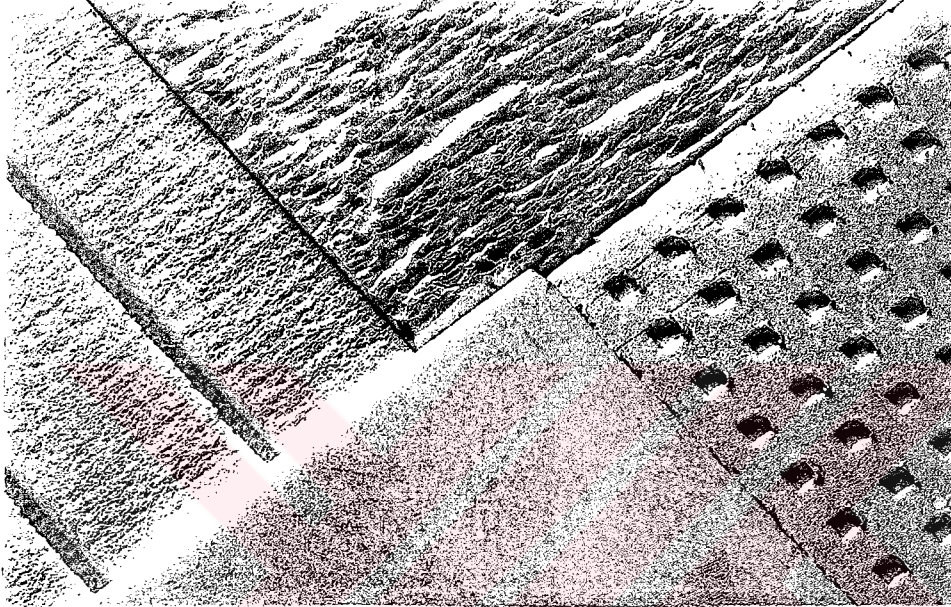
Malzemenin çeşitliliği kullanım yerinin gerektirdiği teknik şartlara göre ve üretici firmaların farklı patentlerde yaptıkları üretime göre farklılıklar göstermektedir. Bu bakımdan malzemenin üretiminde farklılıklar oluşturan kriterler aşağıda sıralanan şekildedir

- **Kalınlık:**

Kullanılan yapı ve bölgenin gerektirdiği ısı konforunu sağlayabilecek farklı kalınlıklarda üretilebilmektedir. Üretimdeki kalınlık çeşitleri 20-100 mm arasında değişmektedir.

- **Yüzey özellikleri:**

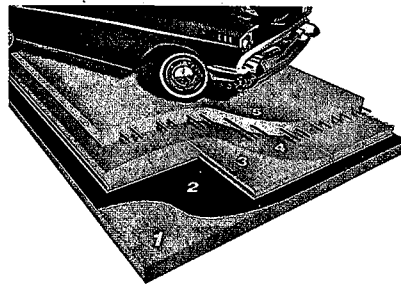
Birlikte kullanıldıkları diğer yapı malzemeleri ile birlikte düzenli şekilde çalışabilmesi için yüzey özellikleri olarak, düz, pürüzlü, ciltli oluklu, taraklı olarak üretilmektedir.



Resim 3.3. Farklı yüzey tipi örnekleri.

- **Basınç Dayanımı :**

Üzerinde oluşabilecek basınç kuvvetlerine gerekli dayanımı oluşturmasına göre farklı yoğunluklarda ve dayanımlarda üretilebilmektedir. Basınç dayanım mertebesi olarak 250-700Kn/m² (%10 deformasyonda) aralığında üretilebilmektedir. (TSE 11989, 1996)



1. Döşeme betonu veya Grobeton
2. Su yalıtımı
3. *Floormate 500* ısı yalıtım levhası
4. Ayırıcı tabaka polietilen folyo
5. Donatılı taşıyıcı beton

Resim 3.4. Levha üzerine yapılan yükleme örneği.

- **Yoğunluk:**

25-45 kg/m³ arasında üretilmektedir. Malzemenin basınç dayanımı yoğunluğunun farklı üretilmesine göre değişim göstermektedir

- **Ebat:**

Kullanım özelliklerine uygun olan farklı standart boyutlarda üretilmektedir. Bu boyutlar; genişlik 600mm, uzunluk 1200-3000 mm arasında değişmektedir.

- **Kenar Profilleri:**

Levhaların birleşme noktalarında ısı köprüsü oluşmasını engellemek için düz, lamba zıvana profilli olarak üretilmektedir.

3.5. Dış Duvarlarda Kullanım İçin Üretilen Levha Tipleri

Duvarlarda kullanım için farklı levha tipleri, yukarıda açıklanmış olan farklı kriterler çerçevesinde, amacına ve kullanıldığı yere uygun olarak üç farklı tipte üretilmektedir. Dış duvarlarda kullanımı için üretilen levhalar boyutlarında farklılık göstermektedir. Bunlar aşağıda belirtilen özellikleri ile özetlenebilir.

- **Dıştan duvar yalıtımı amaçlı**

Yük taşıma kapasitesi düşük, kendi yükünü ve üzerindeki kaplayıcıyı taşıyan ve üzerine gelen sıva kaplayıcıya uygun aderansı sağlayabilecek yüzey özelliklerinde üretilen malzeme tipidir. Bu na göre malzemenin teknik özellikleri; (Mardav, 2000)

- Kalınlık: 30-40-50 mm
- Isı iletkenlik değeri: TS 11989-0,031W/Mk
- Yangın Mukavemeti: TS 11989 B1 sınıfı
- Yoğunluk: TS 11989 min.28 kg/m³
- Boyut kararlılığı: TS 11989 %0
- Basma dayanımı: TS 11989 C2 sınıfı (200 kPa)
- Difüzyonla uzun sürede su emme: TS 11989 W0 sınıfı
- Tam daldırma ile uzun sürede su emme: TS 11989 WI1 SINIFI

- Donma-çözülme dayanımı: TS 11989 WF0 sınıfı
- Su buharı difüzyon katsayısı: TS 11989 90-110
- Kapilarite: yoktur

- **İçten duvar yalıtımı amaçlı**

Yük taşıma gereksinimi olmayan, sıva tutucu özelliği olan (alçı sıva vb.) alçıpan levha ile yapıştırılmış olarak da üretilen malzeme tipidir. Buna göre malzemenin teknik özellikleri (Mardav, 2000)

- Kalınlık: 20-25-30-40-50-60 mm
- Isı iletkenlik değeri: TS 11989-0,031W/Mk
- Yangın Mukavemeti: TS 11989 B1 sınıfı
- Yoğunluk: TS 11989 min.28 kg/m³
- Boyut kararlılığı: TS 11989 %0
- Basma dayanımı: TS 11989 C2 sınıfı (200 kPa)
- Difüzyonla uzun sürede su emme: TS 11989 W0 sınıfı
- Tam daldırma ile uzun sürede su emme: TS 11989 WI1 SINIFI
- Donma-çözülme dayanımı: TS 11989 WF0 sınıfı
- Su buharı difüzyon katsayısı: TS 11989 90-110
- Kapilarite: yoktur

- **İki duvar katmanı arasında kullanım amaçlı**

Sandviç duvarlar olarak tanımlanabilen iki duvar katmanı arasında kullanım amacıyla özel olarak ekstrüde polistren köpük levha üretimi yapılmamaktadır. Bu tarz kullanım için dış yüzey ya da iç yüzeyde kullanım amaçlı üretilen, düz yüzeyli levhalar kullanılabilir.

- **Sadece taşıyıcı sistemin ısı köprüsünü engellemek için**

Taşıyıcı sistemi oluşturan kolon, giriş, perde duvar ve döşeme çıkmaları gibi yapı dış yüzeyine açık ve ısı geçirgenliği yüksek yüzeylerde kullanılmak üzere üretilen malzeme tipidir. Bu na göre malzemenin teknik özellikleri; (Mardav, 2000)

- Kalınlık: 20-25-30-35-40-45-50-55-60 mm
- Isı iletkenlik değeri: TS 11989-0,031 W/Mk
- Yangın Mukavemeti: TS 11989 B1 sınıfı
- Yoğunluk: TS 11989 min.28 kg/m³
- Boyut kararlılığı: TS 11989 %0
- Basma dayanımı: TS 11989 C2 sınıfı (200 kPa)
- Difüzyonla uzun sürede su emme: TS 11989 W0 sınıfı
- Tam daldırma ile uzun sürede su emme: TS 11989 W11 SINIFI
- Donma-çözülme dayanımı: TS 11989 WF0 sınıfı
- Su buharı difüzyon katsayısı: TS 11989 90-110
- Kapilarite: yoktur

Yukarıdaki guruplandırmada farklı malzeme tiplerinin oluşturulmasında önemli iki özellik vardır. Bunlardan biri yoğunluk diğeri ise yüzey özellikleridir. Bu iki özelliğin farklılaştırılması ile dış duvarların tamamında kullanılabilen malzeme elde edilebilmektedir.

4. EKSTRÜDE POLİSTREN KÖPÜK LEVHALARIN UYGULANMASI VE PERFORMAS ANALİZLERİ

4.1. Uygulama Parçalarının Niteliği

Ekstrüde Polistren Köpük Levhaların uygulamasında kullanılan gereçler, malzemenin ısı yalıtım işlevini tam olarak gerçekleştirilmesini sağlayacak, malzemeyi fiziksel etkilerden koruyacak şekilde özel olarak üretilmiş gereçler olmalıdır. Buna göre birlikte kullanıldıkları gereçlerin performansı bu parçalarla ilişkilidir.

- **Yapıştırıcı**

Isı yalıtımının duvara, köşe profillerinin yalıtım levhasına yapıştırılmasında kullanılmaktadır. Toz halinde olup su ile karıştırılması ile elde edilen kimyasal karışım (Plastikol km2 vb.), özel olarak üretilmiş yapıştırma malzemesidir. Mukavemet açısından levha ve üzerine gelecek yükleri güvenle taşıyabilecek nitelikte olmalıdır.

- **Tutturma gereçleri**

Isı yalıtımını duvara tutturmak için plastik dubel ve plastik çiviler kullanılmaktadır. Bunların duvara sağlam şekilde tutturulabilmesi için yeterli uzunlukta (duvar gövdesine rahatca tutunacak kadar, malzeme kalınlığına uygun), ve ısı köprüleri oluşturmayacak (uygulamalarda çoğunlukla kullanılan sert plastik) malzemeden olmalıdır.



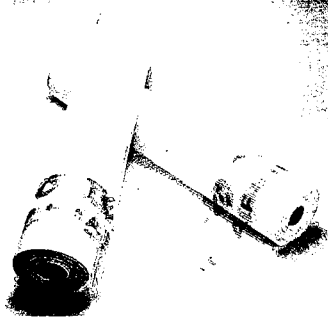
Resim 4.1. Tutturma gereçleri. (Ode, 2000)

- **Sıva**

Isı yalıtım yüzeyine uygulanan sıva, sistemin yüzeyini etkilerden koruyacak, yüzeyi düzgün olarak kaplayacak, üzerine uygulanan boya vb. malzemelere karşı uyumlu nitelikte olması gereklidir. Su ile karıştırılarak elde edilen karışım şeklindedir.

- **Sıva donatısı**

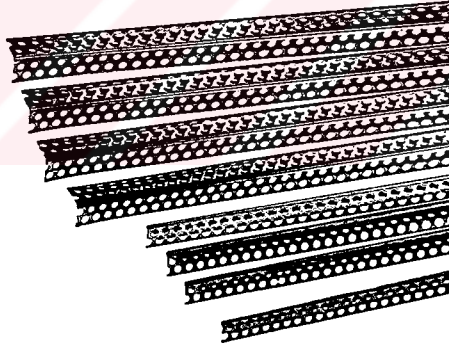
Isı yalıtımı katmanının üzerine uygulanacak olan ıslak sıva içine, dıştan uygulamalarda yüzeyin tamamına, içten uygulamalarda tamamına ya da levha ek yerlerine yerleştirilerek, sıvanın mekanik dayanımını arttıracak düzeyde olmalıdır. Sıva donatısı olarak, yanmaz özellikte, cam lifi vb. fileler kullanılabilir.



Resim 4.2. Sıva filesi. (Ode, 2000)

- **Köşe profilleri**

Sistemin dış yüzeyinde olan tüm köşelere karşı gelecek darbe ve yüklere karşı yeterli dayanımda alüminyum vb. paslanmaz nitelikte köşe profili olması gereklidir.



Resim 4.3. Köşe profili. (Ode, 2000)

Tüm bu gereksinimlerin sağlanması için Ekstrüde Polistren Köpük Levhaların birlikte kullanıldıkları gereçler uygun olarak tasarlanmış ve geliştirilmiştir. Yapıştırma harcı, sıva gibi özel kimyasallar, yanmaz özellikte mukavim file, ısı köprüsü oluşturmayan dubeller üretilmektedir.

4.2. Ekstrüde Polistren Köpük Levhaların Dış Duvarlarda Uygulanması

Binalardaki ısı kayıpları, duvar, döşeme, ve çatı konstrüksiyonları ile baca, pencere ve kapı gibi yapı elemanlarından gerçekleşmektedir. Bu bölgelerden oluşan ısı kayıpları oranları yapının mimarisine, konumuna, ısı yalıtım durumuna ve kullanılan yapı malzemelerinin özelliklerine göre değişiklik göstermektedir. Ancak genel olarak, bina yüksekliği arttıkça dış duvarlardan gerçekleşen ısı kayıp oranlarında arttığı görülmektedir.

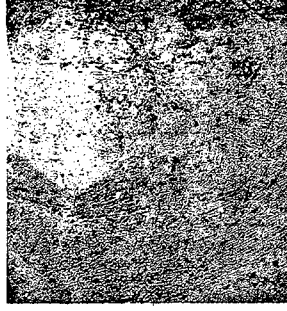
Ekstrüde polistrenin dış duvarlardaki konumlanması; dış yüzeyden, iç yüzeyden ve iki duvar arasında (sandviç duvar uygulaması), taşıyıcı sisteminin oluşturduğu ısı köprülerini önlemek amacıyla olmak üzere dört şekilde gerçekleşmektedir.

4.2.1. Dış yüzeyden uygulama

Binalarda dış duvarın dış yüzeyinde ısı izolasyon uygulaması, en yaygın sistem olup, konut yapıları gibi uzun süreli kullanılan mekanlar için uygundur. Isı depolama özelliği fazla olmasına rağmen, bu tip duvarlar için ön ısınma süresi uzundur. Ekstrüde polistren sert köpük levhaların dış yüzeyde kullanılması durumunda sistem, yağmur, rüzgar, nem gibi atmosferik olaylara açıktır. Bu sebeple oluşabilecek problemleri önlemek için uygulama kalitesi önemli olmaktadır.

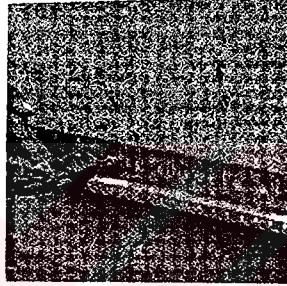
Tek katmanlı dış duvarlarda ekstrüde polistren sert köpük levhanın dıştan uygulama adımları aşağıdaki sıralamadaki gibidir.

- Uygulama yapılacak yüzey temiz, düz ve terazisinde olmalıdır. Aynı zamanda yüzey yapıştırıcı malzemenin tutunabileceği özellikte (sıva vb.) olmalıdır. Duvar yüzeyindeki dalgalanmalar, yalıtım yüzeyinin dalgalı olmasına, yapıştırma malzemesinin fazla harcanmasına, dubel boylarının kimi yerlerde yetmemesi gibi sorunlar oluşturabilir. Bunlardan dolayı uygulama öncesi yüzey kontrol edilmeli, düzeltilmeli ve kabarık şekilde duran harç parçacıkları temizlenmelidir.



Resim 4.4. Levha uygulamaya hazırlanmış yüzey örneği. (Ode, 2000)

- Yapı dışından Ekstrüde Polistren Köpük Levha uygulamalarının ilk adımı olarak, levhaların yatay ve düzgün olarak durması için yalıtım alt kotuna terazisinde su basman profil monte edilir.

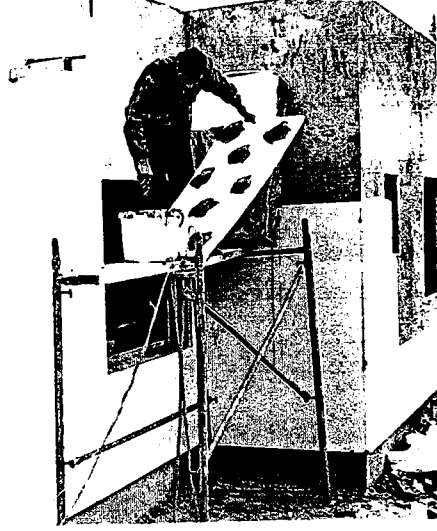


Resim 4.5. Subasman profili montajı. (Ode, 2000)

- Ekstrüde polistren levha yapıştırma amacıyla üretilen hazır toz yapıştırıcı malzeme, su ile karıştırılır ve yapıştırıcı harç hazırlanır.
- Hazırlanan yapıştırıcı karışım, levhaların yapışma özelliği daha yüksek olan oluklu ve prüzlü yüzeylerine tüm kenarlar boyunca ve beş noktasına sürülür.



Resim 4.6. Levhanın arka yüzüne yapıştırıcı sürülme şekli. (Ode, 2000)



Resim 4.7. Levhalara yapıştırıcı sürülmesi. (Ode, 2000)

- İlk levha su basman profiline oturtularak duvara bastırılır. Böylece daha iyi yapışma sağlar. Levhalar şaşırtmalı olarak ve de terazisinde yapıştırılmalıdır.



Resim 4.8. İlk levhanın konuması. (Ode, 2000)

- Levhaların yapıştırılması anında kenardan taşan yapıştırıcılar bir sonraki levhanın sağlıklı yapışması ve ısı köprüsü oluşturmaması için temizlenir.
- Daha üst sıralardaki levhalarda aynı şekilde, yüzeyleri düzgün olacak şekilde yapıştırılır.
- Levhaların terazisini bozmamak amacıyla yapıştırma işleminden en az 24 saat sonra, dubelleme işlemi için levhalar ve duvar matkap ile delinir. Levha ve duvar matkap ile delinerek dubel ile tesbit edilir.



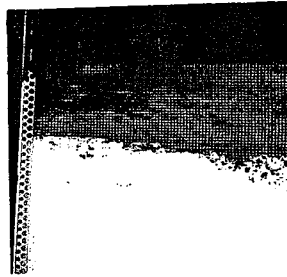
Resim 4.9. Levhanın ve duvarın delinmesi. (Ode, 2000)

- Dubeller her levhada en az 6 adet olmak üzere yerleştirilir ve plastik çiviler çakılır. Dübelleme, levhalarının köşelerine birer adet, ortasına 2 adet olacak şekilde olmalıdır.



Resim 4.10. Levhaların duvara dubellenmesi. (Ode, 2000)

- Pencere, kapı ve bina köşelerine köşe profili yapıştırılarak köşelerin sağlamlığı artırılmış ve sıva filesinin kilitlenmesi sağlanır.



Resim 4.11. Köşe profili uygulaması. (Ode, 2000)

- Ekstrüde polistren levha sıvası için özel üretilmiş hazır toz sıva su ile karıştırılır ve sıva harcı hazırlanır, ve mala ile levha yüzeylerine uygulanır.



Resim 4.12. Kaba sıva uygulaması. (Ode, 2000)

- Sıvanın çatlamasını ve levha ek yerlerinin yüzeyde anlaşılmasını önlemek amacı ile yüzeye özel file kaba sıva kurumadan sıva içine bastırılır ve kaba sıva yüzeyi mastarlanır. Sıva donatısı görevi görecek olan file, ek yerlerinde 10 cm bini yapılarak levha yüzeyinin tümüne uygulanmalıdır.



Resim 4.13. Sıva filesi uygulaması. (Ode, 2000)

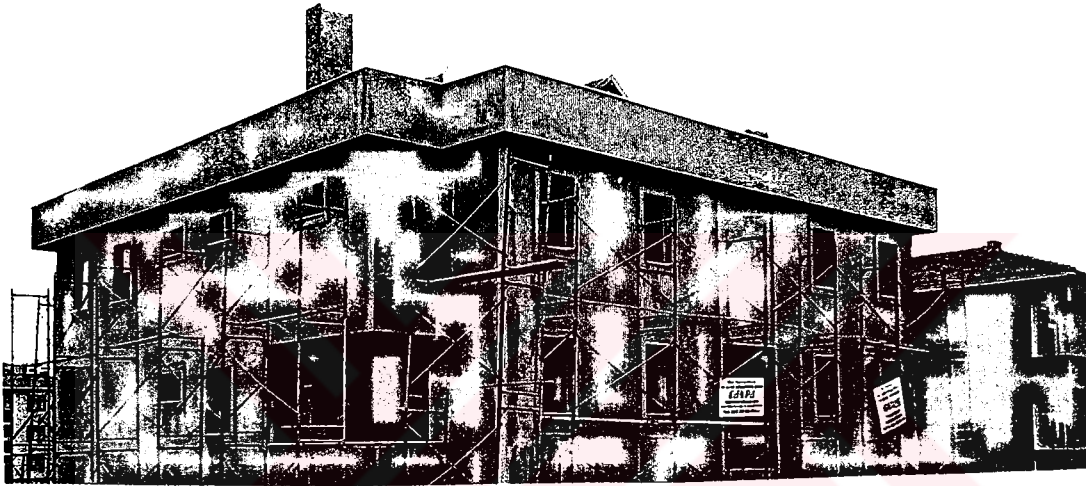


Resim 4.14. Kaba sıva ve file uygulaması.

- Donatılı 1. kat sıvanın kurumamasından sonra ince sıva harcı hazırlanır.
- İnce sıva harcı kuru hava koşullarında 24 saatte tam olarak kuruyan kaba sıva üzerine uygulanır ve pürüzsüz, düzgün bir yüzey elde etmek amacıyla çelik mala ile yüzeyi düzeltilir. İnce sıva katmanının da kuruma süresi kaba sıva katmanı gibi 24 saattir.



Resim 4.15. İnce sıva uygulaması. (Ode, 2000)



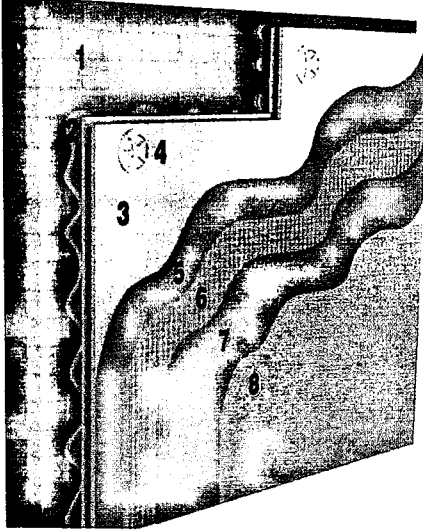
Resim 4.16. İnce sıvası tamamlanmış uygulama.

- İnce sıvanın kurumasından sonra yüzey boya vb. ürünlerle renklendirilebilir. Güneşli havalarda, levha ek yerlerinin ve yüzeydeki dalgalanmaların belirgin olmaması için yüzeye uygulanan kaplayıcı yüzeyin tekstürlü olması ve akrilik esaslı (solvent içermeyen) bir kaplama olması gerekmektedir.



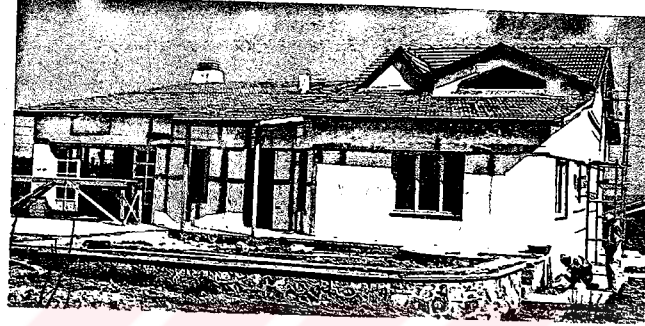
Resim 4.17. İnce sıva sonrası kaplayıcı uygulaması. (Ode, 2000)

Yukarıda açıklanan uygulama yöntemi ile oluşturulan farklı detaylar aşağıdaki gibidir.



1. Duvar dış yüzeyi
2. Yapıştırma harcı
3. Shapemate® IB ısı yalıtım levhası
4. Dübel
5. Siva (min. 2 mm.)
6. Siva donatısı file
7. Siva (min. 2 mm.)
8. Dış cephe boyası

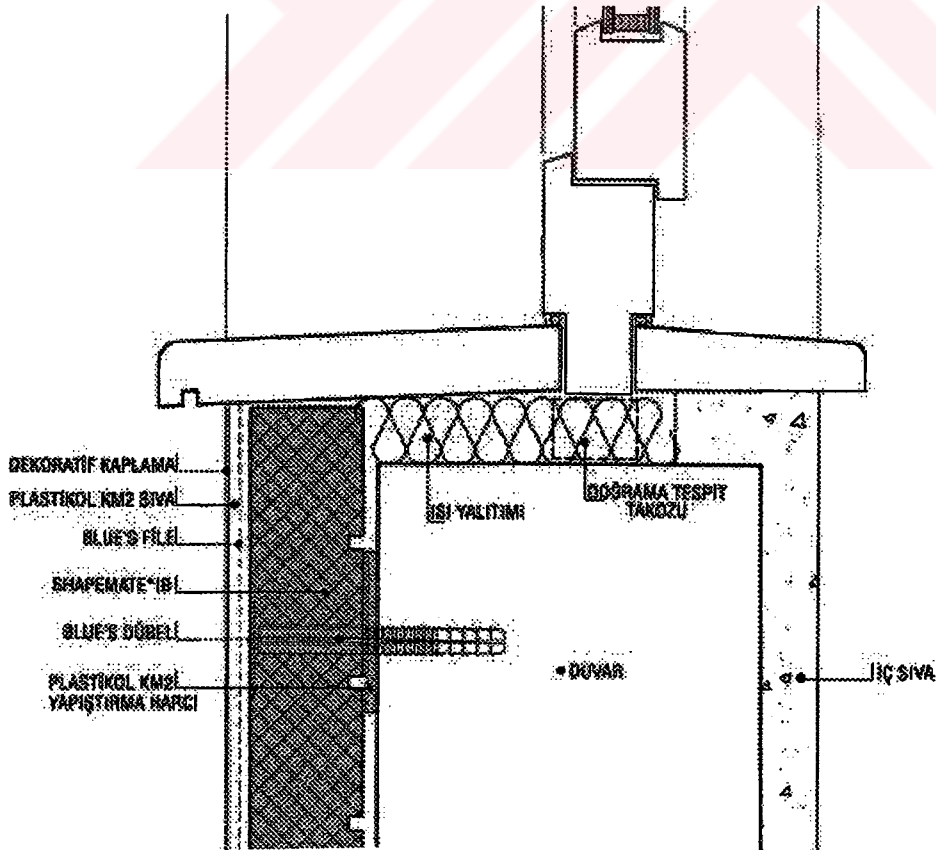
Resim 4.18.a.



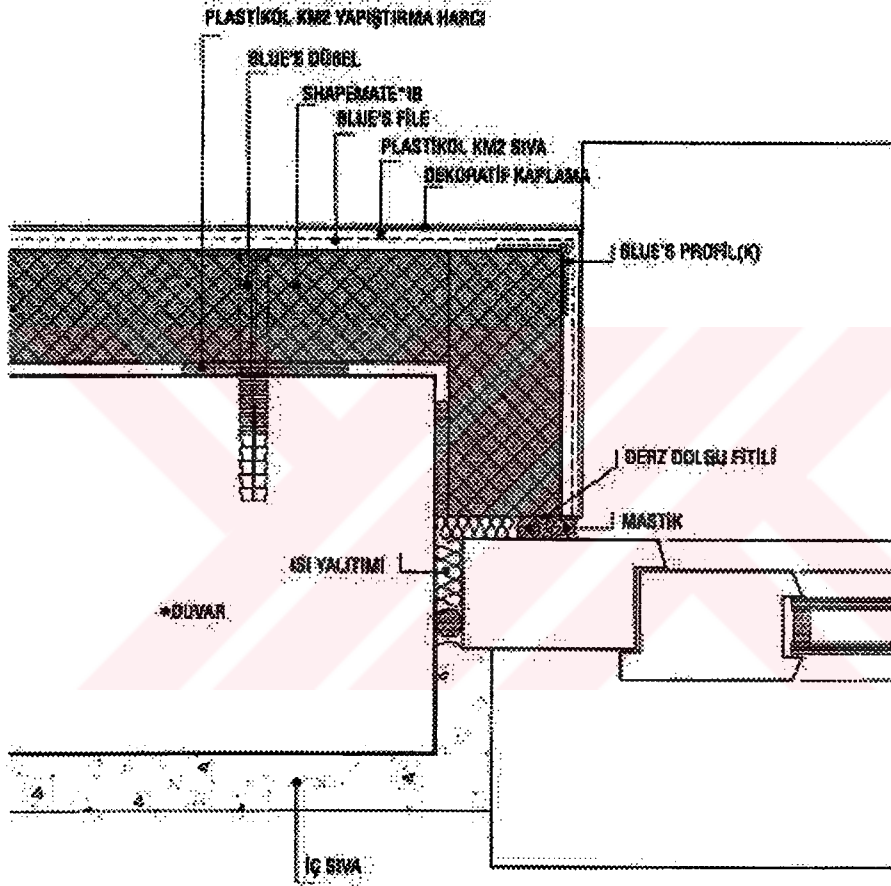
Resim 4.18.b.

Resim 4.18.a. Dıştan yalıtım uygulama katmanları. (Mardav, 2000)

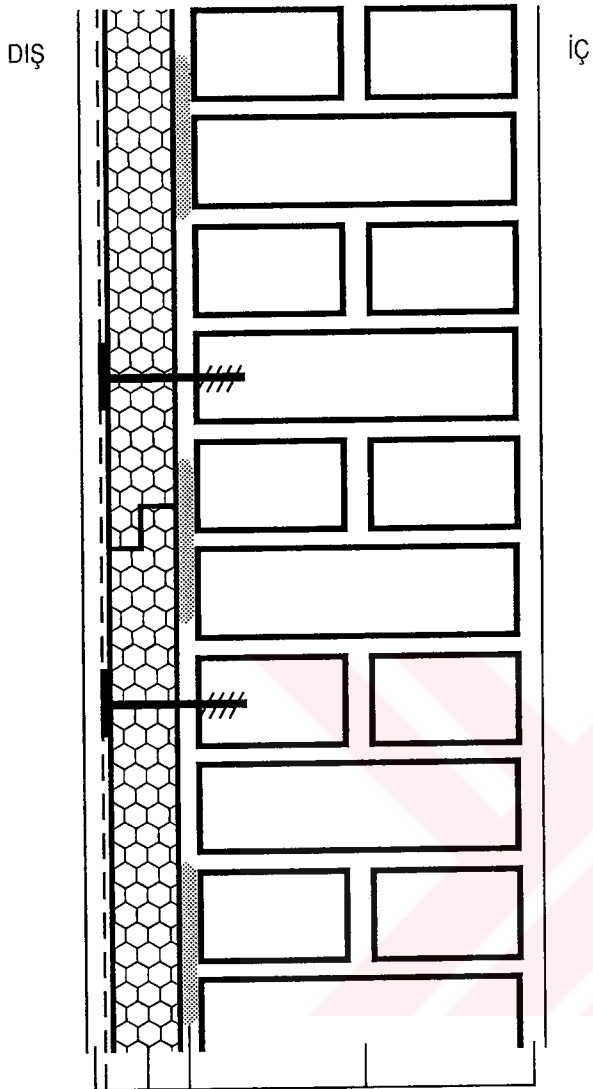
Resim 4.18.b. Dıştan yalıtım uygulama örneği. (Mardav, 2000)



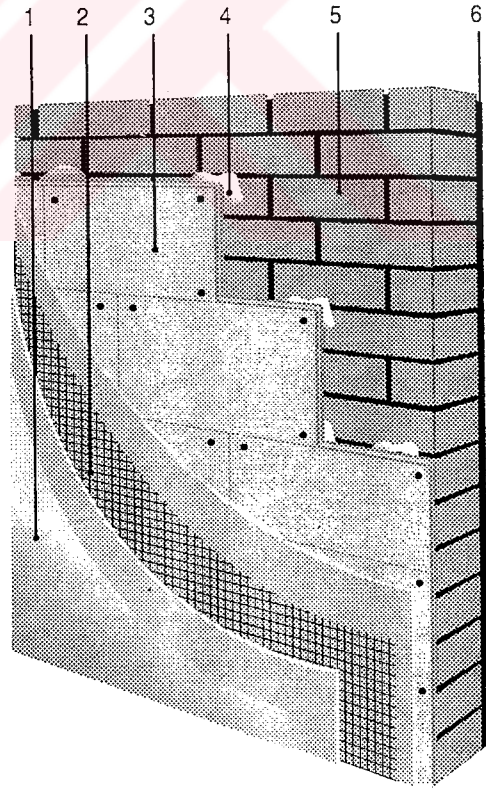
Detay 4.1. Dıştan yalıtım detayı. (kesit) (Mardav, 2000)



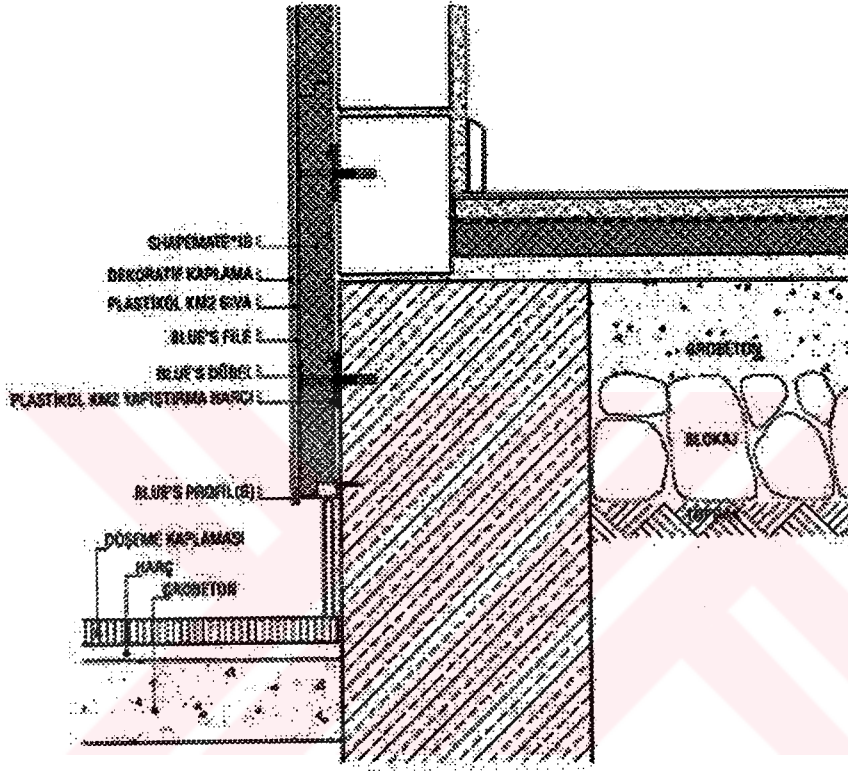
Detay 4.2. Dıştan yalıtım detayı. (plan) (Mardav, 2000)



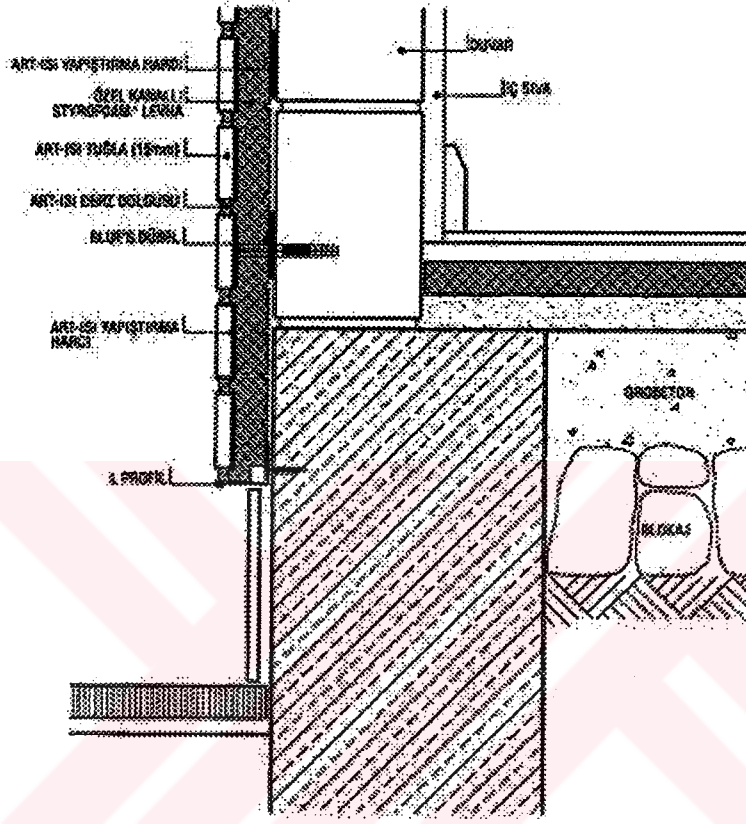
- * ———— ÖZEL DIŞ SIVA ①
 ———— CAM ELYAF FİLE ②
 ———— ISI YALITIMI (SIVA TİPİ) ③
 ———— YAPIŞTIRICI HARÇ ④
 ———— DIŞ DUVAR ⑤
 ———— İÇ SIVA ⑥



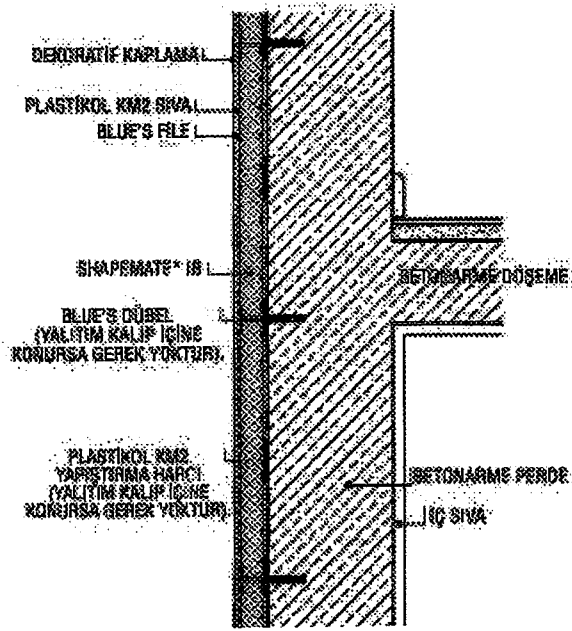
Detay 4.3. Dıştan mantolama uygulaması detayı. (İzocam 2000)



Detay 4.4. Dıştan yalıtım subasman kotu detayı. (Mardav, 2000)



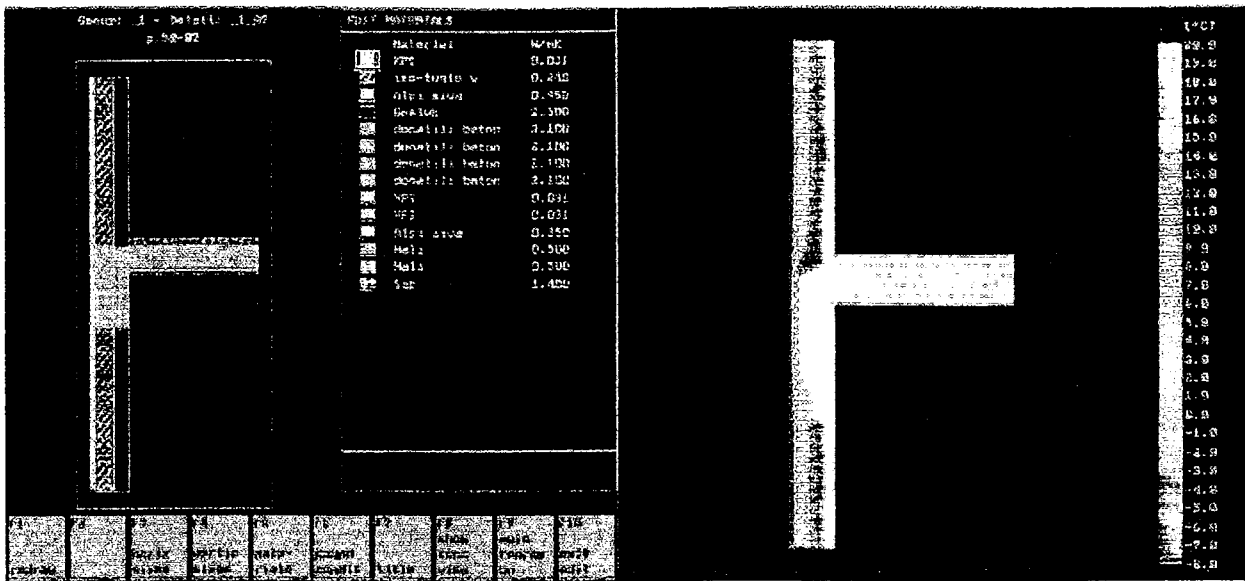
Detay 4.5. Dıştan yalıtım, kaplama tuğla uygulaması subasman detayı. (Mardav, 2000)



Detay 3.8. Tünel kalıp betonarme duvar dıştan yalıtım detayı. (Mardav, 2000)

Eğer dış yüzey kaplama malzemesi ile ısı tutucu levhalar arasında hava boşluğu bırakılıp, alt ve üstte açılacak boşluklarla sistem havalanırsa dışarı çıkmak isteyen buhar burarlardan dışarı atılır. Bu durumda fazladan bir buhar kesici katmana gereksinim yoktur.

Dış yüzeyden yalıtım uygulaması sonucunda, sıcaklık farkları sebebiyle duvarlarda oluşan ısı gerilmeler minimuma iner ve buna bağlı olarak duvar bünyesindeki iç yapı bozulmaları ve çatlakların oluşumu engellenir. Levhaların duvar dış yüzünde konumlandırılması ile kesit içinde oluşan ısı transferi (resim 4.19.) aşağıda gösterilmektedir.



Resim 4.19 Duvar ve döşeme kesitinde ısı transfer durumu. (Korkmaz, 2000)

Yukarıdaki resimde yüzey sıcaklıklarının konfor seviyesinde olduğu, ısı köprüsü oluşumunun engellendiği, duvar karkasının ısı depolayabilme özelliğinin olduğu anlaşılabilir.

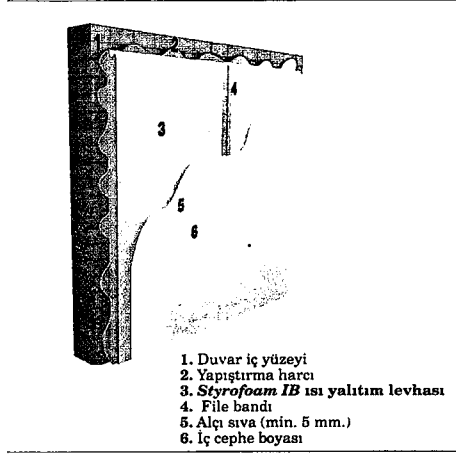
Kış mevsiminde oluşabilecek donma noktası, levha tabakası içinde gerçekleştiğinden, duvar iç yüzeylerindeki yoğuşma ihtimali en az seviyededir. Dıştan ekstrüde polistren levha uygulamasının diğer avantajları, iç mekanda alan kaybına sebep olmaması, ısı köprülerinin etkilerini ortadan kalkması ve dış sıva uygulamasının daha kolay ve düzgün yapılabilmesidir. Bu avantajlara karşılık maliyetinin yüksek olması, yağmur, rüzgar gibi atmosferik olaylara karşı koruyuculuk gerektirmesi, iskele kurulması ihtiyacı, bina dış görünüşüne etki etmesi, ileride uygulanabilecek kablolar için gömme problemlerine sebep olması ve yağmur borusu gibi çıkıntılarının olduğu yerler ile pencere gibi açıklıklarda dikkatli bir detay gerektirmesi, levhaların dış yüzeyden konumlandırılmasının dezavantajları olarak söylenebilir.

4.2.2. İç yüzeyden uygulama

Binalara dış duvarların iç yüzeyinden ısı izolasyon uygulaması, büro binaları, konser ve sinema salonları, gibi kısa süreli kullanılan mekanlar için uygundur. Bu sistemde duvarların ısı depolaması az, ancak ön ısınma süresi kısadır. İç yüzeyden ısı yalıtımı yapılması durumunda, buhar difüzyonu sonucunda ısı izolasyon malzemesi içerisinde yoğuşma olasılığı oldukça yüksektir. Bu sebeple, levhanın sıcak tarafında bir buhar kesici malzeme kullanılmalıdır.

Levhaların iç yüzeye uygulanması dış yüzeyden yapılan uygulama yöntemlerine çok benzemektedir. Düz bir döşemenin olmasından dolayı su basman profili kullanılmayan uygulamada, levhaların duvara monte edilme yönteminde herhangi bir farklılık yoktur. Asıl farklılık levhalar üzerine uygulanan sıvada olmaktadır. Dış yüzeyde kullanılan sıvanın kullanılabileceği gibi, daha yaygın olarak kullanılan alçı sıva ya da alçıpan kaplama da uygulanabilir. İç yüzeyde kullanım için geliştirilmiş olan ve alçıpanla yapıştırılmış olarak üretilen levhaların kullanımında ise iç yüzey boya uygulamasına hazır hale gelmiş olur.

İç yüzeyden yapılan uygulama detaylarından bazıları aşağıdaki gibidir.



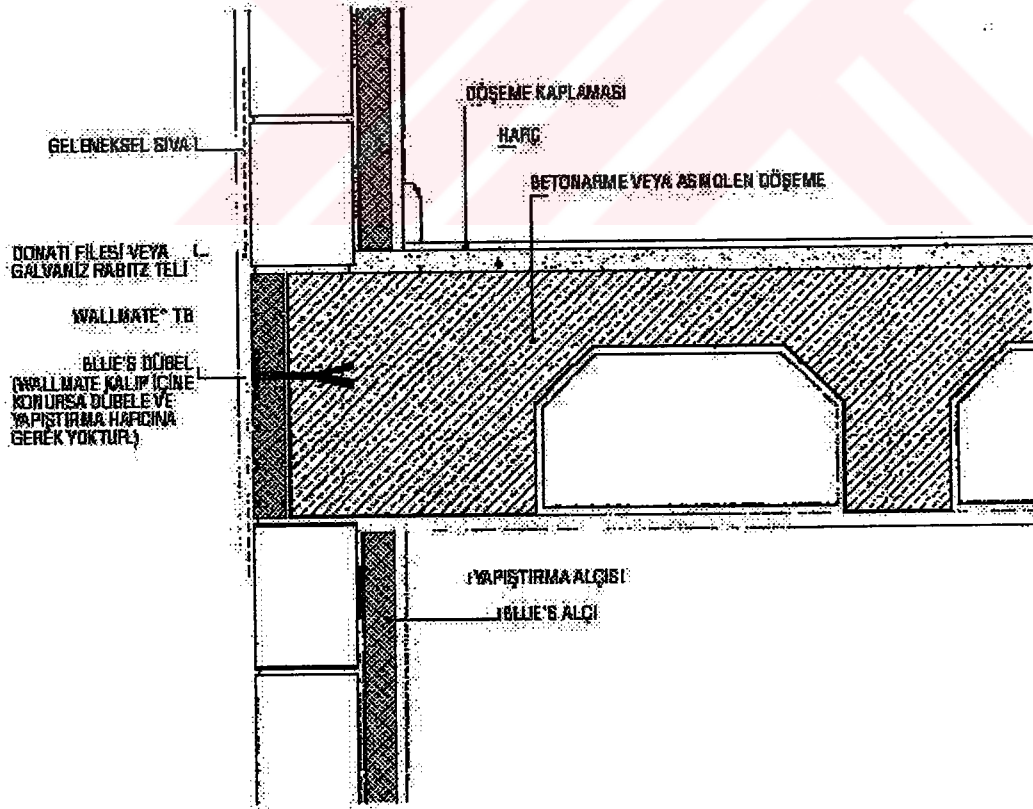
Resim 4.20.a



Resim 4.20.b

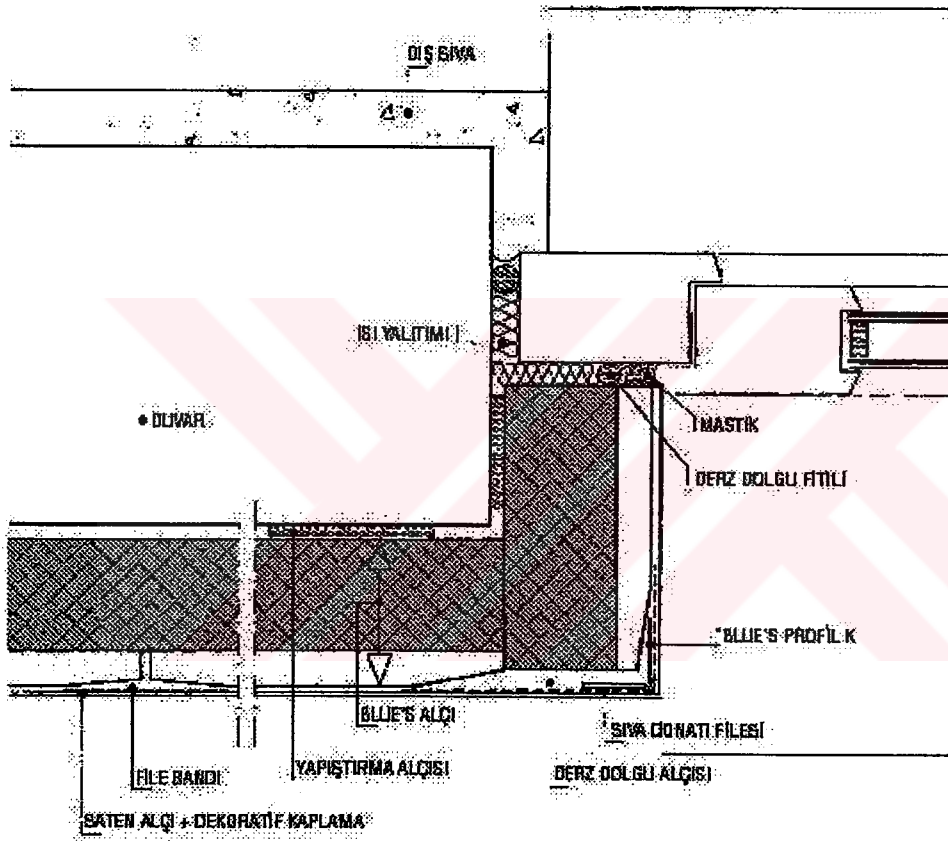
Resim 4.20.a İçten yalıtım katmanları. (Mardav, 2000)

Resim 4.20.b. İçten yalıtım uygulama örneği. (Mardav, 2000)



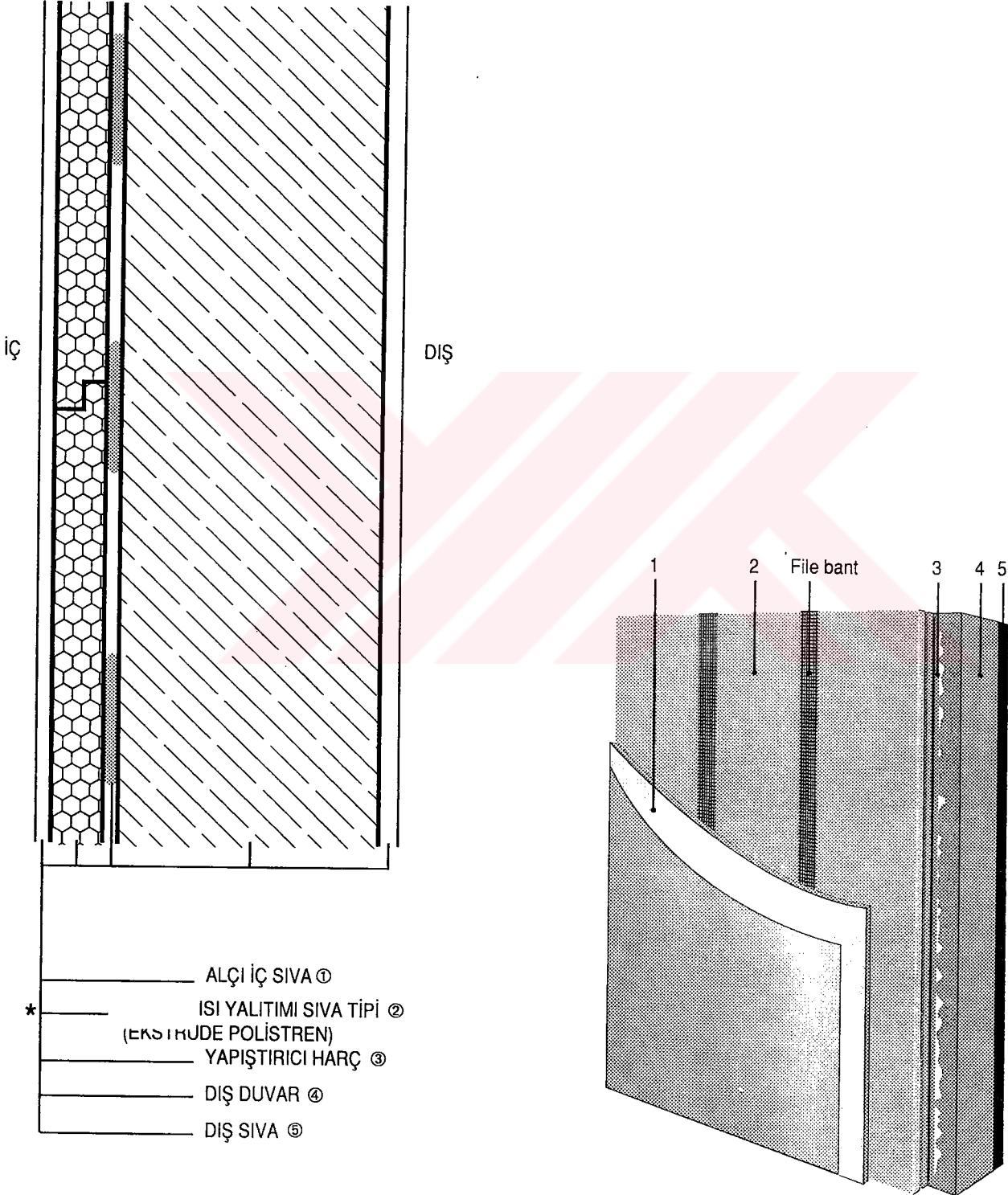
Detay 4.7. İçten yalıtım duvar döşeme birleşimi detayı. (Mardav, 2000)

Yukarıda gösterilen detayda kullanılan iç alçı siva ve yapıştırma alçısı buhar dengeleyici olarak kullanılmıştır.

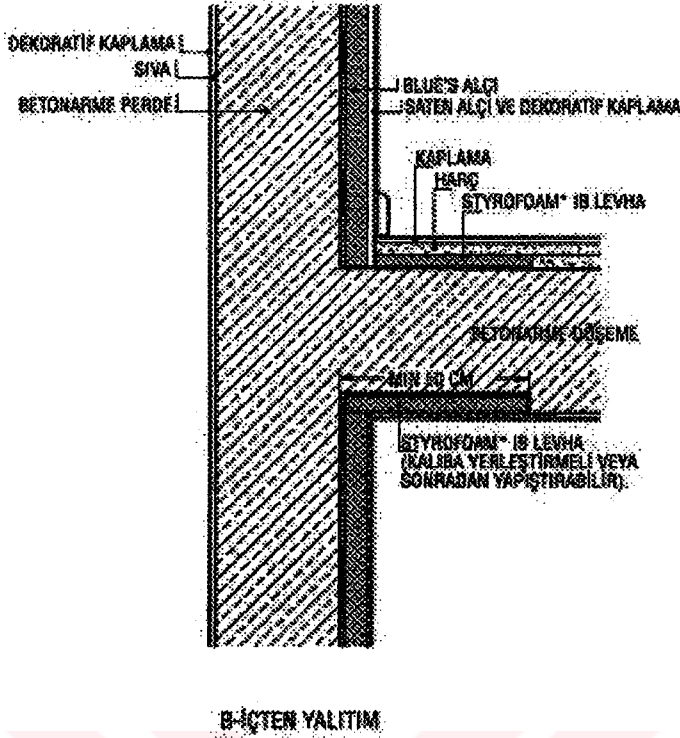


Detay 4.8. İçten yalıtım pencere birleşim detayı. (plan) (Mardav, 2000)

ISI YALITIMLI DIŞ DUVAR (İÇTEN YALITIM UYGULAMASI)



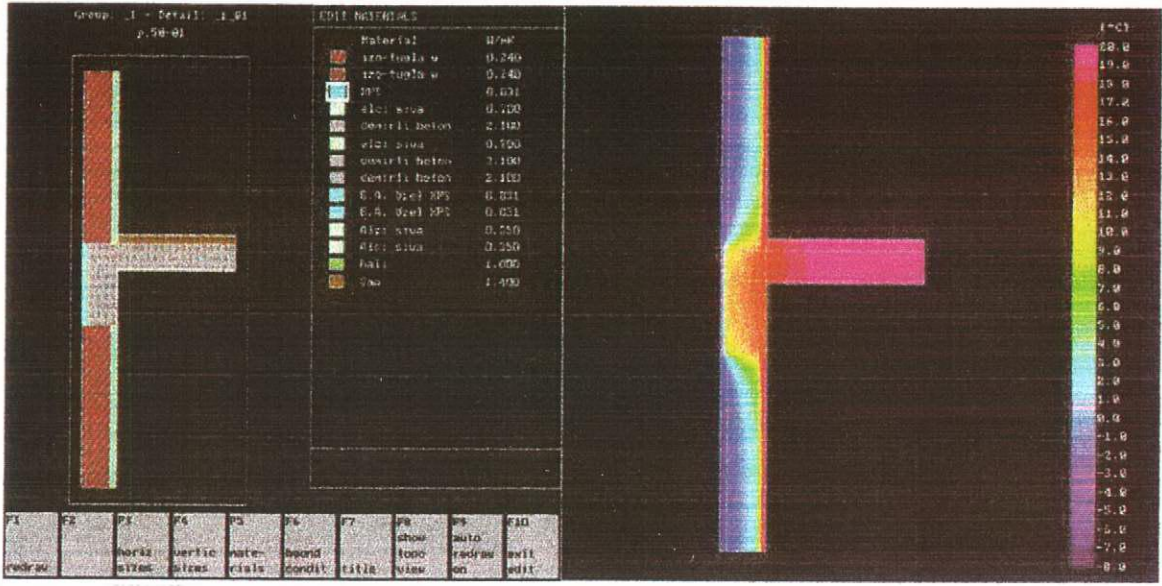
Detay 4.9. Duvar iç yüzeyinden yapılan uygulama detayı. (İzocam 2000)



Detay 4.10. Tünel kalıp betonarme duvar içten yalıtım detayı. (Mardav, 2000)

İçten uygulamanın avantajları arasında, bina dışı görünüşüne etki etmemesi, iskele gerektirmemesi, uygulama sırasında dış hava durumundan etkilenmemesi, uygulama kolaylığı, istenilen mekan için ya da duvar için uygulama olanağı vermesi, daha ekonomik olması sayılabilir. Bu sistem teknik ya da estetik sebeplerle dış yüzeyden ısı izolasyon uygulamasının uygun olmadığı durumlarda kullanılmaktadır. Ancak sıcaklık farkları sebebiyle oluşan ısıl gerilmeler sonucu iç yapıda bozulmalar ve çatlaklar oluşabilmekte, yazın klima iklimlendirme cihazı kullanılmaması durumunda iç ortam sıcaklığında yüksek artışlar olabilmekte ve iç hacimde alan kayıpları oluşturmaktadır.

Levhaların duvar iç yüzünde konumlandırılması detayı ve kesit içinde oluşan ısı transferi (resim 4.21.) aşağıda gösterilmektedir. Isı transferini gösteren resimden, kesit içindeki ısının düşük olduğu, dış yüzeyin döşeme kesitine gelen bölümünde ısı köprüsünün olduğu, bu sebeplerden dolayı mekanın çabuk ısıtılıp, çabuk soğuyabilme özelliğinin olduğu anlaşılmaktadır.

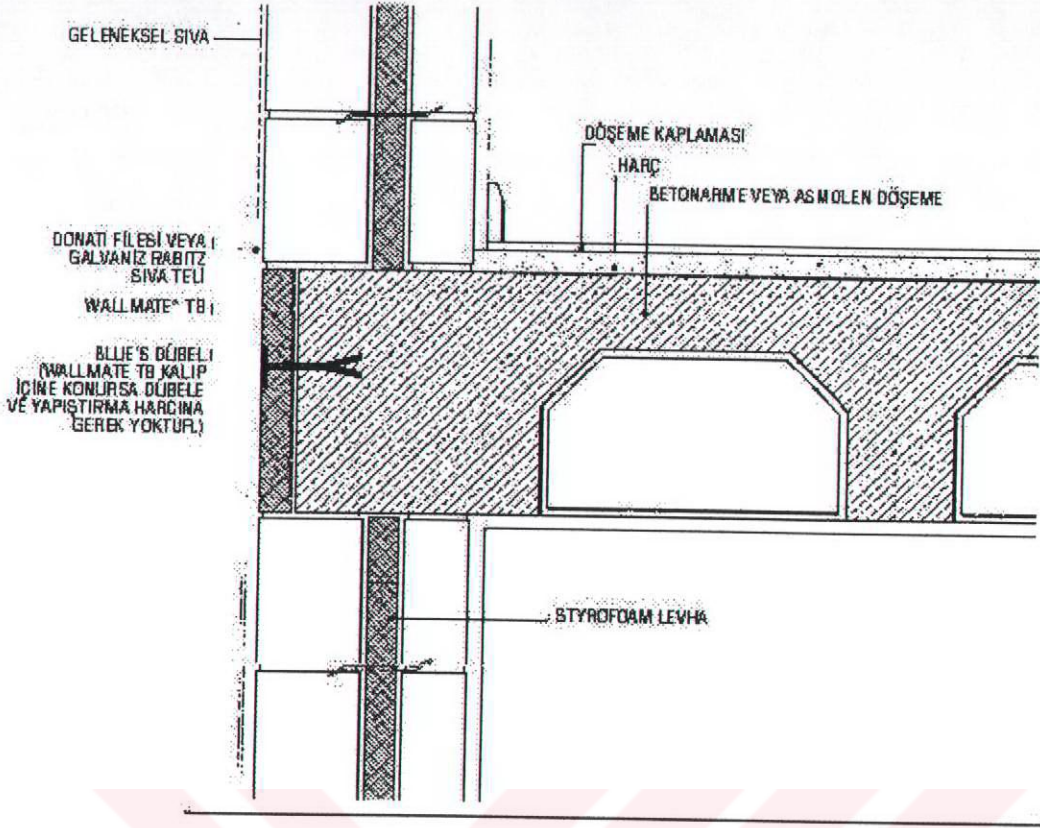


Resim 4.21. Duvar ve döşeme kesitinde ısı transfer durumu. (Korkmaz, 2000)

4.2.3. İki duvar katmanı arasında uygulama

İki katman arasında yapılan uygulamalar, iki duvar arasına Ekstrüde polistren levhaların yerleştirilmesinden ibaret olup, uygulaması en kolay yöntemdir. Levha tabakasının arasına yerleştiği duvar konstrüksiyonları farklı kalınlıkta ve taşıyıcılıkta olabilir. Sandviç duvar olarak bilinen çift tabakalı duvarlar, boşluksuz veya boşluklu olabilirler.

Boşluksuz sandviç duvarlarda, duvar uygulaması dıştan içe doğru gerçekleştirilir. Dış yüzeyde taşıyıcı duvar katmanının hazırlanmasından sonra, levhalar iç yüzeyden uygulamadaki gibi duvar gövdesine tesbit edilir. İç duvar gövdesi boşluk bırakmaksızın hazırlanır. Bu uygulamada iki farklı duvar katmanının deprem anında birbirlerinden açılmaması için sık aralıklarla tel gergilerle birbirine bağlanmalıdır.



Detay 4.11. Sandviç duvar yalıtımı duvar döşeme birleşim detayı. (Mardav, 2000)

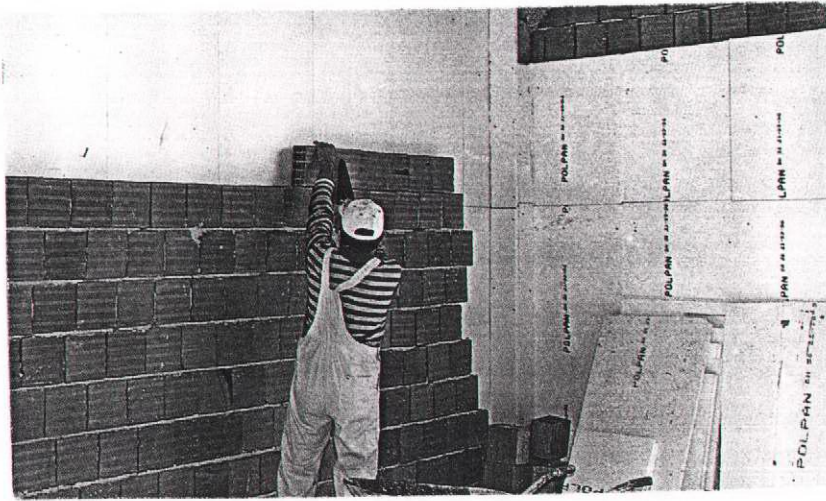


Resim 4.22. Boşluksuz sandviç duvarlarda ekstrüde polistren levha uygulaması.

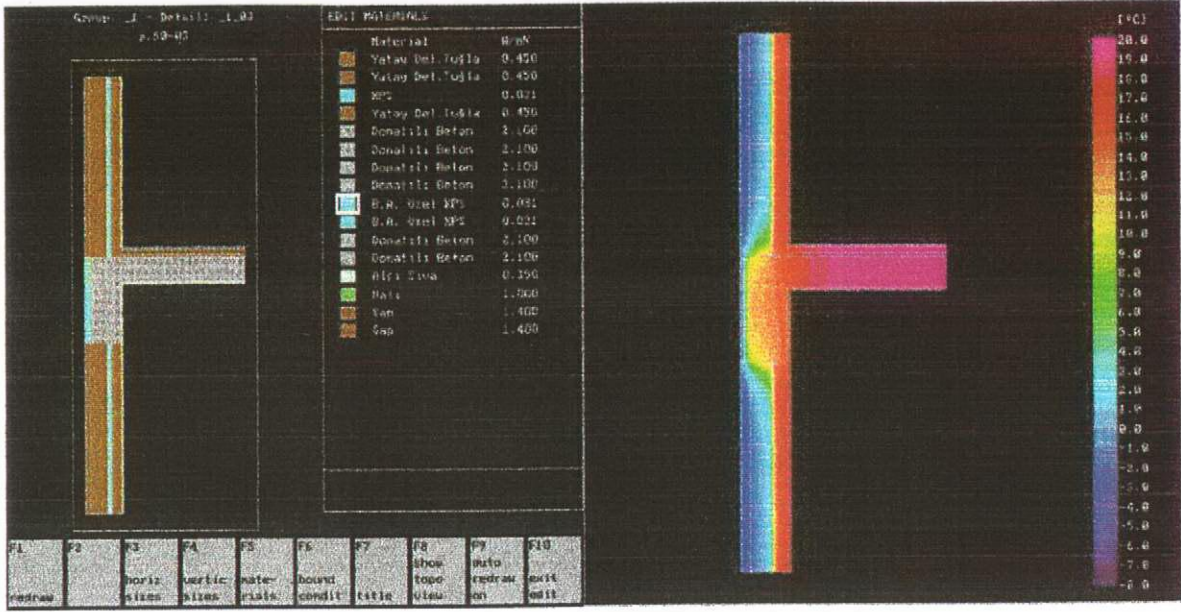
Boşluklu sandviç duvar uygulaması, genelde dışta ana taşıyıcı duvar, içte ise boşluk bırakıldıktan sonra tuğla vb. duvar gövdesi veya giydirme cephe özelliğindeki kaplayıcılardan oluşturulmaktadır. Dış tarafa gelen duvar gövdesinin örülmesi sonrasında, levhaların içten uygulanması esnasında duvar gövdesine yapıştırıldığı gibi yapıştırılır. Bu uygulama da dubel kullanımı duvar yüzeyinin boyutları ile ilgilidir. Eğer yükseklik 3mt'den fazla ise mutlaka dubel kullanmak gereklidir. Levhaların duvara bağlanmasından sonra, istenen boşluk bırakılarak iç yüzeydeki duvar veya kaplayıcı (alçıpan vb.) özel taşıyıcılarına monte edilerek duvar gövdesi tamamlanmış olur. Mekanik tesbit sistemleri ile yapılan dış duvar gövdesi iç yüzünden duvara yapıştırılan levhaların sıvanma gereksinimi yoktur.

Sandviç duvar uygulaması yoğuşma riskinin az olduğu uygulamalardır. Sandviç duvar uygulamalarında iç kaplama olarak alçı pano vb. kaplamalar kullanılacaksa tavan ve döşeme ile birleşme hatları panoların arkasına sürekli yapıştırma harcı ile duvara yapıştırılmalıdır. Bu yapıştırma sırasında alt ve üstte boşluk bırakılmaması durumunda, hava hareketinden dolayı ısı kayıpları ortaya çıkacaktır. Ayrıca yangın gazlarının duvara sızmalarını önlemek için yanıcı olmayan ısı izolasyon malzemeleri ile doldurulup, duvar boşluğu üstünden kapatılmalıdır.

İki duvar katmanı arasında uygulanan uygulama örneği (resim 4.23.) ve levhaların kesit içinde düzenlediği ısı transferi düzeyi (resim 4.24.) aşağıda gösterilmektedir.

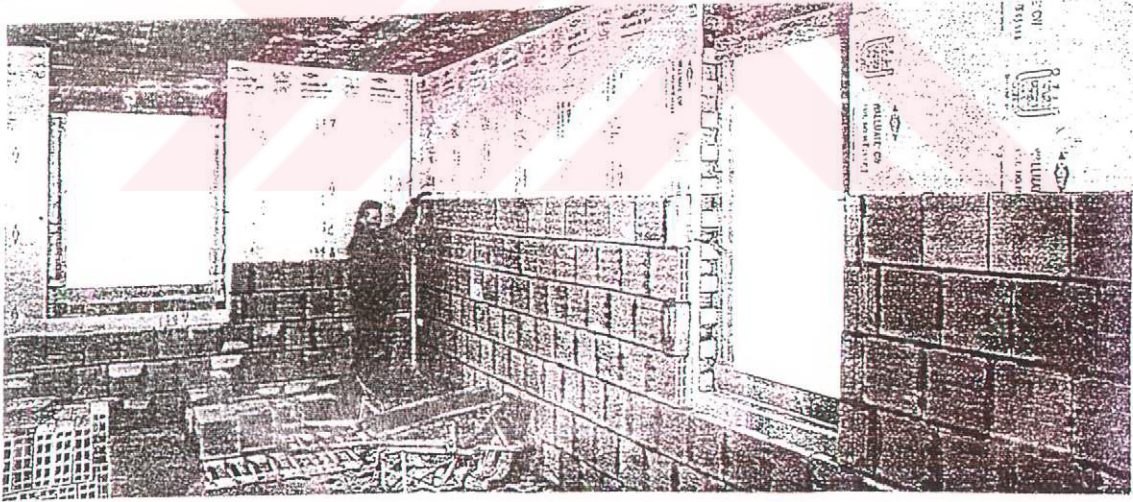


Resim 4.23. İki duvar katmanı arası levha uygulaması (BTM, 2000)



Resim 4.24. Duvar ve döşeme kesitinde ısı transfer durumu. (Korkmaz, 2000)

Yukarıda gösterilen ısı transferi resiminde iç tarafta kalan duvar gövdesinin ısısının yüksek, dış tarafta kalan duvar gövdesinin ısısının düşük olduğu, kiriş hizasında ısı köprüsü olduğu, iç mekanın mantolama uygulaması yapılmış uygulamalara oranla daha hızlı, içten levha uygulaması yapılan mekanlara göre daha yavaş ısıtılabilceği ve soğuyacağı anlaşılmaktadır.



Resim 4.25. Sandviç duvar uygulaması örneği.

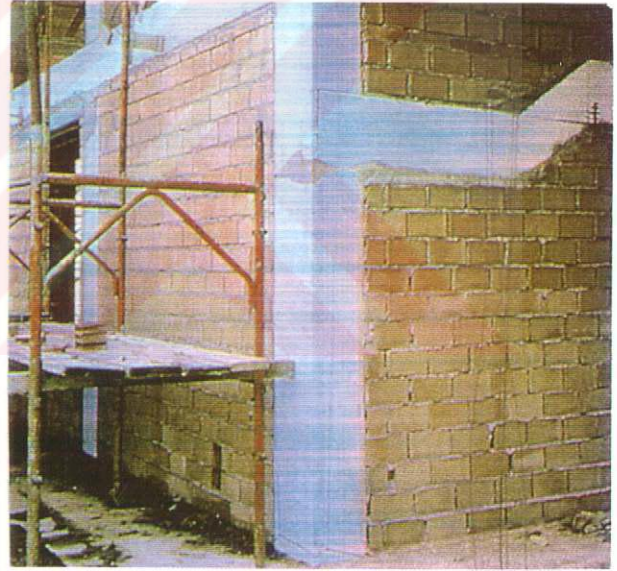
4.2.4. Isı köprüsü oluşturan taşıyıcı sistem dışına uygulama

Taşıyıcı sistemi oluşturan kolon, kiriş, döşeme kesiti gibi ısı geçirgenliği yüksek ve ısı köprüsü oluşturan bölgelerin cephede kapladıkları toplam alanın tüm cepheye oranı ihmal edilemeyecek kadar büyük düzeyindedir. Duvar gövdesindeki ısı yalıtımı ihtiyacının daha

kalın malzeme kullanarak karşılandığı durumlarda, oluşan ısı köprülerinin yalıtımını sağlamak için sadece bu yüzeylere dışta ekstrüde polistren uygulaması yapılabilir.

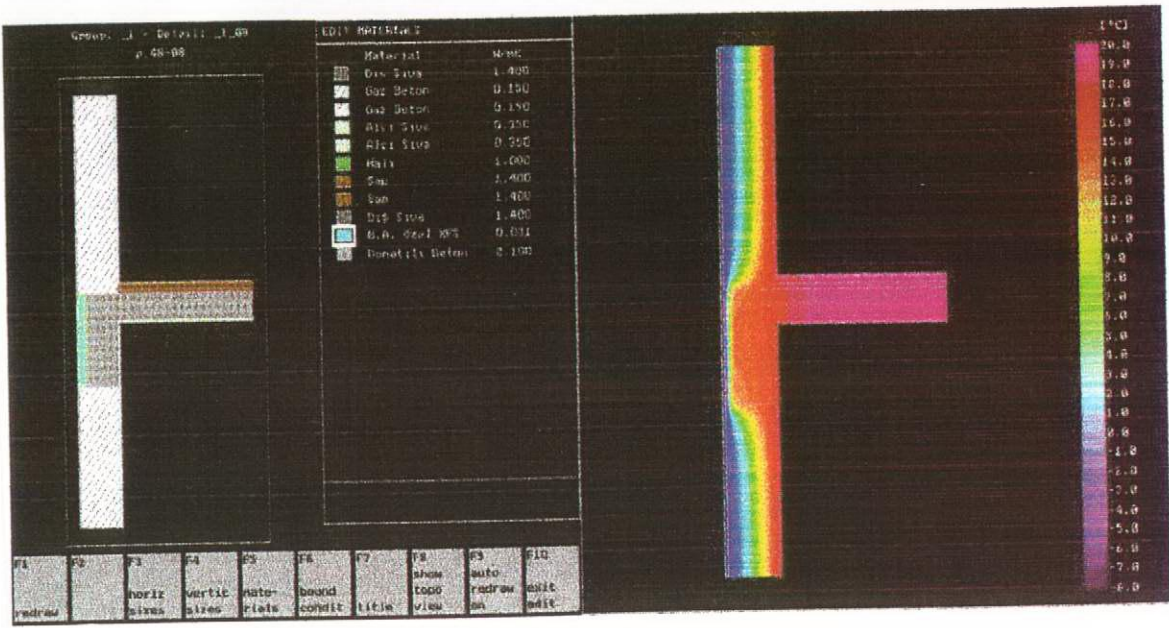
Isı geçirgenlik katsayısı yüksek olan betonarme taşıyıcı sistem gibi ısı köprüsü niteliğindeki yüzeylere ekstrüde polistren uygulamasının iki farklı yöntemi vardır.

Yöntemlerden ilki aynı dış cephe ekstrüde polistren uygulamasının adımları ile gerçekleştirilir. Diğer uygulama yöntemi ise ekstrüde polistren köpük levhaların beton dökülmeden kalıp içine yerleştirilmesi ile hem kalıp işlevi görmesi, zamandan ve malzemedan tasarruf sağlanması, hemde betonun prizi süresinde levhaların yüzeye aderansını sağlayan yöntemdir. Kalıp sökümünden sonra ekstrüde polistren malzeme yüzeyine sıva veya giydirme cephe uygulamasına hazır hale gelir. Her iki uygulamada da, dış cephe yüzeyine yapıştırılan levhalardan sonra boşluklara örülecek olan duvar karkası levha kalınlığı kadar dışarıda örülmesi ile dış duvar yüzeyinde düz bir yüzey elde edilir.



Resim 4.26. Isı köprüsü uygulamaları.

Levhaların ısı köprülerinin engellenmesi amacıyla kullanımının sonucunda, kesit içindeki ısı transferi aşağıdaki gibi oluşmaktadır. Bu resimden de anlaşıldığı gibi ısı yalıtım değeri yüksek olan malzemelerden hazırlanmış dış duvar karkasının içinde, ısı iletimi oldukça yüksek betonarme kolon ve kirişlerde oluşan ısı köprüsü oluşumunun azaltıldığı görülmektedir.



Resim 4.27. Duvar ve döşeme kesitinde ısı transfer durumu. (Korkmaz, 2000)

4.3. Ekstrüde Polistren Köpük Levhalarla Kurulan Dış Duvar Sisteminin Performansı

Isı tutucu malzeme olarak Ekstrüde polistren'in dış duvar sistemi içindeki performansı kendi teknik özelliklerinin yanı sıra, birlikte kullandıkları malzemelerle de ilişkilidir. Sistem içinde birlikte kullanıldığı duvar gereçleri ve uygulama malzemeleri ile bir bütün olarak çalışan malzemenin performansını, sistemin performansı olarak analiz etmek gereklidir. Bu açıdan sistemin göstermesi gereken performans aşağıdaki başlıklarda özetlenebilir.

- **Sistemin Isıl Performansı:**

Sistemin bir bütün olarak ısı geçirme katsayısı ısı geçişini belirleyen özelliğidir. Bu nedenle sistemin ısı geçirme katsayısı TS 825 de bölgelere göre belirlenen düzeyden küçük yada eşit olmalıdır. Duvar kesitinin toplam ısı geçirme katsayısı hesaplanarak, yapının bulunduğu bölge için belirlenmiş olan U değerinden daha düşük bir değerde olması gerekmektedir.

Sistemde ısı geçişine karşı en büyük direnci (λ) ısı geçirme katsayısı en düşük malzeme olan Ekstrüde Polistren Levha katmanı oluşturmaktadır. Bu sebeple Ekstrüde Polistren katmanının kalınlığını değiştirerek sistemin ısı yalıtım değerini kolaylıkla değiştirebiliriz.

Sistemi oluşturan tüm gereçlerin -20°C ile $+60^{\circ}\text{C}$ arasında ısı yalıtım değerleri değişmemelidir. Ani sıcaklık değişimlerinde zarar görmemeli, genleşme derzleri, köşeler ve tesbit noktalarında sıcaklık etkisi ile hasar meydana gelmemelidir.

- **Su ve nem ile ilgili performans:**

Yüzey kaplayıcısının yada ısı yalıtım katmanının su emmesi neticesinde gözenekler arasına giren su, ısı yalıtım özelliğinin azalmasına, malzemenin çürümesine ve küflenmesine sebep olur.

Yağmur suları ve sıçrama suları dış duvarların dış yüzlerinde etkili fiziksel etkenlerdir. Su emme özelliği sıfır olan Ekstrüde polistren levhaların yoğuşma suyu ve yağmur suyundan etkilenmediği gözlenmiştir. Üzerine uygulanan kaplayıcılarda (sıva, giydirme cephe malzemesi, boya vb.) su emme özelliğinin olmaması ve sistem bunlardan zarar görmemelidir. Bundan dolayı ısı yalıtım katmanı olarak kullanılan Ekstrüde polistren köpük levhanın su emme özelliğinin olmaması, su ile ilgili performans açısından olumlu sonuç oluşturmaktadır. Bu özelliği sebebiyle bazı uygulamalarda buhar kesici katman kullanmadan uygulama yapılabilmektedir.

Su emmeyen Ekstrüde polistren levhaların yapıların toprak altı ve toprak kotundan belli yüksekliğe kadar kullanılmasının malzemenin çürümeden özelliğini koruması sebebiyle performansını olumlu düzeyde tutmaktadır.

- **Yangın ile ilgili performans:**

Petrol türevi bir malzeme olan polistren hammaddeli ekstrüde polistren köpük levhalar yangın mukavemeti açısından zor alevlenebilen (B 1 sınıfı), ancak tamamen yanmaz olmayan ve yanınca zehirli gazlar oluşturan yapı malzemesi gurubuna girmektedir. Üretim esnasında içine konulan katkı malzemeleri sayesinde yanıcılığı geciktirilen levhaların kesit içindeki performansı, birlikte kullanıldığı malzemelerin yanıcılığı ile de ilgilidir.

Ekstrüde polistren levhaların en olumsuz özelliği olarak görülen yanabilme kabiliyeti ve yanınca zararlı gazlar oluşturması nedeniyle, kullanım detayları olarak yanmaz özellikte kaplayıcılarla ve yangının ilerlemesini engelleyecek detay çözümleri ile kullanılmalıdır.

Yüksek sıcaklıklar (+70 °C'den fazla) için kullanım olanağı olmayan levhaların yüzeyinin, yapı yüzeyindeki yüksekliği yangının ilerlemesi açısından da önemlidir. Zor alev alabilen ancak, yanma özelliği olan malzeme yüksek katlı yapılarda kullanımı esnasında sürekli olarak uygulanması yerine, 2 kat hizası kullanımından sonra araya yanmayan malzeme ile 1 kat boyunca ısı yalıtımı yapılması yangının kolay yayılmasını engelleyecektir.

- **Stabilite ile ilgili performans:**

Sistem, kendi ağırlığı, rüzgar kaynaklı emme kuvveti, sıcaklık sonucu oluşan gerilme ve olağan dışı şartlarda oluşan darbe kuvvetine karşı yeterli dayanıma sahip olmalı ve tutturma yüzeyinden ayrılma meydana gelmemelidir.

Sistem içinde stabilite açısından ekstrüde polistren malzemelerin rijitliğini sağlamak için daha önce açıklanan uygulama yöntemleri tam ve eksiksiz olarak uygulanmalıdır. Bunların içinde yeterli dubel kullanımı, köşelere alüminyum profil konulması gibi yöntemler bulunmaktadır. Duvar gövdesinde yalıtım tabakasını taşıyan katmanın stabilitesi yeterli olması durumunda uygulama yöntemleri tam olarak uygulanırsa stabilite açısından sorun oluşma ihtimali çok düşüktür.

- **Yapı elemanları ve taşıyıcı sistemdeki hareketler ile ilgili performansı:**

Sistemde, olağan şartlarda tutturulduğu yapı elemanları ile taşıyıcı sistemdeki hareketler sonucu çatlama veya tutturulma yüzeylerinden ayrılma meydana gelmemelidir. Ekstrüde polistren köpük levhalar elastik yapıları sayesinde tutturulduğu yüzeylerin hareketini belli bir noktaya kadar hasarsız geçirebilmektedir. Ancak uygulama kalitesine bağlı olarak ek yerlerinde ayrılmalar oluşabilmektedir. Bu gibi sorunları engellemek için sıva filesi olarak kullanılan malzemenin kaliteli olması ve bununla birlikte uygulamada bir kusur olmaması gerekmektedir.

- **Dayanıklılık ile ilgili performans:**

Olağan şartlarda sistemin yaşam süresi yapı ömrüne eşit olmalıdır. Ayrıca sistem bileşenleri, olağan şartlarda kimyasal ve fiziksel stabiliteye sahip olmalıdır, korozyona uğramamalıdır.

Birbiri ile uyumlu olmalıdır. Ekstrüde polistren köpük levhaların yanısıra uygulama gereçlerinin de aynı dayanıma sahip olmaları ve performanslarını korumaları gereklidir.

- **Isı köprüleri açısından performans:**

Levhaların kullanımı esnasında hiç bir şekilde ısı köprüsü oluşturmamak sistemin performansını arttıracak kriterdir. Ancak yapıyı dıştan tamamen mantolama yöntemi ile yalıtma yapılmayan uygulamalarda döşeme kesiti gibi noktalarda ısı köprüleri ve yoğuşma oluşabilmektedir.

Giydirme cephe uygulamasında cephe kaplayıcılarının duvar gövdesine montajını sağlayan montaj parçaları ve uygulama esnasında levhaların kenarından temizlenmeyen yapıştırıcının oluşturduğu ısı köprüsüde sistemin performansını azaltan uygulamalardır. Bunun için cephedeki ısı köprüsü niteliğindeki her detay mümkün olduğu kadar azaltılmalı, uygulama yöntemlerine tam olarak uyumlu, giydirme cephe parça ebatları büyütülerek montaj noktası sayısı azaltılmalı ya da kullanılan parçalar ısı köprüsü oluşturmayacak sert pvc vb. nitelikte olmalıdır.

- **Bakım performansı:**

Yapı ömrüyle aynı olması beklenen yalıtım ömrü bakım gereksinimi olarak, periyodik olarak herhangi bir gereksinim oluşturmamaktadır.

4.4. İncelenen Uygulamaların Performans Değerlendirmeleri ve Tesbit Edilen Problemler

Ekstrüde polistren köpük levha uygulamalarının, dıştan, içten, iki duvar katmanı, kolon ve kirişlerin yalıtılması uygulamalarına ait 22 farklı yapı üzerinde incelemeler yapılmıştır. Bu incelemeler, herhangi bir ölçüm aleti ve hesaplama metodu kullanmadan, kullanıcılarla yapılan görüşmeler ve yerinde yapılan durum tesbitleri ile yapılmış ve ekler bölümünde anlatılmıştır. İnceleme 4.3. nolu başlık altında anlatılan performans kriterlerine göre tekil olarak levhanın değil, levhaların içinde bulunduğu duvar sisteminin performansı olarak yapılmış ve aşağıda

bu incelemelerin sonuçları anlatılmıştır. Oluşan sonuçlar yine performans kriterlerine göre tablo halinde (Tablo 4.1.-s:65 de) sunulmuştur.

- **Sistemin Isıl Performansı:** İncelenen yapıları ısısal performansları kullanıcıların yorumlarına göre değerlendirilmiştir. Buna göre;

Dıştan yapılan ve konfor durumu tesbit edilebilen 9 yapıdan, 6'sının konforlu, 3'ünün konforsuz olduğu gözlenmiştir. Konforsuz olan yapılarda levhaların yalıtım amacıyla yapılmadığı, duvar dış yüzeyini düzeltme (yapı 1.10.) amacıyla yapıldığı, ya da duvar yüzeyinin tamamının levhalarla kaplanmamasından kaynaklandığı görülmüştür.

İçten yapılan uygulamalarda toplam 5 yapıdan 4'ünde konforlu, 1'inde konforsuz sonuç alındığı görülmektedir. Olumsuz olarak tesbit edilen yapıdaki sorunun eksik uygulamadan (yapı 2.1.) kaynaklandığı tesbit edilmiştir.

Sandviç duvar uygulamalarında ise toplam 5 yapıdan 2'sinde konforlu, 3'ünde konforsuz sonuç alınmıştır. Konforsuz olarak tesbit edilen yapılarda, pencere boşluklarının sera etkisi oluşturması ve ısı kayıpları oluşturacak doğramaların kullanılması gibi sorunların olduğu gözlenmiştir.

Bu sonuçlara ve gözlemlere dayanılarak tekil olarak Ekstrüde polistren sert köpük levhaların ısısal performansının olumsuz olduğundan sözetmek yanlış bir yaklaşım olacaktır. Her uygulama türünde konforlu ve konforsuz sonuçların oluşması yanında, oluşan sorunların detay seçim hatasından ya da uygulama hatasından kaynaklandığını görülmektedir.

Yalıtım uygulaması tam olarak yapılmış uygulamaların ısısal performansını etkileyen önemli bir sorun da, saydam yüzeylerden yapıya giren ışınların oluşturduğu sera etkisi sayesinde iç sıcaklığı artan yapının yalıtım levhaları nedeniyle duvar yüzeylerinden ısı kayıplarını engellemekte, duvar gövdelerinin ısı depolamasını sağlamaktadır. Bu durum özellikle yaz aylarında bunaltıcı mekanlar oluşturmaktadır. Bunu önlemek için, levha kullanılan yapılarda sera etkisini azaltacak cam kullanmak, yapay havalandırma sistemlerinin kullanılması gibi çözümler geliştirilebilir.

Oluşan ısı sorunlarının giderilmesi için yapıların fonksiyonuna uygun yalıtım uygulamasının eksiksiz ve yüksek kalite ile uygulanması gerektiği söylenebilir.

- **Su ve Nem ile ilgili performansı:** İncelenen yapıların hiçbirinde su ve nem sorunlarına rastlanmıştır. İç ve dış yüzeyde yoğuşma, küf ve mantarların oluştuğu görülmemiştir. Buradan varılabilecek sonuç Ekstrüde polistren köpük levhaların kesit içi ısı transferini azaltarak yoğuşma sorununa engel olduğu şeklinde söylenebilir.
- **Yangın ile ilgili performansı:** Ekstrüde polistren levhaların en büyük dezavantajı olarak tesbit edilen yanabilme özelliği için gerekli önlemlerin alınmadığı gözlenmiştir. Özellikle yüksek katlı yapılarda, dış yüzden yapılan uygulamalarda yangının ilerlemesini sağlayacak şekilde kullanılmış olan levhaların kullanımında yangın riskinin gözardı edildiği gözlenmiştir. Buna göre;

Dıştan yapılan 12 yapı arasında yangının yayılması açısından 1'inde olumlu, 11'inde olumsuz detaylandırma tesbit edilmiştir. Bu oranın yüksek olmasının sebebi levhaların yapıyı dıştan tam olarak bir kabuk olarak sarması ve levhaların yangın anında korunaksız olmasından kaynaklanmaktadır.

İçten ve iki duvar katmanı arasına yapılan uygulamalarda yangının yayılmasını geciktirme performansı açısından tüm yapılar olumlu olarak görülmüştür.

Yanma özelliği olan levhaların bu özelliği teknik olarak en elverişsiz özelliği olarak saptanmıştır. İncelenen örneklerden dıştan yapılan uygulamalarda bu özelliğin gözardı edildiği gözlemlenmiştir. Yüksek katlı yapılarda zeminden son kata kadar ekstrüde polistren levha ile kaplanmış olan yüzeyin, yangının bir katdan diğerine kolayca taşınmasını sağlamaktadır. Bu problemi ortadan kaldırmak için 2 kat seviyesinde ekstrüde polistren levha kullanımından sonra 1 kat seviyesinde yanmayan özellikte (taş yünü) levhalar kullanılmalıdır. Bunun dışında levhaların dış yüzeyleri yanmaz giydirme cephe levhaları ile kaplanarak yangın korunumu sağlanabilir.

- **Stabilite ile ilgili performansı:** Uygulamaların tamamında, yalıtım levhaları kendi ağırlığı, rüzgar yükleri, sıcaklık değişimleri gibi etkilerden zarar görmediği gözlenmiştir.

- **Mekanik dayanım ile ilgili performansı:** Mekanik dayanım yönünden;

Dıştan yalıtım uygulaması yapılan 12 yapıdan, 10'unda olumlu, 2'sinde olumsuz sonuçlar gözlenmiştir. Levha uygulamasının yapılmasından sonra levhaların zarara uğramasını sağlayacak uygulamalar yapıldığı gözlemlenmiştir. Bunlar tesisat borularının cephedeki levhalara zarar vererek döşenmesi, şantiye ortamında levhaların uygulama sonrası darbeler sebebiyle mekanik bozulmaya uğraması, bodrum kat dış duvarlarındaki levhaların toprak dolgu sayesinde mekanik bozulmaya uğraması şeklinde gerçekleşebilir.

Şantiye iş programının doğru yapılması ya da malzeme seçiminin amacına uygun yapılması ile bu tarz problemlerin oluşması engellenebilir.

İçten ve iki duvar katmanı arasında gerçekleştiren uygulamalarda mekanik dayanım performansını etkileyecek herhangi bir sorun gözlenmemiştir.

- **Taşıyıcı sistem hareketleri ile ilgili performansı:** İncelenen yapıların taşıyıcı sistem hareketleri ile performansını belirlemek için en kolay sonucu 17 Ağustos 1999 depremi sonrası yapıların durumu belirleyebilir. İncelemeler sonunda bu performansı üzerinde konuşulabilecek 19 yapıdan;

Dıştan uygulama yapılan 9 yapıdan tamamında olumlu sonuç gözlenmiştir.

İçten uygulama yapılan 5 yapıdan sadece 1'inde (yapı 2.1.) olumsuz sonuç gözlenmiştir. Bu yapıdaki sorunun yapı üretim sistemi sebebiyle, gerçekleşmesi kaçınılmaz bir sonuç olarak görülmüştür.

İki duvar katmanı arasına yapılan uygulamalardan (sandviç duvar) sadece 1'inde olumsuz sonuç gözlenmiştir. Bu yapıda gözlenen sorunun sandviç duvar uygulamasında iki duvar gövdesinin birbirine tam olarak bağlanmamasından kaynakladığı görülmüştür. Bu sonuçtan da yalıtım levhaları olumsuz olarak etkilenmiştir.

- **Dayanıklılık ile ilgili performansı:** Bakım gereksinimi olmadığı belirtilen levhaların bu özelliğini yapılan incelemeler de desteklemektedir. 22 yapıdan sadece dıştan

uygulama yapılmış 2 yapıda sorun yaşandığı gözlenmiştir. Bu sorunların da uygulama evresinde levhaların zarar görmesinden kaynaklandığı tesbit edilmiştir.

- **Isı Köprüleri açısından performansı:** Isı yalıtımı uygulaması, yalıtım yapılması istenen yapının ya da mekanın ısı kaçışını sağlayacak hiçbir nokta bırakmadan yalıtılması ile amacına ulaşır. Bu da ısı köprülerinin oluşmaması ile mümkündür.

İncelenen uygulamaların büyük çoğunluğunda ısı köprülerinin oluştuğu tesbit edilmiştir. Isı köprüleri; levhaların yapı dış duvarında yer yer boşluklar bırakarak ya da bazı kat hizalarında kullanılmaması şeklinde, levha uygulaması sonrası yapılan cephede levhayı zarara uğratacak uygulamaların (yağmur iniş borularının asılması vb.) yapılması, pencere boşluklarının kenarlarında eksik uygulanmaları şeklinde, giydirme cephe montaj elemanlarının ısı köprüsü oluşturması şeklinde, pencere boşluklarında kullanılan doğrama ve camların ısı direncinin az olması şeklinde, toprak altı kotta levha kullanılmaması şeklinde gerçekleşmiştir.

Isı köprülerinin oluşması sonucunda farklı katlar arasında farklı yakıt maliyetlerinin oluştuğu, mekan sıcaklıkları farkından dolayı hava akımı oluştuğu tesbit edilmiştir.

Tüm bu sonuçların tablo 4.1.'e yansımaları ise aşağıdaki gibi olmuştur.

Dıştan yapılan 12 yapıdan 3'ünde ısı köprüsünün oluşmadığı, 9'unda ısı köprüsünün oluştuğu görülmüştür. İçten yapılan 5 uygulamadan 4'ünde ısı köprüsü oluşmadığı, 1'inde ısı köprüsü sorununun yaşandığı tesbit edilmiştir. İki duvar katmanı arasına yapılan uygulamalarda ise 5 yapıdan 4'ünde ısı köprüsü olmadığı, 1'inde ise ısı köprüsü sorununun yaşandığı tesbit edilmiştir.

Fonk.	kat	süre	uyg.	kal. yeri	ısıt performans.		su, nem perf.		yangın perf.		stabilite p.		mekanik d.p.		taş. s.har. day.		dayanıklılık p.		ısı köprüleri		
					konforlu	konforsuz	konforlu	konforsuz	olumlu	olumsuz	olumlu	olumsuz	olumlu	olumsuz	olumlu	olumsuz	olumlu	olumsuz	olumlu	olumsuz	konforlu
1	konut	4	dış	5	Çamlıca	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2	konut	5	dış	5	Çamlıca	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
3	konut	4	dış	3	Kavacık	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
4	konut	2	dış	5	Kuzguncuk	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
5	konut	4	dış	3	Üsküdar	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
6	konut	2	dış	3	Koşuyolu	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
7	konut	3	dış	3	Etiler	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
8	konut	3	dış	5	Bahçeşehir	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
9	konut	2	dış	5	Levent	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
10	konut	3	dış	5	Levent	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
11	konut	12	dış	5	Maltepe	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
12	iş y.	4	dış	5	Kağıthane	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

13	konut	7	iç	5	Ataşehir	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
14	bebek	2	iç	5	Bebek	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
15	konut	7	iç	5	Dikilitaş	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
16	konut	4	iç	3	Şişli	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
17	konut	6	iç	3	Kavacık	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

18	ofis	8	san.	5	Kavacık	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
19	konut	2	san.	5	Sarıyer	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
20	konut	6	san.	3	Üsküdar	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
21	konut	6	san.	3	Şişli	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
22	iş y.	6	san.	5	Okmeydanı	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

tablo 4.1. İncelenen yapıların performans sonuçları.

Ekstrüde polistren köpük levha kullanılan 22 farklı yapı üzerinde yapılan gözlemlerde edinilen sonuçlara göre, performans kriterlerine direkt olarak etkisi olmayan ancak yapı açısından sorun olarak gözlenen bazı tesbitlerde aşağıda açıklanmıştır.

Bitmiş yüzey dalgalanmaları: Ekstrüde polistren levha üzerine son katman olarak sıva+boya kullanılan yapıların büyük çoğunluğunda sıva dalgalanmaları gözlenmektedir. Sıva dalgalanmalarının özellikle büyük alanlı cephelerde, güneş ışığının yansımalarıyla daha da belirgin olduğu tesbit edilmiştir.

Uygulama yöntemlerine göre 1. kat kaba sıva + 2. kat ince sıva şeklinde oluşturulan dış duvar yüzeyinde levha ek yerlerinin belirgin olması, yüzeyin dalgalı olmasının uygulama kalitesi ile ilgili olduğu düşünülmektedir. Levhaların duvar yüzeyine, mastarında düzgün olarak monte edilmemesi ya da monte edilen levhaların yapıştırıcı harcın kurumaması evresinde fiziksel etkilerle (çarpma, rüzgar, yapıştırıcının hacim değiştirmesi vb.) hareket etmesi, ıslak sıva katmanının yeterince düz oluşturulmaması, çelik mala yerine farklı sıva uygulama gerecinin kullanılması gibi etkenler bu problemi oluşturmaktadır.

Dalgalı yüzey üzerine uygulanan boya katmanının granül içermesi ve koyu renk olması, normal dış cephe boyalarına oranla dalgalanmaları daha fazla kapatmaktadır.

Problemin giderilmesi için sıva yüzey alanlarının küçük kullanılması, uygulama kurallarına harfiyen uyulması, kalın granül içeren boyaların kullanılması önerilebilir.

Yalıtım amacı dışında kullanılması: Ekstrüde polistren köpük levhalar ısı yalıtımının dışında yüzeyi bozuk olan dış yüzeylerin üzerine kaplanılarak yüzey düzeltme amacıyla da (Yapı no: 1.4-1.10) kullanılmaktadır. Bu uygulamada malzeme asıl işlevini dışında kullanılmakta, ve birim maliyetinin yüksekliği sebebiyle ekonomik bir uygulama olmadığı gözlemlenmiştir.

Sıva çatlakları: Gözlemlenen bazı yapılarda sıvaların çatladığı ve duvar yüzeyinde homojen olmayan çizgilerin olduğu tespit edilmiştir. Bu problemin uygulama kalitesinin yetersizliğinden kaynaklandığı düşünülmüştür. Sıva harcının yeterince karıştırılmaması, ya da su ile hazırlanan sıva karışımında oranların hatalı hazırlanması, ani sıcaklık değişimleri, ilk kat sıvanın kurumadan ikinci kat sıvanın uygulanması, çatlama yüzeylerinde ısı köprüsü

oluşturacak detayların olması çatlakları oluşturabilecek sebeplerdendir. Bunları engellemek için uygulama kurallarına harfiyen uyulmalıdır.

Üzerine malzeme tutturma imkanının olmaması: Gözenekli ve yumuşak yapısı sebebiyle, dış cephede ve dış duvar iç yüzeyinde yer alabilecek bazı gereçlerin montajının yapılamaması, yapılması durumunda da ısı köprüsü oluşturduğu ve levhaların zarar gördüğü gözlenmiştir. Bu nedenle ekstrüde polistren levha uygulanan duvarlarda duvar yüzeyine tespit edilecek gereçler için daha önceden uygun montaj detayları tesbit edilmelidir.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Isı yalıtımı uygulamalarının yapılmasında amaçlar, tez içeriğinde de vurgulandığı gibi, insanların yaşamları için gerekli ısı konfora sahip mekanlar yaratmak ve dolaylı olarak insan sağlığının korunması, yapıların ısı ve nem faktörlerinden dolayı zarar görmesini ve kullanım maliyetini en aza indirmek, yakıt tasarrufu sağlayarak, kullanıcı ve ülke ekonomisine fayda sağlamak şeklinde sıralanabilir. Tez çalışması süresince görülen, Ekstrüde polistren köpük levhaların bütün bu amaçlar için uygun bir malzeme olduğu, ancak olumlu özelliklerinin bulunduğu gibi olumsuz yanlarının da olduğudur. En belirgin olarak vurgulanabilecek olumsuz özellikleri, uygulama yöntemlerinin tam ve kaliteli bir düzeyde gerçekleştirilememesi durumunda amaca uygun sonuç alınamaması ve yanabilme özelliğinin olmasıdır. Yanlış uygulama sonucunda performans kriterlerinin tamamının etkilendiği söylenebilir. Yanabilme özelliği sayesinde ise eğer önlem alınmaz ise yapı için her zaman oluşabilecek yangın riskini genişletecek detaylar oluşturmaktadır. Bu özelliğin levhaların ısı yalıtımı işlevini en iyi şekilde sağladıkları, dıştan mantolama uygulamalarında problem oluşturduğu incelenen yapılarda gözlenmiştir.

Ülkemizde uygulanması zorunlu olan yönetmelikler bulunmasına rağmen, dış duvarlarda ısı yalıtımı faktörü gözardı edilerek yapılan uygulamalar gerçekleştirilmektedir. Öncelikli olarak bu şekilde yapı üreterek, yapı maliyetlerini kullanım esnasında çıkan maliyetlerden dolayı daha da yükseldiği bilincinin yerleşmesi gerekmektedir.

Ekstrüde polistren köpük levhaların uygulama ve kullanım esnasında oluşan problemleri ortadan kaldırmak için uygulama yöntemlerine tam olarak uymak gerekmektedir. Uygulama kusuru olmadan, yangına karşı uygun şekilde detaylandırılmış ve ısı yalıtımı amacına en uygun sonucu oluşturacak uygulama olarak, dış duvar dış yüzünden yapılan uygulamalar önerilmektedir. Bu uygulamada iskele gibi gereksinimlerin olmasına rağmen yapının tamamı aynı ısı koşullar altında olacak ve duvar ve döşeme malzemeleri ısı sorunlarından etkilenmeyecektir.

KAYNAKLAR

Altun, C., (1997), Buhar Difüzyonunun Dış Duvarların Nem ile İlgili ve Isıl Performansına Etkilerinin Değerlendirilmesinde Kullanılabilecek Bir Yaklaşım, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.

Altun, C., (1997), 'Dış Duvara Dıştan Uygulanan Isı Yalıtım Sistemleri ile İlgili Performans Gereksinimleri' 2. Isı-Ses-Su-Yangın Yalıtım Sempozyumu, 12-13 Aralık 1997, İzoder, İstanbul.

Aygün, M. ve Kuş H., (1997), 'Türkiye'deki Konut Binalarında Yalıtım İşlevine Bağlı Olarak Dış Kabuk Seçeneklerinin Belirlenmesi', 2. Isı-Ses-Su-Yangın Yalıtım Sempozyumu, 12-13 Aralık 1997, İzoder, İstanbul.

BİB, (2000), Binalarda Isı Yalıtım Yönetmeliği, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı

Ertaş, K., (2000), 'TS 825 Standardının Getirdikleri', İzolasyon Dünyası Dergisi, 26:8-10.

Evcil, N., (2000), Isı İzolasyonu ve Dış Duvarların Enerji Etkin Yenilenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.

Hinginar, F., (1997), 'Konutlarda Isı Yalıtımının Önemi', Yapı Dergisi İzolasyon Özel Ek,8.

Işkel, K., (1997), 'Yapı Sektöründe Yalıtımın Yeri', Yapı Dergisi İzolasyon Özel Ek,6.

İzocam, (2000), Isı İzolasyonu, İzocam Yayınları, İstanbul.

Kayaarası, Y., (1997), 'Türkiye'de Isı İzolasyonu ile Enerji Tasarrufu Sağlanması, Hava Kirliliğinin Önlenmesi, Mevcut Durumun Batı Ülkeleri ile Karşılaştırılması', Yapı Dergisi İzolasyon Özel Ek, 10-12.

Kahraman. F., (1999) Isı Tutucu Malzemeler ve Yapılarda Uygulama Olanaklarının Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.

Korkmaz, G., (2000) 'Yapı Denetimi Kapsamı İçinde Yeni Isı Yalıtımı Yönetmeliğinin Önemi' İzolasyon Dünyası Dergisi, 26:16-18.

Korkmaz, G., (2000), Yeni Yönetmeliğ Uygun Yalıtım ve Duvar Dolgu Malzeme Seçiminde Optimizasyon, Madav, İstanbul.

Kutlu, A., (1999), Isı Kayıplarının Azaltılmasını Hedefleyen Bina Kabuğunun Bina Formuna Bağlı Olarak Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.

Oymael, S., (1997), Yapı Fiziği Ders Notları, Fırat Üniversitesi Yayınları, İstanbul.

Toydemir, N., Gürdal, E. ve Tanaçan L., (2000), Yapı Elemanı Tasarımında Malzeme, Literatür Yayınları, 39, İstanbul.

TSE, (1996), Isı Yalıtım Malzemeleri-Binalar İçin-Fabrikasyon Olarak Ekstrüzyonla İmal Edilen Polistren Köpük-Özellikler, Türk Standartları Enstitüsü.

TSE, (1999), Binalarda Isı Yalıtım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü.

Ulusoy, M., (1994), 'İstanbul Yöresi İçin Isıtma Enerjisi Korunumu Açısından Uygun Bina Kabuğu Alternatiflerinin İç Yüzey Sıcaklığına Bağlı Olarak Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.

Yıldız, A., (1998), Konut Dış Duvarlarında Isı Yalıtımı Sürekliliğinin Sağlanması Üzerine Bir İnceleme, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.

Yılmaz, H., (1994), 'Isı Tutucu Olarak Kullanılan Malzemelerin Tanıtımı', Isı ve Su Yalıtımında Yenilikler Sempozyumu, 20 Ocak 1994, Yapı Endüstri Merkezi, İstanbul

Zorer, G. ve Akdağ, N., (1997), 'Yapı Kabuğu Kesitlerinin Isı ve Ses Yalıtım Özellikleri Açısından Değerlendirilmesi', 2. Isı-Ses-Su-Yangın Yalıtım Sempozyumu, 12-13 Aralık 1997, İzoder, İstanbul

İ.B.Ş.B., (1998). 'Mevcut ve Yeni Binalarda Isı Kayıplarının Önlenmesinde Dikkat Edilecek Hususlar', İstanbul Büyük Şehir Belediyesi Yayınları, İstanbul

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı İstatistikleri, (2000), Ankara

Eriç, M., (1994) Yapı Fiziki ve Malzemeleri, Literatür Yayınları, İstanbul

Pastacıoğlu, B., (1994) Yapı Malzemesi Esasları, Cilt, İstanbul

Gürdal, E., (1990) Isı Yalıtımı ve Isı Yalıtımı Malzemesi, İnşaat Dergisi, İstanbul

Özduran, M. S., (1996) Yapıların Isı Yalıtımında Kullanılan Polistren Sert Köpük Malzemenin Dünyada ve Türkiyede Gelişimi, Dizayn-Konstrüksiyon Dergisi Haziran 1996, İstanbul

İzocam, (2000) Ürün Katalogları, İzocam Yayınları, İstanbul

Mardav, (2000) Ürün Katalogları, Mardav Yayınları, İstanbul

BTM, (2000) Ürün Katalogları, BTM yayınları, İstanbul

Ode, (2000) Ürün Katlogları, Ode yayınları, İstanbul

www.izocam.com

www.mardav.com

EKLER:

EK 1. Dış Duvar Dış Yüzünden Yapılmış Uygulamalar

EK 2. İç Yüzeyden Yapılmış Uygulamalar

EK 3. İki Duvar Katmanı Arası Yapılan Uygulamalar



EKLER

Bu bölümde dış duvar dış yüzünden, iç yüzünden, iki duvar katmanı arasında (sandviç duvar) ve ısı köprüleri yalıtımı amaçlı olarak, ekstrüde polistren levha uygulama safhasında ve uygulama sonrası belli süreler kullanılmış olan yapılarla ilgili örnekler performans kriterlerinin gözlemlenmesi sonucu oluşan tesbitler açıklanmaktadır. Gözlemler rakamsal bulgular yerine kullanıcı yorumları ve direkt gözle görülebilen duruma göre yapılmış ve bulgular direkt olarak görülen sonucun anlatılması metoduyla sunulmuştur. Buna göre 13 farklı yapının üzerinde yapılan inceleme sonuçları tek tek aşağıdaki gibidir.

EK 1 Dış Duvar Dış Yüzünden Yapılmış Uygulamalar

- **Yapı no: 1.1.**



Resim E.1. Yapı 1.1., dıştan görünüşü.

- **Yapı Fonksiyonu / Kat Sayısı / Yeri:** Konut / z+3 kat / Çamlıca-İstanbul
- **Uygulamadan sonra geçen süre:** 4 Yıl

- **Kesit Malzemeleri:** İç sıva + 13.5 cm tuğla duvar gövdesi + dış sıva + 5 cm Ekstrüde Polistren Levha + E.P.L. dış sıvası + grenli boya
- **Ekstrüde Polistren Uygulama Metodu:** İlk yapımda, dıştan mantolama yöntemi ile 1. kat hizasındaki 1m genişliğindeki çıkmanın altı dahil, çatıya kadar.
- **Isıtma gereci:** Panel radyatör.
- **Dış Yüzey Durumu:** Temiz, Çatlama ve kabarma vs. yok.
- **İç Yüzey Durumu:** Temiz, yoğuşma, boyada kabarma vs. görüntüsü yok.
- **Gözlemler ve Tesbitler:** Dış duvar yüzeyinde çatlama, kabarma, yağmurdan vb. dış hava koşullarından dolayı fiziksel bozulma oluşmadığı görülmüştür. Güneşin dış cepheye geldiği zamanlarda sıvadaki bozukluklar, levhaların ek yerindeki izler ve gölgelenmeler gözlenmiştir. Dış sıva üzerine uygulanan tekstür ve boya malzemesinin dış sıvadaki dalgalanmaları kapatmaması cephede kötü görüntü oluşturmuştur.

Zemin kat dış duvarlarında ısı yalıtımı yapılmaması sebebiyle, kış ayında zemin katın üst katlara göre ısınmasının daha geç olduğu ve zemin kat ısıtma maliyetinin üst kat ısıtma maliyetine oranla %30 daha fazla harcama yapıldığı öğrenildi.

- **Sistemin Isıl Performansı:** Isıtma kaynağının kapatılmasından sonra mekanların sıcaklığının uzun süre aynı düzeyde kaldığı, soğumanın yavaş olduğu kullanıcıların verdiği bilgidir.
- **Su ve Nem ile ilgili performansı:** Duvar iç yüzeyinde yoğuşma, mantar oluşumu kabarma vs. yoktur. Aynı zamanda dış yüzeyde kabarma vs. oluşmamıştır.
- **Yangın ile ilgili performansı:** Dış duvar ekstrüde polistren levha ile mantolanan dış yüzeyi yangının ilerlemesini sağlayacak niteliktedir.

- **Stabilite ile ilgili performansı:** Sistem içindeki yalıtım levhaları kendi, ağırlığı, rüzgar yükleri, sıcaklık değişimleri gibi etkilerden zarar görmemiştir.
- **Mekanik dayanım ile ilgili performansı:** Dış yüzeyde oluşabilecek darbelerden dolayı herhangi bir bozulma gözlenmemiştir.
- **Taşıyıcı sistem hareketleri ile ilgili performansı:** 17 Ağustos 1999 depremini yaşayan yapıda taşıyıcı sistemin ve levhaların herhangi bir zarar görmediği öğrenilmiştir.
- **Dayanıklılık ile ilgili performansı:** Uygulama sonrası 4 yıl içinde levhaların bozulmaya uğramadığı ve performansında azalma olmadığı ve bakım gerektirmediği öğrenilmiştir.
- **Isı Köprüleri açısından performansı:** Zemin katta yalıtım levhalarının kullanılmaması ve levha uygulamasının çıkma altında bitirilmesi zemin kat dış duvarlarında ve 1 kat döşemesinde ısı köprüsü oluşturmaktadır.
- **Yapı no: 1.2.**



Resim E.2. Yapı 1.2., dıştan görünüşü.

- **Yapı Fonksiyonu / Kat Sayısı / Yeri:** Mağaza-Konut / z+ 4 kat / Çamlıca-İstanbul
- **Uygulamadan sonra geçen süre:** 4 Yıl
- **Kesit Malzemeleri:** İç sıva + 13.5 cm tuğla duvar gövdesi + dış sıva + 5 cm Ekstrüde Polistren Levha + E.P.L. dış sıvası + grenli boya
- **Ekstrüde Polistren Uygulama Metodu:** İlk yapımda, dıştan mantolama yöntemi ile 1. kat hizasında 1 mt genişliğindeki çıkmanın altı hariç, çatıya kadar.
- **Isıtma gereci:** Panel radyatör
- **Dış Yüzey Durumu:** Temiz, Çatlama ve kabarma vs. yok.
- **İç Yüzey Durumu:** Temiz, yoğunlaşma, boyada kabarma vs. görüntüsü yok.
- **Gözlemler ve Tesbitler:** Dış duvar yüzeyinde çatlama, kabarma, yağmurdan vb. dış hava koşullarından dolayı fiziksel bozulma oluşmadığı görülmüştür. Güneşin dış cepheye geldiği zamanlarda sıvadaki bozukluklar, levhaların ek yerindeki izler ve gölgelenmeler gözlenmiştir. Dış sıva üzerine uygulanan tekstür ve boya malzemesinin dış sıvadaki dalgalanmaları kapatmaması cephede kötü görüntü oluşturmuştur.

Zemin kat dış duvarlarında ısı yalıtımı yapılmaması sebebiyle, kış ayarında zemin katın üst katlara göre ısınmasının daha geç olduğu öğrenilmiştir. 1. kat hizasında başlayan çıkmanın altında yalıtım levhasının kullanılmaması ısı köprüsü oluşturmaktadır.

- **Sistemin Isıl Performansı:** Levhaların kullanıldığı katlarda ısısal konforun yeterli olduğu, ısıtma kaynağının kapatılmasından sonra mekanların sıcaklıklarının uzun süre yüksek kaldığı kullanıcıların verdiği bilgidir. Yaz aylarında iç ortam sıcaklığının pencerelerden kaynaklanan sera etkisiyle arttığı yüksek sıcaklığın uzun süre rahatsızlık edecek düzeyde olduğu öğrenilmiştir.

- **Su ve Nem ile ilgili performansı:** Duvar iç yüzeyinde yoğuşma, mantar oluşumu kabarma vs. yoktur. Aynı zamanda dış yüzeyde kabarma vs. oluşmamıştır.
- **Yangın ile ilgili performansı:** Dış duvarlarda mantolama uygulaması yapılan dış yüzey yangının ilerlemesini sağlayacak niteliktedir.
- **Stabilite ile ilgili performansı:** Sistem içindeki yalıtım levhaları kendi, ağırlığı, rüzgar yükleri, sıcaklık değişimleri gibi etkilerden zarar görmemiştir.
- **Mekanik dayanım ile ilgili performansı:** Dış yüzeyde oluşabilecek darbelerden dolayı herhangi bir bozulma gözlenmemiştir.
- **Taşıyıcı sistem hareketleri ile ilgili performansı:** 17 Ağustos 1999 depremini yaşayan yapıda levhaların herhangi bir zarar görmediği öğrenilmiştir.
- **Dayanıklılık ile ilgili performansı:** Uygulama sonrası 4 yıl içinde levhaların bozulmaya uğramadığı, performansında azalma olmadığı ve bakım gerektirmediği öğrenilmiştir.
- **Isı Köprüleri açısından performansı:** Zemin katta yalıtım levhalarının kullanılmaması ve levha uygulamasının çıkma altında bitirilmesi zemin kat dış duvarlarında ve 1 kat döşemesinde ısı köprüsü oluşturmaktadır.
- **Yapı no:** 1.3.
- **Yapı Fonksiyonu / Kat Sayısı / Yeri:** Konut / z+3 Kat / Kavacık-İstanbul
- **Uygulamadan sonra geçen süre:** 3 yıl
- **Kesit Malzemeleri:** İç sıva + 20 cm gazbeton + 3 cm Ekstrüde Polistren Levha + E.P.L. dış sıvası + grenli boya
- **Ekstrüde Polistren Uygulama Metodu:** İlk yapımda toprak kotu hizasından çatıya mantolama.



Resim E.3. Yapı 1.3, dıştan görünüş.

- **Isıtma gereci:** Panel radyatör.
- **Dış Yüzey Durumu:** Temiz, çatlama yok, levha ek yerleri belli oluyor, sıvada kabarıklık ve dalgalanmalar var.
- **İç Yüzey Durumu:** Sıvada, boyada kabarma ve bozulma yok. Yoğuşma belirtisi yok.
- **Gözlemler ve Tesbitler:** Dış duvar yüzeyinde çatlama, kabarma, yağmurdan vb. dış hava koşullarından dolayı fiziksel bozulma oluşmadığı görülmüştür. Güneşin dış cepheye geldiği zamanlarda sıvadaki bozukluklar, levhaların ek yerindeki izler ve

gölgelenmeler gözlenmiştir. Dış sıva üzerine uygulanan tekstür ve boya malzemesinin dış sıvadaki dalgalanmaları kapatmaması cephede kötü görüntü oluşturmuştur.

Dış duvar kesitinde ısı yalıtımı özelliği olan gazbeton ve ekstrüde polistren levhanın birlikte kullanılması ısısal konforu sağlamıştır.

- **Sistemin Isıl Performansı:** Isısal konfor kullanıcılar açısından yeterli olarak tanımlanmıştır. Gazbeton duvar gövdesinin ekstrüde polistren levhalar ile birlikte kullanılması kesitin ısısal konforunu arttırmıştır.
- **Su ve Nem ile ilgili performansı:** Duvar iç yüzeyinde yoğuşma, mantar oluşumu kabarma vs. yoktur. Aynı zamanda dış yüzeyde kabarma vs. oluşmamıştır.
- **Yangın ile ilgili performansı:** Dış duvar dış yüzeyi yangının ilerlemesini sağlayacak niteliktedir.
- **Stabilite ile ilgili performansı:** Sistem içindeki yalıtım levhaları kendi, ağırlığı, rüzgar yükleri, sıcaklık değişimleri gibi etkilerden zarar görmemiştir.
- **Mekanik dayanım ile ilgili performansı:** Dış yüzeyde oluşabilecek darbelerden dolayı herhangi bir bozulma gözlenmemiştir.
- **Taşıyıcı sistem hareketleri ile ilgili performansı:** 17 Ağustos depremini yaşayan yapıda levhaların herhangi bir zarar görmediği öğrenilmiştir
- **Dayanıklılık ile ilgili performansı:** Uygulama sonrası 4 yıl içinde levhaların bozulmaya uğramadığı ve performansında azalma olmadığı ve bakım gerektirmediği öğrenilmiştir.
- **Isı Köprüleri açısından performansı:** Toprak üstü kotundan ve çatıda saçak alt kotuna kadar devam eden yalıtım levhaları zemin kat döşemesinde ve saçak betonunda ısı köprüsü oluşmasını sağlamaktadır.

- **Yapı no:** 1.4.



Resim E.4. Yapı 1.4, dıştan görünüş

- **Yapı Fonksiyonu / Kat Sayısı / Yeri:** Konut / b+z+1 kat / Kuzguncuk-İstanbul
- **Uygulamadan sonra geçen süre:** 2 yıl
- **Kesit Malzemeleri:** Alçıpan kaplama + yığma taş duvar + 5 cm Ekstrüde polistren levha + E.P.L. dış sıvası + tekstürlü boya.
- **Ekstrüde Polistren Uygulama Metodu:** Sonradan yapım ile 1. kat hizasında dış duvar yüzeyini düzeltme ve ısı izolasyonu sağlama amaçlı mantolama.
- **Isıtma gereci:** Panel radyatör.
- **Dış Yüzey Durumu:** Temiz, çatlama ve kabarma yok. Levha ek yerleri az da olsa belli oluyor.
- **İç Yüzey Durumu:** Temiz, yoğuşma ve bozulma belirtisi yok.

- **Gözlemler ve Tesbitler:** Dış cephede bozulma olmadığı, cephe boyutlarının küçük olması sebebiyle aynı yöntemle uygulanan farklı uygulamalarda oluşan sıva dalgalanmalarının olmamasını sağlamıştır. Gözlenen bir çok örnekte aynı kusurun oluşması işçilik kalitesiyle ilgili olduğu kadar, yüzey genişliği ile de ilgili bir sonuç olduğu söylenebilir.
- **Sistemin Isıl Performansı:** Üst kat hizasında yüzey düzeltme amacıyla kullanılan levha uygulaması, zemin kat ile 1. kat arasındaki galeri boşluğundaki hava akımı nedeniyle ısısal konforu yeterince etkilememektedir.
- **Su ve Nem ile ilgili performansı:** Duvar iç yüzeyinde yoğuşma, mantar oluşumu kabarma vs. yoktur. Aynı zamanda dış yüzeyde kabarma vs. oluşmamıştır.
- **Yangın ile ilgili performansı:** Tek kat hizasındaki uygulama yapı dış cephesinde yangının büyümesini sağlayacak şekilde konumlandırılmıştır.
- **Stabilite ile ilgili performansı:** Sistem içindeki yalıtım levhaları kendi, ağırlığı, rüzgar yükleri, sıcaklık değişimleri gibi etkilerden zarar görmemiştir.
- **Mekanik dayanım ile ilgili performansı:** Dış yüzeyde oluşabilecek darbelerden dolayı herhangi bir bozulma gözlenmemiştir. Üst kotlarda yer alan levhalar darbeye maruz kalmamaktadır.
- **Taşıyıcı sistem hareketleri ile ilgili performansı:** 17 Ağustos 1999 depremini yaşayan yapıda taşıyıcı sistemin ve levhaların herhangi bir zarar görmediği öğrenilmiştir.
- **Dayanıklılık ile ilgili performansı:** Uygulama sonrası 2 yıl içinde levhaların bozulmaya uğramadığı ve performansında azalma olmadığı ve yüzey boyasının yenilenmesi dışında bakım gerektirmediği öğrenilmiştir.

- **Isı Köprüleri açısından performansı:** Isı iletim değeri yüksek olan yığma taş duvarlar zemin katta ciddi ısı köprüsü oluşturmaktadır. Levha uygulaması yapılan yüzeylerde ısı köprüsü oluşturacak detaylar görülmemiştir.
- **Yapı no: 1.5.**



Resim E.5 Yapı 1.5, dıştan görünüş.

- **Yapı Fonksiyonu / Kat Sayısı / Yeri:** Konut / 4 kat / Üsküdar-İstanbul
- **Uygulamadan sonra geçen süre:** 2 yıl
- **Kesit Malzemeleri:** iç sıva + 20 cm gazbeton + 3 cm Ekstrüde polistren levha + kaplama tuğlası.
- **Ekstrüde Polistren Uygulama Metodu:** Toprak kotundan itibaren yapının doğu cephesindeki sıva kısım hariç olmak üzere çatıya kadar mantolama.
- **Isıtma sistemi:** Yerden ısıtma.

- **Dış Yüzey Durumu:** Tuğla kaplama olan kısımda herhangi bir bozulma yok, ekstrüde polistren levha üstüne sıva yapılan kısımlarda sıvada küçük çatlama, boyada homojen olmayan bozulmalar görülmektedir.
- **İç Yüzey Durumu:** Ekstrüde polistren levha uygulanan yüzeyle, uygulanmayan yüzeyin birleştiği noktada iç yüzde bir nemlenme gözlenmiştir. Ancak bu yapı geneline göre büyük bir alan kaplamamaktadır. Sorun iki farklı malzemenin birleşim noktasındaki işçilik hatasından oluşmuştur.
- **Gözlemler ve Tesbitler:** Dış cephede gözlenen çatlak ve boya bozuklukları aynı yöntem ile yapılan farklı uygulamalarda gözlenmediği için uygulama kalitesinin yetersizliğinden kaynaklandığı düşünülmüştür. Sıva harcının yeterince karıştırılmaması, ya da su ile hazırlanan sıva karışımında oranların hatalı hazırlanması, ani sıcaklık değişimleri, ilk kat sıvanın kurumadan ikinci kat sıvanın uygulanması, çatlama yüzeylerinde ısı köprüsü oluşturacak detayların olması gözlenen neticeyi oluşturacak sebepler olabilir.

Kaplama tuğlası boyutlarına göre kanalları olan Ekstrüde polistren levhalarının kullanıldığı dış duvarda doğu cephesinde levha kullanımının kesilmesi ve gazbeton üzerine sıva detayına geçilmesi sebebiyle oluşan aynı duvardaki malzeme farklılaşması yağmur suyunun bu noktalardan iç yüzeyi etkilemesini ve yalıtım yapılmayan duvar yüzeyinde soğuk hissinin daha fazla olmasını sağlamıştır.

Dış duvarlarda yalıtım yapılmayan yerlerin olması yapılan yalıtımın işlevini gerçekleştirmesini engellemektedir. Mekanı ve yapıyı ısı kaçıışı sağlayacak hiçbir boşluk bırakmadan yapılan yalıtım uygulaması amacına uygun olarak yapılan yalıtım uygulamasıdır. Bu uygulamada amacın düzgün yüzey sağlamak ve tuğla uygulamasını kolaylaştırmak için yapıldığı gözlenmiştir. Bu amaçla Ekstrüde polistren uygulamasının maliyetinin yüksek olması ve ısı yalıtım işlevinin gerçekleşmemesi olumsuzdur.

Bu uygulamadan sonuç olarak aynı duvar yüzeyinde malzeme değişim detaylarının doğru çözülmesini ve uygulama kalitesinin iyi olmasının gerektiği çıkartılabilir.

- **Sistemin Isıl Performansı:** Yapı dış duvarlarında bazı bölgelerde levha uygulamasının yapılmaması iç yüzey sıcaklığının bu bölgelerde daha düşük olduğu ve bu bölgelere gelen odaların kış aylarında daha serin olduğu ve daha hızlı soğuduğu öğrenilmiştir.
- **Su ve Nem ile ilgili performansı:** Duvar iç yüzeyinde yoğuşma, mantar oluşumu kabarma vs. yoktur. Aynı zamanda dış yüzeyde kabarma vs. oluşmamıştır.
- **Yangın ile ilgili performansı:** Levhaların üzerinde kaplama pres tuğla olması yangının levhaları etkilemesini geciktirmektedir. Ancak yapı boyunca levhaların aralıksız olarak yükselmesi yangın emniyeti açısından olumsuzdur.
- **Stabilite ile ilgili performansı:** Sistem içindeki yalıtım levhaları kendi, ağırlığı, rüzgar yükleri, sıcaklık değişimleri gibi etkilerden zarar görmemiştir.
- **Mekanik dayanım ile ilgili performansı:** Dış yüzeyde oluşabilecek darbelerden dolayı herhangi bir bozulma gözlenmemiştir.
- **Taşıyıcı sistem hareketleri ile ilgili performansı:** 17 Ağustos 1999 depremini yaşayan yapıda taşıyıcı sistemin ve levhaların herhangi bir zarar görmediği öğrenilmiştir.
- **Dayanıklılık ile ilgili performansı:** Uygulama sonrası 2 yıl içinde levhaların bozulmaya uğramadığı ve performansında azalma olmadığı ve yüzey boyasının yenilenmesi dışında bakım gerektirmediği öğrenilmiştir.
- **Isı Köprüleri açısından performansı:** Dış duvarın bazı bölgelerinde levhaların kesit içinde kullanılmadığı yerler ve saçak çıkması ısı köprüsü oluşturmaktadır.
- **Yapı no:** 1.6.
- **Yapı Fonksiyonu / Kat Sayısı / Yeri:** Konut / z+1 / Koşuyolu-İstanbul
- **Uygulamadan sonra geçen süre:** 3 yıl



Resim E.6. Yapı 1.6, dıştan görünüş.

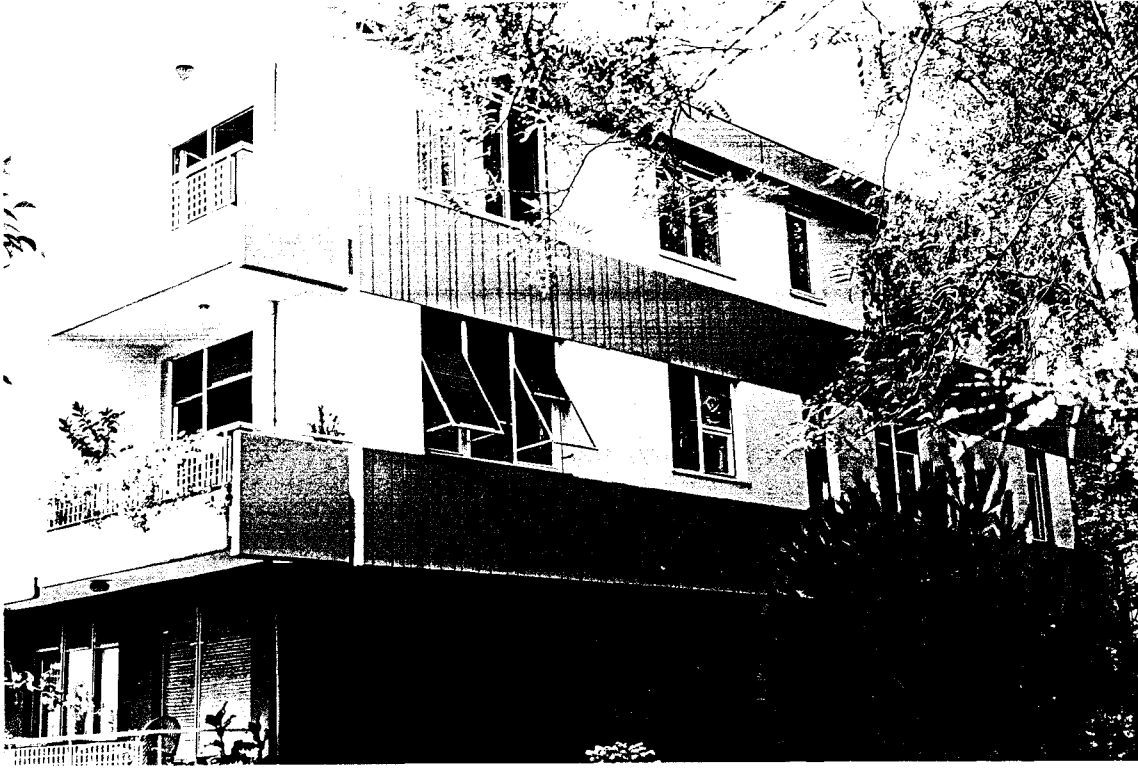
- **Kesit Malzemeleri:** İç sıva + 15 cm gazbeton + dış sıva + 3 cm Ekstrüde polistren levha + E.P.L. dış sıvası + tekstürlü boya
- **Ekstrüde Polistren Uygulama Metodu:** İlk yapımda toprak hizasından çatıya kadar mantolama
- **Isıtma gereci:** Panel radyatör.
- **Dış Yüzey Durumu:** Geniş yüzeylerde sıva dalgalanmaları var, dar yüzeyler düzgün.
- **İç Yüzey Durumu:** Temiz, yoğuşma belirtisi yok.
- **Gözlemler ve Tesbitler:** Dış yüzeylerde gözlenen durum genel incelenen örneklere oranla sıva dalgalanmalarının daha az olduğu görülmüştür. Uygulamanın sorunsuz sürdüğü, kullanım süresi boyunca dış cephe boyasının 1 kez yenilendiği uygulayıcı ve malsahibinden öğrenilmiştir.

- **Sistemin Isıl Performansı:** Levhaların kullanıldığı katlarda ısısal konforun yeterli olduğu, ısıtma kaynağının kapatılmasından sonra mekanların sıcaklıklarının uzun süre yüksek kaldığı kullanıcıların verdiği bilgidir.
- **Su ve Nem ile ilgili performansı:** Duvar iç yüzeyinde yoğuşma, mantar oluşumu kabarma vs. yoktur. Aynı zamanda dış yüzeyde kabarma vs. oluşmamıştır.
- **Yangın ile ilgili performansı:** Dış duvar dış yüzeyi yangının ilerlemesini sağlayacak niteliktedir.
- **Stabilite ile ilgili performansı:** Sistem içindeki yalıtım levhaları kendi, ağırlığı, rüzgar yükleri, sıcaklık değişimleri gibi etkilerden zarar görmemiştir.
- **Mekanik dayanım ile ilgili performansı:** Dış yüzeyde oluşabilecek darbelerden dolayı herhangi bir bozulma gözlenmemiştir.
- **Taşıyıcı sistem hareketleri ile ilgili performansı:** 17 Ağustos 1999 depremini yaşayan yapıda levhaların herhangi bir zarar görmediği öğrenilmiştir.
- **Dayanıklılık ile ilgili performansı:** Uygulama sonrası 3 yıl içinde levhaların bozulmaya uğramadığı ve performansında azalma olmadığı ve yüzey boyasının yenilenmesi dışında bakım gerektirmediği öğrenilmiştir.
- **Isı Köprüleri açısından performansı:** Dış duvarlarda ısı köprüsü oluşturacak detaylar oluşturulmamıştır.
- **Yapı no:** 1.7.
- **Yapı Fonksiyonu / Kat Sayısı / Yeri:** Konut / z + 2 / Etiler-İstanbul
- **Uygulamadan sonra geçen süre:** 2 yıl
- **Kesit Malzemeleri:** İç sıva + 13.5 cm tuğla + dış sıva + 3 cm Ekstrüde polistren levha + E.P.L. dış sıvası + silikonlu dış cephe boyası

- **Ekstrüde Polistren Uygulama Metodu:** Sonradan yapım, 1 kat hizasındaki çıkmanın hizasından çatıya kadar.
- **Isıtma sistemi:** Yerden ısıtma.
- **Dış Yüzey Durumu:** Temiz, düzgün.
- **İç Yüzey Durumu:** Temiz, yoğuşma belirtisi yok.
- **Gözlemler ve Tesbitler:** Isı kayıplarının fazla olduğu yapıda sonradan uygulanmış olan levhaların ısı kayıplarını ve eskiye oranla yakıt maliyetini azalttığı kullanıcılar tarafından belirtilmiştir.

Yapı ilk yapımında yapılmış olan dış cephe sıvasındaki fuga ve çizgilerin aynen levhalarda da yapılabilmesi, malzemenin işlenebilme kolaylığı açısından olumlu yanını göstermiştir.

- **Sistemin Isıl Performansı:** Levhaların kullanıldığı katlarda ısıl konforun yeterli olduğu, ısıtma kaynağının kapatılmasından sonra mekanların sıcaklığının uzun süre yüksek kaldığı kullanıcıların verdiği bilgidir.
- **Su ve Nem ile ilgili performansı:** Duvar iç yüzeyinde yoğuşma, mantar oluşumu kabarma vs. yoktur.
- **Yangın ile ilgili performansı:** Dış duvar dış yüzeyi yangının ilerlemesini sağlayacak niteliktedir.
- **Stabilite ile ilgili performansı:** Sistem içindeki yalıtım levhaları kendi, ağırlığı, rüzgar yükleri, sıcaklık değişimleri gibi etkilerden zarar görmemiştir.
- **Mekanik dayanım ile ilgili performansı:** Dış yüzeyde oluşabilecek darbelerden dolayı herhangi bir bozulma gözlenmemiştir.



Resim E.7. Yapı 1.7, dıştan görünüş.

- **Taşıyıcı sistem hareketleri ile ilgili performansı:** 17 Ağustos 1999 depremini yaşayan yapıda taşıyıcı sistemin ve levhaların herhangi bir zarar görmediği öğrenilmiştir.
- **Dayanıklılık ile ilgili performansı:** Uygulama sonrası 2 yıl içinde levhaların bozulmaya uğramadığı ve performansında azalma olmadığı ve yüzey boyasının yenilenmesi dışında bakım gerektirmediği öğrenilmiştir.
- **Isı Köprüleri açısından performansı:** Çıkma alt hizasındaki döşeme betonu ve saçak betonu ısı köprüsü oluşturmaktadır.
- **Yapı no:** 1.8.
- **Yapı Fonksiyonu / Kat Sayısı / Yeri:** Konut / b + z + 1 / Bahçeşehir-İstanbul
- **Uygulamadan sonra geçen süre:** Uygulama zamanında



Resim E.8. Yapı 1.8, dıştan görünüş.

- **Kesit Malzemeleri:** İç sıva + 20 cm tuğla + 5 cm Ekstrüde polistren levha + E.P.L. dış sıvası
- **Ekstrüde Polistren Uygulama Metodu:** İlk yapımda, bodrum kat tabanı hizasından çatıya kadar mantolama.
- **Isıtma sistemi:** Yerden ısıtma.
- **Dış Yüzey Durumu:** Uygulama esnasında yalıtım levhaları zarar görmüş ve ısı köprüleri yaratılmış
- **İç Yüzey Durumu:** İnşaa halinde olduğu için fikir edinilememiştir.
- **Gözlemler ve Tesbitler:** İnşaa halinde incelenen yapıda mantolama uygulamasından sonra dış duvarların tesisat işleri için bozulduğu bununda levhaların yalıtım işlevini bozacağı gözlenmektedir. Bunun dışında uygulama hatalarının olduğu ve sıva

yüzeylerinin çok bozuk olduğu gözlenmektedir. Bunun levha alt yüzeyinin çok bozuk olmasından kaynaklandığı görülmektedir.

Sonuç olarak mantolama işleminden sonra dış cephede levhaları bozacak uygulamaların yapılmaması ve sıva yüzeyinin yeteri kadar düzeltilmesi gerektiği söylenebilir.

- **Sistemin Isıl Performansı:** Sistemin ısı performansını için tesbit yapılamamasına rağmen, ısı performansını etkileyecek uygulama hataları, ısı köprüleri oluşturulmuştur.
- **Su ve Nem ile ilgili performans:** Uygulama zamanında olduğu için su ve nem açısından performans tesbiti yapılamamıştır.
- **Yangın ile ilgili performans:** Dış duvar dış yüzeyi altındaki levhalar yangının ilerlemesini sağlayacak niteliktedir.
- **Stabilite ile ilgili performans:** Sistem içindeki yalıtım levhaları kendi, ağırlığı, rüzgar yükleri, sıcaklık değişimleri gibi etkilerden zarar görmemiştir.
- **Mekanik dayanım ile ilgili performans:** Levhaların cepheye uygulanmasından sonra dış cephe yüzeyinde tesisat ve duvar örme işlerinden dolayı levhalar zarar görmüştür.
- **Taşıyıcı sistem hareketleri ile ilgili performans:** Taşıyıcı sistem hareketlerinden dolayı sistemin performansını tesbit etmek için herhangi bir deprem vs. olay yaşamamış bir yapıdır.
- **Dayanıklılık ile ilgili performans:** Uygulamanın yeni yapıyor olmasına rağmen, levhaların uygulama hatalarından dolayı bozulduğu ve performansının azalma olacağı tahmin edilmektedir.
- **Isı Köprüleri açısından performans:** Bodrum kat kuranglez çıkmaları, tesisat borularının cephede geçtikleri boşluklar, uygulama hatalarından dolayı ısı köprüleri oluşmuştur.

- **Yapı no:** 1.9.
- **Yapı Fonksiyonu / Kat Sayısı / Yeri:** Konut / z + 1 kat / Levent-İstanbul
- **Uygulamadan sonra geçen süre:** 2 yıl
- **Kesit Malzemeleri:** Alçı sıva + 13.5 cm tuğla + dış sıva + 5 cm Ekstrüde polistren levha + E.P.L. dış sıvası
- **Ekstrüde Polistren Uygulama Metodu:** Sonradan yapım, toprak kotundan çatıya kadar mantolama
- **Isıtma gereci:** Panel radyatör.
- **Dış Yüzey Durumu:** Temiz, bozukluk yok
- **İç Yüzey Durumu:** Temiz, yoğuşma yok
- **Gözlemler ve Tesbitler:** Isıtma giderlerinin yüksekliği ve ısısal konforun korunamaması nedeniyle uygulamasına karar verilen levhaların uygulama sonrasında ısıtma giderlerinin azalması ve ısısal konforu koruduğu, malsahibi tarafından verilen bilgidir. İşçilik kalitesinin iyi olması sebebiyle aynı yöntemle diğer uygulamalarda gözlenen sıva bozuklukları görülmemektedir.
- **Sistemin Isıl Performansı:** Levhaların kullanıldığı katlarda ısısal konforun yeterli olduğu, ısıtma kaynağının kapatılmasından sonra mekanların sıcaklıklarının uzun süre yüksek kaldığı kullanıcıların verdiği bilgidir.
- **Su ve Nem ile ilgili performansı:** Duvar iç yüzeyinde yoğuşma, mantar oluşumu kabarma vs. yoktur.
- **Yangın ile ilgili performansı:** Dış duvar dış yüzeyi yangının ilerlemesini sağlayacak niteliktedir.



Resim E.9. Yapı 1.9, dıştan görünüş.

- **Stabilite ile ilgili performansı:** Sistem içindeki yalıtım levhaları kendi, ağırlığı, rüzgar yükleri, sıcaklık değişimleri gibi etkilerden zarar görmemiştir.
- **Mekanik dayanım ile ilgili performansı:** Dış yüzeyde oluşabilecek darbelerden dolayı herhangi bir bozulma gözlenmemiştir.
- **Taşıyıcı sistem hareketleri ile ilgili performansı:** 17 Ağustos 1999 depremini yaşayan yapıda taşıyıcı sistem ve levhaların herhangi bir zarar görmediği öğrenilmiştir.
- **Dayanıklılık ile ilgili performansı:** Uygulama sonrası 3 yıl içinde levhaların bozulmaya uğramadığı ve performansında azalma olmadığı ve yüzey boyasının yenilenmesi dışında bakım gerektirmediği öğrenilmiştir.
- **Isı Köprüleri açısından performansı:** Dış duvarlarda ısı köprüsü oluşturacak noktalar oluşturulmamıştır.

- **Yapı no:** 1.10.
- **Yapı Fonksiyonu / Kat Sayısı / Yeri:** Konut / z + 2 kat / Levent-İstanbul
- **Uygulamadan sonra geçen süre:** 1.5 yıl
- **Kesit Malzemeleri:** İç sıva + 15 cm yığma tuğla duvar + 20 cm yığma taş duvar + 5 cm Ekstrüde polistren levha + E.P.L. dış sıvası
- **Ekstrüde Polistren Uygulama Metodu:** Sonradan yapım, toprak hizasından çatıya kadar dıştan mantolama
- **Isıtma gereci:** Panel radyatör.
- **Dış Yüzey Durumu:** Temiz, bozulma yok
- **İç Yüzey Durumu:** Temiz, uygulama öncesi yoğuşma ortadan kalkmış.
- **Gözlemler ve Tesbitler:** Yığma taş duvar ve yığma tuğla duvardan oluşan duvar kesitinin yoğuşma oluşturduğu ve yıpranan duvar gövdesinin bazı noktalardan kesit içine yağmur suyunu alması sebebiyle yapımına karar verilen uygulamanın, önceki şikayetlerin ortadan kalktığı gözlemlenmiştir. Ekstrüde polistren levhaların su emme özelliğinin olmamasından dolayı, bu uygulamada aynı zamanda yağmur suyundan koruma amaçlı yapıldığı görülmüştür. Kesit iç sıcaklığının yükselmesini sağlayarak kesit içi yoğuşmayı önlediği görülmektedir.
- **Sistemin Isıl Performansı:** Uygulama sonrası oda ve duvar iç yüzü sıcaklığında aynı koşullarda yükselme olduğu ancak iç ortamın soğuma süresinin aynı olarak hissedildiği öğrenilmiştir.
- **Su ve Nem ile ilgili performansı:** Levhaların kullanıldığı duvarın iç yüzeyinde oluşan yoğuşma ve boya kabarmasının geçen 1.5 yıl içinde oluşmadığı öğrenilmiştir.



Resim E.10. Yapı 1.10, dıştan görünüş

- **Yangın ile ilgili performansı:** Levhaların kullanıldığı duvarda yangın dış ortamdan ilerlemesi iç ortama oranla daha kolaydır. İç yüzdeki yığma taş duvar yangının ilerlemesini engelleyecek niteliktedir.
- **Stabilite ile ilgili performansı:** Sistem içindeki yalıtım levhaları kendi, ağırlığı, rüzgar yükleri, sıcaklık değişimleri gibi etkilerden zarar görmemiştir.
- **Mekanik dayanım ile ilgili performansı:** Dış yüzeyde oluşabilecek darbelerden dolayı herhangi bir bozulma gözlenmemiştir.
- **Taşıyıcı sistem hareketleri ile ilgili performansı:** Harekatlerden kaynaklanan bir deformasyon gözlenmemiştir.

- **Dayanıklılık ile ilgili performansı:** Uygulama sonrası 1.5 yıl içinde levhaların bozulmaya uğramadığı, performansında azalma olmadığı ve yüzey boyasının yenilenmesi dışında bakım gerektirmediği öğrenilmiştir.
- **Isı Köprüleri açısından performansı:** Uygulama yüzeyinde telefon kablolarının cepheye tutturulduğu yerde ısı köprüsü oluşturmaktadır.
- **Yapı no:** 1.11.
- **Yapı Fonksiyonu / Kat Sayısı / Yeri:** Konut / b + z + 11 / Maltepe-İstanbul
- **Uygulamadan sonra geçen süre:** Uygulama zamanı
- **Kesit Malzemeleri:** İç sıva + 20 cm Bims blok + dış sıva + 5 cm Ekstrüde polistren levha + E.P.L. dış sıvası
- **Ekstrüde Polistren Uygulama Metodu:** Toprak kotundan çatıya kadar mantolama
- **Yapı Isıtma Yöntemi:** Doğalgaz yakıtlı merkezi ısıtma sistemi
- **Dış Yüzey Durumu:** Temiz
- **İç Yüzey Durumu:** İnşaa halinde
- **Gözlemler ve Tesbitler:** Yüksek katlı uygulamalarda yangın emniyeti açısından uygun olmayan Ekstrüde polistren levhaların yapı dış duvarı boyunca uygulanması olumsuzdur. Bunun yanısıra balkon parapetlerinde yapılan levha uygulamasının ekonomik olmadığı söylenebilir.
- **Sistemin Isıl Performansı:** Isıl performas için tesbit yapılamamıştır.
- **Su ve Nem ile ilgili performansı:** Su ve nem performansı ile ilgili tesbiti yapılamamıştır.



Resim E.11. Yapı 1.11, dıştan görünüş.

- **Yangın ile ilgili performansı:** Dış duvar dış yüzeyi yangının ilerlemesini sağlayacak niteliktedir.
- **Stabilite ile ilgili performansı:** Sistem içindeki yalıtım levhaları kendi, ağırlığı, rüzgar yükleri, sıcaklık değişimleri gibi etkilerden zarar görmemiştir.
- **Mekanik dayanım ile ilgili performansı:** Dış yüzeyde oluşabilecek darbelerden dolayı herhangi bir bozulma gözlenmemiştir.
- **Taşıyıcı sistem hareketleri ile ilgili performansı:** Hareketler ile ilgili performansın tesbiti yapılamamıştır.
- **Dayanıklılık ile ilgili performansı:** Uygulama zamanında olduğu için dayanıklılık durumu tesbit edilememiştir.
- **Isı Köprüleri açısından performansı:** Uygulama resimlerinden dış duvar yüzeyinde kapı ve pencere boşluklarının dışında ısı köprüsü oluşturulmamıştır.

- **Yapı no:** 1.12.
- **Yapı Fonksiyonu / Kat Sayısı / Yeri:** Resmi Kuruluş / b + z + 3 / Kağıthane-İstanbul
- **Uygulamadan sonra geçen süre:** Uygulama zamanı
- **Kesit Malzemeleri:** İç sıva + 15 cm Betonarme perde + bitümlü su yalıtımı + 5 cm Ekstrüde polistren levha + toprak dolgu
- **Ekstrüde Polistren Uygulama Metodu:** Toprak altı kotta su yalıtımı koruma amaçlı mantolama
- **Dış Yüzey Durumu:** Dolgu malzemesi nedeniyle yıpranmış
- **İç Yüzey Durumu:** İnşaa halinde
- **Gözlemler ve Tesbitler:** Toprak altı kotta yapılan su izolasyonunu koruma amaçlı yapıldığı belirtilen uygulamanın ekonomik olmadığı ve dolgu serme esnasında kaba



Resim E.12. Yapı 1.12, dıştan görünüş.

malzeme tarafından yıpratıldığı dolayısıyla su izolasyonunu zarar görebileceği tesbit edilmiştir. Yalıtım levhalarının buhar dengeleyici amacıyla konmuş olması düşünülse bile, gazbeton duvar uygulamasının daha dayanıklı olacağı söylenebilir.

- **Sistemin Isıl Performansı:** Isıl performans tesbit edilememiştir, ancak levhaların zarar görmesi ve temel pabuçları hizasında kullanılmamasından dolayı ısı performansının yeterli olmayacağı sanılmaktadır.
- **Su ve Nem ile ilgili performansı:** Su ve nem performansı tesbit edilememiştir.
- **Yangın ile ilgili performansı:** Yangının levhalar vasıtasıyla ilerlemesi olanaksızdır.
- **Stabilite ile ilgili performansı:** Performans durumu tesbit edilememiştir.
- **Mekanik dayanım ile ilgili performansı:** Levhalar uygulama anında zarar görmüş durumdadır.
- **Taşıyıcı sistem hareketleri ile ilgili performansı:** Performans durumu tesbit edilememiştir.
- **Dayanıklılık ile ilgili performansı:** Uygulama zamanında zarar gören levhaların su yalıtımının koruma işlevi tam olarak gerçekleştirilemeyeceği düşünülmektedir.
- **Isı Köprüleri açısından performansı:** Levhaların zarar gördüğü yerlerde ve temel pabuçları hizasında ısı köprüleri oluşturulmuştur.

EK 2:İç Yüzeyden Yapılmış Uygulamalar

- **Yapı no:** 2.1.
- **Yapı Fonksiyonu / Kat Sayısı / Yeri:** Konut / b + z + 6 / Ataşehir-İstanbul
- **Uygulamadan sonra geçen süre:** 6 yıl

- **Kesit Malzemeleri:** Alçı sıva + 5 cm Ekstrüde polistren sert köpük levha + 15 cm betonarme duvar + dış sıva + boya
- **Ekstrüde Polistren Uygulama Metodu:** Dış duvar iç yüzünden levha uygulaması.
- **Yapı Isıtma Gereci:** Panel radyatör.
- **Dış Yüzey Durumu:** Prekast cephe derzleri belirginleşmiş.
- **İç Yüzey Durumu:** Kuru, temiz, yoğuşma belirtisi yok.
- **Gözlemler ve Tesbitler:** Yapının giriş ve köşelerinde zeminden çatıya kadar süren girintilere ilk yapımda ekstrüde polistren uygulamasının yapılmaması ve buradaki betonarme duvarların ısı köprüsü oluşturması sebebiyle bu bölgelerde dıştan yalıtım uygulaması yapılmasına karar verilmiş ve inceleme de bu uygulama zamanında yapılmıştır.
- **Sistemin Isıl Performansı:** Sistemin ısı performansının ilk yapımda betonarme duvarlara yalıtım yapılmaması sebebiyle konforsuz olarak nitelendirilmektedir. Mekanların kolay ısındıkları ve kolay soğuduğunu söyleyen kullanıcılar, iç yüzeyde yalıtım ek yerlerindeki alçı sıvanın zamanla çatladığını, bu sebeple bu bölgelerde boya uygulaması yapmak zorunda kaldıklarını da vurgulamışlardır.
- **Su ve Nem ile ilgili performansı:** Su ve nem performansı açısından yapı iç ve dış duvarlarında herhangi bir yoğuşma belirtisi yoktur.
- **Yangın ile ilgili performansı:** Yangının levhalar vasıtasıyla ilerlemesi imkanı zayıftır. Duvar iç yüzlerinde konumlandırılan levhaların sürekliliğini her katta döşeme betonu kesmekte ve yangının üst kata levhalar vasıtasıyla geçmesi olanaksızlaşmaktadır.
- **Stabilite ile ilgili performansı:** Sistem içindeki yalıtım levhaları kendi, ağırlığı, sıcaklık değişimleri gibi etkilerden zarar görmemiştir.



Resim E.13. Yapı 2.1., dıştan görünüş.

- **Mekanik dayanım ile ilgili performansı:** İç yüzeyde oluşabilecek darbelerden dolayı herhangi bir bozulma gözlenmemiştir.
- **Taşıyıcı sistem hareketleri ile ilgili performansı:** 17 Ağustos 1999 depremi sonrasında, levha ek yerlerinde basit çatlamlar olduğu öğrenilmiştir. Bu çatlamların cepheye ankre edilen prekast cephe elemanın hareketinden dolayı olduğu sanılmaktadır.
- **Dayanıklılık ile ilgili performansı:** Levhaların ilk kullanım zamanından bu yana dayanımında ya da performansında bir değişme olmadığı, hemen hemen her yıl aynı yakıt miktarlarının kullandığı öğrenilmiştir.

- **Isı Köprüleri açısından performansı:** Tünel kalıp yöntemiyle yapılan yapıda girintilerdeki betonarme duvarlar ciddi şekilde ısı köprüsü oluşturmuştur.
- **Yapı no:** 2.2.
- **Yapı Fonksiyonu / Kat Sayısı / Yeri:** Konut / b + z + 1 / Bebek-İstanbul
- **Uygulamadan sonra geçen süre:** 3 yıl
- **Kesit Malzemeleri:** Alçıpan kaplama + 5 cm Ekstrüde polistren sert köpük levha + 20 cm izotuğla + dış sıva + boya (Dış cephede kolon ve kirişlerde ekstrüde polistren levha)
- **Ekstrüde Polistren Uygulama Metodu:** Sonradan yapım, dış duvar iç yüzünden levha uygulaması.
- **Yapı Isıtma Gereci:** Panel radyatör.



Resim E.14. Yapı 2.2., içten görünüş.

- **Dış Yüzey Durumu:** Dış boya yıpranmış.
- **İç Yüzey Durumu:** Kuru, temiz, yoğuşma belirtisi yok.
- **Gözlemler ve Tesbitler:** Yapının iç duvarlarında yeni yapılmış boya uygulaması sebebiyle oldukça bakımlı bir görüntü vardır (resim E.14.). Boya öncesinde iç yüzeyde yoğuşma vb. belirtilerin olmadığı boya kirlendiği için yapıldığı öğrenilmiştir.
- **Sistemin Isıl Performansı:** Mekanların ısıl performansının kullanıcılar tarafından olumlu olarak nitelenmektedir. Eski yapı olan binada yalıtım uygulamasından sonra ısısal konforun yükseldiği, yakıt sarfiyatının azaldığı öğrenilmiştir.
- **Su ve Nem ile ilgili performansı:** Su ve nem performansı açısından yapı iç ve dış duvarlarında herhangi bir yoğuşma belirtisi yoktur. Kesit içinde buhar dengeleyici görevi yapan ve levhaların yapıştırılmasında kullanılan alçı su ve nem performansını etkileyen bir uygulama olmuştur.
- **Yangın ile ilgili performansı:** Yangının levhalar vasıtasıyla ilerleyemez. İç yüzeydeki alçıpan kaplama olması yangının levhalara ulaşmasını geciktiren bir detaydır.
- **Stabilite ile ilgili performansı:** Sistem içindeki yalıtım levhaları kendi ağırlığı, sıcaklık değişimleri gibi etkilerden zarar görmemiştir.
- **Mekanik dayanım ile ilgili performansı:** İç yüzeyde oluşabilecek darbelerden dolayı herhangi bir bozulma gözlenmemiştir.
- **Taşıyıcı sistem hareketleri ile ilgili performansı:** Taşıyıcı sistem hareketlerini sağlayan yer sarsıntılarında yapı ömrü boyunca herhangi bir problem oluşmamıştır.
- **Dayanıklılık ile ilgili performansı:** Levhaların ilk kullanım zamanından bu yana dayanımında ya da performansında bir değişim olmadığı öğrenilmiştir.

- **Isı Köprüleri açısından performansı:** Oluşması muhtemel ısı köprülerini önlemek için yalıtım detayları eksiksiz olarak uygulanmıştır. Bunların arasında iç yüzeydeki levhaların 50 cm boyunca döşemeye de döndürülmesi vardır.
- **Yapı no:** 2.3.
- **Yapı Fonksiyonu / Kat Sayısı / Yeri:** Konut / b + z + 6 / Dikilitaş-İstanbul
- **Uygulamadan sonra geçen süre:** 5 yıl
- **Kesit Malzemeleri:** Alçı sıva + 5 cm Ekstrüde polistren sert köpük levha + 20 cm tuğla + dış sıva + boya
- **Ekstrüde Polistren Uygulama Metodu:** İlk yapımda, dış duvar iç yüzünden levha uygulaması.
- **Yapı Isıtma Gereci:** Panel radyatör.



Resim E.15. Yapı 2.3. dıştan görünüş.

- **Dış Yüzey Durumu:** Temiz (resim E.16.)
- **İç Yüzey Durumu:** Kuru, temiz, yoğuşma belirtisi yok.
- **Gözlemler ve Tesbitler:** Yapının iç duvarlarında yoğuşma belirtisi yoktur. Zeminlerdeki parkelerin dış duvar iç yüzünden yaklaşık 30 cm kadar içe doğru olan bölgelerindeki derzlerinin daha açık olduğu görülmüştür. Bu sadece parke olan bölgelerde görülen bir sorundur. Bunun kirişlerin ısı köprüsü oluşturmasından kaynaklandığı sanılmaktadır.
- **Sistemin Isıl Performansı:** Mekanların ısıl performansının kullanıcılar tarafından olumlu olarak nitelenmektedir. 1. kat çıkmasının altında yalıtım uygulamasının yapılmaması 1. katın diğer katlara oranla, ısıtma kaynağının kapanmasından sonra daha erken soğuduğu bildirilmiştir.
- **Su ve Nem ile ilgili performansı:** Su ve nem performansı açısından yapı iç ve dış duvarlarında herhangi bir yoğuşma belirtisi yoktur.
- **Yangın ile ilgili performansı:** Uygulanan detaylar yangının genişlemesini sağlayacak nitelikte değildir.
- **Stabilite ile ilgili performansı:** Sistem içindeki yalıtım levhaları kendi ağırlığı, sıcaklık değişimleri gibi etkilerden zarar görmemiştir.
- **Mekanik dayanım ile ilgili performansı:** İç yüzeyde oluşabilecek darbelerden dolayı herhangi bir bozulma gözlenmemiştir. Levhaların bulunduğu duvar yüzeyine herhangi bir cisim tutturamaktan şikayet eden kullanıcı için bu bir sorun oluşturmaktadır.
- **Taşıyıcı sistem hareketleri ile ilgili performansı:** 17 Ağustos 1999 depremi sonrasında yapıda herhangi bir problem yaşanmamıştır.

- **Dayanıklılık ile ilgili performansı:** Levhaların ilk kullanım zamanından bu yana dayanımında ya da performansında bir değişme olmadığı öğrenilmiştir.
- **Isı Köprüleri açısından performansı:** Kolon ve kirişlerde ısı köprüsü olduğu düşünülmektedir.
- **Yapı no:** 2.4.
- **Yapı Fonksiyonu / Kat Sayısı / Yeri:** Konut / b + z + 3 / Şişli-İstanbul
- **Uygulamadan sonra geçen süre:** 4 yıl
- **Kesit Malzemeleri:** Alçı sıva + 3 cm Ekstrüde polistren sert köpük levha + 15 cm gazbeton + dış sıva + boya (Dış cephede kolon ve kirişlerde ekstrüde polistren levha)
- **Ekstrüde Polistren Uygulama Metodu:** Sonradan yapım, dış duvar iç yüzünden, kolon kiriş dış yüzünden levha uygulaması.
- **Yapı Isıtma Gereci:** Panel radyatör.
- **Dış Yüzey Durumu:** Temiz.(resim E.16.)
- **İç Yüzey Durumu:** Kuru, temiz, yoğuşma belirtisi yok.
- **Gözlemler ve Tesbitler:** Yapıda geniş pencere boşluklarının olması ve doğramaların ısı köprüsü oluşturan malzemelerden olması ısı kayıplarının artmasını sağlamaktadır.
- **Sistemin Isıl Performansı:** Dış duvar kağır kısmında alınan ısı önlemlerinin yanında, kullanılan alüminyum doğramalar ısı kayıplarına ve yoğuşmaya yol açmaktadır.
- **Su ve Nem ile ilgili performansı:** Su ve nem performansı açısından yapı iç ve dış duvar yüzeylerinde herhangi bir yoğuşma belirtisi yoktur. Ancak kış aylarında doğramaların iç yüzlerinde yoğuşma olduğu belirtilmiş, bu yoğuşmanın izlerinde parapet üst hizalarında belirgin olduğu gözlenmiştir.



Resim E.16. Yapı 2.4., dıştan görünüş.

- **Yangın ile ilgili performansı:** Levhaların uygulaması yangın riskini artıracı nitelikte değildir.
- **Stabilite ile ilgili performansı:** Sistem içindeki yalıtım levhaları kendi ağırlığı, sıcaklık değişimleri gibi etkilerden zarar görmemiştir.
- **Mekanik dayanım ile ilgili performansı:** İç yüzeyde oluşabilecek darbelerden dolayı herhangi bir bozulma gözlenmemiştir.
- **Taşıyıcı sistem hareketleri ile ilgili performansı:** Dış tuğla duvar, betonarme birleşimleri 17 Ağustos 1999 depreminden sonra bazı basit çatlamalara uğramıştır. Bu çatlamlar dış yüzeyden gözlenmiş, iç yüzde levha yüzeyinde çatlama olmamıştır.
- **Dayanıklılık ile ilgili performansı:** Levhaların ilk kullanım zamanından bu yana dayanımında ya da performansında bir değişme olmadığı öğrenilmiştir.

- **Isı Köprüleri açısından performansı:** En önemli ısı köprüsü oluşumu geniş pencere boşlukları ve ısı köprüsü oluşturan alüminyum doğramalardır.
- **Yapı no:** 2.5.
- **Yapı Fonksiyonu / Kat Sayısı / Yeri:** Konut / b + z + 5 / Kavacık-İstanbul
- **Uygulamadan sonra geçen süre:** 2 yıl
- **Kesit Malzemeleri:** Alçıpan kaplama + 3 cm Ekstrüde polistren sert köpük levha + 20 cm tuğla + dış sıva + boya
- **Ekstrüde Polistren Uygulama Metodu:** İlk yapım, dış duvar iç yüzünden levha uygulaması.
- **Yapı Isıtma Gereci:** Panel radyatör.
- **Dış Yüzey Durumu:** Temiz
- **İç Yüzey Durumu:** Kuru, temiz, yoğuşma belirtisi yok.
- **Gözlemler ve Tesbitler:** Dış cephenin incelemeden yaklaşık 1 ay önce boyatıldığı öğrenilen yapıda, boya öncesinin durumu kullanıcılar tarafından kirli ve kolonların leke olarak belirgin olduğu şeklinde tanımlanmıştır. Bu durum lekelerin ısı köprüsü oluşumundan kaynaklanabileceği fikrini oluşturmuştur.
- **Sistemin Isıl Performansı:** Mekanların ısı performansının kullanıcılar tarafından olumlu olarak nitelenmektedir. Eksiksiz tüm katların duvarlarında ve çıkma altlarında uygulanan levhaların performansı yükselttiği söylenebilir.
- **Su ve Nem ile ilgili performansı:** Su ve nem performansı açısından yapı iç ve dış duvarlarında herhangi bir yoğuşma belirtisi yoktur.
- **Yangın ile ilgili performansı:** Yangının levhalar vasıtasıyla ilerlemesi imkanı zayıftır.



Resim E.17. Yapı 2.5., dıştan görünüş.

- **Stabilite ile ilgili performansı:** Sistem içindeki yalıtım levhaları kendi ağırlığı, sıcaklık değişimleri gibi etkilerden zarar görmemiştir.
- **Mekanik dayanım ile ilgili performansı:** İç yüzeyde oluşabilecek darbelerden dolayı herhangi bir bozulma gözlenmemiştir.
- **Taşıyıcı sistem hareketleri ile ilgili performansı:** 17 Ağustos 1999 depremi sonrasında yapıda herhangi bir problem yaşanmamıştır.
- **Dayanıklılık ile ilgili performansı:** Levhaların ilk kullanım zamanından bu yana dayanımında ya da performansında bir değişme olmadığı öğrenilmiştir.
- **Isı Köprüleri açısından performansı:** Kolon ve kirişlerin oluşturduğu ısı köprüleri dışında dış duvarlarda başka ısı köprüsü görülmemiştir.

EK 3: İki Duvar Katmanı Arasına Yapılan Uygulamalar

- Yapı no: 3.1.
- Yapı Fonksiyonu / Kat Sayısı / Yeri: İş merkezi / b + z + 7 / Kavacık-İstanbul
- Uygulamadan sonra geçen süre: 4 yıl



Resim E.18. Yapı 3.1., dıştan görünüş.

- **Kesit Malzemeleri:** Sıva + 8.5 cm tuğla + 5 cm Ekstrüde polistren sert köpük levha + 20 cm izotuğla + dış sıva + boya (Dış cephede kolon ve kirişlerde ekstrüde polistren levha)
- **Ekstrüde Polistren Uygulama Metodu:** İlk yapımda, iki duvar arası levha uygulaması.
- **Yapı Isıtma Gereci:** Fan coil

- **Dış Yüzey Durumu:** Temiz (resim E.18.)
- **İç Yüzey Durumu:** Kuru, temiz, yoğuşma belirtisi yok.
- **Gözlemler ve Tesbitler:** Cephede bulunan boşlukların büyük olması ve tefriş sebebiyle ısıtıcı kaynakların bu bölgelere konulamaması bu bölgelerin sürekli konforsuz olmasını sağlamıştır.
- **Sistemin Isıl Performansı:** Isıtma ve soğutma gereçlerinin yanlış konumlanması sebebiyle kışın cam cephe bulunan mekanların daha soğuk, yazın ise sera etkisi sebebiyle oldukça sıcak olmasından dolayı ısısal konfor memnun edici düzeyde değildir.
- **Su ve Nem ile ilgili performansı:** Su ve nem performansı açısından yapı iç ve dış duvarlarında herhangi bir yoğuşma belirtisi yoktur.
- **Yangın ile ilgili performansı:** İki duvar katmanı arasında bulunan levhaların yangın anında riski arttırıcı özellik göstermesi ihtimali düşüktür.
- **Stabilite ile ilgili performansı:** Sistem içindeki yalıtım levhaları kendi ağırlığı, sıcaklık değişimleri gibi etkilerden zarar görmemiştir.
- **Mekanik dayanım ile ilgili performansı:** İç yüzeyde oluşabilecek darbelerden dolayı herhangi bir bozulma gözlenmemiştir.
- **Taşıyıcı sistem hareketleri ile ilgili performansı:** 17 Ağustos 1999 depremi sonrasında duvarların özellikle iç yüzlerinde basit ayrılma ve çatlamlar oluşmuştur. Bunların sandviç duvarların birbirine yeterli kenetlenmemesinden oluştuğu düşünülmektedir.
- **Dayanıklılık ile ilgili performansı:** Levhaların ilk kullanım zamanından bu yana dayanımında ya da performansında bir değişme olmadığı öğrenilmiştir.

- **Isı Köprüleri açısından performansı:** Geniş pencere boşlukları ve bu boşluklarda seçilen cam kalınlıklarının yetersiz olması sebebiyle bu bölgelerde ısı köprüleri oluşmuştur.
- **Yapı no:** 3.2.
- **Yapı Fonksiyonu / Kat Sayısı / Yeri:** Konut / b + z + 1 / Sarıyer-İstanbul
- **Uygulamadan sonra geçen süre:** 5 yıl



Resim E.19. Yapı 3.2., dıştan görünüş.

- **Kesit Malzemeleri:** Sıva + 8.5 cm tuğla + 5 cm Ekstrüde polistren sert köpük levha + 13.5 cm tuğla + dış sıva + boya
- **Ekstrüde Polistren Uygulama Metodu:** İlk yapımda, iki duvar arası levha uygulaması.

- **Yapı Isıtma Gereci:** Panel radyatör
- **Dış Yüzey Durumu:** Boya yıpranmış. (resim E.19.)
- **İç Yüzey Durumu:** Kuru, temiz, yoğuşma belirtisi yok.
- **Gözlemler ve Tesbitler:** Sandviç duvar uygulaması yanında kolon ve kirişlerin yalıtımının yapılmaması oluşan ısı köprüleri açısından olumsuz bir etki yapmakta ve yalıtım uygulamasının eksik olduğu düşünülmektedir.
- **Sistemin Isıl Performansı:** Mekanların ısısal konforunun olumlu olduğu, yaz aylarında yapı içinin oldukça serin olduğu kullanıcının yorumudur.
- **Su ve Nem ile ilgili performansı:** Su ve nem performansı açısından yapı iç ve dış duvarlarında herhangi bir yoğuşma belirtisi yoktur.
- **Yangın ile ilgili performansı:** Levhalar yangının yayılmasını sağlayıcı şekilde konumlandırılmamışlardır.
- **Stabilite ile ilgili performansı:** Sistem içindeki yalıtım levhaları kendi, ağırlığı, rüzgar yükleri, sıcaklık değişimleri gibi etkilerden zarar görmemiştir.
- **Mekanik dayanım ile ilgili performansı:** İç yüzeyde oluşabilecek darbelerden dolayı herhangi bir bozulma gözlenmemiştir.
- **Taşıyıcı sistem hareketleri ile ilgili performansı:** Yapı dış duvarları taşıyıcı sistem hareketlerinden dolayı sorun oluşturmamıştır.
- **Dayanıklılık ile ilgili performansı:** Levhaların ilk kullanım zamanından bu yana dayanımında ya da performansında bir değişme olmadığı öğrenilmiştir.
- **Isı Köprüleri açısından performansı:** Kolon ve kirişler ısı köprüsü oluşturmaktadır.

- **Yapı no:** 3.3.
- **Yapı Fonksiyonu / Kat Sayısı / Yeri:** Konut / b + z + 5 / Üsküdar-İstanbul
- **Uygulamadan sonra geçen süre:** 2 yıl



Resim E.20. Yapı 3.3., içten görünüş.

- **Kesit Malzemeleri:** Sıva + 8.5 cm tuğla + 3 cm Ekstrüde polistren sert köpük levha + 20 cm izotuğla + dış sıva + boya
- **Ekstrüde Polistren Uygulama Metodu:** İlk yapımda, iki duvar arası levha uygulaması.
- **Yapı Isıtma Gereci:** Yerden ısıtma.
- **Dış Yüzey Durumu:** Temiz
- **İç Yüzey Durumu:** Sadece bir duvarda, küçük bir bölgede yoğuşma oluşmuş.

- **Gözlemler ve Tesbitler:** Kullanılmayan bir dairede duvarın bir bölgesinde yoğuşma oluşmuştur. (resim E.21.)
- **Sistemin Isıl Performansı:** Isısal konfor kullanıcılar tarafından olumlu olarak nitelendirilmektedir.
- **Su ve Nem ile ilgili performansı:** İç yüzeyde oluşan nemlenmenin levha uygulama hatasından kaynaklanabileceği, yada duvar gövdesi içinde ısı köprüsü oluşturan bir detayın oluştuğu sanılmaktadır.
- **Yangın ile ilgili performansı:** Levhalar yangının yayılmasını sağlayacak konumda değildir.
- **Stabilite ile ilgili performansı:** Sistem içindeki yalıtım levhaları kendi, ağırlığı, rüzgar yükleri, sıcaklık değişimleri gibi etkilerden zarar görmemiştir.
- **Mekanik dayanım ile ilgili performansı:** İç yüzeyde oluşabilecek darbelerden dolayı herhangi bir bozulma gözlenmemiştir.
- **Taşıyıcı sistem hareketleri ile ilgili performansı:** Taşıyıcı sistem hareketleri açısından yapı yeni olması sebebiyle yeterli bilgi vermemektedir.
- **Dayanıklılık ile ilgili performansı:** Levhaların ilk kullanım zamanından bu yana dayanımında ya da performansında bir değişme olmadığı öğrenilmiştir.
- **Isı Köprüleri açısından performansı:** Kolon ve kirişler ısı köprüsü oluşturmaktadır.
- **Yapı no:** 3.4.
- **Yapı Fonksiyonu / Kat Sayısı / Yeri:** Konut / b + z + 5 / Şişli-İstanbul
- **Uygulamadan sonra geçen süre:** 6 yıl

- **Kesit Malzemeleri:** Sıva + 8.5 cm tuğla + 3 cm Ekstrüde polistren sert köpük levha + 20 cm izotuğla + dış sıva + boya
- **Ekstrüde Polistren Uygulama Metodu:** İlk yapımda, iki duvar arası levha uygulaması.



Resim E.21. Yapı 3.4., dıştan görünüş.

- **Yapı Isıtma Gereci:** Panel Radyatör
- **Dış Yüzey Durumu:** Temiz
- **İç Yüzey Durumu:** Kuru, temiz, yoğuşma belirtisi yok.
- **Gözlemler ve Tesbitler:** Cephedeki girintiler (resim E.21.) ve bu girintilerin yanlarındaki betonarme perde duvarlar yalıtılmadığı için ciddi bir ısı köprüsü oluşturmaktadır.
- **Sistemin Isıl Performansı:** Kullanıcılar betonarme perdelerine gelen iç yüzeylerin normal duvarlara göre daha soğuk olduğunu vurgulamışlardır.

- **Su ve Nem ile ilgili performansı:** Su ve nem performansı açısından yapı iç ve dış duvarlarında herhangi bir yoğuşma belirtisi yoktur.
- **Yangın ile ilgili performansı:** Levhalar yangının ilerlemesini sağlayacak şekilde konumlanmamaktadır.
- **Stabilite ile ilgili performansı:** Sistem içindeki yaıtım levhaları kendi, ağırlığı, rüzgar yükleri, sıcaklık değişimleri gibi etkilerden zarar görmemiştir.
- **Mekanik dayanım ile ilgili performansı:** İç yüzeyde oluşabilecek darbelerden dolayı herhangi bir bozulma gözlenmemiştir.
- **Taşıyıcı sistem hareketleri ile ilgili performansı:** 17 Ağustos 1999 depremi sonrasında duvarların özellikle iç yüzlerinde bazılarında ayrılma çatlamalar olmuş.
- **Dayanıklılık ile ilgili performansı:** Levhaların ilk kullanım zamanından bu yana dayanımında ya da performansında bir değişme olmadığı öğrenilmiştir.
- **Isı Köprüleri açısından performansı:** Cephedeki kolon ve kirişler ısı köprüsü oluşturmaktadır.
- **Yapı no:** 3.5.
- **Yapı Fonksiyonu / Kat Sayısı / Yeri:** Resmi Kuruluş / z + 5 / Okmeydanı-İstanbul
- **Uygulamadan sonra geçen süre:** 1.5 yıl
- **Kesit Malzemeleri:** iç sıva + 15 cm betonarme perde + 5 cm Ekstrüde polistire levha + 2 cm traverten giydirme cephe.
- **Ekstrüde Polistren Uygulama Metodu:** İlk yapımda, toprak kotundan çatıya kadar giydirme cephe altı sıvasız mantolama



Resim E.22. Yapı 3.5., dıştan görünüş.

- **Yapı Isıtma Yöntemi:** Doğalgaz yakıtlı merkezi ısıtma sistemi
- **Dış Yüzey Durumu:** Temiz
- **İç Yüzey Durumu:** Temiz, yoğuşma belirtisi yok
- **Gözlemler ve Tesbitler:** Giydirme cephe uygulaması yapılan dış duvarın dış yüzü Ekstrüde polistren levhaların durumu hakkında fikir vermemektedir. Perde beton üzerine yapıştırma ve dubelleme yöntemi ile yapılan uygulama resimlerinden anlaşılabilirdiği kadarıyla traverten kaplamaların cepheye montajını sağlayan ankraj elemanlarının ısı köprüsü oluşturacak şekilde oldukları görülmektedir.

İç mekânlarda yapılan gözlemlerde kullanımdan kaynaklanan boya bozuklukları bulunmaktadır. Isı izolasyonu yapılmayan bodrum katlarda aynı zamanda kamu hizmetinin verildiği mekânlar bulunmaktadır. Kış mevsiminde ısıtmanın daha zor

olduğu bodrum katların, yaz mevsiminde daha serin olduğu kullanicılardan alınan bilgilerdendir.

- **Sistemin Isıl Performansı:** Isı kayıplarının yalıtım levhaları kullanılmayan bodrum kat duvarlarından ve giydirme cephe ankrajlarından gerçekteştiği sistemin performansı kullanıcılar tarafından konforlu olarak anlatılmaktadır. Katlarda bölme duvar olmaması açık ofis düzenine göre yerleşim yapılması ve bodrum katdan en üste kadar galeri boşluğu iç ortamdaki hava hareketlerini kolaylaştırmakta ve mekan içinde farklı sıcaklıkta bölgelerin oluşmasını sağlamaktadır. Bodrum katdaki soğuk havanın üst katlara bir hava akımı oluşturduğu hissedilmektedir.
- **Su ve Nem ile ilgili performansı:** Yapı içinde duvar iç yüzlerinde su ve nem ile ilgili sorun görülmemektedir.
- **Yangın ile ilgili performansı:** Dış duvar dış yüzeyi altındaki levhalar yangının ilerlemesini sağlayacak niteliktedir. Giydirme cephe kaplaması dış yüzeyden yangını geciktirici niteliktedir, ancak iç yüzden herhangi bir önlem alınmamıştır.
- **Stabilite ile ilgili performansı:** Yalıtım levhalarının giydirme cephe altındaki durumu tesbit edilememiştir.
- **Mekanik dayanım ile ilgili performansı:** Yalıtım levhalarının giydirme cephe altındaki durumu tesbit edilememiştir.
- **Taşıyıcı sistem hareketleri ile ilgili performansı:** Yalıtım levhalarının giydirme cephe altındaki durumu tesbit edilememiştir.
- **Dayanıklılık ile ilgili performansı:** Uygulama sonrası 1.5 yıl içinde levhaların bozulmaya uğramadığı ve performansında azalma olmadığı ve yüzey boyasının yenilenmesi dışında bakım gerektirmediği öğrenilmiştir.
- **Isı Köprüleri açısından performansı:** Bodrum kat dış duvarlarında, giydirme cephe montaj elemanlarının olduğu yerlerde ısı köprüsü oluşmaktadır.

ÖZGEÇMİŞ

Doğum Tarihi 22.10.1976

Doğum Yeri Muğla

Lise 1990-1993 Muğla Turgut Reis Lisesi

Lisans 1993-1997 Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi
Mimarlık Bölümü

Çalıştığı Kurumlar

1997-1999

BKS İnşaat Sanayi ve Ticaret
Ltd. Şti.

2001-Devam ediyor

ZED Mimarlık Mühendislik
Endüstri Tasarım Ltd. Şti.