

T.C.
TRAKYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TÜRKİYE’DE DIŞLI DÖŞEMELERDE KULLANILAN
DOLGU MALZEMELERİNİN İNCELENMESİ VE ISIL
GEÇİRGENLİK AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMELERİ**

Seçil HEPTAŞKIN
YÜKSEK LİSANS TEZİ
MİMARLIK ANA BİLİM DALI
Tez Yöneticisi: Yrd. Doç. Dr. Esmâ MIHLAYANLAR
Edirne-2010

T.C.
TRAKYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TÜRKİYE’DE DİŞLİ DÖŞEMELERDE KULLANILAN DOLGU MALZEMELERİNİN
İNCELENMESİ VE ISIL GEÇİRGENLİK AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMELERİ**

Seçil HEPTAŞKIN

YÜKSEK LİSANS TEZİ
MİMARLIK ANA BİLİM DALI

Tez Yöneticisi
Yrd. Doç. Dr. Esmâ MIHLAYANLAR

Edirne-2010

T.C.
TRAKYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TÜRKİYE’DE DIŞLI DÖŞEMELERDE KULLANILAN DOLGU MALZEMELERİNİN
İNCELENMESİ VE ISIL GEÇİRGENLİK AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMELERİ**

Seçil HEPTAŞKIN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MİMARLIK ANA BİLİM DALI**

Bu Tez 24/12/2010 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Tarafından Kabul Edilmiştir.

.....
Tez Yöneticisi
Yrd. Doç. Dr.
Esmâ MIHLAYANLAR
T.Ü. Müh. Mim. Fak.
Mim. Böl.

.....
Üye
Yrd. Doç. Dr.
Filiz ŞENKAL SEZER
U.Ü. Müh. Mim. Fak
Mim. Böl.

.....
Üye
Yrd. Doç. Dr.
Semiha KARTAL
T.Ü. Müh. Mim. Fak
Mim. Böl.

Edirne-2010

ÖZET

Yapılar taşıyıcılık açısından güvenli, fonksiyonel, estetik ve kullanıcıların konfor şartlarını yerine getirmelidir. Türkiye’de tüketilen enerjinin önemli bir kısmı binalarda ısıtma enerjisi olarak kullanılmaktadır. Binalardaki ısı kayıplarını en aza indirdiği ve projede tasarım esnekliği sağladığı için yapım sisteminde dolgu bloklu dışlı döşemeler son zamanlarda en yaygın kullanılan sistemdir.

“Türkiye’de Dışlı Döşemelerde Kullanılan Dolgu Malzemelerinin İncelenmesi Ve Isıl Geçirgenlik Açısından Değerlendirilmeleri” konulu tez çalışması hesap ve analiz yöntemine dayalı olarak Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Ana Bilim Dalında hazırlanmıştır.

Tez çalışması yedi bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde taşıyıcı sistem ve ısı konforun öneminden bahsedilirken, ikinci bölümde betonarme yapım sistemi ve betonarme döşeme çeşitleri tanıtılmıştır. Üçüncü bölümde dolgu bloklu dışlı döşeme sistemleri açıklanmıştır. Dördüncü bölümde dolgu bloklu dışlı döşemelerde kullanılan dolgu malzemeleri ayrıntılı olarak incelenmiştir. Beşinci bölümde ısı konfor ve değişkenlerinin neler olduğu, ısı iletim mekanizmaları açıklanmış, yapı elemanlarının ısı geçirgenliklerini hesaplama yöntemleri tanıtılmıştır. Altıncı bölümde ise hazırlanan teras çatı kesitlerinin TS 825 dikkate alınarak dört farklı derece gün bölgesine göre ısı geçişi hesaplamaları yapılmıştır. Son bölümde ise elde edilen veriler ısı geçirgenlik, ısı akısı ve iç yüzey sıcaklıkları açısından değerlendirilerek sonuçlar yorumlanmış ve sonraki çalışmalar açısından öneriler getirilmiştir. Ayrıca hesaplamalarda yararlanılan çizelgeler Ekler bölümünde verilmiştir.

Bu tez çalışması 2010 yılında hazırlanmış olup 158 sayfadan oluşmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Dolgu Bloklu Dışlı Döşemeler, Teras Çatılar, Isıl Konfor, Tuğla, Bims, Gazbeton, EPS

II

SUMMARY

Structures meet safe, functional, aesthetic requirements of users' comfort in terms of carrying process. Vast majority of energy consumed in Turkey is used as heating energy in buildings. Toothed floors with filling block are the system commonly used in recent times in structure system since they minimize heat losses in buildings and provide design flexibility in projects.

Thesis study themed as "Examination of Filling Materials Used in Toothed Floors in Turkey and Evaluation In Terms of Thermal Transmittance" has been prepared by Department of Architecture, Institute of Science, Trakya University based on calculation and analysis method.

Thesis study consists of seven parts. In first part, while significance of carrying system and thermal conform has been mentioned in detail, in second part, varieties of concrete masonry system and reinforced concrete flooring have been introduced. In third part, toothed floor with filling block has been described. In forth part, filling materials used in toothed floors with filling blocks have been investigated in detail. In fifth part, what thermal comfort and its variables and thermal conductivity mechanisms have been described, calculation methods of thermal transmittance of structure elements have been introduced. In sixth part, heat transfer calculations of prepared terrace roof cross-sections have been conducted to four different degree daylight sections by considering TS 825. In final section, obtained data have been evaluated in terms of thermal transmittance, heat flow and internal surface temperatures and relevant results have been interpreted and afterwards following suggestions have been put forward in terms of following studies. In addition to this, schedules utilized in calculations have been provided in Appendices part.

This thesis study was prepared in 2010 and consists of 158 pages.

Key Words: Beam Floors with Filling Block, Terrace Roofs, Thermal Comfort, Brick, Beams, Autoclaved Concrete, Expanded Polystyrene Foam.

III

ÖNSÖZ

Ülkemizde en yaygın kullanılan yapım sistemi betonarme iskelet sistemidir. Bu sistem içerisinde özellikle ticari yapılarda uzun yıllardan beri tercih edilen dolgu bloklu dışli döşemeler, son yıllarda konut yapılarında da yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Kirişsiz bir tavan elde ederek farklı metrekairelerde konut projelendirme ihtiyacı ve son yıllarda artan enerji tasarrufu eğilimi dolgu bloklu dışli döşemelere yönelimi arttırmaktadır.

Dışli döşemelerde dolgu malzemesi kullanılmak istendiğinde en uygun malzemeyi seçebilmek amacıyla yapı elemanlarının bazı fiziksel özelliklerinin de bilinmesi gerekmektedir. Tez kapsamında bu fiziksel özellikler açıklanmaktadır

Tez çalışmasında dolgu bloklu dışli döşemelerde yaygın olarak kullanılan dolgu malzemeleri ayrı ayrı incelenmiştir. Isı kayıplarının büyük oranda gerçekleştiği teras çatılarda, farklı dolgu malzemeleri ile oluşturulmuş teras çatı kesitlerinde oluşan ısı kayıpları dört derece gün bölgesine göre hesaplanarak irdelenmiştir.

Bu çalışmada bana büyük bir sabırla yardımcı ve destek olan, çalışmamın her anında büyük bir moralle motive eden değerli hocamız Yrd. Doç. Dr. Esmâ MIHLAYANLAR'a tezin oluşmasındaki katkılarından dolayı teşekkür ediyorum. Yüksek lisansa devam etmem konusunda beni teşvik eden ve çalışmamın her aşamasında fikir ve görüşleri ile bana destek olan Yrd. Doç. Dr. Filiz Şenkal SEZER hocamız ve ayrıca tez çalışmasıyla ilgili görüş ve önerilerini bildiren Yrd. Doç. Dr. Semiha KARTAL hocamıza da teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans tezimi hazırlamaya başladığım ilk günden itibaren beni destekleyen ve her zaman yanımda olan haklarını ödeyemeyeceğim annem Aynur BALLI ve babam Enver BALLI'ya, çalışmalarımı yapabilmem için işte ve evde bir çok sorumluluğu üstlenen eşim Murat HEPTAŞKIN'a, fedakarlıklarından dolayı teşekkürü bir borç biliyorum. Ayrıca bu tezi, ders çalışma sürecimde beni rahatsız etmeme konusundaki çabalarıyla yalnız uyuma fedakarlığını gösteren sevgili oğlum Murat Ege HEPTAŞKIN'a armağan ediyorum.

Aralık 2010

Seçil HEPTAŞKIN

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
• ÖZET	I
• SUMMARY	II
• ÖNSÖZ	III
• ŞEKİLLER LİSTESİ	VII
• ÇİZELGELER LİSTESİ	XIII
• SEMBOL VE KISALTMALAR	XV
 BÖLÜM 1. GİRİŞ	 1
 BÖLÜM 2. BETONARME DÖŞEMELER	 8
2.1. Betonarme Yapım Sistemi Ve Betonarme Döşemeler	8
2.2. Betonarme Döşeme Çeşitleri.....	18
2.2.1 Plak Döşemeler	18
2.2.2. Dişli Döşemeler.....	19
 BÖLÜM 3. DOLGU BLOKLU DIŞLI DÖŞEMELER	 22
 BÖLÜM 4. DIŞLI DÖŞEMELERDE KULLANILAN DOLGU MALZEMELERİ	 33
4.1 Pişmiş Toprak (Tuğla) Bloklar.....	34
4.1.1. Özellikleri	35
4.1.2. İlgili Standartlar	38
4.1.3. Uygulanması	45

4.2 Hafif Beton (Bims) Bloklar.....	52
4.2.1. Özellikleri	54
4.2.2. İlgili Standartlar	58
4.2.3. Uygulanması	62
4.3. Gazbeton Bloklar	67
4.3.1. Özellikleri.....	68
4.3.2. İlgili Standartlar	72
4.3.3. Uygulanması	74
4.4. EPS Bloklar.....	79
4.4.1. Özellikleri	80
4.4.2. İlgili Standartlar	88
4.4.3. Uygulanması	93
 BÖLÜM 5. ISIL KONFOR VE ISI İLETİMİ	101
5.1 Isıl Konfor	101
5.2 Isıl Konfor Koşullarını Etkileyen Faktörler	105
5.2.1 İç Ortama Ait Faktörler	106
5.2.2 Kişisel faktörler	107
5.3 Isı İletimi	108
5.3.1 Isı İletim Mekanizmaları	109
5.3.2 Isı İletim Rejimleri	111
5.4 Yapı Elemanlarının Isı Geçirgenliklerinin Hesaplanması.....	113
 BÖLÜM 6. DOLGU BLOKLU DIŞLI DÖŞEMELERİN ISIL GEÇİRGENLİKLERİNİN İNCELENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ	118
6.1 . Teras Çatı Döşemeleri.....	120
6.2 Teras Çatı Döşemelerinin Isıl Geçirgenliklerinin İncelenmesi Ve Değerlendirilmesi	125

6.2.1 Betonarme Plak Döşeme Sisteminde Klasik Teras Çatılarda Isı Kayıpları.....	127
6.2.2 Dolgu Malzemeli Dişli Döşeme Sisteminde Klasik Teras Çatılarda ısı kayıpları	131
BÖLÜM 7. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	145

- **KAYNAKLAR**
- **ÖZGEÇMİŞ**

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 2.1 Çubuk Sistemler.....	11
Şekil 2.2 Plak Sistemler	11
Şekil 2.3 Döşemeler	12
Şekil 2.4 Levha Sistemler	12
Şekil 2.5 Kabuk Sistemler	13
Şekil 2.6 Katlanmış Plaklar.....	13
Şekil 2.7 Taşıyıcı Sistem Elemanları	16
Şekil 2.8 Dolgu Bloklı Dışlı Döşeme Örneği	17
Şekil 2.9 Bir Doğrultuda Çalışan Plak Döşemeler	18
Şekil 2.10 İki Doğrultuda Çalışan Plak Döşemeler	19
Şekil 2.11 Bir Doğrultuda Çalışan Dışlı Döşemeler.....	20
Şekil 2.12 Bir Doğrultuda Çalışan Dolgu Bloklı Dışlı Döşemeler	20
Şekil 2.13 İki Doğrultuda Çalışan Dışlı Döşemeler.....	21
Şekil 3.1 Dışlı Döşeme Planı, Kesiti.....	22
Şekil 3.2 Dolgu Bloklı Dışlı Döşemelerde Dışların Donatısı	23
Şekil 3.3 Dolgu Bloklı Dışlı Döşemelerde Ana Kiriş Donatısı	24
Şekil 3.4 Dolgu Bloklı Dışlı Döşemelerde Taşıyıcı Sistem.....	24
Şekil 3.5 Dolgu Bloklı Dışlı Döşemelerde Sınır Değerler	25
Şekil 3.6 Dolgu Bloklı Dışlı Döşemeler Kirişsiz Bir Tavan.....	26
Şekil 3.7 Dolgu Bloklı Dışlı Döşemelerde Dikkat Edilecek Hususlar	28
Şekil 3.8.a Pışmış toprak(Tuğla)	28
Şekil 3.8.b Hafif beton.....	28
Şekil 3.8.c Gazbeton	28

VIII

Şekil 3.8.d Köpük(EPS).....	28
Şekil 3.9 Kulaklı Prefabrik Kiriş Dolgu Blokları.	29
Şekil 3.10 Alttan Kulaklı Dolgu Blok Çeşitleri	29
Şekil 3.11 Statik Döşemeye Katılan Bloklar	30
Şekil 3.12 Dolgu Blokların Kapaklı Çözümleri.....	31
Şekil 4.1 Tuğla İmalatı Yapılan İlk Yapı Malzemesidir	34
Şekil 4.2 Dolgu Malzemesi Olarak Tuğla.....	35
Şekil 4.3 Döşeme Dolgu Tuğlası Yüzlerinin Adları.....	40
Şekil 4.4 Düz Döşeme Dolgu Tuğlası	40
Şekil 4.5. Kulaklı Döşeme Dolgu Tuğlası	41
Şekil 4.6 Kulak Biçim Ve Boyutları	42
Şekil 4.7 Taşıyıcı Olmayan Düz Döşeme Tuğlası Örnekleri.....	42
Şekil 4.8 Dolgu Bloklar Yan Dizilerek Veya Kesilip Küçültülerek Yerleştirilebilirler	47
Şekil 4.9 Dolgu Tuğla Bloklar, Delikleri Yatay Konum Alacak Şekilde Yerleştirilmektedir	47
Şekil 4.10 Bir Tarafı Kapalı Uç Dolgu Blokları	48
Şekil 4.11 Kapalı Uç Blok Uygulamasında Farklı Malzemelerden Destek Alınması	48
Şekil 4.12 Donatı ile Asmolen Bloklar Arasında Gerekli Payların Bırakılmaması....	49
Şekil 4.13 Dolgu Blokların Üzerine Üst Başlık betonu Donatısının Yerleştirilmesi	50
Şekil 4.14 Dolgu Blokların Üzerine Üst Başlık Beton Dökülmesi	50
Şekil 4.15 Kalıp Söküldükten Sonra Dolgu Bloklulu Dişli Döşemenin Tavan Görünümü	51
Şekil 4.16 Dolgu Bloklulu Dişli Döşeme Uygulaması	51

Şekil 4.17. Bims Üretiminde Kullanılan Pomza Madeni.....	52
Şekil 4.18 900 °C Yakılmış Bir Grup Numune	57
Şekil 4.19 Bims Dolgu Ara Bloklar	60
Şekil 4.20 Bims Dolgu Uç Blokları	60
Şekil 4.21.a Bims Dolgu Ara Blok	61
Şekil 4.21.b Bims Dolgu Uç Blok	61
Şekil 4.22.a Blok biçim detayı	61
Şekil 4.22.b Nervür plağı detayı	61
Şekil 4.23 Bims Blokların Güneş Almayan Kapalı Bir Ortamda Kurutulması	62
Şekil 4.24 Bims Blokların Açık Havada Doğal Kurutma İçin Bekletilmesi	63
Şekil 4.25 Asmolen Bims Blokların Delikleri Yatay Gelecek Şekilde Dizilmesi	64
Şekil 4.26 Kapalı Uç Blokların Yerleştirilmesi	64
Şekil 4.27 Dolgu Bloklı Dışlı Döşemelerde Baca Yerleştirilmesi	65
Şekil 4.28 Dolgu Bloklı Dışlı Döşemelerde Balkon Döşemesinde Donatı	65
Şekil 4.29 Dolgu Bloklar Ve Donatılar Yerleştirildikten Sonra Döşeme Betonu Dökülmesi	66
Şekil 4.30 Gazbeton'un Gözenekli Yapısı	67
Şekil 4.31 Gazbeton Üretim Şeması	75
Şekil 4.32 Gazbeton Dolgu Blokların Yerine Yerleştirilmesi	76
Şekil 4.33 Gazbeton Dolgu Blokların Kiriş Donatılarının Aralarına Yerleştirilmesi	76
Şekil 4.34 Gazbeton Dolgu Blokların Üzeri 5-7cm Üst Başlık Betonu Kaplanması.....	77
Şekil 4.35 Gazbeton Dolgu Bloklı Dışlı Döşemelerin Kalıp Söküldükten Sonra Tavan Görünümü	78

Şekil 4.36 EPS Malzemenin Hammadde Ve Mamul Ürün Olarak Görüntüsü.....	80
Şekil 4.37 EPS'nin Yoğunluğa Ve Deformasyona Göre Basınç Dayanımı	81
Şekil 4.38 EPS Blokların Sıcak Tel İle Kesilip Boyutlandırılması	82
Şekil 4.39 EPS'in Yoğunluğa Göre Isı İletkenliği (+10 °C)	83
Şekil 4.40 Gri/Siyah Tonlarında Üretilen EPS Isı Yalıtım Malzemeleri	83
Şekil 4.41 Çeşitli Yoğunluklardaki EPS'in Tamamen Suya Batırılmış Halde Su Emmesi.	84
Şekil 4.42 Yüksek Yoğunluktaki EPS'nin Yangın Davranış Raporu NASA	86
Şekil 4.43.a Polistirenin geridönüşüm simgesi (smartblockplus.com)	87
Şekil 4.43.b Polistirenin geri dönüşüm sınıfı	87
Şekil 4.44 Tip I EPS bloklarına örnekler	90
Şekil 4.45 Tip II EPS bloklarına örnekler	91
Şekil 4.46 Tip I EPS Blok Boyutları	92
Şekil 4.47 Tip II EPS blok Boyutları	92
Şekil 4.48 EPS Blokların Üretim Şeması	93
Şekil 4.49 Döşeme Kalıbı Kullanmadan Uygulanan Dolgu Blok Detayı	94
Şekil 4.50 Döşeme Kalıbı Kullanmadan Uygulanan Dolgu Blok Yası Kiriş İlişkisi .	94
Şekil 4.51 Prefabrik Kirişlere Uyumlu Dolgu Blok EPS	95
Şekil 4.52 Prefabrik Kirişlere Uyumlu Dolgu Blok EPS Uygulaması	95
Şekil 4.53 Çeşitli Markaların Çeşitli Şekillerde Ürettiği Kalıpsız EPS Bloklar Mevcuttur	95
Şekil 4.54 Kalıpsız Dolgu Blok EPS Uygulaması	96
Şekil 4.55 Farklı Şekillerde EPS Dolgu Bloklar.....	96
Şekil 4.56 Türkiye'de En Yaygın Olarak Kullanılan EPS Bloklar.....	97
Şekil 4.57 İnşaat Alanına Getirilmiş EPS Bloklar	97

Şekil 4.58 EPS Blokların Taşınması	98
Şekil 4.59 Kalıp Üstü EPS Dolgu Blok Uygulaması	98
Şekil 4.60 Kalıp Üstü EPS Dolgu Blokların Üzerine Bağlantı Donatısı Hazırlanması	99
Şekil 4.61 EPS Dolgu Blokların Üzeri 5-7cm Üst Başlık Betonu Kaplanır.....	99
Şekil 4.62 Kalıp Söküldükten Sonra Tavan Görünümü	99
Şekil 5.1 İç Ortamın Sıcaklığı Ve Bağıl Nemine Bağlı Olarak Konfor Bölgesi	102
Şekil 5.2. Kondüksiyonla (Taşınım) Isı Transferi	109
Şekil 5.3 Konveksiyonla (İletim) Isı Transferi	110
Şekil 5.4 Radyasyonla (Işınım) Isı Transferi	111
Şekil 5.5 Boşluklu dolgu bloklarda hesaplamalara katılacak değerler	115
Şekil 6.1 Binalarda Muhtemel Isı Kayıp Yer ve Oranları	118
Şekil 6.2 Soğuk Çatılar	119
Şekil 6.3 Farklı yalıtım sistemleri için 1. DG bölgesinde teras kat döşemeleri yakınında sıcaklık ve ısı akısı	121
Şekil 6.4 Farklı yalıtım sistemleri için 4. DG bölgesinde teras kat döşemeleri yakınında sıcaklık ve ısı akısı alanları	121
Şekil 6.5 Spesifik Çözüm Teras Çatıyı Oluşturan Katmanlar	122
Şekil 6.6 Klasik Teras Çatıyı Oluşturan Katmanlar	123
Şekil 6.7 Ters Teras Çatıyı Oluşturan Katmanlar	124
Şekil 6.8 Betonarme Plak Döşeme Sisteminde Isı Yalıtımsız Klasik Teras Çatı Kesiti	127
Şekil 6.9 Betonarme Plak Döşeme Sisteminde Isı Yalıtımlı Klasik Teras Çatı Kesiti	129
Şekil 6.10 Betonarme plak döşeme sisteminde klasik teras çatının ısı yalıtımlı ve ısı yalıtımsız ısı akısı değerleri	130

Şekil 6.11 Betonarme plak döşeme sisteminde klasik teras çatının ısı yalıtımlı ve ısı yalıtımsız olması durumlarına göre elde edilen iç yüzey sıcaklık (θ_{iy}) değerleri	130
Şekil 6.12 Tuğla Dolgu Malzemesi İle Oluşturulmuş Dişli Döşeme Sisteminde	
Klasik Teras Çatı Kesiti	132
Şekil 6.13 Bims Dolgu Malzemesi İle Oluşturulmuş Dişli Döşeme Sisteminde	
Klasik Teras Çatı Kesiti	132
Şekil 6.14 Gazbeton Dolgu Malzemesi İle Oluşturulmuş Dişli Döşeme Sisteminde	
Klasik Teras Çatı Kesiti	134
Şekil 6.15 EPS Dolgu Malzemesi İle Oluşturulmuş Dişli Döşeme Sisteminde	
Klasik Teras Çatı Kesiti	134
Şekil 6.16 Oluşturulan Kesitler İçin Fraklı Derece Gün Bölgesine Göre Hesaplanan	
Isı Akısı (q) Değerleri	136
Şekil 6.17 Oluşturulan Kesitler İçin Fraklı Derece Gün Bölgesine Göre Hesaplanan	
İç Yüzey Sıcaklık (θ_{iy}) Değerleri	136
Şekil 6.18 Oluşturulan Kesitler İçin Farklı Derece Gün Bölgesine Göre Hesaplanan	
ısı akısı (q)değerleri	142
Şekil 6.19 Oluşturulan Kesitler İçin 4derece Gün Bölgesine Göre Hesaplanan	
İç Yüzey Sıcaklıkları (θ_{iy}) Değerleri	142
Şekil 7.1 Klasik Teras Çatı Kesitlerinde Isıl Geçirgenlik (U) Değerleri	147
Şekil 7.2 Klasik Teras Çatı Kesitlerinde Isıl Direnç (R) Değerleri	148
Şekil 7.3 Klasik Teras Çatı Kesitlerinde Isı Akısı (q) Değerleri	148
Şekil 7.4 Klasik Teras Çatı Kesitlerinde İç Yüzey Sıcaklık (θ_{iy}) Değerleri	149

ÇİZELGELER LİSTESİ

Sayfa No

Çizelge 2.1 Silindir ve Küp Mukavemetleri Karşılığıyla Hazır Betonda Basınç Dayanımları Sınıfları.	9
Çizelge 4.1 Tuğla Dolgu Blokların İlgili Özellikleri	38
Çizelge 4.2 Döşeme Dolgu Tuğlalarının Hacim Kütleleri.....	43
Çizelge 4.3 Döşeme Dolgu Tuğlalarının Kırılma Yükleri.....	43
Çizelge 4.4 Kulaklı Döşeme Dolgu Tuğlalarının Boyut ve Toleranslar.....	44
Çizelge 4.5 Düz Döşeme Dolgu Tuğlası Boyut ve Toleransları.....	44
Çizelge 4.6 Döşeme Dolgu Tuğlalarının Detay Boyutları.....	45
Çizelge 4.7 Sadece Pomza Taşı Kullanılmış Beton Birimlerin Isıl İletkenlik Değerleri	55
Çizelge 4.8 Bims Dolgu Blokların İlgili Özellikleri	58
Çizelge 4.9 Beton Dolgu Blokların ve Nervür Plaklarının Boyutları.....	61
Çizelge 4.10 Gazbeton Dolgu Blokların İlgili Özellikleri	71
Çizelge 4.11 Trakya Üniversitesi Çorlu Mühendislik Fakültesinde ve Nova Chemical Technology Eurore’da Gerçekleştirilen Su Emme Deney Sonuçları	85
Çizelge 4.12 Yoğunluğa Göre Isıl İletkenlik, Eğilme Dayanımı Ve Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü Değerleri	85
Çizelge 4.13 EPS Dolgu Blokların İlgili Özellikleri	88
Çizelge 4.14 EPS Isı Yalıtım Levhalarının Beyan Edilmesi Mecburi Olan Özellikleri	89
Çizelge 6.1 Kesitlerde Kullanılan Malzemelerin Teknik Özellikleri	126
Çizelge 6.2 Farklı Derece Gün Bölgeleri İçin Isı Kaybı Hesaplarında Kullanılan Ocak Ayı Ortalama İç ve Dış Sıcaklık Değerleri.....	126
Çizelge 6.3 Oluşturulan Isı Yalıtımsız Teras Çatı Kesiti İçin Farklı Derece Gün	

Bölgesine Göre Hesaplanan Değerler	128
Çizelge 6.4 Oluşturulan 3cm Isı Yalıtımlı Teras Çatı Kesiti İçin Farklı Derece	
Gün Bölgesine Göre Hesaplanan Değerler	129
Çizelge 6.5 Oluşturulan Kesitler İçin Farklı Derece Gün Bölgesine Göre	
Hesaplanan Değerler	135
Çizelge 6.6 Oluşturulan Kesitler İçin Farklı Derece Gün Bölgesine Göre	
Hesaplanan Değerler	141
Çizelge 7.1 Dolgu Bloklı Dışlı Döşeme Sisteminde Klasik Teras Çatılarının Farklı	
Malzemeler İle Oluşturulan Kesitleri İçin Hesaplanan Isıl Direnç (R), Isıl Geçirgenlik (U), Isı Akısı (Q) ve İç Yüzey Sıcaklıkları (θ_{iy}) Değerleri	145

SEMBOLLER VE KISALTMALAR

SEMBOLLER		
μ	Buhar difüzyon direnç faktörü	-
U	Isıl geçirgenlik katsayısı	W/m ² .K
1/U	Isıl geçirgenlik direnci	m ² .K/W
q	Isı akısı	W/m ²
R _i	İç yüzeyin yüzeysel ısı iletim direnci	m ² .K/W
R _e	Dış yüzeyin yüzeysel ısı iletim direnci	m ² .K/W
θ_{iy}	İç yüzey sıcaklığı	°C
θ_i	Dahili havanın yüzeyle temas halinde olduğu sıcaklık	°C
θ_e	Harici havanın yüzeyle temas halinde olduğu sıcaklık	°C
θ_{yd}	Dış yüzey sıcaklığı	°C
λ	Isı iletim katsayısı	W/m.K
L	Yapı elemanlarının toplam uzunluğu	m
d	Yapı bileşeninin kalınlığı	m
KISALTMALAR		
T.S.E	Türk Standartları Enstitüsü	
B.A.	Betonarme	
HBS	Hasta Bina Sendromu	
EIA	Energy Information Administration/ Enerji Bilgi Yönetimi Merkezi	
EPS	Expanded Polystrene Foam - Genleştirilmiş Polistiren Sert Köpük	
XPS	Extruded Polystrene Foam -Haddeden Çekilmiş Polistiren Köpük	
WHO	Dünya Sağlık Örgütü	
AB	Avrupa Birliği	

XVI

BEP	Binalarda Enerji Performansı
°C	Derece Celsius (santigrat)
°K	Derece Kelvin
PÜD	Polistiren Üreticileri Derneği
GÜB	Gazbeton Üreticileri Birliği
HCFC	Hidro Kloro Flora Karbon
CFC	Kloro Flora Karbon
EURIMA	European Insulation Manufacturers Association/ Avrupa Yalıtımcılar Derneği
MTEP	Milyon Ton Eşdeğer Petrol
EN	European Norm - Avrupa Standardı
ISO	International Standardization Organization
DG	Derece Gün

BÖLÜM 1. GİRİŞ

İnsanın en önemli ihtiyaçlarından biri barınmadır. İnsan bu ihtiyacını karşılarken çeşitli yapılara ihtiyaç duymaktadır. Yapı, büyüklüğü, kullanma biçimi, amacı, yapım tarzı ve malzemesi ne olursa olsun çeşitli yüklerin etkisi altındadır. Bu yükleri uygun bir biçimde taşıyan ve zemine aktaran elemanların tümüne taşıyıcı sistem adı verilmektedir. (Aka vd., 1992)

Tarih boyunca, malzeme ve bilginin sınırlı olması nedeniyle, taşıyıcı sistem çok yavaş gelişmiştir. Son yüzyıl içerisinde yeni malzemelerin bulunmasına ve geleneksel malzemenin daha verimli kullanılmasını sağlayan araştırmalara daha fazla önem verilmiştir. Bunun sonucunda çıkan bilgiler ışığında öncekilere benzemeyen değişik ve ileri taşıyıcı sistemler geliştirilmiş ve sürekli olarak da gelişmektedir.

Özellikle taşıyıcı sistem malzemesi olarak betonarmenin bulunması taşıyıcı sistemlerin gelişmesinde önemli rol oynamıştır. Betonarmenin kolay biçim verilebilme özelliğinde olması ve bütün elemanların birlikte çalışmasını sağlayan monolitik yapıda olması geniş açıklıklı ve yüksek binaların yapılmasına imkân verebilmektedir.

Betonarme yapılarda sistem taşıyıcı üzerine kurulmaktadır. Taşıyıcı sistemin ana görevi yükleri taşıma ve zemine uygun bir şekilde aktarmaktır. Üzerinde yaşanan, çeşitli amaçlarla kullanılan ve altındaki katın tavanını oluşturan, yükleri taşıyıp mesnetlendiği kolonlara, oradan da temel aracılığı ile zemine aktaran yapı elemanlarının tümüne binalarda “kat döşemesi” yada kısaca “döşeme” adı verilmektedir (Aka vd.,1992).

Bu tez çalışmasında; betonarme taşıyıcı sistem elemanlarından döşemelerin bir çeşidi olan dişli döşemelerde, dolgu olarak kullanılan malzeme seçeneklerinin ısıl geçirgenlik açısından değerlendirilmesi yapılacağından, betonarme döşeme çeşitlerinden sadece bir doğrultuda çalışan dişli döşemeler ile ilgili bilgi verilecektir. Tez kapsamında dişlerin arası dolgu malzemesi ile doldurulmuş bir doğrultuda çalışan dişli döşemeler “Dolgu Bloklı Dişli Döşemeler” olarak anılacaktır.

Ülkemizde yapılmış ve yapılmakta olan konutlar ele alındığında, büyük bir kısmının konvansiyonel yapım sistemli iskelet taşıyıcı, boşluklu pişmiş kil veya gözenekli beton blok dış duvarlar ile oturtma kiremit çatılardan oluştuğu görülmektedir (Köse vd., 2006). Ancak son yıllarda gelişmekte olan konut inşaat sektörüne bakıldığında, ısı yalıtımı açısından da faydalı olduğu düşünülen “Dolgu Bloklı Dışlı Döşemeler” daha yaygın kullanıldığı gözlemlenmektedir. Çünkü konutların en önemli işlevlerinden biri de iç kısımda ısı konfor koşullarını sağlamasıdır. Günümüzde yaşanan enerji sorunu göz önüne alındığında, bina kabuğunun, ısı konforu, minimum enerji kullanarak sağlaması büyük önem taşımaktadır. Isıtma enerjisi harcamalarının minimum düzeye indirilebilmesi, ısı kayıplarının azaltılması ve dolayısıyla ısı yalıtımı ile mümkün olabilmektedir.

Isı yalıtımı, tüm dünyada enerji verimliliği kavramına bağlı olarak geliştirilen politikaların en önemli ayağını oluşturmaktadır. Enerji tüketiminin büyük bir bölümünün yapı sektöründe gerçekleştirildiği ülkemizde, enerji verimliliği çözüm geliştirilmesi gereken en önemli konulardan biridir. Binaların yalıtımı için yapılan ilk yatırım maliyeti başlangıçta inşaat maliyetini arttırıcı görünse de; standartlara uygun yalıtım, ısı üretimini ve tesisat maliyetini düşüreceğinden, kısa sürede sistem kendisini amorti ederek, önemli ölçüde enerji tasarrufu sağlanmaktadır.

EURIMA (European Insulation Manufacturers Association) tarafından yapılan bir araştırma, son 20 yıldır Avrupa'daki yeni konut inşaatlarında uygulanan ısı yalıtım standartlarının gelişimini kapsamaktadır. Bu araştırma yeni inşaatlarda tavsiye edilen ve uygulanan mineral yünlü yalıtım ürünlerinin kalınlığı üzerine yoğunlaşmıştır. Araştırmaya göre, özellikle orta Avrupa'daki birçok ülkede yalıtım standartlarının sürekli bir gelişim içinde olduğu görülmüştür. EURIMA Aralık 2002 tarihinde yaptırdığı bir araştırmada, yalnızca 1974'ten önce yapılan konutların, ısı yalıtımı yenilenmesi durumunda, tüm konut sektörünün ısıtma giderlerinden yaklaşık yüzde 42 tasarruf sağlanabileceği hesaplanmıştır (EURIMA).

Konuya Türkiye açısından yaklaşıldığında, çalışmaların istenilen düzeye gelmediği ancak son yıllarda önemli atılımların yapıldığı gözlenmektedir. Teknolojinin gelişmesi,

yakıt fiyatlarının artması karşısında insanların daha az enerji maliyeti harcayarak daha konforlu ortamlarda yaşama isteği, yalıtım kullanımına önem verilmesine yol açmakta ve yalıtım sektörünün gelişmesini yardımcı olmaktadır. Mevcut ısı yalıtım yönetmeliğinin ve TS 825 standardının yürürlüğe girmesi de yalıtım sektörünün gelişmesine önemli katkı sağlamaktadır (Köse vd., 2006).

Ülkemizde nüfus artışı, kentleşme ve sanayileşme gibi nedenler enerji tüketimini hızla arttırmaktadır. Buna rağmen ülkemizde verimlilik kavramına yeterince önem verilmediğinden, enerji verimli kullanılmamakta bu da enerji israfına sebep vermektedir. Diğer taraftan da çevre kirliliğine neden olmaktadır. Sanayi devriminden beri, iklimdeki doğal değişebilirliğe ek olarak, ilk kez insan etkinliklerinin de iklimi etkilediği yeni bir döneme girilmiştir (Türkes, 2001). Dünya genelinde enerji tüketimi son 25 yılda kişi başına sadece yüzde 5 kadar artmış olmakla beraber, gelişmekte olan ülkemizde son 25 yıldaki artış oranı yüzde 100 rakamının üzerindedir (Köse vd., 2006). Ülkemizin, enerji kaynakları açısından çok zengin olmadığı bir gerçektir. Enerji ihtiyacının %60-65’lik bir kısmı dışarıdan ithal edilmektedir (Ogulata,2002), (Kaygusuz ve Kaygusuz, 2004). Ayrıca bu ihtiyaç her yıl yaklaşık %4,4 gibi bir oranda da artış göstermektedir (Demirbaş,2001). Ülkemizin ithal ettiği ve kendi öz kaynaklarından ürettiği enerjinin üçte biri binaların ısıtılması ve soğutulması amacıyla kullanılmaktadır. Yalıtımsızlık nedeniyle israf edilen enerji, kükürt dioksit, karbon monoksit ve bunun gibi zehirli gazların oluşturduğu hava kirliliğine yol açmaktadır. Ülkemizde konut ve yapı sektörünün, toplam enerjinin yaklaşık yüzde 30-35’ini tüketmekte olduğu göz önünde bulundurulursa enerji verimliliği ile ilgili çalışmalarda, inşaat sektörüne yönelik düzenlemelerin ne kadar önemli olduğu ortaya çıkmaktadır (Demirbaş,2001), (Kaygusuz ve Kaygusuz, 2004).

Avrupa Birliği ülkelerindeki 160 milyon binanın, birliğin enerji talebinin % 40’lık bir bölümünü oluşturması ve böylece de toplam karbondioksit yayılımının % 40’ını gerçekleştirmesi nedeniyle enerji verimliliğini sağlamak için birtakım çalışmalar içine girmiştir. Avrupa’da hem mevcut hem de yeni yapılacak binalarda enerji performansı değerlendirmesine ilişkin belirli standartlar ve ortak bir yöntem getirmiştir. Bunun yanı sıra, düzenli bir denetim ve değerlendirme mekanizması kurarak, binalarda enerjinin

daha verimli kullanılmasını sağlamak amaçlı 4 Ocak 2003 tarihinde, Avrupa Parlamentosu ve Konseyi'nin Binalarda Enerji Performansı Direktifi (2002/91/EC), yürürlüğe girmiş, üye ülkelerde 4 Ocak 2006 tarihi itibarı ile zorunlu uygulamaya girmiş bulunmaktadır.

Avrupa Birliği Kyoto protokolüne göre karbondioksit yayılımını azaltmayı taahhüt etmiş, öncelikle” Sıcak Su Kazanları Direktifi” (92/42/EEC), “Yapı Malzemeleri Direktifi” (89/106/EEC) ve enerji verimliliğini artırarak karbondioksit yayılımını sınırlamayı amaçlayan “SAVE Direktifi” (93/76/EEC), yayınlamış devamında ise “Binalarda Enerji Performansı Direktifi”ni yürürlüğe koymuştur. Tüm bu düzenlemeler sonucunda binalardaki mevcut enerji tüketiminde 2010 yılı itibarıyla % 22’lik bir tasarruf sağlanabileceği ve karbondioksit yayılımında ise 44 milyon tonluk bir düşüş elde edilebileceği belirtilmektedir (Mimarlar Odası, 2006).

Türkiye’deki duruma baktığımızda ise, söz konusu direktifin Ulusal Program içinde “Enerji İç Pazarı Dışında Kalan Enerji Mevzuatının Benimsenmesi İçin Program Oluşturulması” başlığı altında, “Enerji Verimliliği ile İlgili Ulusal Mevzuatın Uyumunun Sağlanması” alt başlığında yer aldığını görüyoruz. Bu kapsamda en öncelikli düzenleme, “Binalarda Isı Yalıtımı Yönetmeliği”nin direktife uyumunun sağlanmasıdır (Mimarlar Odası, 2006).

Bu çalışma kapsamında 2008 yılında TS 825 ve ısı yalıtım yönetmeliği ile birlikte ele alınmaya başlanmış hemen akabinde 5 aralık 2008’de BEP (Binalarda Enerji Performansı) yönetmeliği resmi gazetede yayınlanmış, 5 aralık 2009 ta ise yürürlüğe girmesi ile süreç başlamış bulunmaktadır (Bayram,2009).

Bu süreçte 2017 yılına kadar tüm mevcut ve inşası sürmekte olan binaların 10 yıl süre ile geçerli olacak "Enerji Kimlik Belgesini" çıkarma zorunluluğu gelmekte, "Enerji Kimlik Belgesi" ile binaların etiketlenmekte ve bu binalarda ne kadar bir enerji tüketildiğinin ve ne kadar emisyonu tabi olduğunun görülebilmesi amaçlanmaktadır.

Türkiye’de 1998 yılından bu yana binalar TS 825 "Binalarda Isı Yalıtımı Kuralları" standardına göre yapılmaktadır. TS 825 "Binalarda Isı Yalıtımı Kuralları" standardının (TS 825, 1998) amacı, ülkemizdeki binaların ısıtılmasında kullanılan enerji miktarlarını sınırlamayı, dolayısıyla enerji tasarrufunu arttırmayı ve enerji ihtiyacının hesaplanması sırasında kullanılacak standart hesap metodunu ve değerlerini belirlemektir.

Özellikle yaşadığımız binalarda yeni TS 825 standardında ısı yalıtım kurallarının uygulanmasıyla, yakıt tasarrufu yapılması dolayısıyla ucuza ısınma, kalorifer tesisatının maliyetinin azaltılması, soğutma yapılan binalarda da soğutma tesisatı maliyetinin azaltılması söz konusu olmaktadır. İşletme sürecinde ise daha az yakıt sarfı, daha az elektrik sarfı sağlanmaktadır. En önemlisi hava kirliliğinde de azalma olacağı unutulmamalıdır. Çok önemli bir diğer unsur ise ısı yalıtımı yapılmakla daha az yakıt sarf edildiğinden, aynı miktar yakıt örneğin doğal gaz ile daha fazla binanın ısıtılması söz konusu olmaktadır.

Isı yalıtımının enerji tasarrufu yanında ortaya çıkardığı en önemli sonuçlardan bir tanesi de, daha az yakıt ve daha az baca gazı nedeniyle çevre kirliliğini azaltıcı yöndeki etkisidir. Fosil yakıtlar çevreye çok büyük zarar vermektedirler. Fosil yakıtların yakılması sera etkisinin atmosferde biriken gazların sıcaklığının yeryüzünden geri ışıınımı engellemesiyle oluşan küresel tehdit oluşturmaktadır. Sera etkisine neden olan en temel gaz fosil yakıtların yanmasıyla ortaya çıkan karbondioksittir. Mevcut eğilimin böyle devam etmesi durumunda küresel sıcaklık önümüzdeki yıllarda fark edilir oranda artacaktır ve bu durum önemli ekolojik ve iklimsel sonuçlar doğuracağı belirtilmektedir (Şengül, vd., 2005).

Küresel ısınma ve ısı yalıtımının faydaları ile ilgili bilgilendirme çalışmaları sayesinde konut sektöründe de ısı kayıplarını azaltmaya yönelik çeşitli önlemler alınmaya çalışılmaktadır. Ülkemizde de son yıllarda uygulanan konut projelerindeki yapıım sistemlerine bakıldığında, AB ülkelerinde olduğu gibi, gerek kırıışsiz büyük açıklıklı mekanlara gerek duyulduğundan gerekse ısı yalıtımının öneminin BEP (Binalarda Enerji Performansı) yönetmeliği ile kamuoyunda yankı yaratmasından dolayı, dolgu bloklu dişli döşemelerin yoğunlukla kullanıldığı gözlemlenmektedir. Hatta Mayıs

2008’de yenilenen TS 825 standardı ile birbirinden bağımsız olarak ısıtılan ya da soğutulan komşu bölümlerin arasındaki kayıplar da dikkate alınmıştır. Bu konu standartta, “Çok katlı olarak inşa edilecek olan binaların bağımsız ara döşemeleri ile komşu duvarları ısıtılmayan iç hacimlere bitişik taban ve duvar gibi düşünülerek, R direnci en az 0.80 m²K/W olacak şekilde hesaplanmalı ve yalıtılmalıdır.” ifadesi ile tanımlanmıştır. Daha önce TS 825’te belirtilen hesap yöntemleri kapsamında olmayan ancak, yaygın kullanılan asmolen ve benzeri boşluklu bitişik yüzeyli yapı bileşenlerinin ısı geçirgenlik katsayısının hesaplanması için gerekli olan bağıntı ve çizelgeler ilave edilmiştir (Uzgan,2010).

TS 825 ‘e yapılan yeni ilaveler ile Dolgu bloklu dişli döşemelerin malzeme seçimi ön plana çıkmaktadır. Dişli döşeme de denilen dolgu bloklu döşemelerde malzeme seçimi açısından farklı malzemeler bulunmaktadır. Bunlar çoğunlukla geleneksel seramik grubu malzemeler (pişmiş toprak beton vb) bunlarla birlikte son yıllarda kullanımlarında oldukça artış gözlenen polimer grubu EPS blokların da kullanıldığı dikkati çekmektedir. Özellikle ılıman iklim kuşağı üzerinde bulunan ülkemiz açısından bu farklı özelliklere sahip blok malzemelerle oluşturulan dişli döşemelerin incelenmesi düşünülmüştür.

Dişli döşemeler, asmolen döşemeler, boşluklu blok döşemelerde dolgu malzemeleri, ısı iletimi ve ısı konfor başlıkları ile ilgili olarak yapılan ulusal ve uluslar arası literatür taraması sırasında bu konuda yapılmış yüksek lisans ve doktora tez çalışmaları incelenmiştir. Hacıislamoğlu, yüksek lisans tezinde, kirişli ve asmolen döşemeli yapılarda maliyet analizi ve deprem karşısındaki davranışlarını incelemiştir (Hacıislamoğlu ,2003). Özdaş, yüksek lisans tezinde asmolen döşemeli betonarme binaların deprem performanslarını incelemiştir (Özdaş, 2006). Çiçek, yüksek lisans tezinde tuğla, bims beton, gazbeton ve perlitli yapı malzemelerinin fiziksel, kimyasal ve mekanik özelliklerinin karşılaştırmalı olarak incelemiştir (Çiçek,2002). Sağın, yüksek lisans tezinde pomza ile üretilen hafif beton blokların fiziksel özelliklerini incelemiştir (Sağın,2005). Kartal, yüksek lisans tezi için ülkemizdeki inşaat sektöründe gazbeton kullanılmasını araştırmayı seçmiştir (Kartal, 2001). Mıhlayanlar, doktora tezinde EPS ısı yalıtım levhalarının özelliklerini etkileyen üretim parametrelerini irdlemiştir

(Mıhlayanlar,2005). Özşahin, yüksek lisans tezinde, EPS bloklarla oluşturulmuş çelik donatılı beton taşıyıcı sistemini araştırmıştır (Özşahin, 2004). Cihan, yüksek lisans tezinde ise EPS bloklarla oluşturulmuş çelik donatılı beton taşıyıcı duvarlı binaların ısı performansını incelemiştir (Cihan, 2004). Tuncer, yüksek lisans tezinde, ısı konfor ve ısı konforu etkileyen değişkenleri incelemiştir (Tuncer, 2006). Gezer, yüksek lisans tezinde konutlarda kullanılan yapı malzemelerinin ısı konfora etkisini incelemiştir (Gezer,2003). Aköz, doktora tezinde teras çatılardaki çok katlı su tutucu tabakanın servis ömrünü tahmin etmek için çalışma yapmıştır (Aköz,1989). Mütevellioğlu, yüksek lisans tezinde teras çatılarda kullanılan pestil ve sıvı şeklindeki su yalıtım malzemeleri ve uygulamalarını incelemiştir (Mütevellioğlu, 1994). Öncel, yüksek lisans tezinde, teras çatılarda suya karşı korunum ilkelerini incelemiştir (Öncel,2001).

Yapılan çalışmaların kapsamı incelenmiş ve bu tez çalışmalarının kapsamlarının dışında ülkemizde yaygın olarak kullanımı görülen, farklı malzemelerle oluşturulmuş Dolgu Bloklı Dişli Döşemeler ve bu döşemelerde ısı iletimi araştırma konusu olarak seçilmiştir. “Türkiye’de Dişli Döşemelerde Kullanılan Dolgu Malzemelerinin İncelenmesi Ve Isıl Geçirgenlikleri Açısından Değerlendirilmeleri” tez başlığı olarak belirlenmiştir.

Bu çalışmada, dolgu bloklı dişli döşemelerin teras çatılarda kullanımları incelenmiş, TS 825’e göre 4 farklı gün bölgesindeki illere göre, farklı malzemeler ile oluşturulan kesitler için ısı direnç (R) ve ısı geçirgenlik (U) ve kesitte meydana gelen ısı akısı (q) değerleri hesaplanmış, her bir derece gün bölgesi için iç yüzey sıcaklıkları (θ_{iy}) açısından ısı konfor şartlarını karşılayıp karşılamadıkları grafiksel olarak incelenmiştir.

BETONARME DÖŞEMELER

Beton, çimento, su, agrega ve kimyasal veya mineral katkı maddelerinin homojen olarak karıştırılmasından oluşan, başlangıçta plastik kıvamında olup, şekil verilebilen, zamanla katılaşp sertleşerek mukavemet kazanan bir yapı malzemesidir. Betonun mutlak hacmini; %70 oranında agrega (kum çakıl mıcır), %10 oranında çimento, %20 oranında su oluşturmaktadır. Gerekğinde, çimento ağırlığının %5 inden fazla olmamak şartıyla katkı malzemesi ilave edilebilmektedir (Aka vd.,1992)

Betonarme ise, çelik çubuklar ile betonun birbirinden sıyrılmayacak bir biçimde birleşmesi ile, çelik ve betonun zorlamaları birlikte çalışarak karşıladıkları bünyesinde hacim olarak %0.2 den fazla donatı (çubuk demir veya hasır çelik) bulunan bileşik bir yapı malzemesi olarak tanımlanmaktadır.(TS 500). Teorik olarak donatı, betonarme betonunun maruz kalacağı gerilme kuvvetini karşılamakta ve böylece betonarme betonunda oluşabilecek çatlaklar kesiti zayıflatmayacak bir sınırdadır (Aka vd.,1992).

2.1 Betonarme Yapım Sistemi Ve Betonarme Döşemeler

Betonarme, ucuzluğu, bilgisayar kontrollü santraller, transmikserler, pompalar vb. üretim, taşıma ve yerleştirme aşamalarında büyük gelişimlerin sağlanmış olması, şekil verilebilme kolaylığı, çelik donatı ile (betonarme), çekme mukavemetinin yetersizliğinin dengelenmesi, yüksek basınç dayanımının olması, fiziksel ve kimyasal dış etkilere dayanıklılığı, uzun ömürlü ve bakımının kolay olması, hafif agrega ile hafifletilebilir ve pigmentlerle renklendirilebilir olması nedeniyle yaygın kullanılmaktadır (Aka vd.,1992).

Betonarmenin içindeki donatı çekmeye karşı, beton ise basınca karşı çalışmaktadır. Betonarme yapıların hesap ve yapım kuralları TS 500' de tanımlanmaktadır. Betonun basınç mukavemeti standart kür koşullarında saklanmış ($20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ kirece doymun su içerisinde), 28 günlük silindir (15 cm çap, 30 cm yükseklik) veya küp (15 cm kenarlı) numuneler üzerinde ölçülmektedir.

Basınç Dayanım Sınıfı	F ck, silindir	f ck, küp
-----------------------	----------------	-----------

Çizelge 2.1
Mukavemetleri
Betonda Basınç
Sınıfları. (TS EN

C 14	14	16
C 16	16	20
C 18	18	22
C 20	20	25
C 25	25	30
C 30	30	37
C 35	35	45
C 40	40	50
C 45	45	55
C 50	50	60
C 55	55	67
C 60	60	75
C 70	70	85
C 80	80	95
C 90	90	105
C 100	100	115

Silindir ve Küp
Karşılığıyla Hazır
Dayanımları
206-1 :2002)

Betonarme yapılarda sistem, yükleri taşıma ve zemine aktarma görevi olan taşıyıcı üzerine kurulmaktadır. Taşıyıcı sistemin düzenlenmesi ve biçimlenmesi yüklere bağlı bulunduğundan, yapıya etkileyen bütün yüklerin göz önüne alınmakta, nelerin taşınacağını belirlenmesinden sonra bir taşıyıcı sistem seçilmesi mümkün olmaktadır. Taşıyıcı sistemin düzenlenmesi için döşeme türü, açıklıklar, kolon ızgarası, çalışma doğrultusu vb. hakkında genel bir kural verilememekle birlikte yapının fonksiyonu öncelik taşımaktadır (Aka vd.,1992).

Yapılar fonksiyonlarına uygun olarak tasarlanmaktadır. Bu nedenle, tasarlama ve konstrüktif çalışmalar ve statik hesaplamalar ile birlikte yürütülmeli bunların her biri proje sürecinin bir parçası olarak ele alınmalıdır.

Betonarme taşıyıcı elemanlar çalışma biçimlerine göre sıralanabilirler (Aka vd.,1992).

- a) Çubuk sistemler, kolon ve kiriş adını verdiğimiz çubuk biçimindeki elemanların betonarmenin monolitik bağlantısı ile sürekli kiriş, çerçeve ve kafes taşıyıcı sistemleri meydana getirmesinden oluşmaktadır (Şekil 2.1).
- b) Plaklar, kendi orta düzlemlerine dik yüklenmiş düzlem yüzeysel taşıyıcılardır. Yapılarda düzlem alanlara ihtiyaç olduğundan yükü doğrudan doğruya taşıyan elemanlara ihtiyaç duyulmaktadır (Şekil 2.2).
- c) Döşemeler, yükleri taşır ve mesnetlendiği kolonlara, oradan da temel aracılığı ile zemine aktarmaktadırlar. Betonarme iskeletli bir yapıda kat döşemesi genellikle kirişler ve plaklardan bileşiktir (Şekil 2.3).
- d) Levhalar,kendi orta düzlem doğrultusunda yüklenmiş olan düzlem taşıyıcılardır (Şekil 2.4).
- e) Kabuklar, tek yada çift eğrilikli yüzeylerin taşıyıcı olarak kullanılması olarak tanımlanabilmektedir (Şekil 2.5).
- f) Katlanmış plaklar, düzlemsel elemanlarla birbirlerine mesnetlenerek levha çalışması yapabilecek biçimde düzenlenen uzay yüzeysel taşıyıcılardır (Şekil 2.6).



Şekil 2.1 Çubuk Sistemler



Şekil 2.2 Plak Sistemler



Şekil 2.3 Döşemeler



Şekil 2.4 Levha Sistemler



Şekil 2.5 Kabuk Sistemler



Şekil 2.6 Katlanmış Plaklar

Yapı, büyüklüğü, kullanma biçimi, amacı, yapım tarzı ve malzemesi ne olursa olsun çeşitli yüklerin etkisi altındadır. Bu yükleri uygun bir biçimde taşıyan ve zemine aktaran elemanların tümüne “taşıyıcı sistem” adı verilmektedir. Taşıyıcı sisteme etki eden yükler sabit ve hareketli yükler olarak iki çeşittir. Taşıyıcı olan ve olmayan yapı elemanları yapıda sürekli olarak bulunduğu için sabit yükler diye adlandırılmaktadır. Duvar, tavan elemanları, sıva ve döşeme kaplaması bu yükler arasındadır. Bu sabit yüklere, yapının ağırlığını oluşturduğundan, ölü yükler adı da verilmektedir (Aka vd.,1992).

Yapının taşınması gereken yükler ise hareketli yada yararlı yüklerdir ve kullanım amacına göre tahmin edilmelidir. Hareketli yükler yapıda bazen bulunan bazen de kaldırılabilir yükler anlamındadır. Yapı içerisinde hareket eden araç ve canlılardan başka yapının işlevine göre ev eşyası, makineler gibi yükler de hareketli veya yararlı yüklerdir. Kar yükü de hareketli bir yük olmasına rağmen yararlı yükler sınıfında hesaplanmamaktadır. Bütün bu sayılan yükler ağırlıklar olup düşey ve yere doğru yönelmektedir. Vinçler gibi hareketli araçların hareket doğrultusunda fren ve dik olarak çarpma etkileri ise yatay kuvvetlerdir. Bir yanı toprakla dolu bir duvardaki toprak itisi, depo ve silo duvarlarındaki itisi de yapıya etkiyen yatay kuvvetler arasında bulunmaktadır. Yapının durumuna göre çeşitli başka kuvvetlerin de göz önüne alınması gerekebilmektedir. Bu yüklere deniz kenarında dalga etkisi, bir iskeleye yanaşan geminin çarpması, doğrudan doğruya yola bitişik olan bir yapıya kaza sonucu bir aracın çarpması etkileri örnek olarak verilebilmektedir. Rüzgar ve deprem etkileri özellikle yüksek yapılarda önemlidir ve yüksekliğin fazla olması durumunda bu etkileri karşılamak düşey yüklerinkine oranla öncelik ve önem kazanmaktadır. Rüzgar etkisi, yönüne göre karşısına çıkan yüzeyde basınç ve onun arkasından emme biçiminde yatay kuvvet olarak alınmaktadır. Bu kuvvetlerin değeri ve yüzeye dağılışı yapının biçimine ve bulunduğu yerden yüksekliğine bağlı bulunmaktadır. Deprem etkisi yapının titreşimi sonucu ağırlığı ve depremin şiddeti ile orantılı olarak meydana gelen yatay kuvvetlerdir. Bu kuvvetler titreşimi yapan sistemdeki dinamik etki yerine statik olarak da alınabilmektedir (Aka vd.,1992).

Taşıyıcı sistemin düzenlenmesi ve biçimlenmesi yüklere bağlı bulunduğundan, ancak yapıya etkiyen bütün yüklerin göz önüne alınmasından, nelerin taşınacağını belirlenmesinden sonra bir taşıyıcı sistem seçilmesi ve üzerinde tartışılması mümkün olabilmektedir (Aka vd.,1992).

Geçmişte döşeme konstrüksiyonları, malzeme yetersizliği ve teknik bilgilerin yetersizliğinden dolayı küçük açıklıklarla sınırlı olduğu bilinmektedir. Mimarlık tarihinden bilinen döşeme örneklerinin geniş açıklıklar üzerinde yer alanlarının büyük çoğunluğu, eğri yüzeyli geometrilerden türetilen konstrüksiyon türlerinden oluşmaktadır. Bunun nedeni, o dönemlerde yapımda en yaygın olan taş, tuğla, gibi kagir malzemelerin basınç dayanımlarının yüksek buna karşılık çekme ve eğilme dayanımlarının yok denecek kadar az olmasıdır. Bu gerçeğin, yapı mesleği ile uğraşanları, basınca çalışan taşıyıcı sistemleri geliştirmeye zorladığı, bunun sonucu olarak da taş malzemeli kemer tonoz kubbe gibi salt basınç ve taşıma görevi üstlenen eğri geometrilik elemanların kullanımı yaygınlaştığı bilinmektedir.

Yine tarih içinde yatay, düzlemsel mekan bölücü elemanlar, bir başka deyişle, düzlem döşemeler, çekme ve basınca dayanıklı bir malzeme olan ahşap kullanılarak yapılabildiği, ancak ahşap elemanların uzunlukları geniş açıklık örtmeye yetmediği de bilinmektedir. Benzer bir şekilde, kagir malzemeli düzlem döşemeler ancak kolon ve lento yaklaşımıyla çok küçük açıklıklar için söz konusu olabilmekteydi. Büyük açıklıklarda ahşap makaslar kullanılmışsa da bunların derinlik gerektirmesi eğik olma zorunluluğu gibi nedenlerden ötürü kullanımları daha çok çatı örtüleri olarak yaygındı. Günümüzde ise betonarme gibi monolitik özellikte dökülebilen ve eğilme dayanımı yüksek olan yapı malzemelerinin varlığı sayesinde döşemeler büyük bir çoğunlukla düzlemsel olabilmektedir.. Bu, özellikle çok katlı yapıların ara kat döşemelerini oluşturan yüzeyler için önem kazanmaktadır.

Üzerinde yaşanan, çeşitli amaçlarla kullanılan ve altındaki katın tavanını oluşturan yapı elemanlarının tümüne binalarda kat döşemesi ya da kısaca döşeme adı verilmektedir. Döşemeler, üstlerinde her türlü işlevin görüldüğü önemli elemanlardır. Döşemelerin ana işlevlerinden biri üzerine gelen yükleri oturduğu taşıyıcı elemanlara sağlıklı olarak

iletmek, diğeri ise üzerinde yer alan işlevlere uygun bir zemin oluşturmaktır. Betonarme iskeletli bir yapıda kat döşemesi genellikle kirişler ve plaklardan bileşiktir. Kat döşemesi yükleri taşır ve mesnetlendiği kolonlara, oradan da temel aracılığı ile zemine aktarmaktadırlar. Taşıyıcı sistem elemanları Şekil 2.7’de görülmektedir



Şekil 2.7 Taşıyıcı sistem elemanları

Döşemelerin bina içinde yerine getirmek zorunda oldukları pek çok işlevleri bulunmaktadır.. En önemli işlevlerinden biri olan taşıyıcılık, geçtikleri alanın büyüklüğüne ve bu alanın üstüne gelen yükün miktarına göre farklılık göstermektedir. Planlama esnasında büyüklük ve yükler göz önünde bulundurularak döşeme sistemi seçilmelidir. Katlar arası ıslak zeminlerde, çatı ve zeminle doğrudan ilişkili yerlerde su geçişini engellemelidir. Isı ve buhar geçirgenliğinin denetimi sağlanabilmelidir. İnsanların yaptıkları hareketlerin seslerinin büyük bir kısmı döşemelerden alt katlara iletilir. Döşemelerde ses yalıtımının sağlanabilir olması gerekmektedir. Ayrıca yangına karşı direnç gösterebilmelidir. Betonarme döşemeler geleneksel malzemelere göre yangına daha dayanıklı ve hatta önleyici olmalarına karşılık, betonarme döşemenin içindeki donatının yüksek ısıda erimeye başlaması döşemenin çökmesi ile sonuçlanır. Çökmeyi geciktirebilmek için betonarmeyi, çabuk tutuşmayan ve yanarken aşırı sıcaklık

vermeyen kaplama ve dolgu malzemeleri ile birlikte kullanmak gerekmektedir (Aka vd.,1992).

Büyük açıklıklı kirişleri sık koyarak yüklerini küçültmek ve fazla yüklenen kirişleri küçük açıklık doğrultusunda koymak bir denge sağlamaktadır. Bu durum enine ve boyuna doğrultudaki açıklıkları farklı olan bir kolon ızgarasında ana kirişleri küçük, bunlara oturan tali kirişleri sık olarak büyük açıklığa koymakla gerçekleştirilebilmektedir. Sık kirişler ve bunlar üzerindeki plaktan oluşan döşemelere dişli döşemeler denir. Dişli döşemelerde dişlerin araları, asmolen diye adlandırılan boşluklu veya hafif malzemeden yapılmış dolgu malzemeleri ile kaplanıp düz bir tavan elde edilebilmektedir (Şekil 2.8)



Şekil 2.8 Dolgu Bloklu Dişli Döşeme Örneği

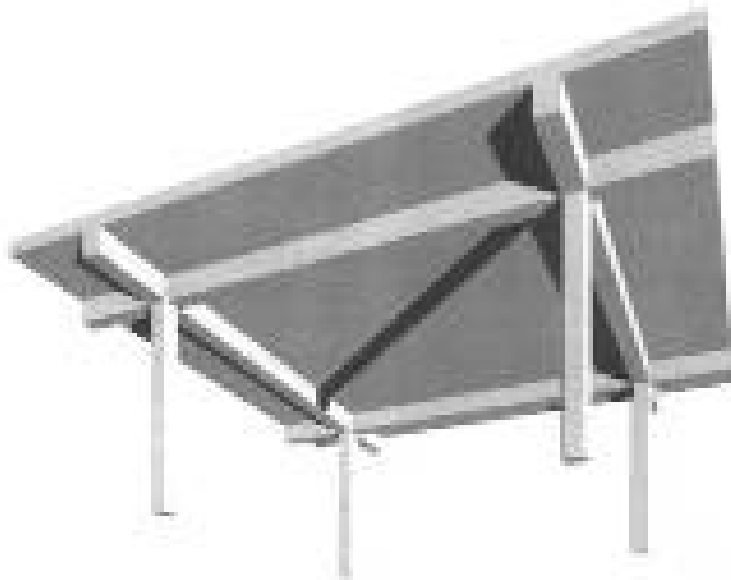
2.2. Betonarme Döşeme Çeşitleri

Betonarme döşemeler geçtikleri alanın biçimine ve büyüklüğüne göre değişik tipler oluştururlar. TS 500 standardı döşeme tiplerini aşağıdaki gibi isimlendirmektedir.

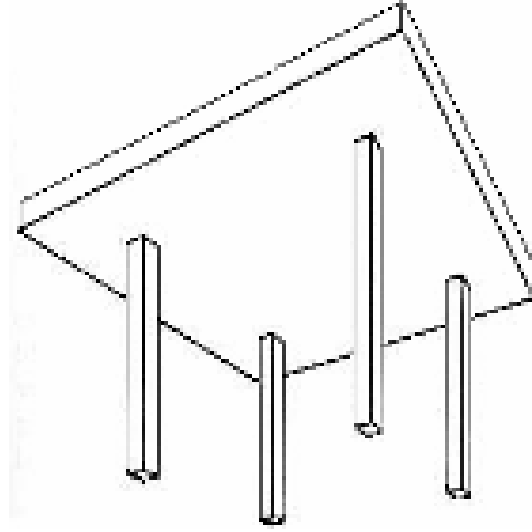
2.2.1 Plak Döşemeler:

- Bir doğrultuda çalışan plak döşemeler, düzgün yayılı yük taşıyan ve uzun kenarının kısa kenarına oranı 2 den büyük olan betonarme plaklar, bir doğrultuda çalışan plaklar olarak adlandırılmaktadırlar (Şekil 2.9). Plak döşemeler yaklaşık 25 m² alanı geçebilmektedirler. Buna göre kenarları en fazla 6-7 m olabilmektedir. Çoğunlukla dikdörtgen veya kare şeklinde uygulanan plak döşemeler afet bölgeleri yönetmeliğine göre ülkemizde en az 10 cm kalınlığında olmalıdır (Yücesoy 1998).

- İki doğrultuda çalışan plak döşemeler, düzgün yayılı yük taşıyan , dört kenarı boyunca mesnetlenmiş ve uzun kenarının kısa kenarına oranı 2 veya daha küçük olan betonarme plaklar iki doğrultuda çalışan plaklar olarak adlandırılmaktadırlar. İki doğrultuda çalışan plaklar kiriş veya duvarlara oturabileceği gibi, doğrudan kolonlara da oturabilmektedirler (kirişsiz döşeme) (Şekil 2.10).



Şekil 2.9 Bir Doğrultuda Çalışan Plak Döşemeler (Topçu, 2009)



Şekil 2.10 İki Doğrultuda Çalışan Plak Döşemeler(Topçu, 2009)

2.2.2. Dişli Döşemeler:

- Bir doğrultuda çalışan dişli döşemeler, serbest aralıkları 700 mm geçmeyecek biçimde düzenlenmiş kirişlerden ve ince bir tabladan oluşan döşemeler olarak tanımlanmaktadır (Şekil 2.11). Bu tür döşemelerde dişlerin arası boş bırakılabileceği gibi taşıyıcı olmayan dolgu malzemesi ile de doldurulabilmektedir. Dolgu malzemesi olarak boşluklu pişmiş toprak blok, bims blok, gazbeton blok, EPS blok ve benzeri hafif malzeme kullanılmaktadır (Şekil 2.12).

- İki doğrultuda çalışan dişli döşemeler ise bir doğrultuda çalışan dişli döşemelerdeki genel ilkelere uygun olarak düzenlenebilmektedir (Şekil 2.13).



Şekil 2.11 Bir Doğrultuda Çalışan Dişli Döşemeler.(TOPÇU, 2009)



Şekil 2.12 Bir Doğrultuda Çalışan Dolgu Bloklü Dişli Döşemeler



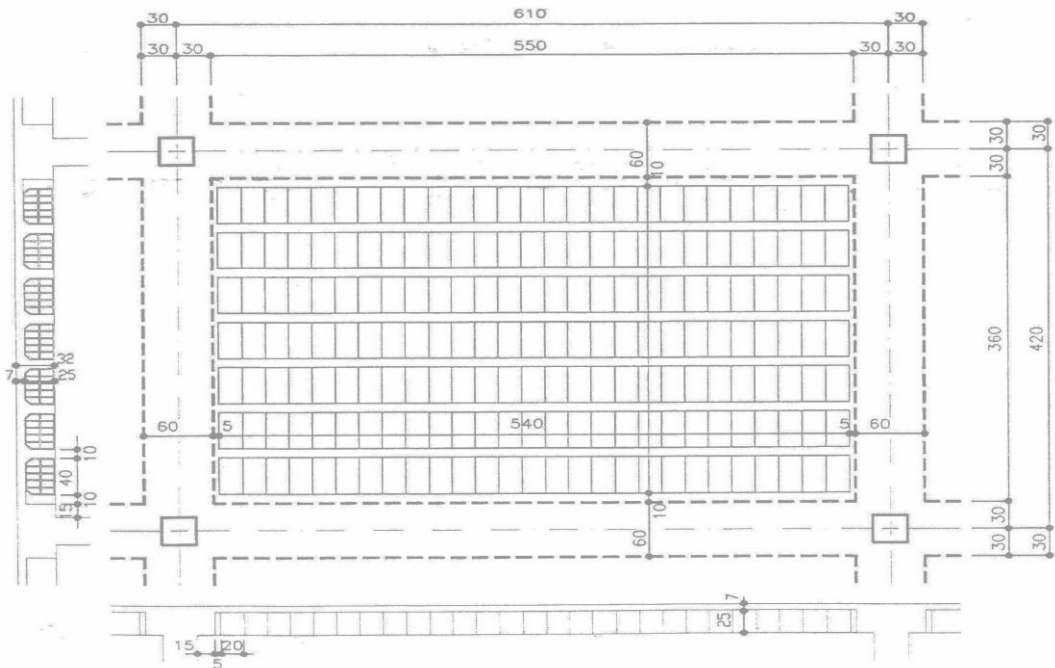
Şekil 2.13 İki Doğrultuda Çalışan Dişli Döşemeler

Bu tez çalışması kapsamında; bir doğrultuda çalışan dişli döşemelerde dolgu olarak kullanılan malzeme seçenekleri inceleneceğinden betonarme döşeme çeşitlerinden sadece bir doğrultuda çalışan dişli döşemeler ile ilgili bilgi verilecektir.

BÖLÜM 3. DOLGU BLOKLU DIŞLİ DÖŞEMELER

Gelişen teknoloji ve bunun karşılığında artan ihtiyaçlar büyük açıklıklı mekanların yapılandırılmasını gerektirmektedir. Büyük açıklıklarda kalınlaşan plak döşemeler yerine dişli döşeme kullanılması, basınç bölgesinde gerekli betonun bulunmasına karşılık dişler arasının boş bırakılmasından ileri gelen önemli bir hafiflik sağlanmakta, bunun yanı sıra yükseklik ağırlığı çok arttırmadan büyütülebileceğinden çelikten de büyük ölçüde tasarruf sağlanmaktadır.

Dişli döşemelerde, birbirine paralel, aynı boyutlu, aynı donatılı, kesiti (genişliği ve yüksekliği) normal kirişlere nazaran daha küçük olan kirişçikler (diş) oldukça sık (40~70 cm) yerleştirilmektedir (Şekil 3.1, Şekil 3.2). Daha sonra üzerine ince (5~7 cm) bir plak (üst başlık betonu) beraber dökülerek tamamlanmaktadır. Dişli döşemelere nervürlü döşeme de denmektedir. Dişlerin oturduğu kirişler ana kiriş diye adlandırılmaktadır (Şekil 3.3). Bu kirişlere yastık kiriş de denilmektedir. Plakın görevi yükü dişlere aktarmaktır. Plak üzerindeki yükler dişlere, dişlerden de dişleri taşıyan ana kirişlere aktarılmış olur. Bu nedenle yükü plak değil, dişler taşımaktadır. Diş genişliği genellikle 10~15 cm, yüksekliği 25 - 37 cm civarında olmaktadır (Topçu, 2009).



Şekil 3.1 Dişli Döşeme Planı, Kesiti (Yücesoy, 1998)

Dişli döşemelerde dişlerin hangi doğrultuda konacağı statik açıdan önem taşımaktadır. Dişler kısa doğrultuda konursa; Diş açıklığı küçük olmakta, diş fazla zorlanmamaktadır (küçük moment ve kesme kuvveti). Fakat döşeme yükünün tamamı dişlerin oturduğu büyük açıklıklı ana kirişlere gitmektedir ve, ana kirişler çok zorlanmaktadır (büyük moment ve kesme kuvveti). Dişler uzun doğrultuda konursa; Diş açıklığı büyük olmakta, dişler çok zorlanmaktadır. Döşeme yükünün tamamı dişlerin oturduğu küçük açıklıklı ana kirişlere gitmekte, ana kirişler çok zorlanmamaktadırlar. (Topçu, 2009))

Altında duvar olmayan ana kirişlerin yüksekliği, iç mekanda sarkma yapmaması için diş yüksekliğinde yapılmaktadır. Bu durumda yüksekliği az ve alışılmışın dışında geniş ana(yastık) kirişler oluşmaktadır. Yastık kirişler, normal kirişler kadar rijit olmadıklarından depremde sakınca yarattığı belirtilmektedir. Altında duvar olan ana kirişler normal boyutlarda yapılmalı, yastık kiriş yapılmamalıdır (Topçu, 2009)

Dolgu bloklu dişli döşemelerde taşıyıcı sistem Şekil 3.4'te görülebilmektedir.



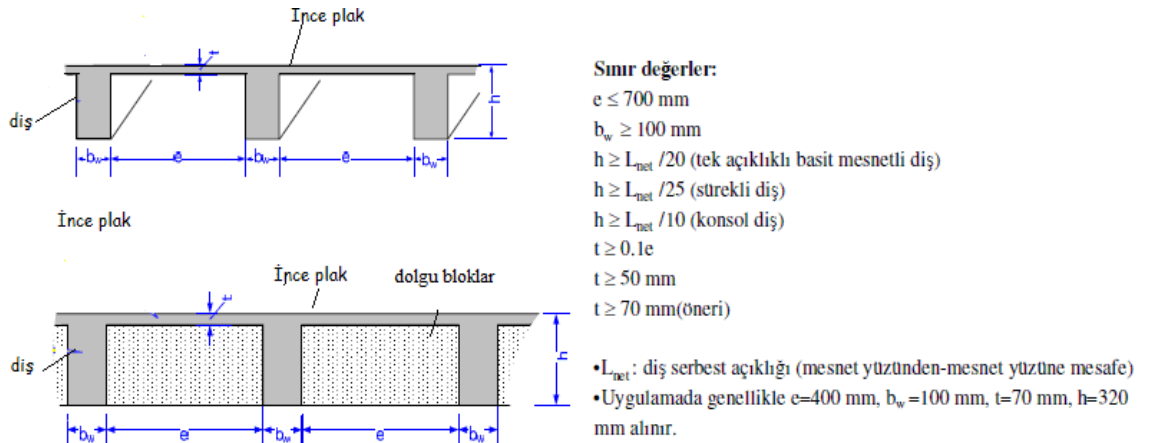
Şekil 3.2 Dolgu Bloklu Dişli Döşemelerde Dişlerin Donatısı



Şekil 3.3 Dolgu Bloklı Dışlı Döşemelerde Ana Kiriş Donatısı



Şekil 3.4 Dolgu Bloklı Dışlı Döşemelerde Taşıyıcı Sistem



Şekil 3.5 Dolgu Bloklı Dışlı Döşemelerde Sınır Değerler (Topçu, 2009)

Dişli döşemelerde minimum açıklık, boyut ve donatı koşulları TS 500 de tanımlanmıştır.

TS 500 e göre dişli döşemeler için belirlenen koşullar aşağıdaki gibidir..

- Diş aralıkları en fazla 70 cm
- Diş genişliği en az 10 cm
- Tabla kalınlığı en az 5 cm veya “diş aralığı/10 olmalıdır(Şekil 3.5)
- Bir doğrultuda çalışan dişli döşemelerin açıklığı 4m’den fazla ise, taşıyıcı dişlere dik, aynı boyutta ve aynı donatılı enine kirişler düzenlenmelidir. Açıklık 4-7 m arasında ise 1 enine diş , 7 m’ den büyük ise 2 enine diş düzenlenmelidir
- Her dişe 1 veya 2 adet boyuna çubuk konmalıdır.
- Dişlerde açıklık boyunca en az 6/20 lik etriyeler olmalıdır.
- Tablalarda iki yönde dağıtma donatısı olmalıdır.
- Her bir yöndeki dağıtma donatısı 0.001’den az olmamalıdır (Türkçü, 2010).

Afet yönetmeliğinin döşeme ve dişli döşemelere ilişkin koşulları ise aşağıdaki gibidir.

- Döşeme sistemleri, deprem kuvvetlerinin taşıyıcı sistem elemanları arasında güvenle aktarılmasını sağlayacak düzeyde rijitlik ve dayanıma sahip olmalıdır.
- Bütün deprem bölgelerinde, dolgulu ya da dolgusuz yerinde dökme ya da prefabrike dişli döşemeli sistemlerde plak kalınlığı 50mm den az olmayacaktır. Ancak düşey yüklerden oluşan kesme kuvvetleri ile birlikte plak düzlemindeki deprem kuvvetlerinin güvenle aktarılmasını sağlamak üzere, dişlerle plak arasında kesme

kuvveti bağlantılarının yapılması ve bu bağlantıların yeterli olduğunun hesapla gösterilmesi zorunludur. Diğer döşeme plakların kalınlıkları için TS 500’de verilen koşullar geçerlidir.

- Dolgulu ya da dolgusuz dişli döşemelerde en fazla donatı yüzdesi kirişler için verilen değerlere uymalıdır.
- Temel üstü yüksekliği,
 1. derece deprem bölgelerinde 12.00 m
 2. derece deprem bölgelerinde 15.00 m
 3. derece deprem bölgelerinde 18.00 m
 4. derece deprem bölgelerinde 21.00 m’yi aşan yapılarda, yatay yükleri emniyetle aktarmak üzere, temele dek devam eden ve planda rijitlik merkezi, kütle merkezine elden geldiğince çıkışacak biçimde deprem perdeleri düzenlenmelidir (Türkçü, 2010)

Dolgu bloklu dişli döşemeler, projelendirmeden dekorasyona kadar inşaatın her aşamasında önemli avantajlar sağlamaktadır. Büyük açıklıklı ve ağır yük taşıyan döşeme yapılabilmesi (8~15 m), düz bir tavan görüntüsü sağlaması, kalıp maliyetini düşürmesi, ısı ve ses yalıtımı sağlaması, mimari projede esneklik sağlaması ve statik hesaplamada kolaylık sağlaması bu avantajlardan bazılarıdır (Şekil 3.6).



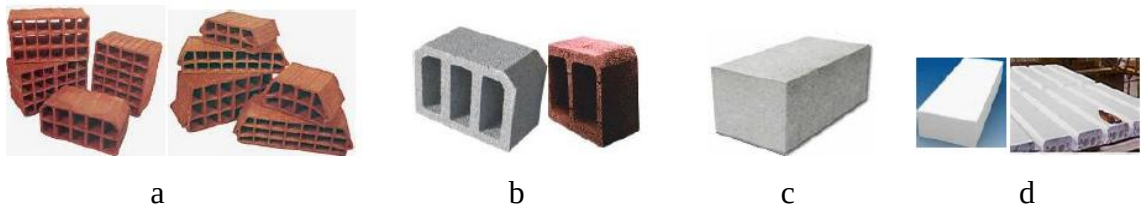
Şekil 3.6 Dolgu Bloklu Dişli Döşemeler Kirişsiz Bir Tavan

Dişli döşemeleri tercih ederken dikkat edilmesi gereken çok önemli bazı hususlar bulunmaktadır. Bu hususları şu şekilde sıralayabiliriz.(Topçu, 2009)

- Kat yüksekliği az olan yapılarda uygulanmamalıdır.
- Dolgu blokları kullanılmaması durumunda kalıp, sıva ve işçilik maliyeti çok yüksek olacağını bilmek gerekmektedir.
- Döşeme yükü, dişleri taşıyan ana kirişlere aktarılmaktadır. Bir doğrultuda dişli döşemelerde dişlere paralel ana kirişlere döşemeden yük aktarılmamaktadır.. Bu nedenle diş taşıyan ana kirişler taşımayanlara nazaran daha çok zorlanmaktadırlar.
- Deprem bölgeleri için uygun görülmemektedirler. Depremde, dişler doğrultusunda döşeme rijit davranır, deprem yükleri akstan aksa aktarılır. Dişlere dik doğrultuda gelen deprem kuvvetlerinin aktarılmasında dişlerin hiçbir katkısı olmamakta, sadece ince plak (5~7 cm) bu görevi üstlenmek zorunda kalmaktadır.
- Altında duvar olmayan ana kiriş yükseklikleri de diş yüksekliğinde yapıldığından, yüksekliği az ve çok geniş yastık kirişler oluşmaktadır. Kiriş genişliği, yönetmelikler gereği, oturduğu kolon genişliği kiriş yüksekliğini aşamayacağından yapısal (konstrüktif) zorluklar ortaya çıkmaktadır.
- Dolgulu dişli döşeme sistemli ve kiriş derinliği sığ yapılarda taşıyıcı çerçeve sistemini oluştururken düzenli kolon ve kiriş aksları oluşturmak çok önemlidir. Basık kirişli yapılarda yatay ötelenmeleri kısıtlamak için mutlaka perde duvar yapılması gerekmektedir (Ergun ve Yurtçu 2007).
- Yastık kirişli çerçevelerin eğilme ve yatay rijitliği zayıftır, dolayısıyla depreme direnimi düşük olmaktadır.
- Dişlerin oturduğu ilk ve son ana kirişler burulma etkisindedir.
- Yastık kirişlerin zımbalanma riski yüksektir.
- Depremde yapı yıkılmasa dahi; doldu bloklar, ek tedbirler ile bağlanmamışlarsa, yerinden kurtularak can kaybına neden olmaktadır (Deprem Yönetmeliği, 2007)
- Katlar arası kirişli ve dolgu bloklu dişli döşeme gibi farklı döşeme sistemi kullanılması yumuşak kat oluşumuna sebep olmaktadır. Bu durum deprem açısından dikkat edilmesi gereken bir husustur (Doğangün, 2004)
- Duvarda bulunan akslarda yastık kiriş yerine normal kiriş yapılmalı kolon ve perdelerin yönleri aynı yönde olmamalıdır (Şekil 3.7).



Şekil 3.7 Dolgu Bloklı Dışlı Döşemelerde Dikkat Edilecek Hususlar

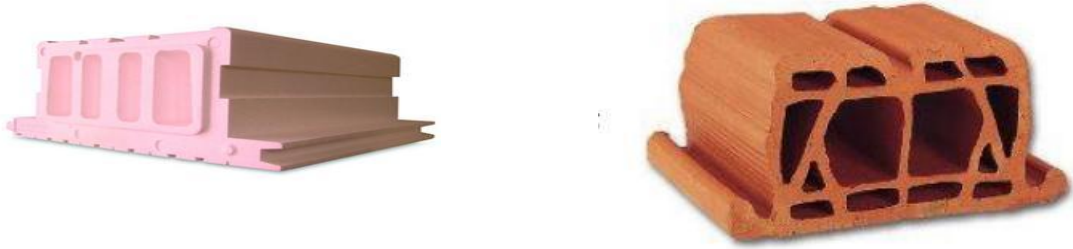


Şekil 3.8 (a) Pişmiş toprak(Tuğla), (b) Hafif beton, (c) Gazbeton , (d) Köpük(EPS)

Dişli döşemelerde plağın alt kısmındaki dişler arası boş bırakılabilmekte veya hafif bir dolgu malzemesi (asmolen) ile doldurulabilmektedir. Bu tür dolgulu döşemeye asmolen döşeme denir. Dolgu malzemesi olarak boşluklu beton briket, boşluklu pişmiş kil, gaz beton, köpük veya benzeri, bu amaç için özel olarak üretilmiş, standart boyutlu hafif bloklar kullanılabilmektedir (Şekil 3.8). (Topçu, 2009)



Şekil 3.9 Kulaklı Prefabrik Kiriş Dolgu Blokları



Şekil 3.10 Alttan Kulaklı Dolgu Blok Çeşitleri

Bazı dolgu blokları kulaklı olarak da üretilebilmektedir. Bu çeşit bloklar genellikle prefabrik döşeme kirişleri ile kullanılmaktadır. Bu kulaklı bloklar aynı zamanda döşeme tahtası kullanmadan döşeme betonu dökülmesini de sağlamaktadırlar. Alttan kulaklı olanlar tavanda aynı cins malzemeden bir yüzey oluşturmakta, bu nedenle tavanda malzeme farklılığından dolayı olabilecek sıva çatlakları ve renk farklarını ortadan kaldırmaktadır (Şekil 3.9) Kulaklı dolgu blokları firma ve malzemeye göre farklı şekillerde üretilebilmektedir.(Şekil 3.10)

Dişli döşemelerde kullanılan dolgu bloklar;

- a) Statik çalışmaya katılan
- b) Statik çalışmaya katılmayan şeklinde iki türdürler.

a) Statik çalışmaya katılan dolgu bloklar, döşemelerde kesit içinde meydana gelen basınç kuvvetlerinin bir kısmını veya bütünü alarak kiriş ve kolonlara aktarmaktadırlar (Şekil 3.11).

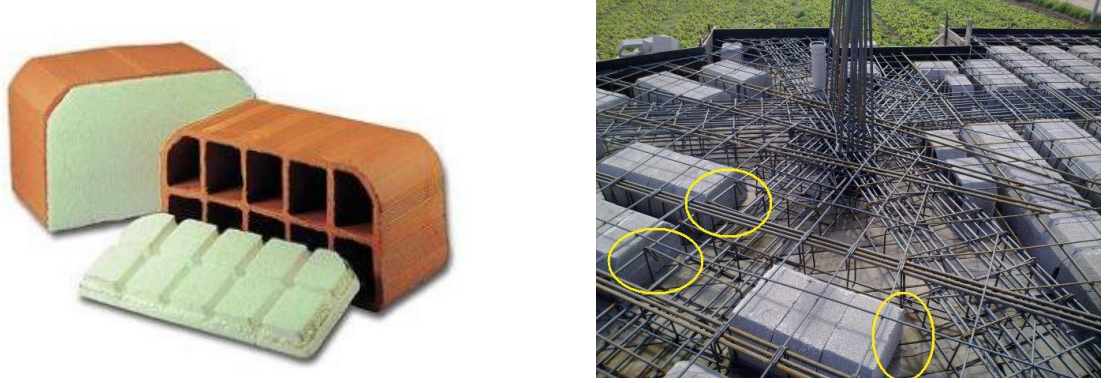
b) Statik çalışmaya katılmayan dolgu bloklar, statik bakımdan yük taşımamaktadırlar. Blokların yalnız taşıma sırasında ve beton dökülürken hasar görmeyecek, ona kalıp görevi yapacak kadar sağlam olmaları yeterli olabilmektedir. Yapıya çok fazla yük ilave etmemek için hafif olmaları gerekmektedir. Bu sebeple tuğla ve hafif betondan üretildiklerinde boşluklu olarak üretilmektedir.

Statik döşemeye katılmayan dolgu bloklar en yaygın kullanılan dolgu bloklardır ve bu çalışmanın konusunu oluşturmaktadırlar.

Boşluklu dolgu bloklar delikleri yatay konum alacak şekilde dizilmektedirler. Aksi durumda delikler alttan görünmekte ve sıvaya elverişli bir yüzey oluşmamaktadır.



Şekil 3.11 Statik Döşemeye Katılan Bloklar



Şekil 3.12 Dolgu Blokların Kapaklı Çözümleri

Dolgu blokların kirişe dayanan yüzündeki boşluğunun kapalı olmasına dikkat etmek gerekmektedir. Kapatılmadığı takdirde kirişe dökülen beton blokların içine dolarak hesaplanandan fazla beton kullanılmasına sebep olmaktadır. Bu durum hesaplanan beton maliyetini arttırdığı gibi döşemenin de hesaplanandan daha ağır olmasına sebep olmaktadır. Blokların, kalıp üstüne yerleştirilmesi sırasında, bir tarafı tahta kalıp veya bir gün önce beton ile kapatılabilir, ancak bu da işçiliği artırmaktadır (Topçu, 2009). Bu sebeple üretici firmalar bu amaca yönelik çeşitli çözümler üretmektedirler (Şekil 3.12).

Dişli döşemelerde dişler arası boş bırakılarak tavanda sarkan kirişleri görmek, kalıp ve sıva masrafı çok olduğundan plak döşemeye göre beton ve çelikten yapılan tasarrufu aşip daha pahalı olabilmektedir. Dolgu yapıldığında dişleri oluşturmak için özel kalıba gerek kalmamaktadır. Dolgu bloklar (asmolen) düz kalıp platformu üzerine dişlerin yerleri boş kalacak şekilde dizilmekte dişlerin donatıları bu boşluklara yerleştirilmektedir. Önce plak için gerekli donatılar da yerleştirildikten sonra beton dökülmektedir. Döşeme yüzeyine dizilen dolgu blokları kaplama tahtasını boydan boya döşenmesine gerek bırakmadığı için kereste kullanımında da ekonomi sağlamaktadır. Böylelikle kalıp ve sıvanın plaktaki miktarda kalması sağlanmakta ve kalıp platformu söküldüğünde, dişler ve bloklar düz bir tavan görünümü oluşturmaktadır (Özçelik, 2010). Ancak bu durumda da dolgu blokların birim ve işçilik maliyetinin ve ağırlıklarının göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Dolgu blokların düz bir tavan oluşturarak görünüşü etkilemekten başka toz tutan girintileri ortadan kaldırmak, mekanların duvarlarla bölünmesinde serbestlik sağlamak, döşeme kalınlığı arttığından dolayı ses ve ısı yalıtımı sağlamak gibi etkileri de söylenebilmektedir.

BÖLÜM 4. DIŞLI DÖŞEMELERDE KULLANILAN DOLGU MALZEMELERİ

Binalardaki ısı kayıplarını en aza indirdiği ve kırılsız bir tavan oluşturma imkanı verdiğinden dolayı, proje aşamasında sağladığı tasarım esnekliği sayesinde yapım sistemi olarak dolgu bloklu dışlı döşemeler son zamanlarda en yaygın kullanılan sistemdir.

Ülkemizde dışlı döşemelerde yaygın olarak kullanılan dolgu malzemeleri geçmişten günümüze çeşitlilik göstermektedir. En yaygın kullanılan dolgu malzemeleri, pişmiş toprak(tuğla), bims beton, gazbeton ve son yıllarda gelişim gösteren Genleştirilmiş Polistiren Sert Köpük (EPS) malzemelerdir.

Dolgu blokların ölçüleri blok türüne göre farklılık gösterebilmektedir. Hangi tür dolgu blok kullanılacaksa ölçüleri alınır ve döşeme bu ölçülere göre projelendirilir. Türkiye’de genellikle eksenleri arası 50 cm ve genişlikleri 10 cm olan dışlar için standart dolgu blokları hazır olarak bulunmaktadır (TS 407 Hafif Beton Asmolen Bloklar Ve Nervür Plakları - Tavanlar İçin ve DIN 4158). TSE tarafından, bazı boşluklu tuğla bloklar, boşluklu bims beton bloklar, gazbeton bloklar ve Expanded Polistiren Sert Köpük (EPS) dolgu bloklar için, standart boyutlarına göre, plak kalınlığını 5 ve 7 cm seçerek dışlı döşemenin ağırlığını ve bunların taşıyabileceği en büyük pozitif ve negatif momentleri, bu momentler için gerekli donatıyı veren tablolar düzenlenmiştir. Bu tablolar yük ve kesit hesaplarında kolaylık ve hız sağlamak üzere hazırlanmıştır.

Bu bölümde taşıyıcı sistem elemanlarından döşemelerin bir çeşidi olan dışlı döşemelerde, dolgu malzemesi olarak kullanılan bloklar için malzeme seçenekleri olan;

- Tuğla boşluklu dolgu bloklar
- Bims beton boşluklu dolgu bloklar
- Gazbeton dolgu bloklar
- Expanded Polistiren Sert Köpük dolgu bloklar’ın kısaca tarihçe, yapım süreci, özellikleri, standartları ve uygulamaları anlatılmaktadır.

4.1. Pişmiş Toprak/Tuğla Bloklar

Tuğla'nın dünya tarihinde imalatı yapılan ilk yapı malzemesi olduğu bilinmektedir. Tuğla, kil ile suyun karıştırılıp kalıplandıktan sonra yüksek sıcaklıkta pişirilmesi ile oluşmaktadır. İlk yerleşim yerlerinin ve kültürlerin tuğla yapımına uygun alüvyonlu toprakların yer aldığı geniş nehir havzalarında kurulduğu, çok eski çağlarda her binanın önce bir tuğla üretim tesisi olduğu, üretilen tuğlaların daha sonra bu binanın yapımında kullanıldığı bilinmektedir (Şekil 4.1).

Zaman içinde daha sağlam binalar, daha yüksek kuleler inşa etmek ihtiyacı doğmuş yüksek ve sağlam binalar da beraberinde estetik ihtiyacını ortaya çıkarmış olduğu bilinmektedir. Bu ihtiyaçlar karşılığında toprak yüksek ısıda pişirilmiş ve pişmiş tuğla ortaya çıkmıştır.

Rönesans sonrası sanayi devriminin başlaması ile tuğla ve kiremit endüstrisi de hızla gelişmeye başlamıştır. Tuğla ve kiremit, sürekli gelişen teknolojisi sayesinde inşaat sektöründe yaygın olarak kullanılmaktadır.. (www.tukder.org.tr, 2009)



Şekil 4.1 Tuğla İmalatı Yapılan İlk Yapı Malzemesidir (www.tukder.org.tr, 2009).

4.1.1. Özellikleri

Tuğla dişli döşemelerde dolgu malzemesi olarak yaygın olarak kullanılmaktadır (Şekil 4.2). Dolgu blok olarak kullanılacak tuğla ile ilgili genel özellikler aşağıda verilmektedir.

- **Birim Hacim Ağırlık;** Tuğla dolgu bloklarında birim hacim ağırlık ortalama 600-100 kg/m³ değerdedir (TS 1261). Tuğla dolgu blokları betona göre 5 kat daha hafif olup dolgu betonlarından %25 daha hafif olduğu belirtilmektedir (www.tukder.org.tr, 2009).
- **Mukavemet;** Tuğla dolgu bloklarında mukavemet değeri ortalama minimum 240-360 kgf/cm² değerlerinde olması istenmektedir (TS 1261, 2001).
- **Rötre;** Rötre, sulu bir ortamda veya yüksek rutubete maruz kalan malzemelerde meydana gelen hacimsel genişleme farklılığıdır. Su veya rutubet ortamında hacimsel genişlemeye uğrayan yapı bileşenleri rötre çatlağı yapmaktadır. Zamanla bu çatlaklar birleşerek malzemenin dayanımını azaltmakta ve deformasyonu hızlandırmaktadır. Tuğla bloklarda rötre çatlağı olmadığı belirtilmektedir (www.tukder.org.tr, 2009).



Şekil 4.2 Dolgu Malzemesi Olarak Tuğla

- **Sıva Tutma Özelliği;** TS 1260 ve TS 1261 standartlarına göre üretim yapılan tuğla bloklarda, kullanım sırasında zararlı olabilecek çatlama, kopma, pullanma, dağılma vb. hasarlar görülmemesi gerekmektedir. Bu da yanak yüzlerinde bulunan yivler sayesinde betonun daha iyi tutunmasını sağlamaktadır.

- **Isıl iletkenlik;** Tuğlanın yüksek sıcaklıklarda ısıyı kendi bünyesinde depoladığı, ortam sıcaklığı düştüğü zaman da, bünyesinde depoladığı sıcaklığı zaman içerisinde ortama geri verdiği belirtilmektedir (www.tukder.org.tr, 2009). Üretici firmaların web siteleri incelendiğinde 0.37–0.45 W/mK değerlerinde ısı iletkenlik katsayılarında dolgu blokları üretildiği görülmektedir (www.tandogantugla.com.tr/urnlr, www.kudret.com/products.php?cat=6 vs).

- **Su emme;** Tuğlanın su emme katsayısı 9-30 kg/m.h^{0.5} olarak belirtilmektedir (Pamukçu,1997). Tuğla topraklarında demir bileşiklerinin renk yanında sertlik ve su emme yüzdesine etkisi büyüktür. Demir oksitler pişme sonucunda sertliğin daha fazla olmasını sağlamakta, su emmesini düşürmektedir (Lüftüoğlu, 1983). Özellikle bileşimde bulunan Fe₂O₃ ve CaO ürünün renk, küçülme, su emme miktarı, yoğunluk ve dona dayanım üzerinde etkili olmaktadır (Özbek vd., 2001). Fazla kireçli topraklarla yapılan tuğlalarda porozite ve su emme özelliği artmakta, dona dayanım ise azalmaktadır (Demir, 1996).

- **Nem ve Buhar Difüzyonu;** Buhar difüzyonu, izolasyonu devamlı kılan ve ortamın bağıl nemini ayarlayan, nefes alabilen doğal mekanlar oluşturan önemli bir özelliktir. Tuğlanın iyi bir ısı yalıtım katsayısına sahip olduğu, soğuk bir iç yüzey oluşumunu ve su buharının oluşumunu engellediği belirtilmektedir. Tuğlalar difüzyon yolu ile hava transferi yapmakta ve çok az miktarda nemi kendi bünyesinde saklamaktadır. Aynı zamanda kılcal yapısı sayesinde ortamdaki nemi alıp dışarı atmaktadır. Ortamdaki %20 oranında nemi hızla almakta ve hızla geri vermekte olduğu, aksine işleyiş ile de bir ortam kliması görevi yapmakta olduğu belirtilmektedir (www.tukder.org.tr, 2009).

- **Ses İzolasyonu;** Tuğlanın sahip olduğu bir nispi büyük kısım (kütle, madde) ile titreşimi (salınımı) zor geçirmekte olduğu, belirtilmektedir. Buradaki ses iletim değeri konstrüksiyonun farklı detaylandırması ile optimum seviyeye getirilebilmektedir (www.tukder.org.tr, 2009).

- **Yangına Karşı Dayanım;** Tuğla üretim safhasındaki pişirme esnasında yaklaşık olarak 1000°C de pişmektedir, ayrıca yangına dayanıklı bir malzeme olması ile birlikte oluşabilecek yangın esnasında doğal bir malzeme olması sayesinde çevreye zehirli gaz vermemektedir. Bu nedenle yangın esnasında uzun bir süre problemsiz bir dayanım sergilemekte olduğu belirtilmektedir (www.tukder.org.tr, 2009). TS EN 13501' e göre tuğla A1 sınıfı malzemedir. A1 sınıfı malzemeler, tam gelişmiş yangını da kapsayan yanmanın herhangi bir kademesinde yanmaya katkıda bulunmamaktadır. Bu nedenle, otomatik olarak bu malzemelerin daha aşağı sınıflar için belirlenen tüm özellikleri yeterince sağladığı kabul edilmektedir (TS EN 13501).

- **Yapı Biyolojisi;** Tuğlanın Elektromanyetik dalgalara karşı yalıtım sağlaması, zararlı gaz salınımının olmaması ve malzeme içeriğinin sadece kil, toprak ve su gibi doğal maddelerden oluştuğu için %100 geri dönüşümlü bir malzeme olduğu belirtilmektedir (www.tukder.org.tr, 2009).

- **Ekonomiklik;** Tuğlanın, maliyeti betona göre daha düşük olup kalıp tahtasından %30, ısı kayıplarını önlediğinden ısınma giderlerinden %25 tasarruf sağladığı, ayrıca yüksek mekanik sağlamlık ve kimyasal yüklere karşı dayanıklı olduğu belirtilmektedir. Bu özellik uzun süreli kullanım sağladığından uzun vadede ekonomiyi de beraberinde getirmektedir (www.tukder.org.tr, 2009).

Tuğla'nın ilgili özellikleri Çizelge 4.1'de özetle verilmektedir

Çizelge 4.1 Tuğla Dolgu Blokların İlgili Özellikleri

MALZEME ÖZELLİKLERİ	Pişmiş Toprak
Birim Hacim Ağırlık	600-1000kg/m ³
Mukavemet Değerleri	240-360 kgf/cm ²
Rötre	Görülmemektedir
Sıva Tutma Özelliği	TS1260 ve TS 1261 standartları dikkate alındığında iyi
Isı İletkenliği	0,37-0,45 W/mK
Su Emme Katsayıları	9 - 30kg/m.h ⁰⁵
Buhar Difüzyon Direnç Faktörü	5-10
Ses İzolasyonu	Optimum seviyede ses yalıtım şartlarını sağlar(tugder.org.tr)
Yangına Karşı Dayanım	1000°C'ye kadar dayanım A1 yanıcılık sınıfı
Yapı Biyolojisi	%100 geri dönüşüm
Ekonomiklik	Betonarmeye göre ekonomik

4.1.2 İlgili Standartlar

Genel olarak “standart” deyimi, diğerlerine örnek teşkil etmesi herkes tarafından kabul edilmiş, ortak bir kavram’ın, süreç’in veya belli niteliklerdeki bir cismin tanımlanması için kullanılmaktadır (Berköz, 1968, Kömürlü vd. 2007). Bu nedenle “standart”, bir ürünün veya yapının belli amaçlar için taşınması gereken çeşitli nitelikleri belirleyen ve her ülkede bu işle ilgili kurumca hazırlanıp duyurulan kural, normdur (Hasol, 1993).

Ülkemizde bu norm ve kurallar Türk Standartları Enstitüsü (TSE) tarafından tanımlanmaktadır. Türk Standartları Enstitüsü (TSE) tarafından hazırlanan tuğla ve kiremidin üretim standartları aşağıda belirtilmiştir.

TS EN 771-1 Kâgir birimler - Özellikler - Bölüm 1: Kil kâgir birimler (Tuğlalar) tuğlaları (2010)

TS 543 Tuğlalı Döşemelerin Hesap ve Yapım Kuralları (1967)

TS EN 1344 Kilden mamul döşeme kaplama elemanları - Özellikler ve deney metotları (2004)

TS EN 1304 Çatı kiremitleri ve bağlantı parçaları - Kilden imal edilmiş - Tarifler ve özellikler (2007) olarak belirlenmiştir

BS EN 15037-3 Precast Concrete Products. Beam-And-Block Floor Systems. Clay Blocks (Ön Dökümlü Beton Mamüller -Dişli Döşeme Sistemleri-Bölüm 3 Kil Bloklar), (2009)

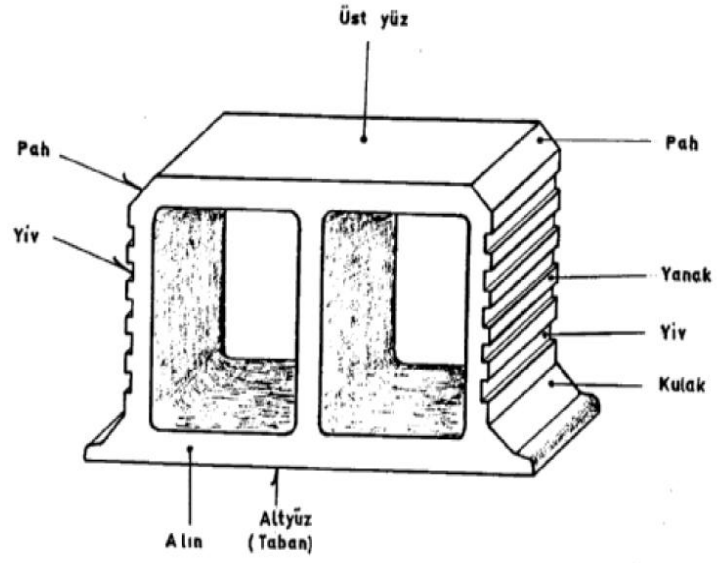
TS 1260 Taşıyıcı Asmolen tuğlaları (statik çalışmaya katılan) ; bu standard 13.04.2010 tarihinde yürürlükten kaldırılmıştır

TS 1261 Taşıyıcı Asmolen tuğlaları (statik çalışmaya katılmayan) (2001); TS 1261 ise statik çalışmaya katılmayan döşeme dolgu tuğlaları ile ilgili standartları kapsamına almıştır.

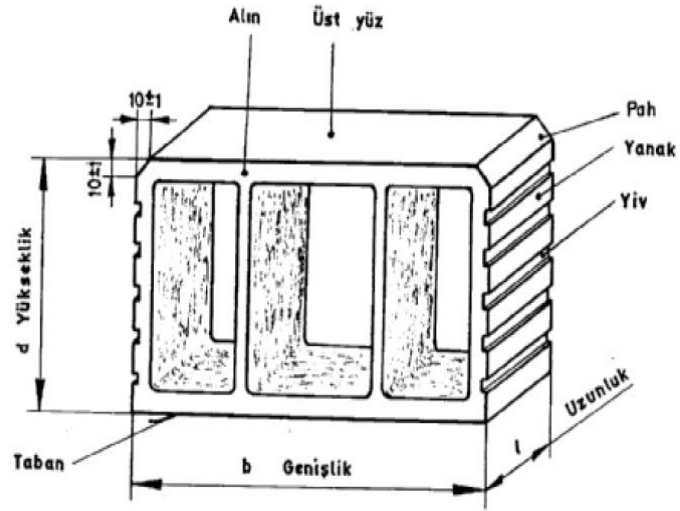
TS 1261’de dişli döşemelerde kullanılan dolgu tuğlası, kil veya killi toprağın veya bunların karışımının su ve gerektiğinde kum, öğütülmüş tuğla ve kiremit tozu, uçucu kül v.b. maddelerle karıştırılarak özel makinelerde şekillendirilmesi ve genellikle sun’i olarak kurutulduktan sonra fırınlarda pişirilmesi suretiyle elde edilen ve betonarme dişli döşemelerin yapımında, statik çalışmaya katılmaksızın sadece dolgu olarak kullanılan döşeme tuğlaları olarak tanımlanmıştır.

TS 1261 de Döşeme dolgu tuğlaları biçimlerine göre;

- Kulaklı tuğlalar (KT)(Şekil 4.3)
- Düz tuğlalar (DT) (Şekil 4.4) olmak üzere iki sınıfa, Çizelge-1’de belirtilen dn hacim kütlesi sınır değerlerine göre;
- Hafif döşeme dolgu tuğlaları (H),
- Çok hafif döşeme dolgu tuğlaları (ÇH) olmak üzere iki tipe ayrılır.



Şekil 4.3 Döşeme Dolgu Tuğlası Yüzlerinin Adları

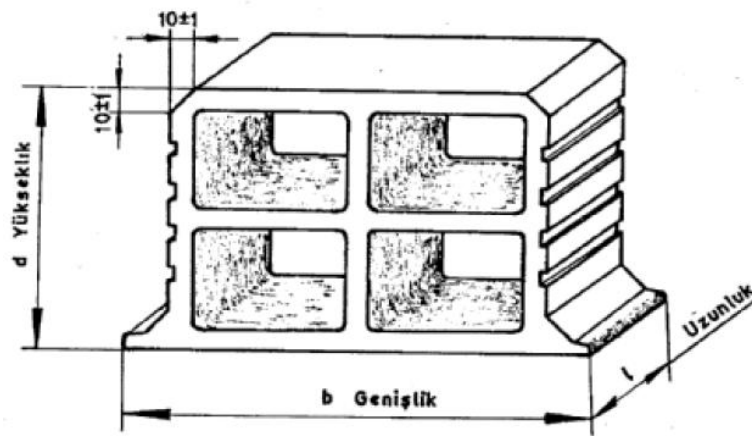


Şekil 4.4 Düz Döşeme Dolgu Tuğlası (ölçüler mm dir)

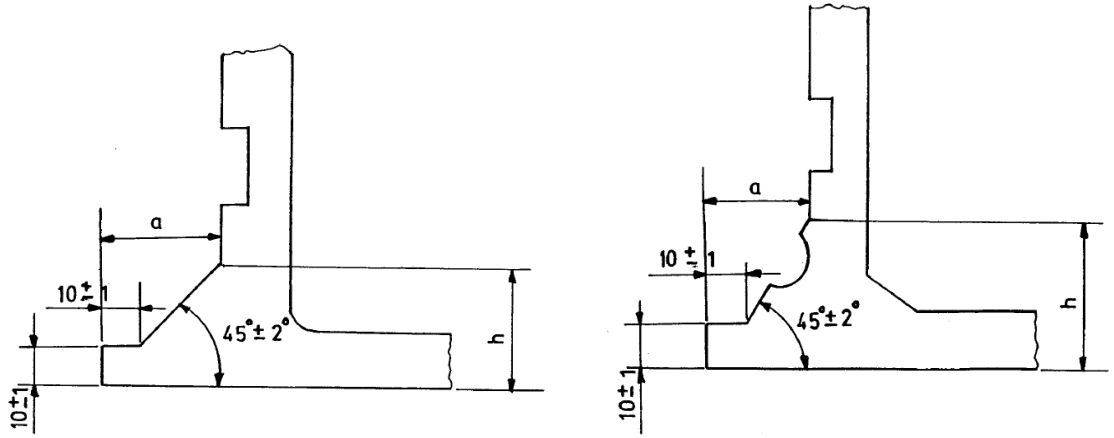
Dişli döşemelerde kullanılan dolgu tuğlalarında olması gereken özellikler yine TS 1261 de tanımlanmıştır.

- **Biçim ve Görünüş:** Döşeme dolgu tuğlalarının dış görünüşleri (kulak çıkıntıları ve yivler dikkate alınmaksızın) dikdörtgenler prizması biçiminde ve karşılıklı yüzleri birbirine paralel olmalıdır. Döşeme dolgu tuğlalarının dış yüzleri (yivler dikkate alınmaksızın) düzgün ve düzlem olmalı, TS 1261 Madde 2.2.1’de açıklandığı şekilde muayene edildiğinde, yüzeyin hiçbir yerinde cetvel veya gönye kenarlarından ayrılma 5 mm den fazla olmamalıdır. Yanak yüzlerinde betonun daha iyi tutunmasını sağlamak amacıyla yivler bulunmalıdır. Alt yüz ile üst yüzde de bu şekilde yivler yapılabilir. Ayrıca üst yüz ile yanak yüzleri arasında birer pah bulunmalıdır (Şekil 4.5, Şekil 4.6).

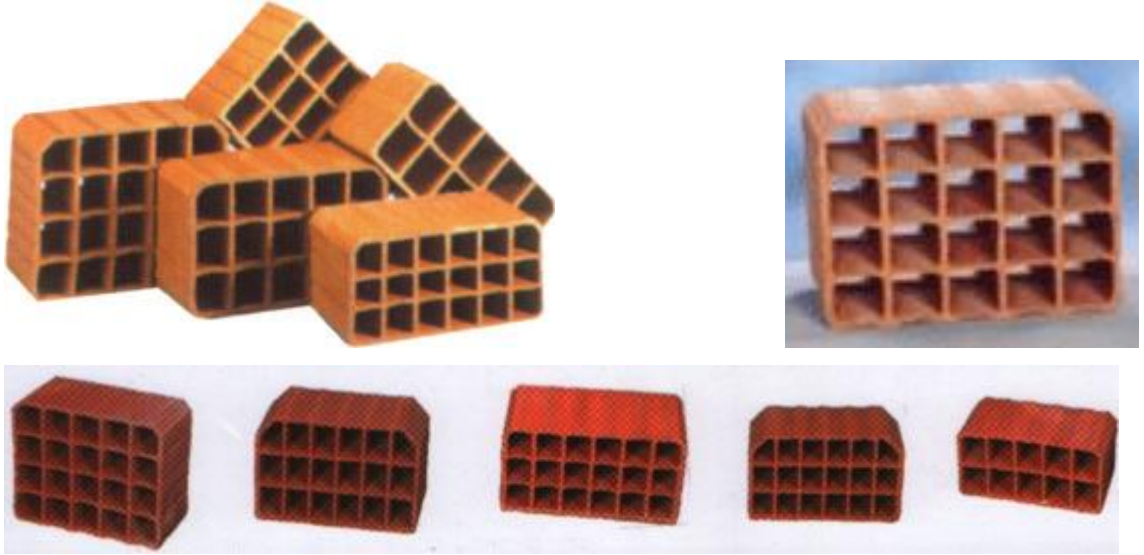
Kulaklı döşeme tuğlalarında alt yüzün iki kenarında tuğla uzunluğunca uzanan kulak çıkıntıları bulunmalıdır (Şekil 4.5). Döşeme dolgu tuğlalarındaki boşlukların şekil ve sayıları sınırlandırılmamıştır. Kulaklı tuğlaların kulak biçimi Şekil 4.10’da gösterilmiş olup, Çizelge 4.10 ve Şekil 4.6’daki boyutlara uygun olmak kaydıyla kulak biçimi serbest bırakılmıştır. Çeşitli firmaların ürettiği taşıyıcı olmayan döşeme dolgu tuğlaları Şekil 4.7’de görülmektedir.



Şekil 4.5. Kulaklı Döşeme Dolgu Tuğlası (ölçüler mm dir)



Şekil 4.6 Kulak Biçim Ve Boyutları (ölçüler mm dir)



Şekil 4.7 Taşıyıcı Olmayan Düz Döşeme Tuğlası Örnekleri

- **Hacim Kütlesi:** Döşeme dolgu tuğlalarının TS1261 Madde 2.3.1.e göre belirlenecek hacim kütleleri ile bunların aritmetik ortalamaları Çizelge 4.2’de verilen değerlere uygun olmalıdır.
- **Kırılma Yüğü:** Döşeme dolgu tuğlalarının Madde 2.3.2’ye göre belirlenecek kırılma yükleri, tuğla tip ve uzunluğuna göre Çizelge 4.3’de verilen değerlere uygun olmalıdır.

- **Zararlı Kireç ve Magnezi (Manyezi):** Döşeme dolgu tuğlaları üzerinde TS 1261 Madde 2.3.3’de açıklanan deney uygulandığında, kullanılma sırasında zararlı olabilecek çatlama, kopma, pullanma, dağılma vb, hasarlar görülmemelidir. Bu hasarların görülmemesine rağmen inceleme sonuçlarından şüphe edilmesi halinde, zararlı kireç ve magnezi deneyi uygulanmış bu deney numunelerinin TS 1261 Madde 2.3.2’de belirtildiği şekilde bulunacak kırılma yükleri ve bunların aritmetik ortalamaları Çizelge 4.3’de belirtilenlerin %85 inden küçük olmamalıdır.
- **Boyut ve Toleranslar:** Kulaklı döşeme dolgu tuğlalarının boyutları Çizelge 4.4’de, düz tuğlaların boyutları ise Çizelge 4.5’da verilen değerlere uygun olmalıdır.

Çizelge 4.2 Döşeme Dolgu Tuğlalarının Hacim Kütleleri

Döşeme Tuğlası Tipi	Hacim kütlesi (kg/m ³)	
	Herbiri max	Ortalama max
Hafif (H)	1000	900
Çok Hafif (ÇH)	700	600

Çizelge 4.3 Döşeme Dolgu Tuğlalarının Kırılma Yükleri

Tuğla Tipi	Tuğla Uzunluğu (l) (mm)	Kırılma Yüğü kgf (N)	
		Herbiri Min	Ortalama Min
Hafif (H)	200	190 (1900)	240 (2400)
	300	290 (2900)	360 (3600)
Çok Hafif (ÇH)	200	125 (1250)	160 (1600)
	250	160 (1600)	200 (2000)
	300	190 (1900)	240 (2400)

Çizelge 4.4 Kulaklı Döşeme Dolgu Tuğlalarının Boyut ve Toleransları (mm)

Uzunluk (l)	Genişlik (b)	Yükseklik (d)	Kulak Çıkıntısı genişliği (a) ve Kulak Çıkıntısı Yüksekliği (h)					
			b= 300		b=400		b=500	
			a	h	a	h	a	h
Tolerans + %0 - %5			Tolerans ± %3					
200 250 300	300 400 500	125	50	35	50	35	50	35
		150						
		175						
		200						
		225						
		250	60	40	60	40	60	40
		275						
		300						
		325						
		350						
</								

Çizelge 4.6 Döşeme Dolgu Tuğlalarının Detay Boyutları

Boyut	Herbiri Min	Aritmetik ortalama Min
Dış yüz et kalınlığı	10	12
Yivlerdeki et kalınlığı	6	8
Yiv genişliği iki yiv arasındaki	8	10
düz kısım genişliği	26	30

Döşeme dolgu tuğlalarının dış yüzlerinin et kalınlığı, yivlerdeki et kalınlığı, yiv genişliği ve iki yiv arasında kalan düz kısımların genişlikleri Çizelge 4.6’da belirtilen değerlere uygun olmalıdır. Tuğlanın diğer kısımlarındaki et kalınlıkları ile boşlukların Şekil, boyut ve sayıları sınırlandırılmamıştır.

Bu tez çalışması kapsamında; dişli döşemelerde, taşıyıcı olmayan dolgu malzemesi olarak kullanılan boşluklu blok döşeme için malzeme seçenekleri inceleneceğinden sadece TS 1261 kapsamındaki statik çalışmaya katılmayan döşeme dolgu tuğlalarının yapım ve uygulama sürecinden bahsedilecektir.

4.1.3 Uygulanması

Tuğla ve kiremit, hammadde hazırlanması, şekillendirme, kurutma ve pişirme işlemlerinden sonra ambalajlanıp inşaat alanına sevk edilmektedir. Bütün bu evrelerde TSE’nin belirlediği standartlar göz önünde bulundurulmaktadır.

Dolgu tuğla blokların şantiyelerde kırılmadan bir bütün olarak yerleştirilmesi, uygulamanın hızını arttırmanın yanı sıra, yapıda eksantrik gerilmeler oluşmamasını da sağlar. Bu konu basit bir hesaplama ile çözümlenebilir.

Çoğunlukla m sayısı tam çıkmayacak, 20 cm’den küçük belirli bir mesafe artacaktır. Artan uzunluk ikiye bölünerek, asmolenler yassı kirişten bu bölüm kadar uzakta

dizilmeye başlanmalıdır. Böylece iki yassı kiriş ortalanmış olacaktır. 6 m ‘yi aşan diş uzunluklarında a yerine a-10 alınmalıdır

Dişler dik yönde ise yassı kirişler arasındaki b mesafesinde n adet asmolen blok sırası ve n-1 adet diş olduğu düşünülürse, $b=40n+10(n-1)$ yazılabilir. Buna göre blok sırası adedi $n=(b+10)/50$ olarak belirlenebilir. İşlem sonucu artan kısım olursa, yukarıda yapıldığı gibi yarısı her iki tarafa eklenir.

Asmolen blok sıralarının sayısını bulmak için daha basit bir yöntem de vardır. Tek sıra 40cm genişliğindedir. İkinci sıra ilave edildiğinde 40 cm’in üstüne bir n diş (10 cm) birde blok (40 cm) eklenir. Ve genişlik 90 cm olur. Bundan sonra ilave edilen her sıra için genişlik 50 cm artar. 40,90,140,190,240,290.... Herhangi bir açıklıkla aynı veya en yakın dizi elemanı, o açıklık içinde yer alacak dolgu bloğu sıralarının toplam genişliğini verir. Sıra sayısını bulmak için bu rakama 10 ekleyip 50 ye bölmek gerekir. Toplam her zaman 50’ye bölünebilir bir sayı olacağından çok daha rahat hesaplanabilecektir (Yücesoy, 1998). Ancak uygulamada her zaman tam sayı çıkmayabilir. Kalan boşluk dolgu blokların yan dizilmesi veya kesilerek küçültülmesi ile doldurulabilmektedir (Şekil 4.8)

Genel olarak dişli döşeme dolgu blokların uygulama sırasında dikkat edilmesi gereken husus tuğla dolgu bloklar için de geçerlidir. Deliklerinin yatay konum alacak şekilde dizilmesi gerekmektedir. (Şekil 4.9)

Aksi durumda delikler alttan görünür ve sıva yapılamaz. Tuğla dolgu bloklarının da ana kirişe dayanan yüzündeki boşluğunun kapalı olması gerekir (Şekil 4.11).Kapatılmadığı takdirde ana kirişe dökülen beton asmolenin içine dolar. Döşeme ağırlaşır, öngörülenden çok beton kullanılmak zorunda kalınır. Bazı firmalar, bu amaca yönelik, bir tarafı kapalı bloklar ürettikleri gibi, bloklar için köpük yada plastik kapak üretmektedirler (Şekil 4.10).

Kapaklı dolgu tuğla blokları temin edilememesi durumunda yerinde çözüm olarak, asmolen tuğlaların ana kiriş ile birleşen yüzleri önceden hazırlanmış plastik, kontrplak veya benzeri levhalar ile kapatılabileceği gibi bu amaca yönelik üretilmiş farklı malzemelerden destek alınabilmektedir.(Şekil 4.14, Şekil 4.11)



Şekil 4.8 Dolgu Bloklar Yan Dizilerek Veya Kesilip Küçültülerek Yerleştirilebilirler



Şekil 4.9 Dolgu Tuğla Bloklar, Delikleri Yatay Konum Alacak Şekilde Yerleştirilmektedir



Şekil 4.10 Bir Tarafı Kapalı Uç Dolgu Blokları



Şekil 4.11 Kapalı Uç Blok Uygulamasında Farklı Malzemelerden Destek Alınması

Dolgu blokların yerleştirilmesi sırasında dikkat edilmesi gereken en önemli husus donatı ve dolgu blokların arasında gerekli payların bırakılmasıdır. Pek çok uygulamada bu hususun göz ardı edildiği gözlemlenmiştir (Şekil 4.12).

Dişli döşeme kiriş donatılarının arasına dolgu blokların yerleştirme işlemi bittikten sonra üst başlık betonu için donatılar yerleştirilir.(Şekil 4.13). Daha sonra beton dökülerek işlem tamamlanmaktadır (Şekil 4.14). Kalıp söküldükten sonra tavan görüntüsü Şekil 4.15 ve Şekil 4.16’de görülmektedir.

Tuğlanın dişli döşemelerde dolgu malzemesi olarak kullanılmasının avantajlarının yanı sıra bir takım dezavantajları da bulunmaktadır. Bunları, nakliye ve diş aralarının 40 cm den az çıkmasından kaynaklanan firelerin çok fazla olması buna bağlı zaman ve iş gücü kaybına yol açtığı, ağırlığının 10kg/adet olduğu için yapı ağırlığını arttırdığı, nakliye zorluğu ve tabliyeye yerleştirmedeki zaman kaybı olarak sıralanabilir.



Şekil 4.12 Donatı ile Asmolen Bloklar Arasında Gerekli Payların Bırakılmaması



Şekil 4.13 Dolgu Blokların Üzerine Üst Başlık betonu Donatısının Yerleştirilmesi



Şekil 4.14 Dolgu Blokların Üzerine Üst Başlık Betonu Dökülmesi



Şekil 4.15 Kalıp Söküldükten Sonra Dolgu Bloklı Dışlı Döşemenin Tavan Görünümü



Şekil 4.16 Dolgu Bloklı Dışlı Döşeme Uygulaması

4.2 Hafif Beton (Bims) Bloklar

Hafif beton bloklar, yapılarda dolgu malzemesi olarak kullanılmak üzere, hafif agrega, birbirlerini bağlayıcı olarak çimento ve su ile hazırlanan kuru karışımın, farklı geometrilere dizaynedilmiş kalıplara sıkıştırılması sonucunda elde edilmektedir. (Demirdağ, 2005).

Bims taşı, teknik terminolojide “doğal hafif agrega” olarak nitelendirilmekte olup, “pomza taşı” olarak da adlandırılmaktadır. Yöresel adlandırmalar olarak da “Hışır taşı, küveki taşı, nasır taşı, topuk taşı, kisir” gibi isimler de anılmaktadır (Şekil 4.17).

Bims, boşluklu, süngerimsi, volkanik olaylar sonucu oluşmuş, fiziksel ve kimyasal etkenlere karşı dayanıklı, gözenekli camsı volkanik bir kayadır. Bims, yüksek oranda ve birbiriyle bağlantılı olmayan gözenekler içermekte, %50’ye yakın nem suyu bulundurmakta ve dolayısıyla nemi alındığında özgül ağırlığı 0.5 g/cm^3 ’e kadar düşebilmektedir. Bims, toz haline getirildiğinde oldukça sert malzeme özelliği kazanan, ısı ve ses yalıtkanlığına, uygun basınç dayanımı ve elastisite modülüne sahip ve özel kimyasal bileşimi olan, doğal bir malzemedir (www.bimsader.org, 2009).



Şekil 4.17. Bims Üretiminde Kullanılan Pomza Madeni

Bims agregası, volkanik kökenli bir endüstriyel hammadde olup uluslararası birçok endüstriyel alanda uzun yıllardan beri kullanılmaktadır. Ancak, ülkemiz açısından değeri ve önemi son yıllarda anlaşılmaya başlanmış ve başta inşaat sektörü olmak üzere diğer endüstriyel alanlarda da kullanılmaya başlanılan bir hammadde konumuna gelmiştir. Pomza dünyada ve ülkemizde en yaygın inşaat sektöründe kullanılmaktadır.

İnsanlar yaşadıkları binalarda daha fazla enerji tasarrufu yapmak için, özellikle yüksek ısı yalıtım özelliğine sahip yapı malzemelerini talep etmektedirler (Sagmeister, 2000). Blokların ısııl özelliklerinin maksimum olması için, mümkün olduğunca ince et kalınlığında ve daha az çimento kullanarak boşluklu bloklar üretilmektedir (Brown, 1990).

İnşaat sektöründe, tarihsel gelişim süreci içerisinde, yapılarda hafif beton karışımlarının kullanım gerekliliği çok eskilere kadar dayandığı da bilinen bir gerçektir. Daha önceleri dolu tuğla olarak kullanılan pomzanın değerlendirilmesi, 1920'li yıllardan sonra yaygınlaşmıştır. Bu yıllarda üretilen pomzadan mamul yapı elemanlarında bağlayıcı olarak kireç kullanılmıştır. Ancak kirecin priz süresinin çimentoya göre çok uzun olması ve sınırlı dayanım elde edilmesi, bağlayıcı olarak çimentoya yönelmeye sebep olmuş, çimento kullanımı ile üretilen ürünlerin priz ve depolama süreleri kısalmıştır.

Günümüzde pomza kullanımının ülkemizde kat ettiği yol, oldukça önemlidir. MTA Genel Müdürlüğü tarafından yapılmış araştırmalara göre Türkiye'de toplam 2.6 milyar m³ civarında pomza rezervi bulunmakta olup, bu değer dünya pomza rezervinin 1/7'sine yakındır (Pamukçu vd.,1997)

Böylesine büyük rezervlere sahip olmamız ülkemizde pomzadan mamul bims blok elemanlarının gelişmesine imkân sağlamıştır. Türkiye'nin her coğrafik bölgesinde bims blok kullanımını görebilmek mümkündür. Bu gelişme, gerek ülkemizde bims blok üzerine yapılan ArGe çalışmaları ve gerekse standardizasyonun sağlanmasının doğal bir sonucu olarak görülmektedir. Ülkemizde yürürlüğe giren Avrupa Norm Standartları, bims blok kullanımına ve ürün çeşitlemesine yeni bir yön vermiştir. Üretici kuruluşlar ise yeni ürün çeşitlemeleri üzerine gerekli ArGe çalışmalarını sürdürmektedirler (www.bimsader.org, 2009).

4.2.1 Özellikleri

- **Birim Hacim Ağırlık;** Dolgu blok ve plak betonunun TS 407 Madde 2.3.1’de açıklandığı şekilde bulunacak birim hacim ağırlığı değerleri 1400 kg/m^3 ’den daha büyük olmamalıdır (TS 407, 1988). Nevşehir pomzasından üretilen bims bloklarda birim hacim ağırlık $650\text{-}700 \text{ kg/m}^3$ olarak tespit edildiği bildirilmektedir. (Erdoğan ve Yaşar 2005).
- **Mukavemet;** Dolgu bloklar üzerinde TS 407 Madde 2.3.2’de belirtilen deney uygulandığında bulunacak basınç mukavemeti değeri $12 \text{ kgf/cm}^2 (1,2 \text{ N/mm}^2)$ ’den ve bunların aritmetik ortalamaları $15 \text{ kgf/cm}^2 (1,5 \text{ W/mm}^2)$ ’den az olmaması gerekmektedir.
- **Rötre;** Ponzanın volkanik camsı lifli minerolojik yapısı Bims blok’un rötre çatlağı yapmamasını sağlamaktadır. Bims blok, 24 saat su içerisinde bekletildikten sonra periyodik kurutma işlemi sonucu boyutlarında meydana gelen değişim miktarının 0.005 mm ’den daha küçük olduğu bildirilmektedir.
- **Sıva Tutma Özelliği;** Bims blokların gözenekli yapısı, agrega bağlayıcılarının çimento olması ve ponzanın doğal çimentonun hammaddesi (puzolan çimento) olması gibi özellikleri onun iyi sıva tutucu eleman olmasını sağlamaktadır. Elemanların yüzeyine uygulanan sıva prizlendikten sonra bims bloklarla kaynaşmakta ve bir bütünü meydana getirmektedir (www.bimsader.org, 2009).
- **Isıl iletkenlik;** Bims blokların, ısı iletkenlik değeri: $0,11\text{-}0,41 \text{ W/mK}$ olarak belirlenmiştir. Sadece pomza taşı kullanılarak elde edilmiş hafif betonların ısı iletkenlik değerleri, bir Avrupa Norm standardı olan TS EN 1745:Nisan 2004 “Kâgir ve kâgir mamulleri - Tasarım ısı değerlerinin tayini metotları” Standardında birim hacim kütlelerine göre Çizelge 4.7’de belirtilen değerler olarak tanımlanmıştır. Nevşehir pomzasından üretilmiş bims bloklar üzerinde yapılan deneylerde blokların ısı iletkenlik değerleri; minimum ısı iletkenlik değeri 0.17 W/mK ve maksimum ısı iletkenlik değeri 0.19 W/mK şeklinde bulunmuştur (Erdoğan ve Yaşar 2005).

Çizelge 4.7 Sadece Pomza Taşı Kullanılmış Beton Birimlerin Isıl İletkenlik Değerleri
(TS EN 1745 Nisan 2004)

Malzeme yoğunluğu (kg/m ³)	λ , kuru (W/mK)	
	P=%50	P=%90
500	0,11	0,14
600	0,13	0,16
700	0,16	0,18
800	0,19	0,21
900	0,22	0,24
1000	0,26	0,28
1100	0,30	0,32
1200	0,34	0,36
1300	0,38	0,41

- **Su emme;** Bims blok kapilaritesiyle su emmeyip, difüzyon yoluyla bünyesinde su toplar. Bims blokta difüzyon olayı, yapı hacimlerinin kış aylarında ısıtılmasıyla meydana gelir. Bims betonun su emme katsayısı 1,8-2,4kg/m.h⁰⁵ dir (Pamukçu vd.,1997)

- **Nem ve Buhar Difüzyonu;** Bims blok, hacim içerisinde mevcut nem miktarının yükselmesi durumunda, mevcut nemin bir kısmını bünyesine alarak hacim içerisindeki havanın bağıl nem miktarına ulaşmasını sağlamaktadır. Ancak, gözeneklerin sayılamayacak derecede çok oluşu, bu gözeneklerin birbirinden camsı bir zarla yalıtılmış olması, yani kılcal bağlantılar içermemesi, petrografik yapısının volkanik cam liflerinden oluşması, bünyesinde suyu tutmayı önlemektedir. Hacim içerisinde nem miktarının bağıl nem miktarının altına düşmesi durumunda, her bir gözenekteki su buharı, hacim içerisinde geri verilmektedir. Ortamda nem azalınca geri vermesi buhar difüzyon kabiliyetinin iyi olduğunu göstermektedir (www.bimsader.org, 2009). Su buharı difüzyonuna karşı direnç katsayısı $\mu = 2-4$ arasındır. Su buharı difüzyon direnç faktörü (μ) malzemenin, aynı kalınlıktaki hava tabakasına oranla kaç kat daha buhar geçirimsiz olduğunu gösteren bir katsayıdır. Sonuç olarak bims blok yapı malzemesi

ıslandığında çok çabuk kuruduğu için yapı içinde terleme ve küflenme görülmemektedir (Pamukçu vd.,1997)

- **Ses İzolasyonu;** Bims blokun homojen dağılmış boşluklu yapısı, hafifliği, kristal suyu içermemesi gibi özellikleri ile kalıcı ses izolasyonuna sahip olduğu belirtilmektedir. Ayrıca, bims bloklar içerisinde çok sayıda gözenek bulunması, sesin sönümlenmesine ve istenen akustiğin sağlanması olarak vermektedir (www.bimsader.org, 2009).

Ülkemizde 39x19x18.5 cm. boyutlarındaki bir blok üzerinde Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Yapı işleri Genel Müdürlüğü'nde yapılmış olan bir deneyde; sıvalı yüzey ağırlığı 229 kg/cm² olan bu numunenin ortalama ses sönümleme değeri 45 dB olarak belirlenmiştir. Yine aynı yerde yapılan deneyde, 39x19x15 cm. boyutlarında ve sıvalı yüzey ağırlığı 194 kg/cm² olan bir numunenin ortalama yalıtım değeri 44 dB bulunmuştur. İtalya'da yapılan deneylere göre ise ses sönümleme değeri ortalama 47 dB olarak belirlenmiştir (Pumex Sp.A., 1989). Almanya'da Rhenotherm Ltd. Şti. tarafından yapılan deneylerde ise Rw değeri 44 dB olarak belirlenmiştir. Ancak, bu değer 0.5 gr/cm³ yoğunluktaki malzeme için bulunmuştur. Bilindiği üzere malzemenin yoğunluğu artırılırsa; ısı direnci düşmekle birlikte sese karşı yalıtımı artmaktadır. Örneğin; 36.5x24.5x2308 cm'lik ve yoğunluğu 0.9 gr/cm³ olan bir numunenin Rw değeri 52 dB olarak bulunmuştur (Pamukçu vd.,1997).

- **Yangına Karşı Dayanım;** Bims blok pomza madeninden imal edildiği için yüksek sıcaklıklara karşı dayanım göstermektedir ve A1 yangın sınıfındadır. A1 sınıfı malzemeler, tam gelişmiş yangını da kapsayan yanmanın herhangi bir kademesinde yanmaya katkıda bulunmazlar. Bu nedenle, otomatik olarak bu malzemelerin daha aşığı sınıflar için belirlenen tüm özellikleri yeterince sağladığı kabul edilir (TS EN 13501). Özellikle 760 °C' ye kadar hacimsel değişikliklere uğramadığı gibi bu sıcaklıktan sonra ise liflerde büzüşme görülmesine rağmen deforme olmamaktadır (www.bimsader.org, 2009)

TS EN 196-1'e uygun olarak 190 x 90 x 50 mm boyutlarında lifli ve lifsiz numuneler hazırlanmış 900 °C yakma işleminde sonra ise, tüm numunelerde makro boyutta

(3 mm'ye kadar) çatlaklar meydana gelmiştir. Test işlemi sırasında numunelerin patlamadığı düzgün kırıldığı tespit edilmiştir (Temiz, 2009) (Şekil 4.18)



Şekil 4.18 900 °C Yakılmış Bir Grup Numune

- **Yapı Biyolojisi;** Elektromanyetik dalgalara karşı yalıtım sağladığı, zararlı gaz salınımının olmadığı ve malzeme içeriği doğal maddelerden oluştuğu için %100 geri dönüşümlü bir malzeme olduğu belirtilmektedir (www.bimsader.org, 2009).
- **Ekonomiklik;** Bimsblok, birim maliyet açısından en ucuz hafif yapı elemanlarından biri olduğu belirtilmektedir. Ancak birim maliyet açısından düşük maliyetli olmasının yanı sıra bims blok'un sağlayacağı enerji tasarrufu, uzun vadede ekonomiyi de beraberinde getirmektedir (www.bimsader.org, 2009).

Bims blokların yukarıda belirtilen özellikleri Çizelge 4.8'de özetle verilmektedir.

Çizelge 4.8 Bims Dolgu Blokların İlgili Özellikleri

MALZEME ÖZELLİKLERİ	Bims
Birim Hacim Ağırlık	650-700 kg/m ³
Mukavemet Değerleri	TS407'de belirtilen deney sonucu ≥12kgf/cm ² ve art ort≥15kgf/cm ²
Rötre	0,005mm
Sıva Tutma Özelliği	Gözenekli yapısından dolayı iyi
Isı iletkenliği	0,11-0,41 W/mK
Su emme katsayıları	1,8 -2,4kg/mh°5
Buhar Difüzyondirenç faktörü	5-10
Ses İzolasyonu	52 DB
Yangına Karşı Dayanım	760°Cye kadar dayanım A1 yanıcılık sınıfı
Yapı Biyolojisi	%100 geri dönüşüm
Ekonomiklik	Uzun vadede yalıtıma bağlı ekonomi

4.2.2 İlgili Standartlar

Ülkemizde hafif beton blok üretim standartları Türk Standartları Enstitüsü (TSE) tarafından tanımlanmıştır. Türk Standartları Enstitüsü (TSE) tarafından hazırlanan standartlar aşağıda belirtilmiştir

TS EN 771-3 Kagir birimler – özellikler - bölüm 3 - beton kagir birimler (hafif agregalı) (2005); TS 2823 nolu standartının yürürlükten kaldırılmasıyla Avrupa normlarındaki TS EN 771-3 yürürlüğe girmiştir.

TS 3234 Bims beton Yapım Kuralları, Karışım Hesabı ve Deney Metotları (1983)

TS EN 1745 Kâgir ve kâgir mamulleri - Tasarım ısı değerlerinin tayini metotları (2004)

BS EN 15037-2. Precast concrete products. Beam-and-block floor systems. Part 2. Concrete blocks, (Öndökümlü Beton Mamüller- Dişli Döşeme Sistemleri-Bölüm.2 Beton Bloklar) 2008

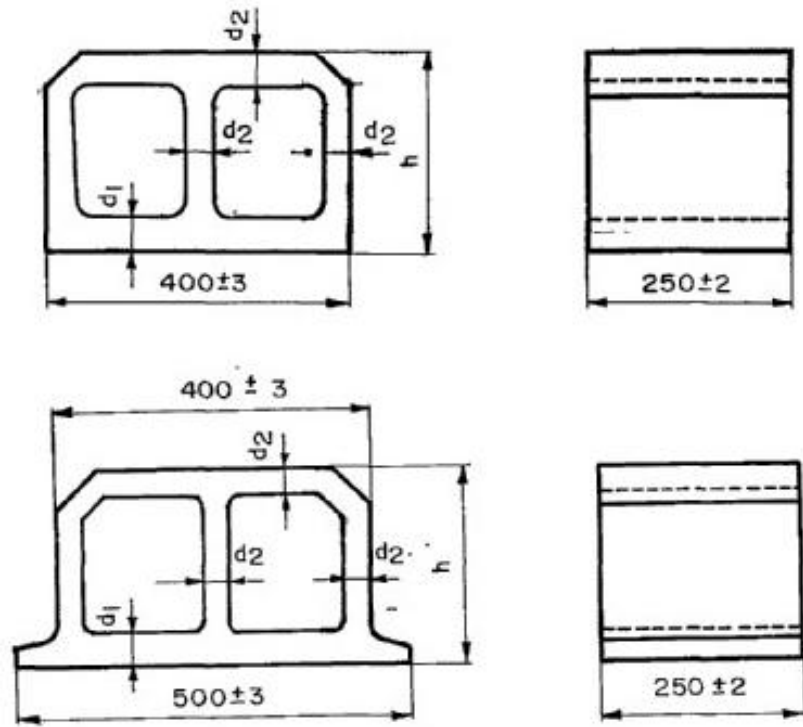
TS 407 Hafif beton asmolen bloklar ve nervür plakları -tavanlar için; Türk standartları enstitüsünün hafif beton üretim ve uygulamaları ile ilgili standartlardan TS 407, “hafif beton asmolen bloklar ve nervür plakları” ile ilgilidir. Bu standarda göre Hafif beton asmolen blok, nervürlü betonarme kat tavanlarında kullanılan; hidrolik mineral bir bağlayıcı, hafif agrega, su ve gerektiğinde katkı maddelerinin kullanılmasıyla elde edilen bir yapı malzemesidir.” (TS 407, 1988)

TS 407, Asmolen bloklar ve plakları kullanıldığı yer ve şekillerine göre, asmolen bloklar, nervür plakları olmak üzere iki sınıfa ayırır. Asmolen blokları ise boşluklarının devamlı olup olmadığına ve kullanıldığı yere göre ara blokları (A) , Uç blokları (U) olmak üzere iki tipe ayırır.

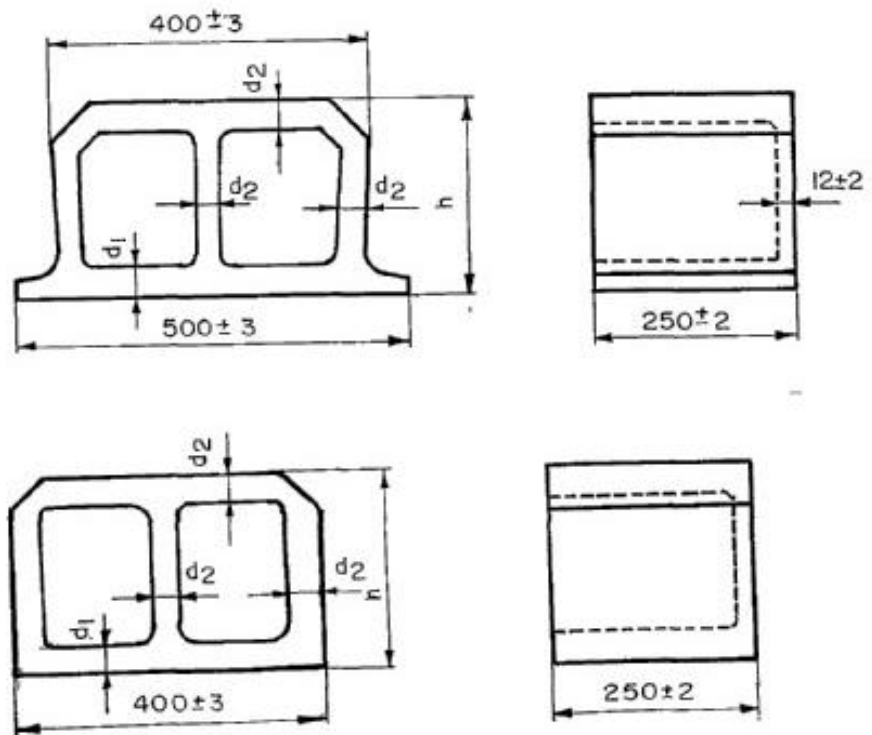
Asmolen bloklar ve nervür plakları TS407 Madde 2.2.1’ deki Görünüş Muayenesinde açıklandığı şekilde muayene edildiğinde hiç birinde gözle görülebilecek çatlak, kırık, yarık ve döküntü bulunmamalı, elle parça koparılamamalıdır. Uç bloklarının bir ucu, o taraftan beton girmesine engel olacak şekilde kapalı olmalıdır (Şekil 4.21)

Asmolen blok ve plakların biçimleri, boyutları Şekil 4.19, Şekil 4.20, Şekil 4.21 ve Şekil 4.22’de ve Çizelge 4.9’ de belirtilenlere uygun olmalıdır.

Asmolen blok ve plak betonunun birim hacim ağırlığı ve basınç mukavemet değerlerinin tespit yöntemleri ve olması gereken değerleri de TS 407 de belirtilmiştir. Bu standarda göre Asmolen blok ve plak betonunun birim hacim ağırlığı değerleri $1,4 \text{ kg/dm}^3$ ’den daha büyük olmamalı, Asmolen bloklar üzerinde TS 407 Madde 2.3.2’de belirtilen basınç deneyi uygulandığında bulunacak basınç mukavemeti değeri 12 kgf/cm^2 ($1,2 \text{ N/mm}^2$)’den ve bunların aritmetik ortalamaları 15 kgf/cm^2 ($1,5 \text{ W/mm}^2$)’den az olmamalıdır.



Şekil 4.19 Bims Dolgu Ara Bloklar (Ölçüler mm'dir.)



Şekil 4.20 Bims Dolgu Uç Blokları (Ölçüler mm'dir.)

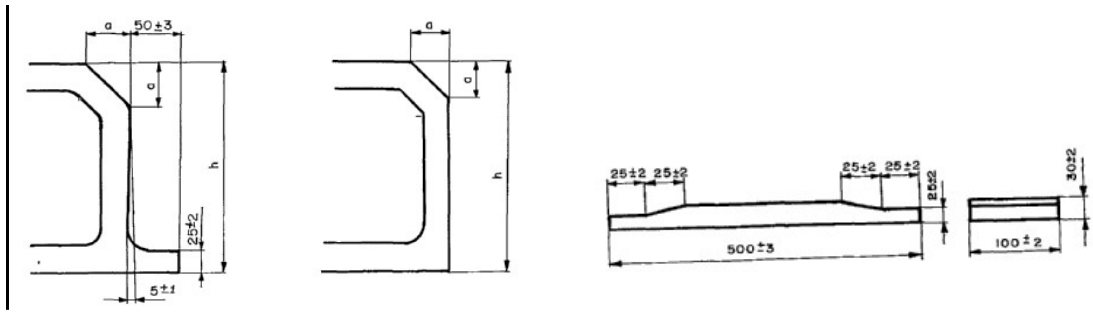


(a)



(b)

Şekil 4.21 (a) Bims Dolgu Ara Blok, (b) Bims Dolgu Uç Blok



(a)

(b)

Şekil 4.22 (a) Blok biçim detayı , (b) Nervür plağı detayı

Çizelge 4.9 Beton Dolgu Bloklarının ve Nervür Plaklarının Boyutları (Ölçüler mm'dir.)

Yükseklik h	Et kalınlığı (min)		köşe pahı a
	d ₁	d ₂	
120 ± 2	32	30	30 ± 5
140 ± 2	32	30	40 ± 5
160 ± 2	35	30	50 ± 5
180 ± 2	35	30	50 ± 5
200 ± 3	35	32	50 ± 5
220 ± 3	35	32	50 ± 5
250 ± 3	38	32	50 ± 5
280 ± 3	40	32	50 ± 5
320 ± 3	40	35	50 ± 5

4.2.3 Uygulanması

Özenle seçilmiş rezervlerden alınan bims toprağı yıkanır, fabrikadaki havuzlara boşaltılır. Açık havuzlarda malzeme kurutulur, kırıcıdan geçirilip mikserde alınır. mikserde çimento ile karıştırılarak kalıplara basılır. Kalıpların mutlaka 1. sınıf malzemeden yapılması gerekmektedir. Aksi halde malzemeyi ebatlandırmada sorunlar meydana gelebilir. Baskı makinesi ile kalıplara baskı yapılarak bloklar kalıplanır. Malzeme agregasının fazla büyük olmaması ve malzemenin dağılmaması için baskı fazlalığı mutlaka gereklidir. Bims bloklar, güneş almayan kapalı bir ortamda 48 saat kalarak kuruması sağlanır (Şekil 4.23)

Bims bloklar 48 saatlik ilk kurutma işleminden sonra dışarıya alınıp doğal kurutmayla 1 hafta kaldıktan sonra sevkiate başlanabilir (www.bimsader.org, 2009) (Şekil 4.24)

Bims dolgu blokların da diğer dolgu bloklarında olduğu gibi şantiyelerde kırılmadan bir bütün olarak yerleştirilmesi, uygulamanın hızını arttırmanın yanı sıra, yapıda eksantrik gerilmeler oluşmamasını da sağlar. Bu konu basit bir hesapla çözümlenebilir. Bölüm 4.1.3’de anlatmış olduğumuz hesaplama yöntemi bims bloklar için de geçerli olmaktadır.



Şekil 4.23 Bims Blokların Güneş Almayan Kapalı Bir Ortamda Kurutulması



Şekil 4.24 Bims Blokların Açık Havada Doğal Kurutma İçin Bekletilmesi.

Kısa yöntemi bir kez daha hatırlatmak gerekirse; Tek sıra 40cm genişliğindedir. İkinci sıra ilave edildiğinde 40 cm'in üstüne bir n dış (10 cm) birde blok (40 cm) eklenir. Ve genişlik 90 cm olur. Bundan sonra ilave edilen her sıra için genişlik 50 cm artar. 40,90,140,190,240,290.... Herhangi bir açıklıkla aynı veya en yakın dizi elemanı, o açıklık içinde yer alacak dolgu bloğu sıralarının toplam genişliğini verir. Sıra sayısını bulmak için bu rakama 10 ekleyip 50 ye bölmek gerekir. Toplam her zaman 50'ye bölünebilir bir sayı olacağından çok daha rahat hesaplanabilecektir (Yücesoy, 1998).

Bu yöntemle hesaplanarak hazırlanmış proje ye uygun olarak öncelikli olarak donatı demirleri hazırlanır. Aralarda kalan dolgu boşlukları bims dolgu bloklar ile doldurulur. Bims dolgu blokların delikleri yatay olacak şekilde yerleştirilir (Şekil 4.25). Aksi halde delikler alt ve üslere geleceğinden blokların delikleri beton ile dolacaktır. Bu da boşluk yaratarak, betonu hafifletme, ısı ve ses yalıtımı sağlayabilme amaçlarına ters düşmektedir.

Ayrıca sıraların başına ve sonuna denk gelen donatılara komşu olarak yerleştirilen blokların uç blok olarak üretilmiş bir yanı kapalı bims bloklardan olmasına dikkat etmek gerekmektedir (Şekil 4.26). Dolgu bloklu dişli döşemelerde baca yerleştirilmesi Şekil 4.27'te balkon döşemesinde donatı yerleştirilmesi Şekil 4.28' te görülmektedir.



Şekil 4.25 Asmolen Bims Blokların Delikleri Yatay Gelecek Şekilde Dizilmesi



Şekil 4.26 Kapalı Uç Blokların Yerleştirilmesi



Şekil 4.27 Dolgu Bloklı Dışlı Döşemelerde Baca Yerleştirilmesi



Şekil 4.28 Dolgu Bloklı Dışlı Döşemelerde Balkon Döşemesinde Donatı



Şekil 4.29 Dolgu Bloklar Ve Donatılar Yerleştirildikten Sonra Döşeme Betonu Dökülmesi

Dişli döşeme kiriş donatılarının arasına dolgu blokların yerleştirme işlemi bittikten sonra üst başlık betonu için donatılar yerleştirilmektedir. Daha sonra beton dökülerek işlem tamamlanmaktadır (Şekil 4.29).

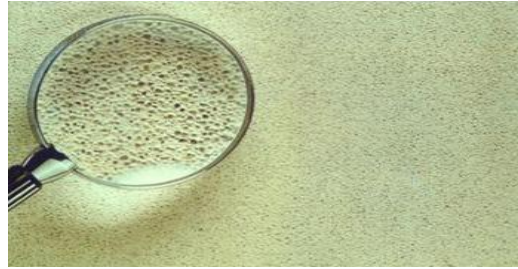
Bu bilgiler ışığında, pomza agregalardan yapılan hafif beton elemanlarının ısı yalıtımı ve ısıl konfor açısından son derece avantajlı değerlere sahip olduğu görülmektedir. Isı-ses yalıtımının sağlanmasının yanı sıra, birim ağırlıklarının normal betona nazaran çok daha düşük olması nedeniyle, hafif yapı malzemeleri ile yapılarda hafif beton kullanımı birçok avantajlar da sağlamaktadır. Bu amaçla, ülkemizde bol miktarda bulunan doğal hafif agregaların değerlendirilmesi gündeme gelmiş ve pomza taşı, yaygın kullanım alanı bulmuştur. Dişli döşemelerde dolgu malzemesi olarak kullanılan bims blokların ısıl konfor açısından değerlendirmesi sonuç bölümünde yapılacaktır. Pomza, inşaat yapı malzemesi ürünlerinde istenilen özellikler olarak bilinen düşük birim hacim ağırlığı, yüksek ısı ve ses izolasyonu, iklimlendirme özelliği, kolay sıva tutması, akustik özelliği, deprem yük ve davranışları karşısındaki elastikiyeti, yangına yüksek dayanımı ve alternatiflerine göre daha ekonomik oluşu gibi üstün özelliklerinden dolayı inşaat ve yapı endüstrisinde geniş bir kullanım alanı bulmaktadır (www.bimsader.org, 2009).

4.3. Gazbeton Bloklar

TS 453 “Gazbeton ve Köpük Beton Yapı Malzeme ve Elemanları Standardında, gazbeton ve köpük betonu birlikte ele alarak ince öğütülmüş silisli bir agregaya ve inorganik bir bağlayıcı madde (kireç/çimento) ile hazırlanan karışımın gözenek oluşturu bir madde ilavesi ile hafifletilmesi ve buhar kürüyle sertleştirilmesi ile elde edilen gözenekli hafif beton olarak tanımlanmaktadır (TS 453, 1988) (Şekil 4.30).

18.yy. İkinci yarısında çimentonun endüstriyel olarak üretime geçmesi yapı tekniklerinde ve yapı malzemelerinde önemli gelişmelerin olmasına sebep olmuştur. Yapılardaki statik yükü azaltacak hafif ama mukavemeti ve ısı yalıtım özelliği yüksek, yani diğer bir deyişle yapılarda konfor sağlayacak yapı malzemesi araştırmaları başlatılmış ve endüstriyel üretime yönelik çalışmaların temeli İsveç'te atılmıştır. Daha sonraki yıllarda Alman İnşaat Mühendisi Joseph HEBEL literatürde “Gazbeton” olarak bilinen bu çağdaş yapı malzemesine yaptığı yeni fonksiyonel çalışmalarla katkıda bulunarak “HEBEL Gazbeton İnşaat Sistemleri” geliştirmiştir (www.martu.com). Gazbeton ilk olarak 1930’lu yıllarda İsveç’de köpüklü beton ya da gaz beton adıyla üretilmiştir. Önceleri sadece bölme duvar elemanı olarak kullanılan gazbeton günümüzde döşeme ve blok duvar elemanlarında da yaygın bir şekilde donatılı olarak kullanılmaktadır (Holt ve Raivio, 2004).

Gazbetonun üretiminde, genellikle silisli agregaya olarak silisçe zengin olan kum, kuvarsit veya uçucu kül, gözenek oluşturu olarak ise alüminyum tozu veya macunu kullanılmaktadır (Çimentaş,1998). Yapısının %84’ü durgun hava içeren gözeneklerden oluşur. Bu küçük gözenekler içine sıkışmış kuru hava gazbetona yüksek ısı yalıtımı ve en hafif yapı malzemesi olma özelliğini sağlamaktadır (www.tgub.org.tr,2010) .



Şekil 4.30 Gazbeton’un Gözenekli Yapısı

4.3.1 Özellikleri

- **Birim Hacim Ağırlık;** Hacminin % 84'ü kuru havadan oluşan ve kuru birim hacim ağırlığı $400-600 \text{ kg/m}^3$ dir (Topçu vd., 2009). Hatta TS 825 yeni düzenlemesine göre yoğunluğu 350 kg/m^3 olan gazbeton blok ta standarda alınmıştır (akg-gazbeton.com,).
- **Mukavemet;** Gazbeton montaj elemanları ve blokları TS 453 ile tanımlanan değişik dayanım sınıflarında üretilmektedir. Bunlar: G2 (dolgu blok sınıfı), G3, G4 ve G6'dır. G1 sınıfında 15 kg/cm^2 olan basınç dayanımı G6 sınıfında 75 kg/cm^2 ye kadar çıkmaktadır (Kömürlü ve Önel, 2007).
- **Rötre;** Aşırı koşullar altında bile Gazbeton ürünlerde önemli hacim değişikliklerine rastlanmadığı yani Gazbeton yapı elemanlarının stabil olduğu belirtilmektedir. Yapılan deneyler ısıya bağlı uzama ve kısalma miktarlarının standartların öngördüğü miktarların altında olduğunu göstermektedir (Kömürlü ve Önel, 2007).
- **Sıva Tutma Özelliği;** Gazbeton yüzeyi sıva tutma özelliği açısından zayıf olduğundan, yüzey, kalınlığı 3–4 mm civarında olan serpme tabakası ile kaplanmaktadır. Yüzeyin tamamen kapatılmasına gerek yoktur. Serpme tabakası duvarla sıva arasında bağlayıcı tabaka ve sıvayı taşıyıcı tabaka görevi yaparak uygulanacak sıvanın duvar yüzeyine tam olarak yapışmasını sağlamaktadır.
- **Isıl iletkenlik;** Gazbeton, kâgir duvar malzemeleri içinde yalıtım gücü en yüksek olanı olarak standartta yer aldığı belirtilmektedir. Yoğunluğu 350 kg/m^3 olan gazbeton için ısıl iletkenlik katsayısı $\lambda=0.11 \text{ W/mK}$ olarak belirlenmiştir (Uzgan, 2010). Yoğunluk arttıkça ısıl iletkenlik katsayısının $\lambda=0.25 \text{ W/mK}$ 'e varmaktadır.(TS 825,1998). Malzemenin gözenekli yapısı içerisindeki makro ve mikro düzeydeki gözeneklerin tüm yapı içerisindeki oranı %60 – 85 arasında değişmektedir. Bu yüksek orandaki gözenek miktarı gazbeton'un ısıl iletkenliğinin düşük olmasını sağlamaktadır. Malzeme bünyesinde bulunan bu gözeneklerin hava ile dolması durumunda (kuru hal için), havanın ısıl iletkenliği $0,026 \text{ W/m.K}$ düzeylerinde olduğu için otomatik olarak yüksek gözenek miktarından dolayı malzemenin ısıl iletkenlik değeri düşmektedir.

Ancak bu gözeneklerin fazlalığı aynı zamanda nemli ortamlarda gözeneklerdeki havanın su ya da su buharı ile yer değiştirmesine neden olur bu da havaya göre ısı iletkenliği yaklaşık 20 kat büyük olan su miktarına bağlı olarak malzemenin ısı iletkenliğini arttırmaktadır. Dolayısıyla gazbeton yoğunluğuna bağlı olarak en düşük ısı iletkenlik değerine kuru halde ulaşırken nem içeriğinin artmasıyla birlikte ısı iletkenliği de artmaktadır. Isı iletkenlik değerindeki bu artış beraberinde yapının ısıtma ve soğutma için olan enerji ihtiyacının da artmasına neden olmaktadır (Pehlivanlı, 2009).

- **Su emme;** Trakya Üniversitesi, Şükran Dilmaç ve arkadaşlarının yaptığı araştırmada, ülkemizde üretim yapan 3 firmanın ürünleri üzerinde deneysel çalışmalar yapılarak su emme değerleri ve doyma nemlilikleri bulunmuştur. Farklı dönemlerde iki ayrı deney yapılmış, ayrıca higroskopik denge nemlilikleri ile kütlece ve hacimce su emme değerleri arasındaki bağıntı da belirtilmiştir. Gazbeton numunelerin birinci gün sonunda kütlece su emme değerleri %70 mertebesine çıkmakta; yaklaşık dokuz gün sonra ise, kütlece %75–95 değerleri arasında değişen doyma nemlilikleri görülmüştür (Kartal ve Dilmaç). Gazbeton blokların su emme katsayısı $2,4-7,2\text{kg/m.h}^{05}$ olarak belirtilmiştir (Pamukçu vd, 1997).

Selçuk Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Adnan Özdemir'in, Kapiler su emme miktarının yapı malzemesi türüne göre değişiminin belirlenebilmesi amacıyla yörede kullanılan doğal ve suni yapı malzemelerinin kapiler su emme potansiyelleri incelenmiş, belirlenen kapiler su emme katsayılarının malzemelerin diğer indeks özellikleriyle ilişkileri araştırılmıştır. Kapiler su emme deneyleri her bir yapı malzemesinden alınan 7 adet $2 \times 5 \times 10$ cm boyutlarındaki prizmatik örnekler üzerinde yapılmıştır. Kapiler su emme katsayısının, gaz betonda 7.3, bims betonda 3.6, betonda 4, olduğu deneylerle tespit edilmiştir (Özdemir, 2002).

- **Nem ve Buhar Difüzyonu;** Gazbetonun yapısındaki milyonlarca gözenek sayesinde yapının nefes almasını sağlayarak, rutubetlenmeyi önlediği belirtilmektedir. (Topçu vd, 2009). Bu gözenekli yapı, nemli ortamlarda gözeneklerdeki havanın su ya da su buharı ile yer değiştirmesine neden olduğundan, havaya göre ısı iletkenliği daha büyük olan suyun miktarına bağlı olarak malzemenin ısı iletkenliğini arttırmaktadır. Dolayısıyla Gazbetonun, yoğunluğuna da bağlı olarak, en düşük ısı iletkenlik değerine kuru halde

ulaşmakta, nem içeriğinin artmasıyla birlikte ısı iletkenliği de artmaktadır (Pehlivanlı, 2009).

- **Yangına karşı dayanım;** Gazbeton, 1200 °C'ye kadar ateşe dayanıklı olduğundan, yapıda yangın emniyeti sağladığı belirtilmektedir. Bu özelliğiyle sanayi, ofis, turizm ve kültür yapılarında yangın duvarı çözümlerini kolaylaştırmaktadır. EN13501'e göre yangın sınıflandırmasında Gazbeton A1 sınıfı malzemedir. A1 sınıfı malzemeler, tam gelişmiş yangını da kapsayan yanmanın herhangi bir kademesinde yanmaya katkıda bulunmazlar. Bu nedenle, otomatik olarak bu malzemelerin daha aşağı sınıflar için belirlenen tüm özellikleri yeterince sağladığı kabul edilir (TS EN 13501, 2009). Yangında zehirli duman oluşturmadağı belirtilmektedir (www.tgub.org.tr, 2010).

Düşük ısı iletkenliği nedeniyle malzeme içindeki ısı geçişi düşük hızda oluşmakta ve bu da gazbetonun yangın etkisine dayanıklı olmasını sağlamaktadır. Yangın sırasında gazbeton içindeki kristal suyu, sıcaklık düşürücü rol oynamaktadır. Boşluklu yapısı nedeniyle yangın sonucu parça kopmadan ve dağılma olmaksızın buharın kaçışı sağlanmaktadır. Yangında gazbetondaki sıcaklık normal betonunkinden çok daha az ölçülebilmektedir. Sıcaklık, sadece yangın etkisindeki bir yüzde yaklaşık olarak ancak 5 mm'lik bir derinlikte etkili olmakta, gazbetonu diğer yüzeyinde ise sıcaklık etkili olamamaktadır. Dolayısıyla Gazbeton, içindeki donatıyı iyi bir biçimde korumaktadır (Alduaij, vd., 1999.).

- **Ses İzolasyonu;** Masif Gazbeton yapı malzemesi birçok durumda geçerli olan ses yalıtım şartlarını, ek bir yalıtım gerektirmeden yerine getirdiğı belirtilmektedir. (Kömürlü ve Önel, 2007).

- **Yapı Biyolojisi;** Gazbetonun ana hammaddesi kuvarsit (silisli kum) dur. Kireç, çimento, çok ince kum, diğer silisli malzemeler, su ve çok az miktarda alüminyum tozundan üretilmektedir. Üretim sırasında hammadde zayıatı olmadığı, çevresel atık oluşmadığı ve atık su çıkmadığı, gazbeton atıkları ve atık alanları yeniden değerlendirilebilir olduğu belirtilmektedir. Gazbeton ürünlerde insan sağlığına zararlı herhangi bir madde bulunmamakta, üretim sürecinde verimli tarım topraklarına zarar verilmemektedir. Gazbetonda pH derecesi 10–11 arasında olduğundan alkali miktarı betondan biraz daha düşüktür. Bununla birlikte insan sağlığı açısından her hangi bir

zararı bulunmamaktadır. Çevresel ve sağlık açısından bir yapı malzemesindeki ağır metallerin içeriğini bilmek gerekir. Gazbeton ağır metaller bakımından zararsızdır ve standartların koşullarını sağlamaktadır (Lo ve Cui, 2004.). Gazbeton yapı elemanlarını hava etkilerinden korumak için, sıvanmaları yeterli olmaktadır. Gazbeton mineral malzeme olarak çürüme göstermediği bildirilmektedir. (Kömürlü ve Önel ,2007).

- **Ekonomiklik ;** Gazbetonun yaklaşık olarak % 80'i hava boşluğu olduğundan 1 m³ hammadde ile yaklaşık 4 m³'lük mamul Gazbeton elde edilmektedir. Böylece üretimde daha az hammadde tüketilmektedir. Ayrıca uçucu kül ve öğütülmüş yüksek fırın cürufu gibi endüstriyel atık malzemeler de hammadde olarak üretimde kullanılabilir. Öte yandan tuğla üretiminde Gazbetona göre 2 veya 3 kat daha fazla enerji tüketildiği belirtilmektedir (Topçu vd.,2009). İstenen boyutlarda kolayca kesilebilmekte, istenen her yerde rahatlıkla kullanılabilir. Boyutları büyük olduğu için işçilik ve zamandan önemli tasarruf sağlanabilmektedir. Ayrıca Gazbeton yapı ürünleri betondan 6, tuğladan 3 kez daha hafif olduğundan nakliyeden de tasarruf sağlamaktadır. (Kömürlü ve Önel ,2007).

Gazbeton'un yukarıda belirtilen özellikleri Çizelge 4.10'te özetle verilmektedir

Çizelge 4.10 Gazbeton Dolgu Blokların İlgili Özellikleri

MALZEME ÖZELLİKLERİ	Gazbeton
Birim Hacim Ağırlık	400-600kg/m ³
Mukavemet Değerleri	15-75 kgf/cm ²
Rötre	Görülmemektedir
Sıva Tutma Özelliği	Serpme tabakası ile güçlendirilmelidir
Isı İletkenliği	0,11-0,25 W/mK
Su Emme Katsayıları	2.4-7.3kg/m .h°5
Buhar Difüzyon Direnç Faktörü	5-10
Ses İzolasyonu	Ses yalıtım şartlarını sağlar
Yangına Karşı Dayanım	A1 yanıcılık sınıfı
Yapı Biyolojisi	%100 geri dönüşüm
Ekonomiklik	Uzun vadede yalıtıma bağlı ekonomi

4.3.2 Standartları

Gazbeton yapı ürünlerinin fabrikadaki üretimi esnasında kullanılan kalıpların (döküm arabalarının) standart boyu 6 metre, genişliği 60 cm ve kalınlığı da 60 cm'dir. Ayrıca Gazbeton yapı ürünlerinin yapıdaki değişik kullanım amaçlarına göre değişik standartlarda üretimi yapılmaktadır. Bu standartların kurallarını ise "Türk Standartları Enstitüsü" belirlemektedir. "TS 453/Ocak 1988, Gaz ve Köpük beton Yapı Malzeme ve Elemanları" kitapçığında ayrıntılarıyla Gazbeton yapı ürünlerinin üretiminde olması gereken standartlar görülmektedir (Kömürlü ve Önel, 2007).

TS 453 Önyapımlı (prefabrike), donatılı Gazbeton yapı elemanları (2006)

TS EN 679 Gazbeton - Basınç dayanımı tayini (2008)

TS EN 772-15 Kâgir Birimler- Deney Metotları- Bölüm 15:Gazbeton Kâgir Birimlerde Su Buharı Geçirgenliğinin Tayini (2002)

TS EN 771-4 Kâgir birimler - Özellikler - Bölüm 4: Gazbeton kâgir birimler (2006)

TS EN 1737 Gazbeton ve Hafif Agregalı Gözenekli Betondan Yapılmış Önyapımlı Bileşenler- Hasır ve Kafes Donatıların Kaynaklı Bileşim Yerlerinde Kayma Dayanımı Tayini (2001)

TS EN 1738 Gazbetondan Yapılmış Donatılı Bileşenler. Donatıdaki Gerilmelerin Yüksüz Durumda Tayini (2001)

TS EN 1739 Gazbetondan veya hafif agregalı, gözenekli betondan yapılmış önyapımlı bileşenler - Bileşenler arasındaki derzlerde, derz düzlemindeki kuvvetlere karşı kayma dayanımının tayini (2009)

TS EN 1740 Gazbeton veya Hafif Agregalı Gözenekli Betondan Yapılmış Önyapımlı Donatılı Bileşenler- Hakim Şeklinde Boyuna Doğrultuda Yüklere Maruz Bileşenlerde (Düşey Bileşenler) Performans Deneyi (2001)

TS EN 1741 Gazbeton veya Hafif Agregalı Gözenekli Betondan Yapılmış Önyapımlı Bileşenler- Bileşenler Arasındaki Derzlerde Düzlem Dışı Kuvvetlere Karşı Kayma Dayanımının Tayini (1999)

TS EN 1742 Gazbeton veya Hafif Agregalı Gözenekli Betondan Yapılmış Önyapımlı Bileşenler- Çok Tabakalı Bileşenlerin Farklı Tabakaları Arasındaki Kayma Dayanımının Tayini (2001)

TS EN 12269-1 Donatı Çeliği ile Gazbeton Arasındaki Aderans Davranışının "Kiriş Deneyi" İle Tayini Bölüm 1:Kısa Süreli Deney (2002)

TS EN 771-4'e uygun olarak imal edilmiş donatısız Gazbeton yapı malzemeleri ile ilgili standartlar aşağıdaki gibidir (www.tgub.org.tr, 2010).

TS EN 771-4 Kâgir birimler - Özellikler - Bölüm 4: Gazbeton kâgir birimler (2006)

TS EN 680 Gazbeton-Kuruma Büzülmesi Tayini (2006)

TS EN 772 Kâgir Birimler- Deney Metotları- (Bölüm 1'de Basınç Dayanımının Tayini Bölüm 10'da (2000), Kireç Kumtaşı ve Gazbeton Birimlerde Rutubet Muhtevası Tayini ,Bölüm 11'de (2002), Betondan, yapay ve doğal taştan yapılmış kâgir birimlerde kapiler su emme ve kil kâgir birimlerde ilk su emme hızının tayini ,Bölüm 13'de (2002), Kâgir birimlerin net ve brüt kuru birim hacim kütlelerin tayini (Doğal taş hariç) Bölüm 16 'da (2002) boyutların tayini standartları anlatılmıştır.

TS EN 998-2 Kâgir harcı - Özellikler - Bölüm 2: Kâgir harcı (2007)

TS EN 1052-3 Kâgir - Deney metotları - Bölüm 3 : Başlangıç kayma dayanımının tayini (2009)

TS EN 1745 Kâgir ve kâgir mamulleri - Tasarım ısı değerlerinin tayini metotları (2007)

TS EN 1996-1-1 Eurocode 6: Kagir Yapıların Tasarımı- Bölüm 1-1: Donatılı ve Donatısız Kagir Yapılar için Genel Kurallar (2010)

TS EN 13501-1 + A1 İnşaat Ürünlerinin ve Yapı Elemanlarının Yangınla İlgili Sınıflandırılması-Bölüm 1: Yangına Tepki Deneyleri Verilerinin Kullanılması İle Sınıflandırma (2010)

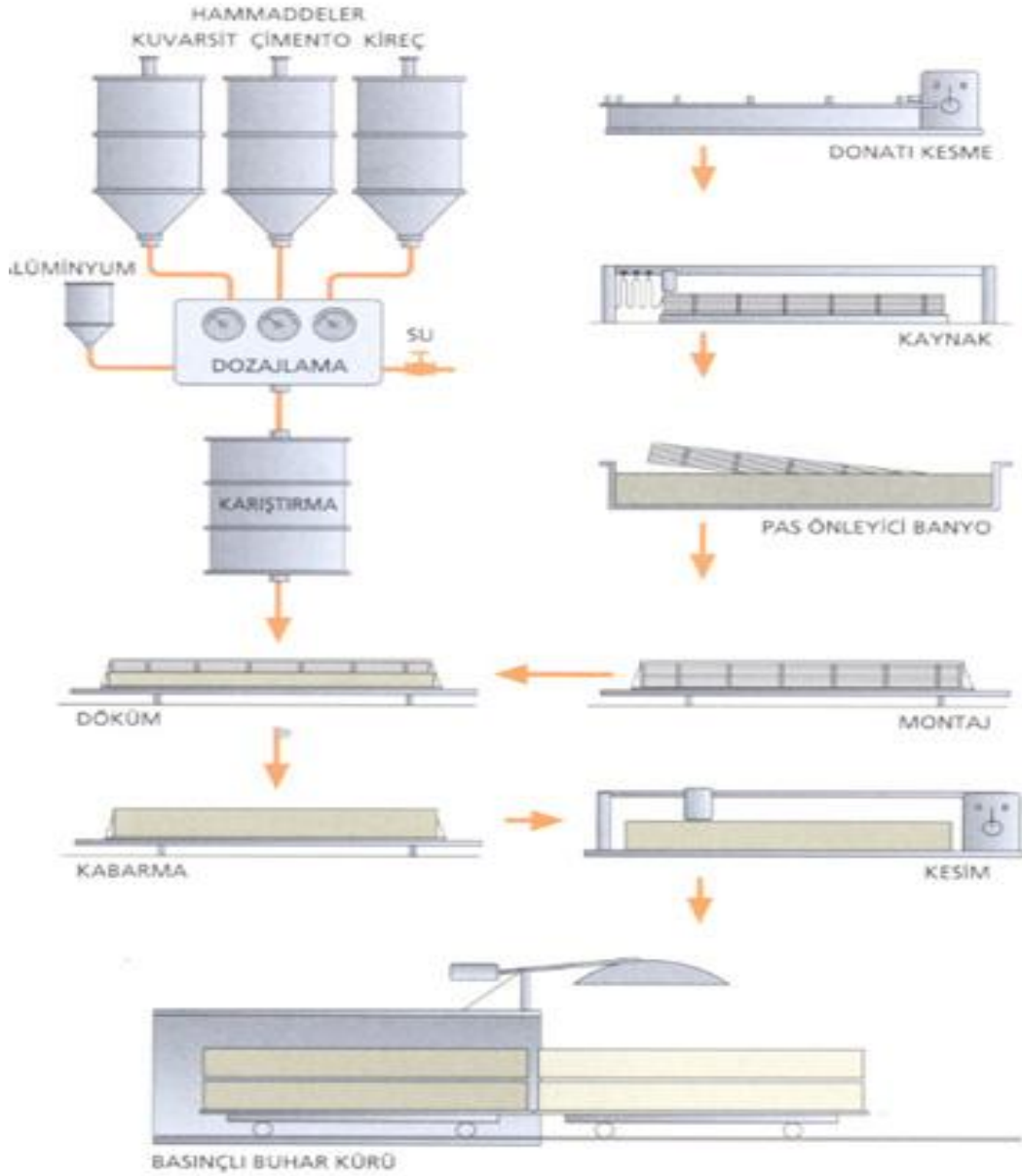
TS EN ISO 12572 Binalarda Kullanılan Malzemelerin ve Ürünlerin Higrotermal Performansı- Su Buharı Aktarımı Özelliklerinin Belirlenmesi (2001)

EN 12602 Türkiye'de Gaz beton - Önyapımlı donatılı bileşenler (2009)

4.3.3. Uygulanması

Gazbeton yapı malzeme ve elemanları üretiminde kullanılan hammaddeler; kuvarsit, çimento ve kireçtir. İnce toz kıvamında öğütülen bu malzemelere su ve gözenek oluşturuucu alüminyum ilave edilerek elde edilen karışım, kalıp arabalarına dökülür. Döküm sonrasında karışım, sıcaklığı sürekli kontrol altında tutulan bekleme tüneline sertleşmeye bırakılır. 3 – 4 saatlik süre sonunda kesim sertliğine ulaşan ürün, bilgisayar kontrollü kesim tezgahlarına alınır ve istenilen boyutlarda milimetrik duyarlılıkta kesilir.

Kesim işleminden çıkan Gazbeton ürünleri otoklavlara alınarak yaklaşık 12 saat süren, 12 atm basınçlı ve 190 *C sıcaklıkta doymuş buhar kürüne tabi tutulur. Buhar küründen çıkan ürünler, kalite kontrol işleminden sonra kullanıma hazır olarak piyasaya sunulur (www.tgub.org.tr, 2010) (Şekil 4.31)

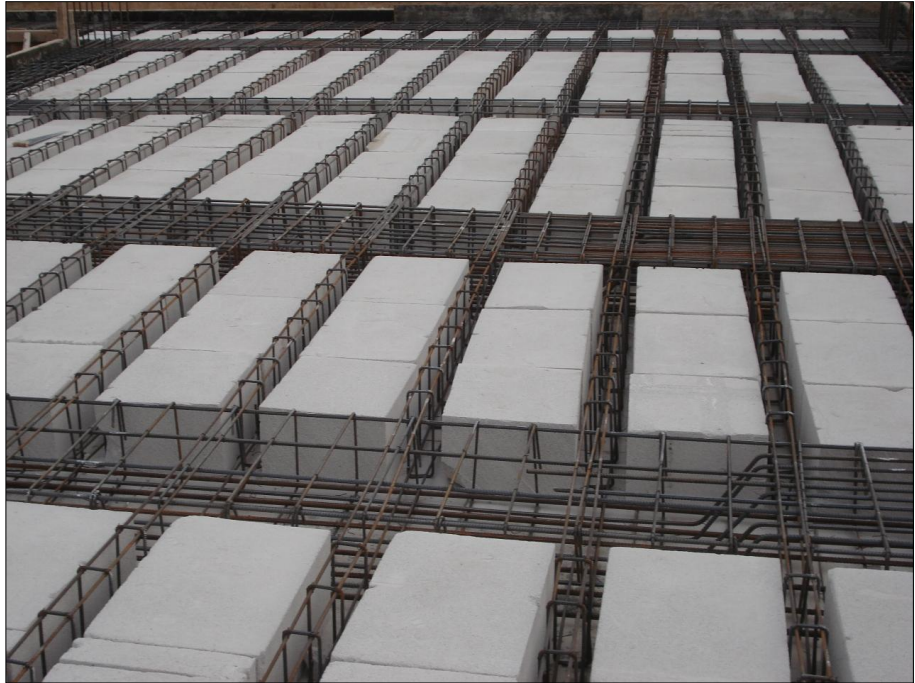


Şekil 4.31 Gazbeton Üretim Şeması

Dişli döşemelerde dolgu malzemesi olarak Gazbetonun kullanılmasıdaki uygulama diğer malzemelerin uygulamaları ile yerine yerleştirmede benzerlik göstermektedir. Şekil 4.32 ve Şekil 4.33’de gazbetonların kiriş donatılarının arasına yerleştirilmesi görülmektedir.



Şekil 4.32 Gazbeton Dolgu Blokların Yerine Terleştirilmesi



Şekil 4.33 Gazbeton Dolgu Blokların Kiriş Donatılarının Aralarına Yerleştirilmesi

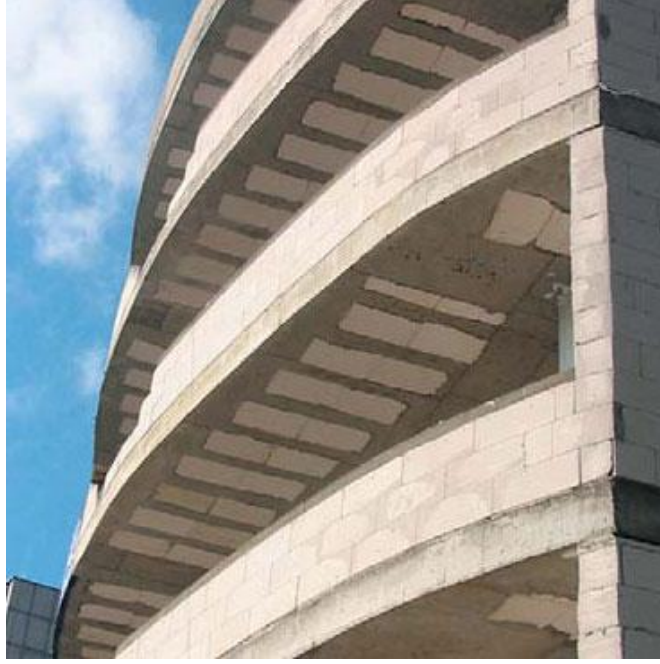


Şekil 4.34 Gazbeton Dolgu Blokların Üzeri 5-7cm Üst Başlık Betonu Kaplanması

Gazbeton dolgu blokların üzerine 5-7cm üst başlık betonu dökülmektedir (Şekil 4.34). Beton döküldükten ve kalıp söküldükten sonra sıva aşamasına geçilmektedir (Şekil 4.35). Sıva aşamasında dikkat edilmesi gereken en önemli husus öncelikle gazbeton yüzeyi üzerindeki toz, kir vb. maddelerin sert uçlu bir fırça yardımıyla temizlenmesidir. Buradaki amaç bu maddelerin duvar ve sıva arasındaki aderansı engellemesini önlemektir.

Gazbeton yüzeyi hafifçe ıslatılmalı ama kesinlikle suya doyurulmamalıdır. Buradaki amaç ise sıva içerisindeki suyun duvar yüzeyi tarafından hızlı bir şekilde emilimini azaltmaktır.

Islatma işlemi bittikten sonra 1 ölçü çimento ve 3 ölçü dişli kum karışımında oluşan bu tabaka çarpma suretiyle uygulanmalıdır. Serpme tabakası uygulanmasından sonra 1 gün beklenmelidir. Sıva uygulaması başladığında yüzey tekrar nemlendirilmelidir. Eğer kaba sıva ihtiyacı varsa 1 ölçü çimento + 1 – 2 ölçü toz kireç + 6 – 9 ölçü dişli kum karışımından oluşan sıva uygulanmalıdır. İnce sıva için ise 1 ölçü çimento + 2 ölçü toz kireç + 9 - 11 ölçü kumdan oluşan karışım uygulanmalıdır



Şekil 4.35 Gazbeton Dolgu Bloklu Dışlı Döşemelerin Kalıp Söküldükten Sonra Tavan Görünümü

Gazbeton dolgu bloklarıyla inşa edilmiş binaların, ateşe dayanıklı, ses izolasyonu sağlayan binalar olmasının yanı sıra hafifleyen yapı ağırlığı sayesinde her türlü zemin koşulunda güvenli bir şekilde inşaat yapabilme avantajı da ortaya çıkmaktadır (Atan, 1973)

Yapısındaki milyonlarca gözenek sayesinde yapının nefes almasını sağlayarak, rutubetlenmeyi önleyici yönü vardır. Gazbetonda pH derecesi 10–11 arasında olduğundan alkali miktarı betondan biraz daha düşüktür. Gaz beton üretimi ve yapı içinde bulunduğu süre içinde çevresel açıdan oldukça sağlıklı bir malzeme olmasına karşın Gazbetonun boşluklu yapısı ve normal betona göre daha düşük alkali ortama sahip olması çeliğin korozyonuna karşı önlem alınmasını gerektirmektedir. (Topçu vd, 2009)

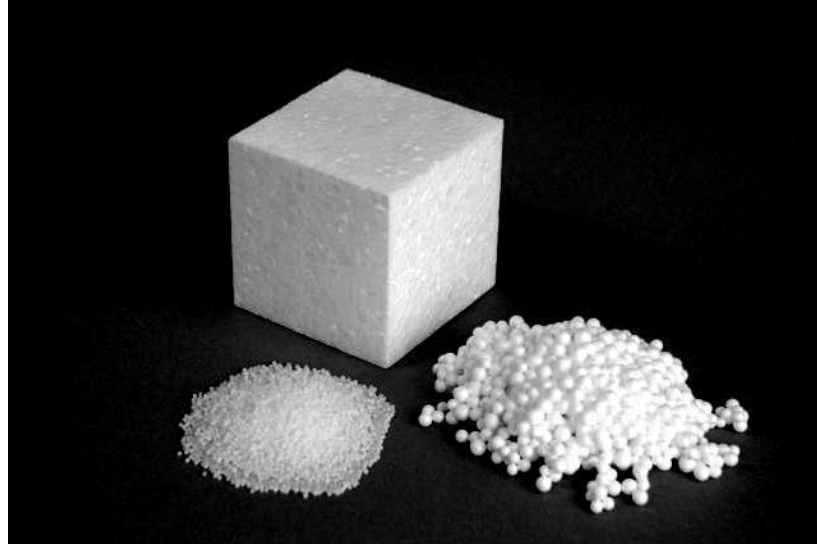
4.4. EPS Bloklar

Expanded Polistiren Foam (EPS-Genleştirilmiş Polistiren Sert Köpük), petrolden elde edilen, köpük halindeki, termoplastik, kapalı gözenekli, tipik olarak beyaz renkli bir ısı yalıtım malzemesidir. EPS levhaların bünyesinde bulunan çok sayıdaki (1m^3 EPS Styropor da 3- 6 milyar) küçücük kapalı gözenekli hücrelerinde durgun hava hapsolmaktadır. Isı yalıtımını bu gözenekler sağlamaktadır. Malzemenin %98' i hava olduğundan çok hafif bir malzemedir. Genel olarak $10\text{-}30\text{ kg/m}^3$ yoğunlukta üretilmektedir (Şenol ve Aytekin, 2010).

EPS (Genleştirilmiş Polistiren Sert Köpük) 1950'li yıllarda Almanya'da Styropor ismi ile Alman BASF firması tarafından geliştirilmiştir. 1960'ların başından itibaren Türkiye'de üretilmeye başlanmıştır. (PÜD, 1995)

Malzeme, küçük tanecikler halinde hammadde olarak temin edildikten sonra ön şişirme işleminden geçmektedir. Bu sırada taneciklerin içindeki pentan gazı ile hava yer değiştirir ve malzemenin istenilen yoğunluğu bu aşamada büyük ölçüde sağlanmaktadır. Daha sonra özel silolarda dinlendirilen genleştirilmiş taneciklerin kalıp içerisinde su buharı yardımı ile birbirleriyle kaynaşması ve malzemenin özelliklerini kazanması sağlanmaktadır. Tanelerin birbiri ile kaynaşması sonucunda bal peteği görünümünde, arada boşluk kalmadan birbiri ile kaynaşmış çokgenlerin oluşturduğu sürekli bir kütle meydana gelmektedir. Daha sonraki üretim adımları ise malzemenin kullanım sahasına (ısı yalıtım amaçlı veya ambalaj malzemesi olarak) göre değişiklik göstermektedir (www.pud.org.tr, 2009)

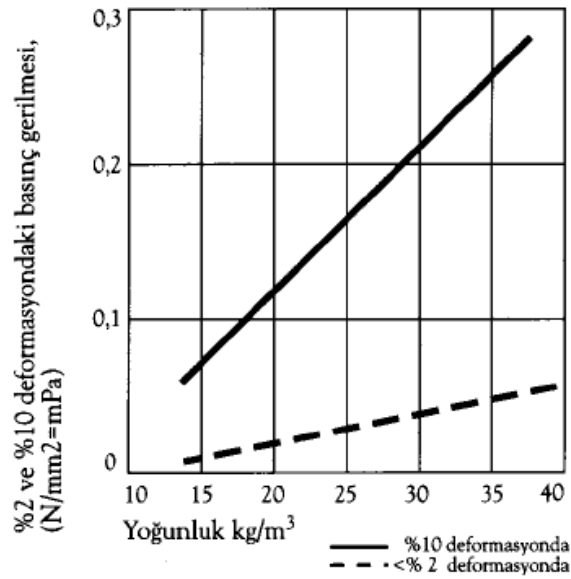
EPS ürünler binalarda duvar malzemesi olarak, soğuk hava depolarının yalıtımında, soğuk bölgelerdeki karayolu yapımında zeminlerin takviyesinde, gemiler için can simidi ve can yeleği yapımına kadar bir çok uygulamada sınırsız kullanım alanı bulunmaktadır (PÜD, 1995). Şekil 4.36'da EPS malzeme hammadde ve mamul ürün olarak görülmektedir. EPS bloklar dişli döşemelerde izolasyonu sağlamak ve dolgu amacıyla kullanılabilir. EPS dolgu bloklar statik hesaba katılmaz, başka bir deyişle taşıyıcı özelliği yoktur. (TSE K 61, 2009)



Şekil 4.36 EPS Malzemenin Hammadde Ve Mamul Ürün Olarak Görüntüsü.

4.4.1 Özellikleri

- **Birim Hacim Ağırlık;** EPS malzeme genel olarak $10-30 \text{ kg/m}^3$ yoğunlukta üretilmektedir (Şenol ve Aytekin, 2010). Isı yalıtım projelerinde gerçek değerlerle performans sağlanabilmesi için $16-36$ yoğunlukta (density) üretilmiş EPS ürünler kullanılması önerilmektedir. Çünkü 16 kg/m^3 yoğunluğun altındaki malzemeler zamanla bağlarını çözerek yalıtım özelliğini kaybetmektedir (PÜD, 1995).
- **Mukavemet;** Isı yalıtım amaçlı üretilen EPS levhaların yük alma kapasitesi %10 deformasyonla gösterdikleri basınç mukavemeti ile değerlendirilmektedir (deniz yalıtım web.st). EPS'nin basınç dayanımı, $50-300 \text{ kPa}$ arasında yer almaktadır. EPS'nin basınç dayanımı, Şekil 4.37 ve Çizelge 4.17'de görüldüğü gibi yoğunluğuna bağlı olarak artmaktadır. EPS'nin çekme, bükülme ve makaslama dayanımları da basınç dayanımı gibi yoğunluğun artmasıyla birlikte artmaktadır (PÜD, 1995).



Şekil 4.37 EPS'nin Yoğunluğa Ve Deformasyona Göre Basınç Dayanımı (PÜD,1995)

- **Rötre;** EPS levhaların dinlendirilmesi esnasında üretiminin ilk aşamalarında bünyesinde barındırdığı su buharı atılırken bloklarda rötre (çekme) meydana gelmekte, levha olarak dinlendirilen ürünler boyut kararlılıklarını kazanmaktadır. 17K'lık (17°C'lik) sıcaklık farkında yaklaşık 1 mm/m değişim olmaktadır. Bu da, %0,1 oranına denk gelmektedir. Normal şartlarda ve normal uygulamalarda, bu mertebedeki boyut değişimi önem arz etmemekte ve ek tedbir alınmasını gerektirmemektedir. Çok büyük yalıtım levhalarının büyük sıcaklık farkına maruz kaldığı yerlerde kullanılması halinde gerekli önlemler (derz) alınmalı ve gerekli durumlarda mekanik tespit uygulanmalıdır (www.denizyalitim.com.tr). Bu durumda kalınlığı zamanla incelmez, sabit kalır denebilmektedir (Şenol ve Aytekin,2010).

- **Sıva Tutma Özelliği;** EPS ısı yalıtım levhalarının üretiminin ilk üç aşaması (ön şişirme, olgunlaşma, kalıplama) standart üretim şeklinde olmaktadır. Ancak ısı yalıtım levhalarında, kalıplama aşamasında büyük bloklar üretilmesi ve levhaların bu bloklardan sıcak tel vb. metotlarla kesilerek elde edilmesi tercih edilmektedir (Şekil 4.38) Böylece yüzeylerin sıva tutma kabiliyeti artırılmış olmaktadır (PÜD,1995).



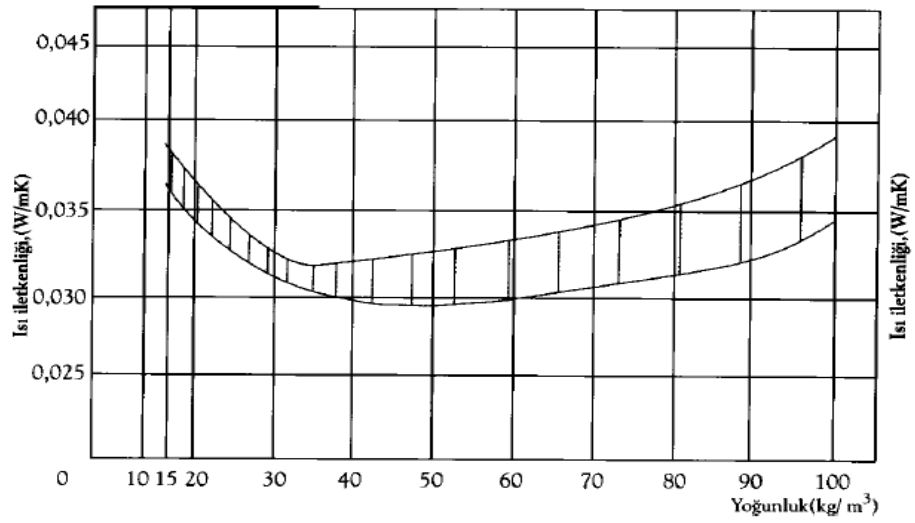
Şekil 4.38 EPS Blokların Sıcak Tel İle Kesilip Boyutlandırılması

- **Isıl İletkenlik;** EPS bünyesinde bulunan çok sayıdaki (1m^3 EPS Styropor da 3- 6 milyar) küçücük kapalı gözenekli hücrelerinde durgun hava hapsolmaktadır. Isı yalıtımını bu gözenekler sağlamaktadır.. Isıl iletkenliği hesap değeri ($\lambda_h = 0,034\text{W m}^2\text{K}$) dir (EN-13163). Isı iletkenliği düşük ve sabit olduğu belirtilmekte, imalatına ve zamana bağlı olarak değişmediği belirtilmektedir. 16 kg/m^3 yoğunluğun altındaki malzemeler zamanla bağlarını çözerek yalıtım özelliğini kaybetmektedir. $16\text{-}36\text{kg/m}^3$ yoğunlukta (density) üretildiğinde ısı yalıtım projelerinde gerçek değerler sunarak performans sağlamaktadır (PÜD,1995).

Şekil 4.39'da gösterildiği gibi birim ağırlık artmaya başlayınca ısı iletkenlik değeri önce düşmekte, birim ağırlık yaklaşık 50 kg/m^3 değerini alınca ısı iletkenlik değeri en düşük değerine ulaşmaktadır. Daha yüksek birim ağırlık değerlerinde ısı iletkenlik katsayısı da artmaktadır (BASF, 1996).

Köpük ısı yalıtım levhalarında ısı iletkenliği belirleyen mekanizma radyasyonla (ışınım) ısı iletimidir. Bu sebeple köpük ısı yalıtım malzemelerinde (yoğunluk $< 40\text{ kg/m}^3$) ısı iletkenlik, diğer malzemelerin aksine, yoğunluk azaldıkça artar. Çünkü yoğunluk azaldıkça, taneciklerin çapı büyüdüğünden ısı ışınları yansıtacak katı yüzey

azalmaktadır. Günümüzde ısı ışınların daha fazla yansıtılmasını sağlamak üzere tanecik yüzeylerin emisivitelerini yükseltecek özel işlemler uygulanabilmektedir. Tüm kütleye uygulanan bu gelişim sonucunda, klasik EPS mamüllere nazaran ısı iletkenlikte anlamlı azalmalar elde edildiği belirtilmektedir. Isıl ışınları yansıtıcı işleminden dolayı bu ürünlerde tüm kütle, hammadde üreticisinin çeşitlenmesine bağlı olarak farklı gri/siyah tonlarında olmaktadır (PÜD,1995) (Şekil 4.40)

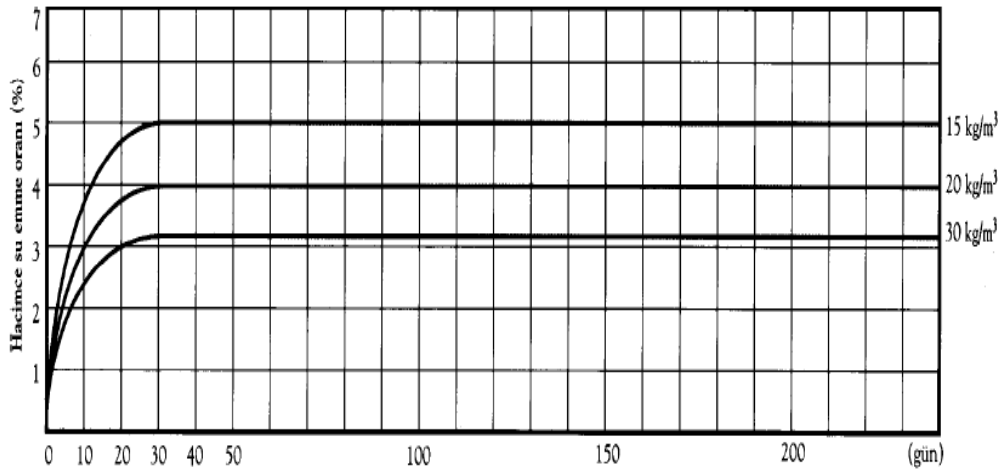


Şekil 4.39 EPS'in Yoğunluğa Göre Isı İletkenliği (+10 °C) (BASF, Styropor. Technical Information, 1996.)



Şekil 4.40 Gri/Siyah Tonlarında Üretilen EPS Isı Yalıtım Malzemeleri

• **Su Emme;** EPS'yi meydana getiren Styrene, kapalı gözenekli olduğundan ıslanmadığı, kapiler ve higroskopik olmadığı belirtilmektedir (Şenol ve Aytekin, 2010). EPS'nin üretildiği styrene maddesi suda çözünmeyen ve erimeyen bir yapıda olduğundan, gözenekli yapıdaki malzemenin gözenek arası duvarları su geçirmediği, uygun şekilde üretilen EPS suya tamamen batırılmadıkça su geçirmediği belirtilmiştir. Tamamen suya batırılmış farklı birim ağırlıktaki numuneler üzerinde yapılan deneylerin sonuçları Şekil 4.41 gösterilmektedir. Görüldüğü üzere, geçirimsizlik, birim ağırlık arttıkça azalmaktadır. Gözenekler birbirine iyi kaynayıp yapışmamışsa gözenek aralarından az bir miktar su sızdığı, taneler birbirine gereği şekilde kaydığında yüzeyde oluşan bal peteği yapının süreklilik kazandığı ve malzemenin hacimce su emme oranının %1 'in altına düştüğü belirtilmektedir (BASF, 1996). Trakya Üniversitesi Çorlu Mühendislik Fakültesinde ve Nova Chemical Technology Eurore'da gerçekleştirilen su emme deney sonuçları Çizelge 4.11'de verilmektedir.



Şekil 4.41 Çeşitli Yoğunluklardaki EPS'in Tamamen Suya Batırılmış Halde Su Emmesi. (BASF, 1996.)

• **Nem ve Buhar Difüzyonu;** Havada bulunan nem, buhar basınç farkı sonucu malzemeye nüfuz edebilmekte ve düşük sıcaklıklarda kondensasyona uğrayarak yoğunlaşmakta ve akışkan su haline dönüşmektedir. Her yapı ve yalıtım malzemesi cins ve kalınlığına göre az veya çok buharın geçişine karşı bir direnç göstermektedir. Bu direnç buhar difüzyon, eşdeğeri hava tabakası kalınlığı olarak $S_d = \mu \cdot d$ (m) tanımlanmakta ve malzemenin buhar difüzyon direnç faktörü (μ) ile kalınlığının (metre olarak)

çarpılmasıyla belirlenmektedir. Havanın buhar direnç katsayısı $\mu=1$ dir ve diğer malzemelerin μ değerleri havaya göre değerlendirilmektedir. EPS 16-30 kg/m^3 yoğunluklar arasında μ değeri 20 ila 100 arasında değişmektedir (Çizelge 4.12). Yoğunluk arttıkça buhar geçirimsizliği de artmaktadır (www.denizyalitim.com.tr).

Çizelge 4.11 Trakya Üniversitesi Çorlu Mühendislik Fakültesinde ve Nova Chemical Technology Eurore’da Gerçekleştirilen Su Emme Deney Sonuçları (PUD,1995)

Standart	Yoğunluk (kg/m^3)	Hacimce su emme oranı %
EN 12087(7 günlük)	25	0,3
EN 12087(7 günlük)	25	0,3
TS 4502 ve ISO 2896(20x20x5 cm)	28	0,3
TS 4502 ve ISO 2896(20x20x5 cm)	28	0,8
TS 4502 ve ISO 2896(20x20x5 cm)	28	1,0

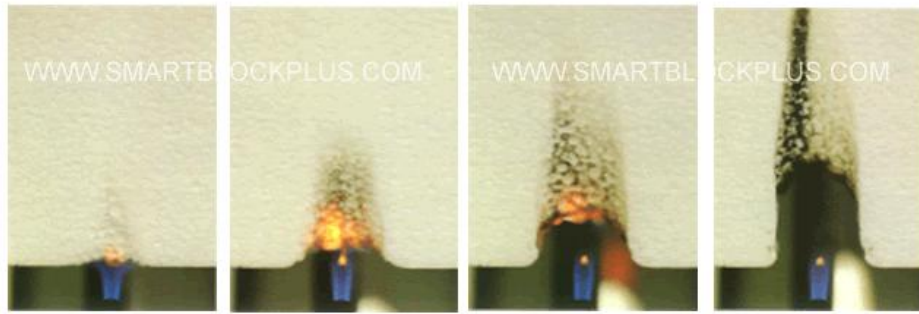
Çizelge 4.12 Yoğunluğa Göre Isıl İletkenlik, Eğilme Dayanımı Ve Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü Değerleri (PUD,1995)

Yaklaşık yoğunluğu kg/m^3	Isıl iletkenlik W/mK	%10 deformasyondaki basma dayanımı kPa	Eğilme dayanımı kPa	Su buharı Difüzyon Direnç faktörü (μ)
16	0,039	50	75	20-40
17	0,038	60	100	20-40
18	0,038	70	115	20-40
19	0,037	80	125	20-40
20	0,037	90	135	30-70
21	0,037	100	150	30-70
23	0,036	120	170	30-70
26	0,035	150	200	30-70
31	0,034	200	250	40-100
36	0,034	250	350	40-100
41	0,033	300	450	40-100

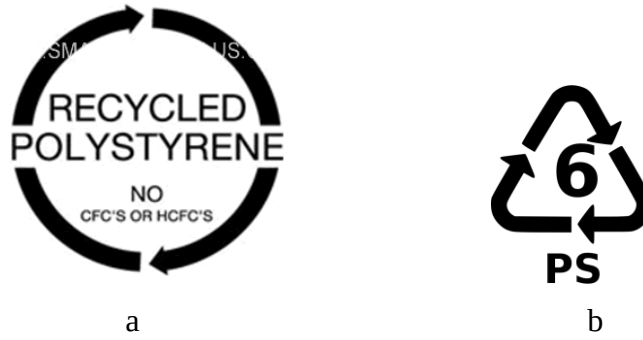
- **Ses İzolasyonu;** EPS bloklar özel bir işleminden geçirildikten sonra ses yalıtım malzemesi olarak ta kullanılabilir. Ayrıca malzeme titreşimlere karşı esnekliği olduğundan ses yalıtım özelliği de sağlamaktadır.

- **Yangına Karşı Dayanım;** TS EN 13501-1'e göre yapı malzemelerinin yanıcılık sınıfları belirlenmektedir. Buna göre binalarda kullanılacak EPS ürünlerin D(E Sınıfı) kriterlerini sağlayan ve önemli ölçüde alev yayılması olmayan küçük bir alev atağı karşısında uzun bir süre direnç gösteren malzemeler. İlave olarak, yeterince tutulmuş ve sınırlı ısı açığa çıkaran tek yanan cisimle yapılan ısı atak şartlarına dayanıklı olmalıdır.) veya E sınıfı (Önemli ölçüde alev yayılması olmayan küçük bir alev atağı karşısında kısa bir süre direnç gösteren malzemeler) na karşılık gelmektedir. (TS EN 13501, 2009) Şekil 4.42'de yüksek yoğunluktaki EPS'nin yangın davranışı görülmektedir

EPS bir hidrokarbon olup, parlama noktası 360-370 °C'dir. ASTM 1929'a göre kendiliğinden yanabilmesi için ortam sıcaklığının 490 °C'ye ulaşması gerekmektedir. Ayrıca EPS'nin yanması halinde ortaya çıkan gazların miktarı, ahşabın yanmasıyla ortaya çıkan gazların miktarından düşük olduğu belirtilmektedir (Ateş, 2000). Binalarda dışli döşemelerde kullanılan EPS dolgu bloklar üzerine 5-7cm üst başlık betonu +5cm tesviye şapı (A1 sınıfı), altında da (tavan) 1-2cm fileli ısı yalıtımı sağlayan tavan sıvası (A1 sınıfı) ile kaplanmaktadır.



Şekil 4.42 Yüksek Yoğunluktaki EPS'nin Yangın Davranış Raporu NASA (ABD)
(www.smartblockplus.com,2010)



Şekil 4.43 (a) Polistirenin geridönüşüm simgesi (smartblockplus.com), (b) Polistirenin geri dönüşüm sınıfı (en.wikipedia.org)

- **Yapı Biyolojisi;** EPS üretimden kullanıma kadar tüm aşamalarında çevre dostu bir ürün olduğu, iklim değişikliklerine sebep olmadığı, enerji yoğun üretim gerektirmediği, İmalat içeriğine ozon tabakasına zarar veren CFC (kloro flor karbon)lar ve türevleri HCFC(hidro kloro flor karbon) lerin olmadığı belirtilmektedir. EPS (genleştirilmiş Polistiren) %100 geri dönüştürülebilir ve geri dönüştürülen EPS birçok alanda kullanılabildiği için geri dönüşümlü (Recycle) bir malzeme olduğu belirtilmektedir. (www.smartblockplus.com) (Şekil 4.43)

- **Ekonomiklik;** EPS'in kullanım ömrünün sonsuz olduğu, kalınlığının zamanla incelmediği belirtilmektedir (Şenol ve Aytekin, 2010). EPS'in üretim aşamasında yüksek enerji tüketimine gerek olmadığı, malzemenin ürüne dönüştürülmesinin kısa sürede ve düşük enerji tüketimi ile gerçekleştiği belirtilmektedir (Strong,2006, Brydson2000). Pasif ev yalıtım değerleri en yüksek direnç ve performansı gerektirdiğinden enerjiden %85–90 tasarruf sağlanması öngörülmektedir. Bu nedenle pasif ev teknolojisine geçişte dünya standartlarındaki imalat malzemeleri içinde öncelikli sırada tercih görmektedir

EPS dolgu blokların ilgili özellikleri Çizelge 4.13'de özetle verilmektedir

Çizelge 4.13 EPS Dolgu Blokların İlgili Özellikleri

MALZEME ÖZELLİKLERİ	EPS
Birim Hacim Ağırlık	16 - 45kg/m ³
%10 deformasyondaki basınç gerilmesi	50-≥300kPa
Rötre	0,001mm
Sıva Tutma Özelliği	Üretim aşamasında sıcak tel ile kesme yapılarak bu özelliği arttırılabilir.
Isıl iletkenliği	0,034-0,040W/mK
Su emme katsayıları	0,3 - 1 kg/mh ⁰⁵
Buhar Difüzyon direnç faktörü	20-100
Ses İzolasyonu	Özel işlemle ses yalıtım şartlarını sağlar
Yangına Karşı Dayanım	D yada E sınıfı (Asmolen döşeme uygulamasında A1 sınıfı bir malzeme ile kaplanır.)
Yapı Biyolojisi	%100 geri dönüşüm
Ekonomiklik	Üretim, hammadde ve sağladığı yalıtıma bağlı olarak ekonomiktir

4.4.2 İlgili Standartlar

EPS üretimi ile ilgili ilk Türk standardı TS 2193'tür. Bu standart EPS 'ten başka poliüretan, fenol köpüğü gibi malzemeleri de kapsamaktaydı. Şu anda yürürlükten kaldırılmıştır.

Bu gün sadece EPS malzeme için çıkartılmış, EPS' in binalarda kullanımı ile ilgili olarak ürün özelliklerini ve deneyleri açıklayan Türk Standardı, "TS EN 13163 Isı Yalıtım Mamulleri-Binalar için-Fabrikasyon olarak imal edilen-Genleştirilmiş polistiren köpük-Özellikler" olarak tanımlanmış standarttır. Bu standart ile 15 kg/m³ 'den daha düşük yoğunluklardaki ürünlerin, binalarda ısı yalıtımı amaçlı kullanılmasını önlenmektedir.

TS EN 13163 Isı yalıtım mamulleri - Binalar için - Fabrikasyon olarak imâl edilen mamuller - Genleştirilmiş polistiren (EPS) – Özellikler (2010). EPS ısı yalıtım levhalarının bütün uygulamalarında, ısı iletkenliği ve ısı direnç, yoğunluk, uzunluk, genişlik, kalınlık, gönyeden sapma, düzlemsellik, boyut kararlılığı, eğilme dayanımı, yangın karşısındaki davranışı özelliklerinin periyodik bir şekilde ölçülmesini ve kayıtlarının tutulmasını gerekli kılmaktadır. Farklı uygulamalarda (dışarıdan yalıtım, içerden yalıtım, çatı yalıtımı vb) bu özelliklerin farklı değerlerde olması gerekmektedir. Dolayısıyla standart her özellik için birden fazla sınıf tanımlamaktadır. Bu amaçla her ısı yalıtım malzemesinin kendi ürünü için bir uygulama standardını hazırlaması gerekmektedir.(Dilmaç, 2002)

TS EN 13499 Isı yalıtım malzemeleri - Binalarda kullanılan - genleştirilmiş polistiren esaslı haricî kompozit ısı yalıtım sistemleri (ETICS) – Özellikler (2006)

TS 2491 (Ses yalıtma malzemeleri-Polistiren sert köpük plastiklerinden yapılmış (Yapılarda Darbe Sesi Yalıtımında Kullanılan) (1976)

EN 15037-4 Precast concrete products - Beam-and-block floor systems - Part 4: Expanded polystyrene blocks “Ön dökümlü beton mamüller -Dişli döşeme sistemleri- Bölüm .4 EPS Bloklar” (2010)

TS EN 14933 İnşaat mühendisliği uygulamaları için ısı yalıtım ve hafif ağırlıklı dolgu mamulleri -Fabrikasyonla imal edilmiş genleştirilmiş polistiren (EPS) Özellikler,(2008)

Çizelge 4.14 EPS Isı Yalıtım Levhalarının Beyan Edilmesi Mecburi Olan Özellikleri . (Dilmaç,2002)

EPS sınıfı	Boyut toleransları					Boyut kararlılığı		Yangın karşısındaki davranış*
	Uzunluk (mak. sapma)	Genişlik (mak. sapma)	Kalınlık (mak. sapma)	Gönyeden sapma (mak.)	Yüzey düzgünlüğü (mak.)	Sabit normal laboratuvar şartları altında	Belirli sıcaklık ve nem şartları altında	
EPS 50, EPS 300 ve EPS T	L1 (±3 mm veya ±%0.6)	W1 (±3 mm veya ±%0.6)	T1 (±2 mm)	S1 (±5 mm/1000 mm)	P1 (±30 mm)	DS(N)5 ≤ %0.5	≤ %1	B1
					P2 (±15 mm)			
					P3 (±10 mm)			
	L2 (±2 mm)	W2 (±2 mm)	T2 (±1 mm)	S2 (±2 mm/1000 mm)	P4 (± 5 mm)	DS(N)2 ≤ %0.2		B2

*İlgili deneyler henüz TSE’nce yapılmadığı için yeni sınıfların belirtilmesi mümkün olmamaktadır

TSE K 61 “ Dişli Döşeme Sistemi-Genleştirilmiş Polistirenden (EPS) İmal Edilmiş Asmolen Döşeme Blok” (2009): EPS dolgu bloklar bu standart kapsamında, “Genleştirilmiş polistirenden (EPS) imal edilmiş, dişli veya yerinde dökme betonarme döşemelerde dolgu amacıyla kullanılan ve istenilen boyutlarda ve şekilde (dikdörtgen, çeşitli yerlerinde çıkıntıları olan) imal edilebilen yapı malzemesi.” olarak tanımlanmıştır.

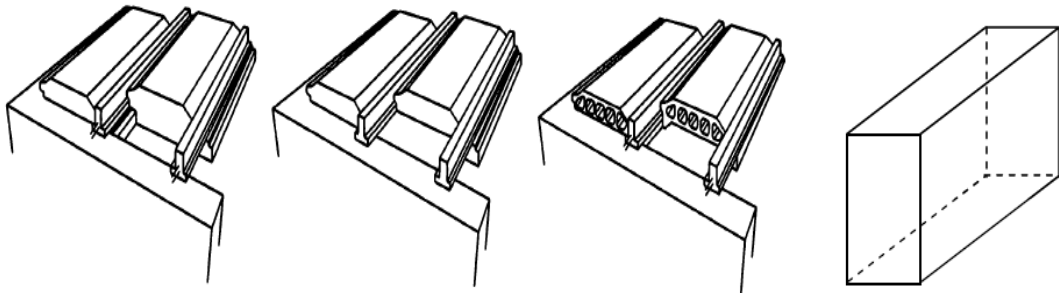
Bu standarda göre EPS dolgu bloklar 2 tiptir.

- Tip I EPS blok; Yerleştirildikleri döşemelerde mekanik fonksiyonu olmayan bloklar, (Şekil 4.44).
- Tip II EPS blok ; Yerleştirildikleri döşemelerde mekanik fonksiyona katkıda bulunan bloklar, (Şekil 4.45)

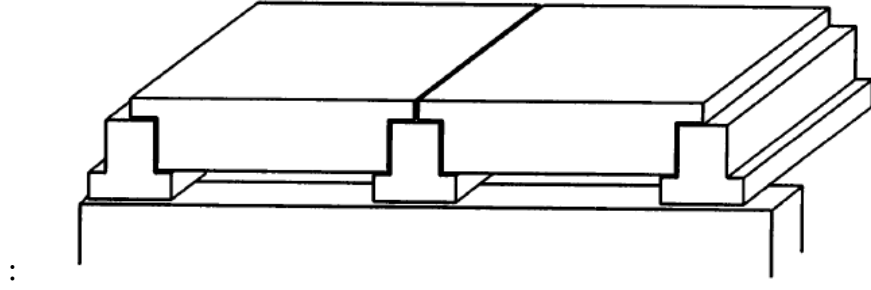
TSE K 61’de İmalatçının, EPS dolgu bloklar ile ilgili beyan etmesi gereken özellikleri belirlenmiştir (Çizelge 4.14).

EPS bloğun görünür yoğunluğunu TS 7316 EN 13163 Madde 4.3.14’e göre. İmalatçı, anma boyutlarını beyan etmelidir.

EPS bloklarda diş veya delik (veya bunların farklı birleşimleri) bulunabilir. Delik bulunması durumunda, EPS bloğa ait aşağıda verilen bilgiler de beyan edilmelidir



Şekil 4.44 Tip I EPS bloklarına örnekler



.Şekil 4.45 Tip II EPS bloklarına örnekler

İmalatçı, mekanik fonksiyona katkıda bulunan EPS bloklarda zımbalama - eğilme dayanımını beyan etmelidir.

İmalatçı, bloğun nasıl yerleştirileceğini beyan etmelidir.

İmalatçı, uygulanma gereği duyulan hallerde, imalatçı, tamamlanmış döşeme sistemlerinde EPS bloğun yangına direnç sınıfını belirtilen maddeler doğrultusunda beyan etmelidir.

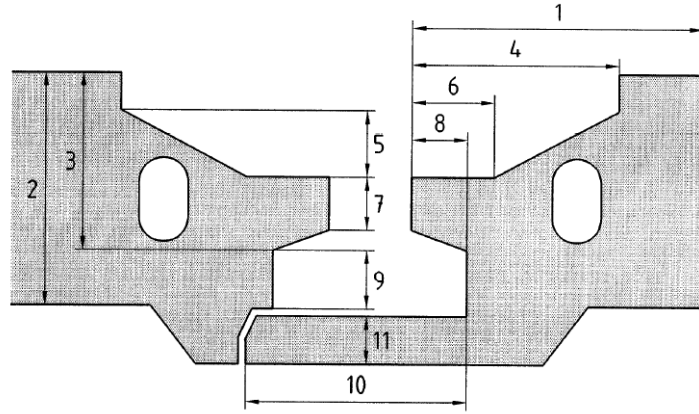
İmalatçı gerektiğinde, tamamlanmış döşeme sistemlerinde EPS bloğun akustik özelliklerini belirtilen işlemleri uygulayarak beyan etmelidir.

İmalatçı gerektiğinde, tamamlanmış döşeme sistemlerinde EPS bloğun ısı özelliklerini beyan etmelidir.

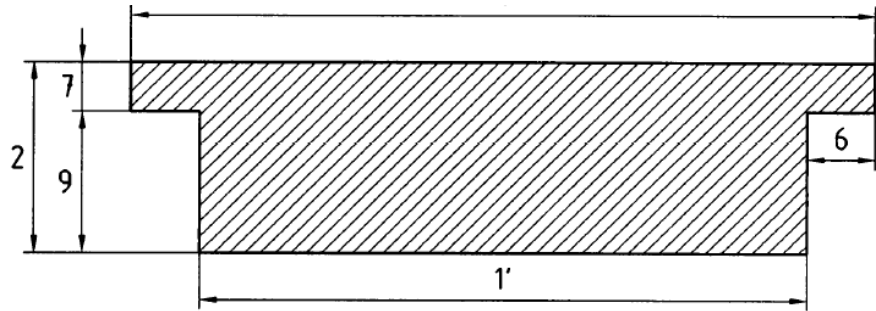
Blokların kullanıldığı döşemelerde $\lambda_{90,90}$ değeri ve R değeri beyan edilmelidir. Isıl kondaktivite ($\lambda_{90,90}$) TS 7316 EN 13163 Madde 4.2.1 ve TS EN 12667'ye göre belirlenmelidir.

TS K61'e göre Tip I EPS blokların boyutları Şekil 4.46'te, Tip II EPS blokların boyutları ise Şekil 4.47'da verilmiştir.

Ayrıca TS K 61 EPS dolgu bloklar için öngörülen özellikler ile bunlara ilişkin muayene ve deneyleri tarif etmiştir

**Açıklama:**

1	Blok genişliği, l	7	Mesnet çıkıntısının yüksekliği, h_n
2	Blok yüksekliği, h	8	Girinti genişliği, l_r
3	Kiriş mesneti üzerindeki yükseklik, h_1	9	Girinti yüksekliği, h_r
4	Eğimli kısmın genişliği, l_c	10	Dil genişliği, l_t
5	Eğimli kısmın yüksekliği, h_c	11	Dil kalınlığı, h_t
6	Mesnet çıkıntısının genişliği, l_n		

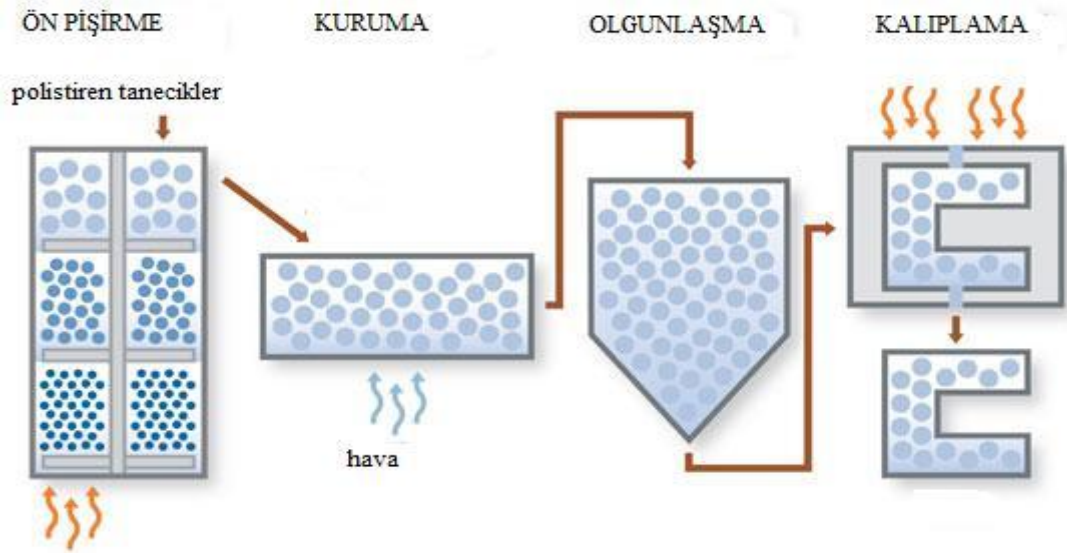
Şekil 4.46 Tıp I EPS Blok Boyutları**Açıklama:**

1	Blok üst genişliği, l_t	6	Mesnet çıkıntısının genişliği, l_n
1'	Blok alt genişliği, l_b	7	Mesnet çıkıntısının yüksekliği, h_n
2	Blok yüksekliği, h	9	Girinti sonrası yükseklik, h_r

Şekil 4.47 Tıp II EPS blok Boyutları

4.4.3 Uygulanması

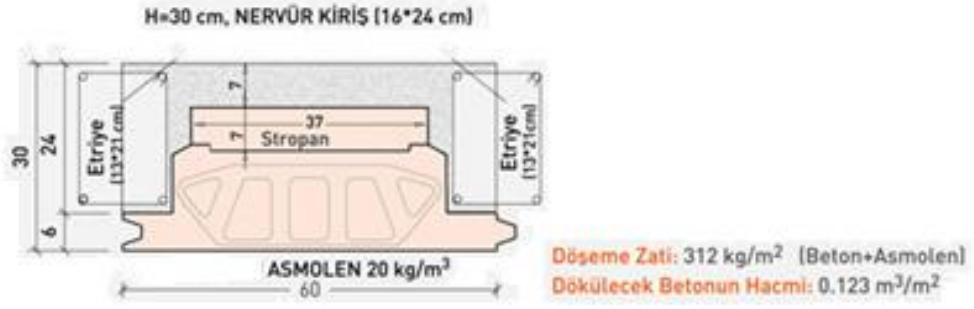
EPS (Genleştirilmiş Polistiren Sert Köpük) ürünler Polistiren taneciklerinin pentan gazı ile şişirilmesi ve birbirine kaynaşması ile elde edilmektedir. Pentan, tanecikler içinde çok sayıda küçük gözeneklerin oluşmasını şişirici gazın çok kısa sürede hava ile yer değiştirmesi, ürünün performansının kullanım ömrü boyunca sabit kalmasını sağlamaktadır. EPS üretiminde son aşama olan şekil verme (kalıplama) aşamasında, taneciklerin birbirileri ile sıkıca kaynaşması sağlanmaktadır. Bu uygulamanın başarısı, ürünün yüzeyindeki taneciklerin balpeteği görünümünden anlaşılmaktadır (PÜD, 1995). EPS blokların üretim şeması Şekil 4.48 de gösterilmektedir.



Şekil 4.48 EPS Blokların Üretim Şeması(pusatlinux.com)

Asmolen kat döşemeleri uygulamaları iki türde yapılabilmektedir.

Birinci uygulama türü, döşeme kalıbı kullanmadan yapılan asmolen döşeme uygulamalarıdır (Şekil 4.53). Bu uygulamalarda kalıp malzeme ve işçilikten tasarruf sağlanmaktadır. Bu uygulama için farklı firmalar farklı şekillerde EPS dolgu blokları üretebilmektedirler (Şekil 4.52). Bu tip yalıtım elemanları modüler olarak birbirine geçirilerek, geçilecek iki mesnet arası açıklığa prefabrik elemanlar (hazır kirişler) olarak



Şekil 4.51 Prefabrik Kirişlere Uyumlu Dolgu Blok EPS (www.mubaizoyapi.com)



Şekil 4.52 Prefabrik Kirişlere Uyumlu Dolgu Blok EPS Uygulaması (www.mubaizoyapi.com)



Şekil 4.53 Çeşitli Markaların Çeşitli Şekillerde Ürettiği Kalıpsız EPS Bloklar Mevcuttur.



Şekil 4.54 Kalıpsız Dolgu Blok EPS Uygulaması

İkinci uygulama türünde EPS (sert köpük) malzeme asmolen dolguları, kalıp üzerine ve dışların arasına yerleştirilmektedir (Şekil 4.59). Kalıp üzeri dolgu bloklar için 16 yoğunluk ve üzeri EPS bloklar tercih edilmektedir. EPS bloklar hafif olduğundan taşınması ve inşaat alanında istiflenmesi açısından kolaylık sağlamaktadır (Şekil 4.57, Şekil 4.58). Kalıp üzeri uygulamalarda, yalıtım söz konusu ise asmolen ara kirişleri betonu alttan yalıtıma tabi olmadığından ısı köprüsü oluşumu açısından eksik bir uygulamadır. Ancak yine de kat döşemesi zati yükünü 30 kat düşürmüş olduğundan, katlı binalarda kolon, kiriş, temele kadar büyük tasarruflar sağlanmaktadır. Ülkemizde en yaygın kullanılan yöntem kalıp üstü asmolen blok uygulamasıdır (Şekil 4.59). Asmolen dolgu olarak kullanılan EPS blokların şekilleri firmalara göre farklılık göstermektedir. (Şekil 4.55, Şekil 4.56)



Şekil 4.55 Farklı Şekillerde EPS Dolgu Bloklar



Şekil 4.56 Türkiye’de En Yaygın Olarak Kullanılan EPS Bloklar



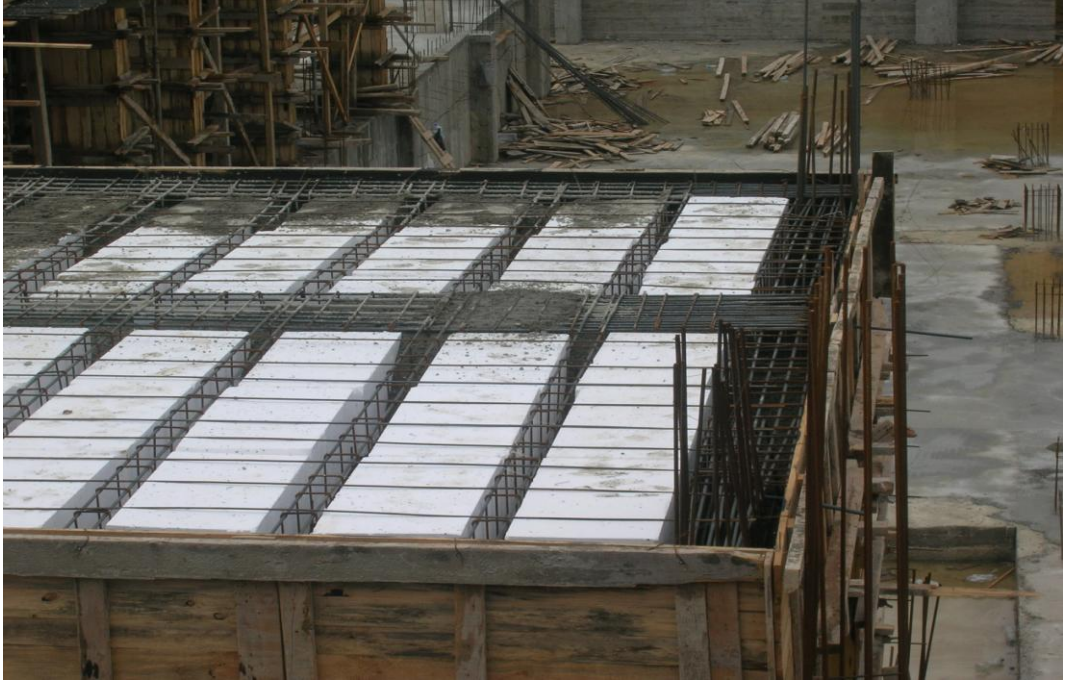
Şekil 4.57 İnşaat Alanına Getirilmiş EPS Bloklar



Şekil 4.58 EPS Blokların Taşınması



Şekil 4.59 Kalıp Üstü EPS Dolgu Blok Uygulaması



Şekil 4.60 Kalıp Üstü EPS Dolgu Blokların Üzerine Bağlantı Donatısı Hazırlanması



Şekil 4.61 EPS Dolgu Blokların Üzeri 5-7cm Üst Başlık Betonu Kaplanır



Şekil 4.62 Kalıp Söküldükten Sonra Tavan Görünümü

Her iki uygulamada da Eps bloklar yerleştirildikten sonra donatı demirleri yerleştirilir (Şekil 4.60). Donatı demirleri yerleştirildikten sonra, EPS dolgu Blokların üzeri 5-7cm üst başlık betonu +5cm tesviye şapı (A1 sınıfı), altında (tavan) 1-2cm fileli Isı yalıtımı sağlayan tavan sıva (A1 sınıfı) ile kaplanmaktadır (www.mubaizoyapi.com, 2009) (Şekil 4.61, Şekil 4.62)

EPS bloklar basınç dayanımlarının yüksek olması, ısı iletkenliklerinin düşük olması , hafif ve titreşimlere karşı esnek olmalarından dolayı boşluklu blok döşemelerde yaygın olarak kullanılmaktadır.

BÖLÜM 5. ISI İLETİMİ VE ISIL KONFOR

5.1 Isıl Konfor

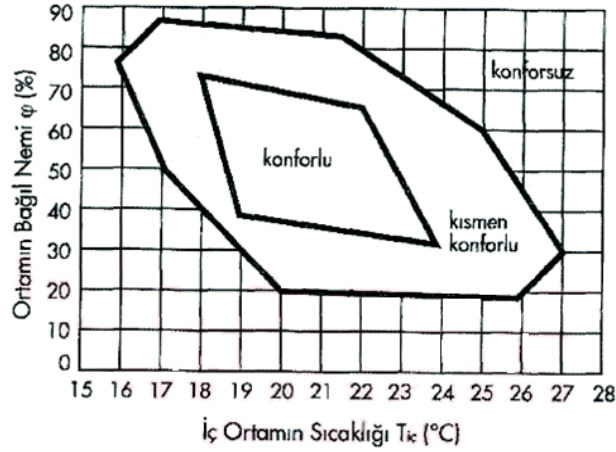
Isıl konfor tanımını yapmadan önce konfor tanımını yapmak gerekirse ,konfor; fizyolojik açıdan insanın çevresine minimum düzeyde enerji harcayarak uyum sağlayabildiği ve psikolojik açıdan çevresinden hoşnut olduğu koşullardır.(Selamet,1995, Kocaarslan,1991) Isıl konfor ise insanın bulunduğu ısı ortamındaki hava hareketinin, sıcaklığın ve nemin kullanıcıya hissettirdiği rahatlık duygusu olarak tanımlanabilir (Yiğit ve Atmaca, 2007). İç ortam sıcaklığı ve bağıl nemine bağlı konfor bölgesi Şekil 5.1’de şematik olarak görülmektedir.

İnsan vücudu, içinde bulunduğu ortamın iklimsel koşullarından kolayca etkilenebilen bir yapıya sahiptir. Konfor ise bir düşünce halidir. Bu durumda konforlu olmayan bir ortamda çalışan insan üzerindeki pozitif veya negatif yöndeki ısı yük, dikkatin dağılmasına ve neticesinde bedensel ve zihinsel verimsizliğe yol açmaktadır (Güler ve Ülkü, 2007)

Belirlenen ortam şartlarında bile, tüm insanların kendilerini tamamen konforlu hissetmedikleri bilinen bir konudur. “İnsan vücudu ile çevre arasında ısı dengesinin kurulması kişinin yaşamını konfor içerisinde sürdürebilmesi açısından önemlidir. Ancak ısı dengesi ile konfor şartları farklı olgulardır. Isı dengesinin sağlandığı her durumda insan ısı konfor bölgesinde demek değildir. Vücut sıcaklıkları fizyolojik denetim mekanizmaları sayesinde çok geniş çevre şartları aralığında ısı dengesini kurabilmekte ve kişi yaşamını devam ettirebilmektedir. Görüldüğü gibi bu geniş aralığın çok dar bir bölgesinde insan kendini ısı konforda hissetmekte ve ısı çevreden hoşnut olmaktadır.” (Kaynaklı ve Yiğit, 2003)

İnsanların ısı konfor arayışında çevresel ve sosyo-kültürel etkiler birbirinden ayrı ele alınamaz. (Sdei, 2007). Her toplum yaşadığı ortamlardaki ısı konfor şartlarını farklı şekillerde sağlamaya çalışmıştır. “Geleneksel Türk mimarisine bakıldığında, soğuk

iklim bölgesindeki yapıların duvar kalınlıklarının fazla olduğu, odalarda ısınma ihtiyacını karşılamak için ocakların olduğu görülmektedir.”(Sever, 2009).



Şekil 5.1 İç Ortamın Sıcaklığı Ve Bağıl Nemine Bağlı Olarak Konfor Bölgesi (Özcan, 2005)

Örneğin Geleneksel Japon mimarisinde, duvarların geniş ve kağıttan olması, iklimin de daha yumuşak olması kullanıcıların geleneksel kıyafetlerinde daha kalın giysileri tercih etmeleri ve taş gibi ısı tutucu küçük objelerle ısı konfor gereksinimlerini karşılamaya çalıştıkları görülür. Yazın ise geniş veranda ve ince hareketli duvarlarla havalandırma artırılarak sıcak ve nem etkisinin azaltılmaya çalışılmakta olduğu görülmektedir. (Sdei, 2007)

Dünya sağlık örgütünün (WHO) zaman zaman açıkladığı raporlarda, günümüzde insanların zamanının %90'ını kapalı mekanlarda geçirdiğini belirtmektedir. Bu oranın %70'ini iş, %20'sini ise ev ortamı oluşturmaktadır. Yaşamın büyük çoğunluğu kapalı ortamlarda geçtiği için, bu ortamların hava kalitesi de en az dış ortam hava kalitesi kadar önemlidir (Zeydan vd.,2009). İnsanların yaşamlarının büyük çoğunluğunu kapalı mekanlarda geçirmesi, binanın kullanıcıya sunduğu hizmet ve konfora göre bina ile kullanıcı arasında biyolojik, fizyolojik ve psikolojik etkileşim olduğu yapılan çalışmalarda ortaya çıkmıştır. İnsanların içerisinde zamanlarını geçirdikleri ortamın havasını solumalarına bağlı ortaya çıkan semptomlar yada semptomlara bağlı sendromlar ve sendromlar zincirinden oluşan hastalık tablosunun tamamına hasta bina

sendromu (HBS) denilmektedir (Özyaral ve Keskin, 2007). Karşılaşılan sorunların yarısından fazlası yetersiz yada uygun olmayan havalandırmadan ve ısıtma, soğutma, iklimlendirme sistemlerindeki eksiklikler ve yetersizliklerden kaynaklanmaktadır. Bu koşullar kullanıcıda tanımlandırılmayan sorunlara yol açmaktadır (Sağır,2002).

İklim şartlarına göre sıcaklık değerleri, günlük ve mevsimsel olarak önemlidir. Bu değerlere bağlı olarak ısının hacim içerisinde tutulması günümüzde bir amaç haline gelmiştir (Fernandez vd.,2004). İklim değişikliklerinde ısı kapasitenin belirlenebilmesi ısınma ve iklimlendirme ihtiyacını büyük ölçüde etkilemektedir.ancak ne olursa olun yapay ısıtma sistemlerine her zaman ihtiyaç duyulacaktır (Amundarain vd., 2006).

Binalarda ısı konforu sağlamada minimum enerji sarfiyatı ve hava kirliliği için yoğun araştırmalar yapılmakta ve bu araştırmaların sonucunda pek çok uluslararası standartlar oluşturulmaktadır.

Bir ortamın ısıtma enerjisine ihtiyacı olup olmadığı ortamın ısı kazançları ve ısı kayıpları dikkate alınarak belirlenir. Isı kazançlarının ısı kayıplarından büyük olması durumunda ek bir ısıtma enerjisine ihtiyaç yoktur. Mevcut ısı kazançları ile ısı konfor şartları sağlanabilmektedir. Isı kazançlarının ısı kayıplarından küçük olması durumunda ise aradaki enerji farkının ek ısıtma enerjisi olarak ortama verilmesi gereklidir (Usta, 2009)

Gelişen teknolojiye bağlı olarak yapı içi konforu arttıracak ekipmanların artmasıyla konfora ulaşma isteği geniş kitlelere yayılmaktadır. Böylece yapı içi konfor şartlarının sağlanması sırasında harcanan enerji miktarı da gün geçtikçe artmaktadır. Bu durumda enerji verimliliği kavramı ön plana çıkmaktadır. Enerji verimliliği tanımlamasında az enerji ile konfor şartlarını sağlayabilme ve enerji tüketim maliyetinin düşürülmesi anlaşılmalıdır. İç ortam şartı, insanın konfor sınırından saptıkça, yapay ısıtma sistemlerinin harcayacağı enerji de artacağından, iç iklim konforunu bozacak yöndeki etkiler minimize edilmelidir (Lakot, 2007). Enerjinin bilinçsizce kullanımı ve sarfiyatın artması sonucunda enerji kaynaklarının daralması ve buna bağlı olarak enerji elde etme maliyetinin yükselmesi, ayrıca enerji elde edilişi ve kullanımına bağlı oluşan çevre sorunları üzerine acil önlemler alınmaya çalışılmaktadır.

Amerika Birleşik Devletlerindeki Enerji Bakanlığına bağlı Enerji Bilgi Yönetimi Merkezi (Energy Information Administration/ EIA) tarafından yapılan hesaplamalara göre dünya genelinde, 2003 yılı için sektörel bazda toplam enerji tüketimi yaklaşık 80010 Milyon Ton Eşdeğer Petrol (MTEP) olarak gerçekleşmiştir. Toplam tüketim içinde bina sektörü (ticari ve konut) %24, sanayi sektörü %49, ulaşım sektörü %27'lik paylara sahiptir (Onaygil vd 2008). Sanayi devriminden beri, iklimdeki doğal değişebilirliğe ek olarak, ilk kez insan etkinliklerinin de iklimi etkilediği yeni bir döneme girilmiştir. Uluslar arası enerji ajansının (IEA) 2001 Türkiye raporunda, enerji tüketiminin azaltılabilmesine yönelik öneriler içerisinde binaların m² başına tükettikleri enerjinin ortalama 250 kWh'den, 100-150 kWh civarına çekilmesi gerekliliği yer almaktadır (IEA, 2001)

Türkiye’de son 25 yıldaki artış %100 oranının üzerindedir. Türkiye’nin enerji üretimi resmi rakamlara göre 1990 yılında toplam ihtiyacın %50’sini karşılarken, günümüzde %30 civarında karşılayabilmektedir. Ülkemizdeki enerji tüketimi %41 konutlarda, %33 sanayide, %20 ulaşımda, %6 ise tarım ve diğer alanlardadır. Buradan da anlaşılıyor ki en fazla enerji tüketimi konutlarda yaşanmaktadır. Bu tüketimin %85’i ısıtma amaçlıdır. Buradaki ikinci önemli unsur ise, ülkemizin enerji ihtiyacının %66 gibi büyük bir oranını dışarıdan karşılamasıdır. (Şenkal, ve Karagöz,2006).

Yapı içi konfor şartlarının mekanik sistemler yerine doğal yöntemler ile karşılanması ekonomik ve çevresel yarar da sağlamaktadır. Bu nedenle yapıların enerji tüketimi yönünden doğru olarak tasarlanmaları, doğal kaynakların sürdürülebilir şekilde işletilmesi, çevre kirliliği kontrolü ve sınırlı enerji kaynaklarının tüketilmesinin azaltılması yaklaşımlarını ön plana çıkarmıştır.(Esin, 2006) Yapılar, inşa edileceği şartlara bağlı olarak pasif ısıtma sistemlerinden faydalanılacak şekilde planlandığında, enerji kazanımının yanısıra ısıl konfor açısından da fayda sağlayacaktır. Yapının bulunduğu yerin iklim koşulları, çevre yapılarla ilişkisi, odaların ilişkisi, yapım sistemi ve içerisinde bulunan malzemelerin çeşidi, yapı kabuğunu oluşturan malzeme ve bileşenler, iç ortam ısıl konforunu etkileyen faktörler arasındadır. İçsel ısı kazancı düşük, günün 24 saatinde de kullanılan konut ve benzeri yapılarda, bu faktörlere dayalı tasarım kriterlerinin doğru kullanılması ile güneşten pasif anlamda yararlanabilmeyi

sağlayacak, yani ek bir mekanik sistem desteği gerektirmeyecek çözümler, yeterli düzeyde bir iç ısı konfor elde etmeyi sağlayabilmektedir.(Harputgil ve Çetintürk, 2005)

Dünyada ısı konfor ve enerji verimliliği üzerine çalışmaların artmasıyla her ülke kendi özel ve genel şartlarına göre standartlarını oluşturmaktadır. Ülkemizde sıcak, ılık veya soğuk ısı çevreleri ölçme ve değerlendirme metodlarını kapsayan, standartlar arasındaki ilişkileri ve tüm ısı çevrelerinin değerlendirilmesinde bunların birbirini tamamlayacak şekilde nasıl kullanılacağını göstermek amacı ile aşırı sıcak veya soğuk etkisi altında insanlara tıbbi müdahale ve gözetim amaçlı standartlar ısı çevrenin ergonomisi başlığı altında “TS EN ISO 11399 Isı çevrenin ergonomisi - İlgili Standardların prensipleri ve uygulamaları” ve “TS EN ISO 12894 Isı çevrenin ergonomisi – Aşırı sıcak veya soğuk çevrelere maruz kalan bireylerin tıbbî gözetimi” standartları oluşturulmuştur (Sever,2009).

5.2 Isı Konfor Koşullarını Etkileyen Faktörler

Bina içinde konfor şartlarının gerçekleştiği durumlarda, insanın ruhsal, fiziksel ve sosyal performansı maksimum düzeye erişmektedir. İç hava sıcaklığı, bina kabuğu iç yüzey sıcaklığı, nem ve hava hareketi gibi etkenler fiziki çevrenin ısı konfor üzerine etkisi büyük olmasına rağmen konforu sağlamada yeterli olmamaktadır (Aksoy, 2002). ısı konfor üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde kişinin kendini konforda hissetmesi birçok faktörün aynı anda sağlanmasıyla mümkün olduğu görülmektedir.

İnsan vücudu metabolizması gereği iç ısı üretir ve vücut sıcaklığını ortalama 37 °C’de sabit tutabilmesi için, kazanılan bu ısının aynı oranda dağıtılması gerekmektedir (Damar, 1998). Buradaki en büyük kısıt ise kullanıcıların bina içerisindeki aktivitelerinin tam olarak kestirilememesidir. Yapılan çalışmalarda ısı konfor şartlarını etkileyen değişkenler üzerine genel bir tanımlama yapılabilmektedir.

Isı konfor şartlarını etkileyen değişkenler çevresel ve kişisel değişkenler olarak iki grupta toplanmaktadır. (Sever,2009).

5.2.1. İç Ortama Ait Faktörler

Kapalı bir ortamda ısı konforu etkileyen çevresel değişkenler hava sıcaklığı, ortalama ışıma sıcaklığı, bağıl hava hızı ve havanın nemliliğidir.

- **Hava sıcaklığı:** Bina içerisindeki havanın sıcaklığı, insan ile çevresi arasında taşınım (konveksiyon) ile yapılan ısı alış verişi miktarını belirleyen en önemli değişkendir. İnsanların vücut sıcaklığı bulunduğu ortamın sıcaklığıyla 37 °C yi yakalayamıyorsa insanla ortam arasında ısı denge sağlanana kadar ısı alış verişi devam edecektir. Bu dengelenme süresince insanlarda terleme veya üşüme görülmektedir. Ortamdaki hava sıcaklığının düşük olması vücudun ısı dengeye gelmesi için sürekli ısı kaybetmesine ve insanın ortamdaki memnuniyetsiz kalarak üretkenliğin azalmasına yol açtığından hava sıcaklığı önemlidir. Giyimli bir insan için dinlenme veya hafif iş durumunda 23 °C ile 27 °C operatif sıcaklık (ışınım sıcaklığı ile çevre hava sıcaklığının karşılıklı ısı geçiş katsayılarına göre ağırlıklı ortalaması) aralığı konfor şartlarını sağlarken, çıplak insan için bu aralık 29 °C ile 31 °C dir (Yiğit ve Atmaca,2007).

- **Ortalama ışıma sıcaklığı:** Ortalama ışıma sıcaklığı insanla çevre yüzeyler arasında ısısal ışıma (radyasyon) yoluyla oluşan ısı transferini belirlemek üzere çevre yüzeylerin sıcaklıklarının birleşik etkisini ifade eden bir sıcaklıktır (Manioğlu, 1995). İnsanların mekandan ışıma yoluyla kazandıkları ısı kişisel değişkenlerin yanında ortamdaki yüzeylerin sıcaklığına da bağlıdır.

- **Bağıl hava hızı:** Hava hareketi hızı herhangi bir yüzeyle hava arasındaki ısı taşınımı (konveksiyon) katsayısını etkilediğinden, insanla çevresi arasında konveksiyon yoluyla oluşan ısı transferi miktarını etkileyen önemli bir çevresel değişkendir (Manioğlu, 1995). Isı konforu etkileyen diğer bir temel faktör de hava hareketleridir ki ortamdaki yüksek hava hızları istenmeyen yerel soğumalara ve dolayısıyla yerel konforsuzluklara sebebiyet verebilir. Arzu edilen hava hızı genellikle yaz ve kış şartlarına bağlı olarak 0.15 m/s ile 0.25 m/s arasında değişmektedir (Yiğit ve Atmaca,2007).

- **Havanın nemliliği:** Havanın nemliliği insanın cildinden çevreye olan su buharı difüzyonu, ter buharlaşması ve nefes ile vücuttan kaybedilen ısı miktarlarını etkileyen bir çevresel değişkendir (Tuncer, 2006). Bağıl nem, ortam havanın nemi içine alabilmesinin bir ölçüsü olduğu ve böylece vücuttan buharlaşma ile atılan ısı miktarını etkilediği için ısı konfor üzerinde önemli derecede etkilidir. Arzu edilen bağıl nem aralığı %30 ile %70 aralığındadır ve %50 en çok kabul edilen değerdir (Yiğit ve Atmaca,2007).

5.2.2. Kişisel faktörler

Isıl konforu etkileyen kişisel değişkenler olarak adlandırılan, insanla ilgili özellikler aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- **Aktivite düzeyi:** Aktivite düzeyi, insan vücudunun alınan yiyecekleri yakarak birim zamanda ürettiği ve metabolizma düzeyi olarak adlandırılan enerji miktarını etkileyen bir değişkendir. Metabolizma düzeyi insanın yaptığı eylem türü ile yani aktivite seviyesi ile doğrudan ilişkilidir. Çoğu kez MET birimi ile ifade edilmektedir ($1 \text{ MET} = 58.2 \text{ W/m}^2$). Belirli eylem türlerine göre metabolizma düzeylerinin aldığı değerler değişkenlikler göstermektedir (Tuncer 2006, Manioğlu, 1995).
- **Giysi türü:** Giysi türü giysilerin ısı yalıtım direncini belirlediğinden ve dolayısıyla insanla çevresi arasındaki ısı transferi miktarını etkilediğinden ısı konfor koşullarının belirlenmesinde bilinmesi gereken kişisel değişkenlerden birisidir. Giysilerin ısı yalıtım direnci genellikle Clo birimi ile ifade edilmektedir ($1 \text{ Clo} = 1.55 \text{ m}^2/\text{W}$). Farklı tipteki giysiler için ısı yalıtım dirençleri farklılıklar gösterir.
- **İnsanın mekandaki konumu ve duruş şekli:** Kapalı bir hacimdeki insanın ısısal ışıınım yoluyla yaptığı ısı alış veriş miktarı insanın mekan içindeki yerine ve duruş biçimine (ayakta veya oturur olması) bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Dolayısıyla ortalama ışıma yoluyla kazanılan sıcaklıklarda insanların yüzeylerden gelen ısı dalgalarına karşı duruşu önemlidir (Manioğlu, 1995).

5.3 Isı İletimi

Isı iletimi tanımlanmasına geçmeden sıcaklık ve ısı kavramları tanımlanacaktır.

- **Isı:** Herhangi bir cismin sıcaklığının artmasına sebep olan fiziksel bir enerji türüdür. Bilimsel olarak, moleküler hareketlerden kaynaklanmaktadır. Isı daima yüksek enerjiden, daha alçak enerji yönünde hareket eder. Bu duruma göre bir cismi ısıtmak, o cisimdeki moleküler hareket enerjisini artırmak anlamına gelmektedir. Isının, düşük bir sıcaklıktaki bir cisimden yüksek sıcaklıktaki bir cisme kendiliğinden taşınması olanak dışıdır (İmren,1998)

- **Sıcaklık:** Sıcaklık bir cismin ısı durumunu belirlemekte kullanılan önemli bir kavramdır. Sıcaklık ölçüsü birimi olarak tüm dünyada °C ve °K kullanılmaktadır. Sıcaklık ısı gibi hareket halindeki bir enerji değil cismin sahip olduğu ölçülebilir bir potansiyeldir.

Kısaca ısı maddedeki moleküllerin toplam kinetik enerjisi, sıcaklıksa bir maddenin kinetik enerjisinin bir ölçütüdür (Aydoğan vd., 2003). Isı ve sıcaklık arasındaki farklarını sıralayacak olursak;

- Isı enerji çeşididir, sıcaklık enerji değildir,
- Isı birimi kalori veya joule'dür. Sıcaklık birimi °C veya °K dir,
- Isı madde miktarına bağlıdır. Sıcaklık ise madde miktarına bağlı değildir,
- Sıcaklık ölçülebilir (termometre ile) ısı ancak hesaplanabilir. (Sever, 2009).

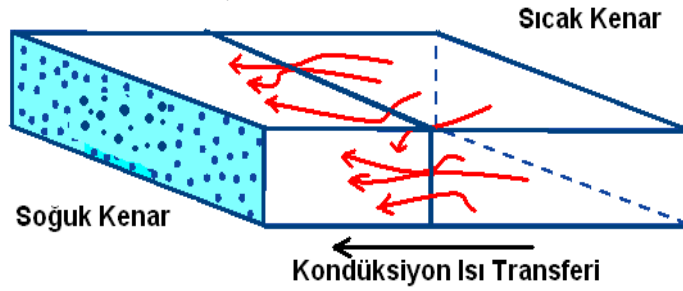
Sıcaklıkları farklı ve ısı temas halinde olan ortamlarda, sıcaklığı yüksek olan ortamdan, sıcaklığı düşük olan ortama ısı geçişi olayı her iki ortamın sıcaklığı birbirine eşit oluncaya kadar devam eder. Aynı zamanda iki farklı sıcaklık arasındaki ısı geçişi sadece sıcaklık farkından değil, cisimlerin ısı geçişine ilişkin özelliklerine de bağlıdır.

5.3.1 .Isı iletim mekanizmaları

Sıcaklıkları farklı olan, iç ve dış çevreyi birbirinden ayıran herhangi bir kabuk elemanında ısı geçişi üç farklı şekilde gerçekleşmekte ve üç özel kanun ile açıklanmaktadır.

- **Kondüksiyon (İletim)**

Bir maddenin veya malzemenin bünyesi içinde veya temas halinde olduğu, diğer madde arasında, sıcak ve yüksek kinetik enerji sahibi moleküller, kinetik enerjileri daha küçük olan komşu moleküllere doğrudan moleküler tesir ile ısı enerjisi aktarırlar. Isının bu şekilde aktarımına kondüksiyon yoluyla ısı transferi denmektedir (Şekil 5.2). Metal haricinde bütün malzemelerde ısı moleküler halde iletilmektedir. Metallerde bu iletim serbest elektron sayesinde gerçekleşmektedir (İmren, 1998, Manioğlu, 1995)



Şekil 5.2. Kondüksiyonla (Taşınım) Isı Transferi (Sever, 2009)

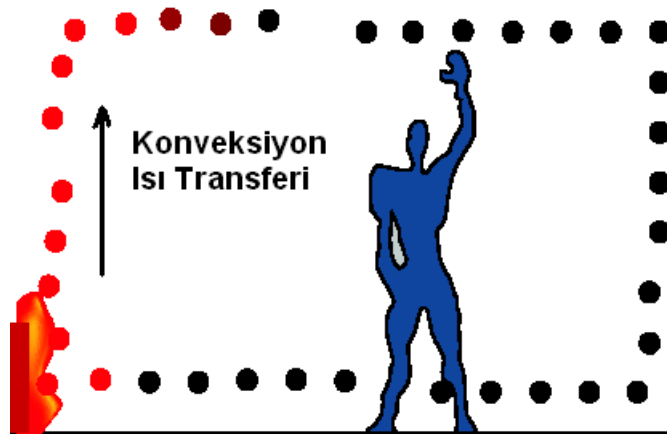
Fourier kanununa göre, Isı iletimi, atomik seviyedeki parçacık grupları veya parçacıklar arasındaki kinetik enerjinin sürekli geçişinin olduğu bir ısı geçiş mekanizmasıdır. Bu işlem gazlarda moleküllerin elastik çarpması sonucunda olurken; sıvılarda ve elektriği iletmeyen katı cisimlerde, atomik kafesin boyuna titreşimi sonucunda olduğu kabul edilmektedir. Aynı elektrik iletiminde olduğu gibi metallerdeki ısı iletimi de serbest elektronların hareketiyle gerçekleşir. Termodinamiğin ikinci kanunun sonucu olarak, ısı geçişi, sıcaklığın azaldığı yönde gerçekleşir (Oral, vd 2005). İletim yoluyla ısı transferi Fourier Kanunu ve denklemi ile ifade edilmektedir (Eşitlik 5.1) .

$$q = -\lambda A \frac{dT}{dx} \dots\dots\dots 5.1$$

- **Konveksiyon (Taşınım):** Molekülleri serbestçe hareket edebilen sıvı veya gaz içinde ısı enerjileri fazla olan moleküllerin, özgül ağırlıklarının düşük olması sebebiyle yer değiştirmesi, bir akışkan içinde ısının bir noktadan başka bir noktaya gitmesini sağlar. Bu şekildeki sıcak moleküllerin daha soğuk moleküllerle yer değiştirmesi suretiyle ısının aktarılması olayına konveksiyon denilmektedir (Şekil 5.3) (İmren, 1998, Manioğlu, 1995).

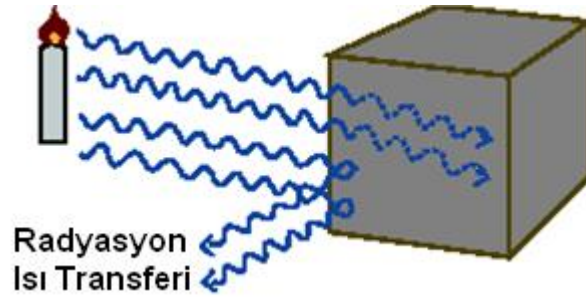
Newton'un soğuma kanununa göre, İletimle ısı geçişi katı cisimler içinde mikroskobik titreşimler ile oluşurken, taşınım ile ısı geçişi gaz veya sıvı akışkanlar içindeki moleküllerin makroskopik hareketleriyle oluşur (Oral vd 2005). Taşınım yoluyla ısı transferi Newton'un Soğuma Kanunu ve denklemi ile ifade edilmektedir (Eşitlik 5.2) .

$$q = \alpha A (T_0 - T^{\infty}) \dots\dots\dots 5.2$$



Şekil 5.3 Konveksiyonla (İletim) Isı Transferi (physics.nist.gov,2009)

- **Radyasyon (Işınım):** Isı enerjisinin herhangi bir ara taşıyıcıya gerek duymadan görülebilir ışık ve radyo dalgaları boyunu içeren elektromanyetik dalgalar yoluyla bir maddeden diğer bir maddeye transferine radyasyon denilmektedir (Şekil 5.4) (İmren, 1998, Manioğlu, 1995)



Şekil 5.4 Radyasyonla (Işınım) Isı Transferi (physics.nist.gov, 2009)

Stefan-Boltzmann kanununa göre, İletim ve taşınım ile ısı geçişlerinin olabilmesi için bir maddeye gerek duyulurken, ısı geçişinin üçüncü şekli olan ışıınım ile ısı geçişinde arada bir maddeye gerek yoktur. Bu tip ısı geçişinde, bir kaynaktaki iç enerjinin oluşturduğu elektromanyetik enerji, ulaştığı alıcıda tekrar iç enerjiye dönüşür. İletim ve taşınım ile ısı geçişi sıcaklık ile doğru orantılı iken ışıınım ile ısı geçişi mutlak sıcaklığın dördüncü kuvveti ile orantılıdır gerçekleşir (Oral vd) Radyasyon yoluyla ısı transferi Stefan Boltzmann kanunu ve denklemi ile ifade edilmektedir (Eşitlik 5.3) .

$$q = A E_s = \sigma AT^4 \dots\dots\dots 5.3$$

5.3.2 Isı İletim rejimleri

Isı iletimi zamana bağılı bir büyüklüktür. Isı iletiminin zamanla azalıp çoğalması veya sabit kalması, ısı iletiminin rejimlerini meydana getirir. En genel haliyle ısı iletim rejimleri sabit (kararlı) rejim ve değişken rejim olarak ikiye ayrılır.

- **Sabit (Kararlı) rejimde ısı geçişi**

Sabit rejim, sabit sıcaklıklar etkisinde meydana gelen ısı iletimidir. Herhangi iki eşit zaman aralığında iletilen ısı miktarı hep aynıdır. Bu şartlarda sadece elemanın ısı iletimine karşı gösterebildiği ısı direnç önemlidir. Katmanların ısı dirençlerinin toplamı, elemanın sıcak ve soğuk yüzeyleri arasındaki toplam ısı direncini verir. Katmanların sıralanmasının elemanın ısı direnci üzerinde bir etkisi yoktur. Bu rejimde, sadece elemandan iletilen ısı enerjisi miktarı ve kesit sıcaklıkları hesaplanır. (Cihan ve, Dilmaç, 2008)

- **Değişken rejimde ısı geçişi**

Değişken sıcaklıklar etkisinde meydana gelen ısı iletimidir. Herhangi iki eşit zaman aralığında iletilen ısı miktarı değişkendir. Eğer sıcaklıklar ve dolayısıyla da ısı akımı, zamanla periyodik olarak değişiyorsa, periyodik rejim adını almaktadır. Dış hava sıcaklığının değişimi, genellikle periyodik olarak kabul edilmektedir. Soğutma enerjisi ihtiyacının (yaz şartları) hesaplanmasında periyodik rejim esas alınmaktadır.

Değişken rejimin özel hali olan periyodik rejim hesaplarında, sıcaklığın ve ısı akısının 24 saatlik bir periyotla sinüzoidal değişim gösterdiği dikkate alınmaktadır. Binaların ısı performansının değerlendirilmesi sırasında, yaz şartlarında güneş ışınlarının etkisi ihmal edilemez boyutlara ulaşmaktadır. Periyodik rejim şartlarında, elemanın ısı direnciyle birlikte elemanda ısının depolanabilme kapasitesi ve ısının geçiş hızı da önemlidir. Bu özellikler üzerinde, elemanı oluşturan malzemelerin ısı iletkenlikleri ile birlikte özgül ısı ve yoğunlukları da önem kazanmaktadır. Periyodik rejimde elemanı oluşturan katmanların sıralanışı, elemanın ısı performansı üzerinde etkili olmaktadır (Cihan ve Dilmaç, 2008).

5.4 Yapı Elemanlarının Isı Geçirgenliklerinin Hesaplanması

Yapı elemanlarının ısı geçirgenliklerinde kullanılacak hesap metodu aşağıda verilmektedir.

- **Isıl geçirgenlik direncinin (R) hesaplanması**

Isıl geçirgenlik direncinin hesaplanması için yapı malzemesinin kalınlığına ve ısı iletkenlik hesap değerine ihtiyaç vardır. Tek tabakalı ve çok tabakalı yapı bileşenleri için ayrı hesaplar vardır.

— **Tek tabakalı yapı bileşenleri:** Isıl geçirgenlik direnci (R) Eşitlik 5.4’de belirtildiği gibi, yapı elemanı kalınlık (d) değerinin, ısı iletkenlik hesap değerine (λ) bölünmesi ile hesaplanır. TS 825’te Ek E de liste halinde verilen λ değerleri doğrudan kullanılabilir. Ancak tam karşılığı bulunmayan λ değerler için ilgili ürün standardında belirtilen deney metotlarına göre tespit edilen λ ölçü değerleri TS 415’ e göre λ_h değerine dönüştürülerek kullanılır.

$$R = \frac{d}{\lambda_h} \dots\dots\dots 5.4$$

Burada;

R : Isıl geçirgenlik direnci (m².K/W),

d : Yapı bileşeninin kalınlığı (m),

λ_h : Isıl iletkenlik hesap değeri (W/m.K)

dir.

— **Çok tabakalı yapı bileşenleri:** Çok tabakalı yapı bileşenlerinde; Isıl geçirgenlik direnci (R), tek tek yapı elemanı kalınlıkları ($d_1, d_2, \dots, d_n$) ve bu yapı elemanlarının ısı iletkenlik hesap değerleri ($\lambda_{h1}, \lambda_{h2}, \dots, \lambda_{hn}$), kullanılarak Eşitlik 5.5 ile hesaplanır.

$$R = \frac{d_1}{\lambda_{h1}} + \frac{d_2}{\lambda_{h2}} + \dots + \frac{d_n}{\lambda_{hn}} \dots\dots\dots 5.5$$

• **Yapı bileşenlerinin ısıl geçirgenlik direncinin (1/U) hesaplanması:**

Bir yapı bileşeninin ısıl geçirgenlik direnci (1/U), ısı geçirgenlik dirençlerine (R), yüzeysel ısıl iletim direnç değerleri (R_i, R_e) eklenerek Eşitlik 5.6'e göre hesaplanır.

$$\frac{1}{U} = R_i + R + R_e \dots\dots\dots 5.6$$

Burada;

1/ U : Yapı bileşeninin toplam ısıl geçirgenlik direnci ($m^2.K/W$),

R_i : İç yüzeyin yüzeysel ısıl iletim direnci ($m^2.K/W$),

R_e : Dış yüzeyin yüzeysel ısıl iletim direnci ($m^2.K/W$)

dir.

• **Isıl Geçirgenlik Katsayısının (U) Hesaplanması**

Bir yapı bileşeninin ısıl geçirgenlik katsayısı (U) Eşitlik 5.7'e göre hesaplanır.

$$U = \frac{1}{R_i + R + R_e} \dots\dots\dots 5.7$$

Burada ;

U : Yapı bileşeninin toplam ısıl geçirgenlik katsayısı ($W/m^2.K$)'dır.

Yapı elemanlarının iç ve dış yüzeylerindeki yüzeysel ısıl iletim direnç değerleri için, TS 825' te Çizelge 1'de verilen R_i ve R_e değerleri kullanılmalıdır.

○ **Asmolen ve benzeri boşluklu bitişik yüzeyli yapı bileşenleri**

Farklı ısıl geçirgenlik dirençlerine sahip bir kaç bitişik tabakadan oluşan bir yapı bileşeni söz konusu olduğunda, daha kesin bir doğrulama gerçekleştirilmedikçe, ortalama ısıl geçirgenlik direnci (R), yapı elemanlarının uzunluk oranlarına göre (L_1/L , $L_2/L, \dots, L_n/L$) eşitlik 5.8 kullanılarak hesaplanır.

Önemli not : Bu tür malzemeler için yoğunlaşma tahkiki hesaplamaları (Ek F) yapılırken, aşağıdaki Eşitlik 5.8'e göre hesaplanan ortalama ısıl geçirgenlik direnci kullanılamaz. Bu durumda 1 no'lu eşitliğe göre bulunan $R_1, R_2, R_3 \dots R_n$ dirençlerinden en küçük olanı dikkate alınmalı ve hesaba katılmalıdır.

$$R = R_1 \cdot \frac{L_1}{L} + R_2 \cdot \frac{L_2}{L} + \dots + R_n \cdot \frac{L_n}{L} \dots\dots\dots 5.8$$

Burada ;

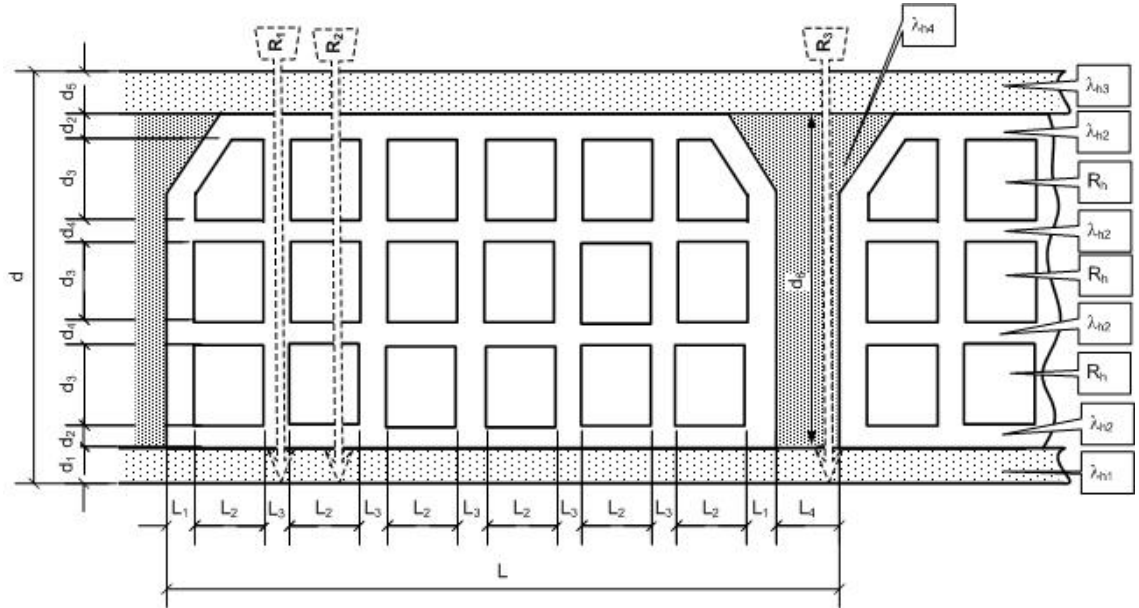
R : Isıl geçirgenlik direnci ($m^2.K/W$),

L : Yapı elemanlarının toplam uzunluğu (m),

$L_1 \dots L_n$: 1'den n'ye kadar olan yapı elemanlarının uzunluğu (m),

$(L_1 \dots L_n)/L$: Uzunluk oranı (birimsiz) dir.

Örnek :



Şekil 5.5 Boşluklu dolgu bloklarda hesaplamalara katılacak değerler

Bu örnekte, malzemenin eğiminden kaynaklanan küçük sapmalar ihmal edilerek meydana gelen 3 farklı ısıl geçirgenlik direnci aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

$$R_1 = \frac{d_1}{\lambda_{h1}} + \frac{d_6}{\lambda_{h2}} + \frac{d_5}{\lambda_{h3}}$$

$$R_2 = \frac{d_1}{\lambda_{h1}} + \frac{2.d_2 + 2.d_4}{\lambda_{h2}} + 3.R_h + \frac{d_5}{\lambda_{h3}}$$

$$R_3 = \frac{d_1}{\lambda_{h1}} + \frac{d_6}{\lambda_{h4}} + \frac{d_5}{\lambda_{h3}}$$

Isıtma enerjisi hesabında kullanılacak olan yapı elemanının ortalama ısıl geçirgenlik direnci,

$$R = R_1 \cdot \frac{2.L_1 + 5.L_3}{L} + R_2 \cdot \frac{6.L_2}{L} + R_3 \cdot \frac{L_4}{L} \text{ eşitliği ile elde edilir.}$$

Yoğuşma tahkiki hesaplamalarında en küçük ısıl geçirgenlik direnci (bu örnekte R_3) kullanılmalıdır.

Birkaç bitişik tabakadan oluşan bir yapı bileşeninin ortalama ısıl geçirgenlik direnci (R), 6 no'lu eşitlikten alınan toplam ısıl geçirgenlik katsayısı (U) ile, eşitlik 5.9'a göre hesaplanır.

$$R = \frac{1}{U} - (R_i + R_e) \dots\dots\dots 5.9$$

- **Yapı bileşenlerinin ısı kaybı hesabı**

Kararlı durumdaki bir ısı akısı (q) bir dış yapı bileşeninden θ_i sıcaklığındaki havanın yüzeyle temas halinde bulunduğu iç tarafa ve θ_e sıcaklığındaki harici havanın yüzeyle temas halinde olduğu dış tarafa doğru gerçekleşir. Isı akısı Eşitlik 5.10'a göre hesaplanır.

$$q = U \cdot (\theta_i - \theta_e) \dots\dots\dots 5.10$$

Burada;

θ_i : Dahili havanın yüzeyle temas halinde olduğu sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$).

θ_e : Harici havanın yüzeyle temas halinde olduğu sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$).

- **Yüzey sıcaklıklarının hesaplanması**

Bir yapı bileşeninin iç yüzey sıcaklığı (θ_{yi}) Eşitlik 5.11'a göre hesaplanır.

$$\theta_{yi} = \theta_i - (R \cdot q) \dots\dots\dots 5.11$$

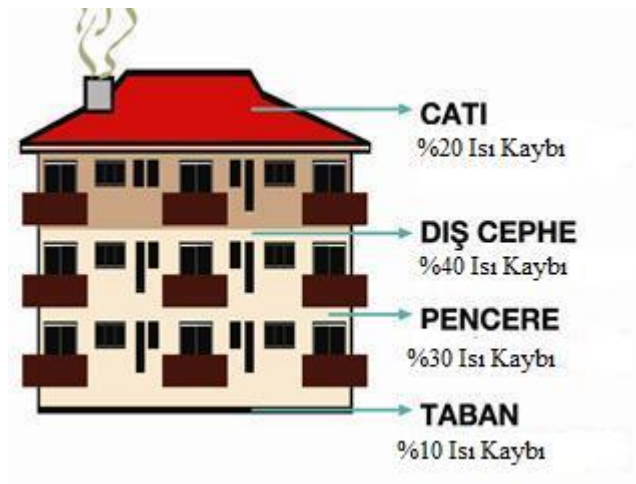
Bir yapı bileşeninin, dış yüzey sıcaklığı (θ_{yd}), Eşitlik 5.12'a göre hesaplanır.

$$\theta_{yd} = \theta_{(yd-1)} - (R_{yd-1} \cdot q) \dots\dots\dots 5.12$$

BÖLÜM 6. DOLGU BLOKLU DIŞLI DÖŞEMELERİN ISIL GEÇİRGENLİKLERİNİN İNCELENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Döşemeler işlev ve konumlarına (ara kat, son kat vb.) göre farklı isimler almaktadırlar. Son kat döşemeleri bazı durumlarda binaların en üst kabuğunu oluşturan çatı elemanı olarak da görev yapmaktadır. Çatılar, bir açıklığın geçilmesi ve aynı zamanda yağış suları, rüzgar, sıcak, soğuk gibi dış etkenlere karşı binayı korumaktadır. Bu nedenle çatı, bir binanın dış etkenlere en çok maruz kalan kısmıdır. Bundan dolayı yağmur, kar, dolu, sıcaklık faktörü, güneş radyasyonu, don, rüzgar yükleri, yaya veya taşıt trafiği gibi olaylar çatıyı çok yönlü etkilemektedir. Ayrıca, iç hacimlerde oluşan ve yukarı doğru devamlı hareket halinde olan su buharı da çatıyı etkileyen faktörlerdendir. Çağdaş mimarlık düzeyinde, serbest tasarımlar ile konstrüksiyon ve fonksiyon gereği az eğimli çatılara bir yönelim vardır. Kullanılan teraslar, çatı bahçeleri, çatı otoparkları gibi ihtiyaçlar düz çatıları adeta güncelleştirmiştir (Ekinci, 2002; Ekinci, 2003)

Şekil 6.1 'de de görüldüğü gibi bir binadaki ısı kayıplarının önemli bir oranı çatılardan kaynaklanmaktadır.

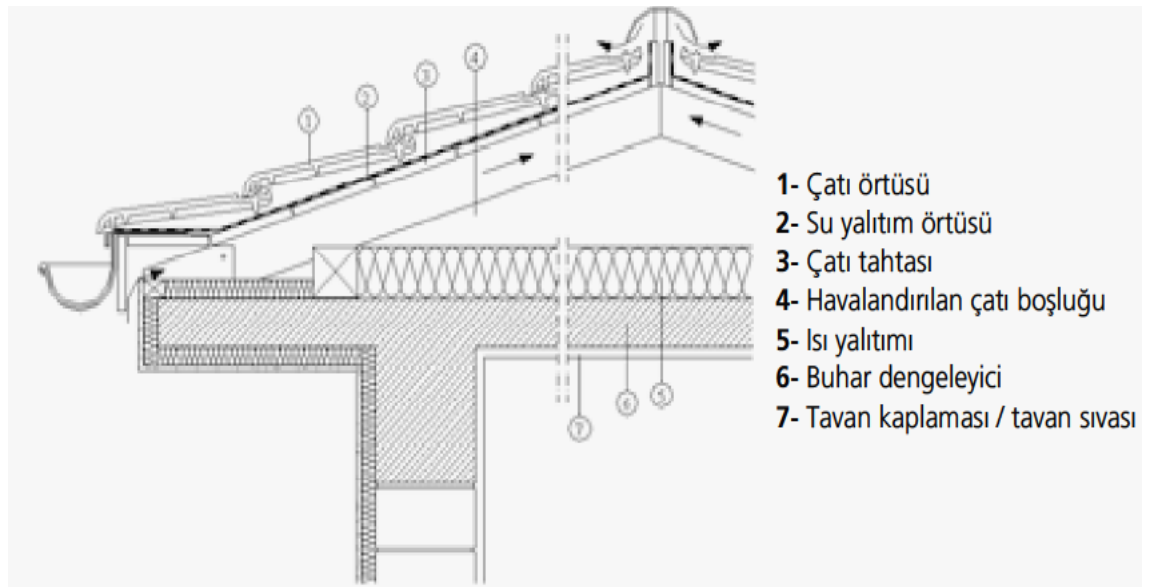


Şekil 6.1 Binalarda Muhtemel Isı Kayıp Yer ve Oranları (Ekinci ve Yıldırım, 2004; Thermosaver)

Uluslararası literatürde çatılar genel olarak soğuk ve sıcak çatı olarak tanımlanmaktadır. Çatıyı oluşturan tabakalar arasında havalandırılabilen hava boşluğu bulunan çatılara 'soğuk çatılar' denmektedir. Meyilli çatılar genellikle bu cinstendir. Çatıyı meydana getiren tabakalar arasında hava boşlukları bulunmazsa, yani tabakalar birbiri üzerine uygulanmışsa, bu tip çatılara da 'sıcak çatılar' denmektedir. Düz teras çatılar bu tipe ait örneklerdir. Yapı fiziği bakımından soğuk çatıların sıcak çatılardan farkı, soğuk çatılarda su buharının ısı yalıtım katmanı ile çatı örtüsü arasındaki hava tabakası içinde uçabilmesidir.(Özer, 1982)

- **Soğuk çatılar**

Genel anlamda oturtma çatı olarak çok sık rastlanan soğuk çatılarda tavan döşemesi ile yüzeyi arasında bir boşluk oluşturulmuştur (Şekil6.2). Havalandırma boşluğu, havalandırma giriş çıkış kesitlerinin yeterli bir biçimde boyutlandırılması gerekir. Aksi halde su buharı ısı tutucudan geçerek çatı boşluğundan dışarı atılamaz ve soğuk havalarda yoğunlaşarak su olarak geri döner. (Ekinci ve Yıldırım, 2004)



Şekil 6.2 Soğuk Çatılar (www.catider.com)

- **Sıcak çatılar**

Genel olarak ısı tutucu, su yalıtım katları ve koruyucu tabakalar tek bir kabuk halinde bir araya getirilmiştir. Bu tür çatılar teras çatı olarak bilinir. Sıcak çatılarda tabakaların sıralanışı ısı tutucunun nitelik ve konumuna bağlı olarak çözümlendirilir (Ekinci ve Yıldırım, 2004).

Son yıllarda, özellikle gelişmiş ülkelerde, büyük kapasiteli binaların çatıları alan kazanmak amacıyla teras çatı şeklinde yapılmaktadır. Teras çatılar, dış hava koşullarına daha uzun süreli dayanabilen, yalıtım özellikleri istenilen nitelikte hesaplanmış, değişkenliğe ve onarıma kolaylıkla izin veren tipte çatılardır (Ekinci ve Yıldırım, 2004).

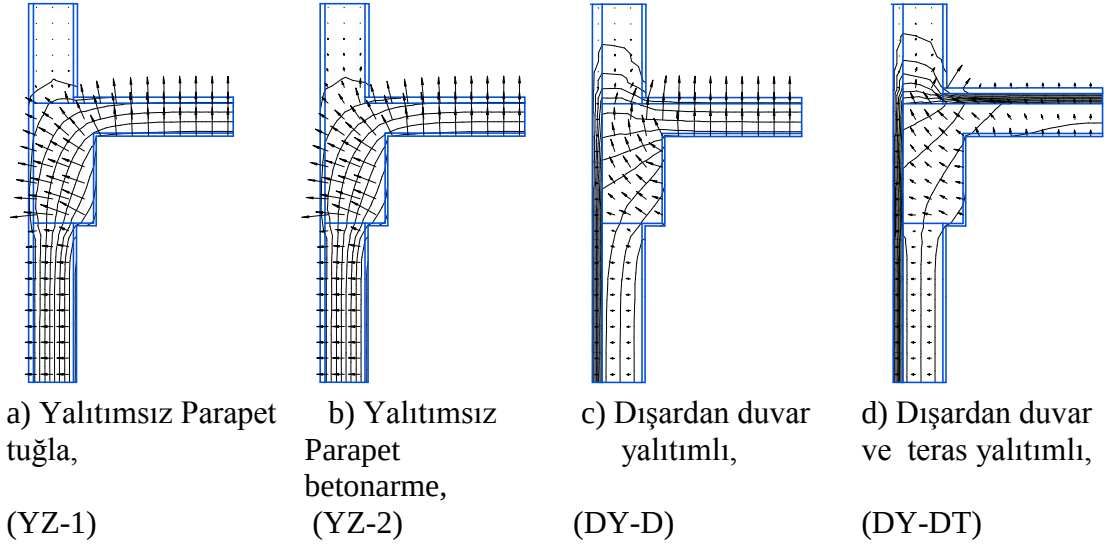
Teras çatılarda yapılan ısı yalıtımı, binada ısı tasarrufu ve iklimsel konforu sağlamak, terlemeye engel olmak, beton çatı döşemesinin maruz kalacağı sıcaklık farklarını azaltmak ve konstrüksiyonun form değiştirmesini önleyerek yapının sağlamlığını korumak için yapılmaktadır.

6.1 Teras Çatı Döşemeleri

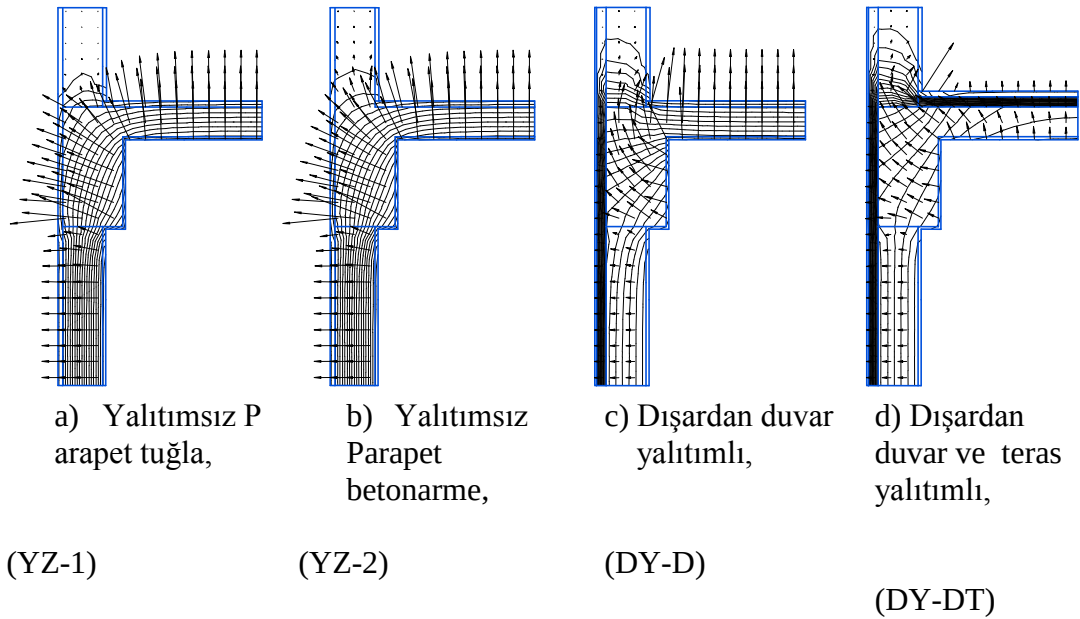
Teras çatılarda, proje aşamasında tasarlanan ve hesaplanan yalıtım katmanları doğru uygulandığında, hem kuruluş maliyeti diğer çatı çözümlerine göre daha düşüktür, hem de kullanım süreci boyunca yapılan enerji tasarrufu ile yatırımın geri dönüşü söz konusudur (Ekinci ve Yıldırım, 2004).

Teras çatılarda ısı kayıpları ile ilgili olarak birçok çalışma yapılmıştır (Dilmaç ve Akgün, 2005; Dilmaç vd.,2004; Ekinci ve Yıldırım, 2004).

Bu çalışmalardan Dilmaç ve arkadaşlarının araştırma sonuçları Şekil 6.3 ve Şekil 6.4 'te gösterilmektedir. Buna göre teras çatılara ve duvarlarına farklı şekillerde yalıtım uygulandığında gerçekleşen ısı kayıpları gösterilmektedir.



Şekil 6.3 Farklı yalıtım sistemleri için 1. DG bölgesinde teras kat döşemeleri yakınında sıcaklık ve ısı akısı (Dilmaç vd.,2004)



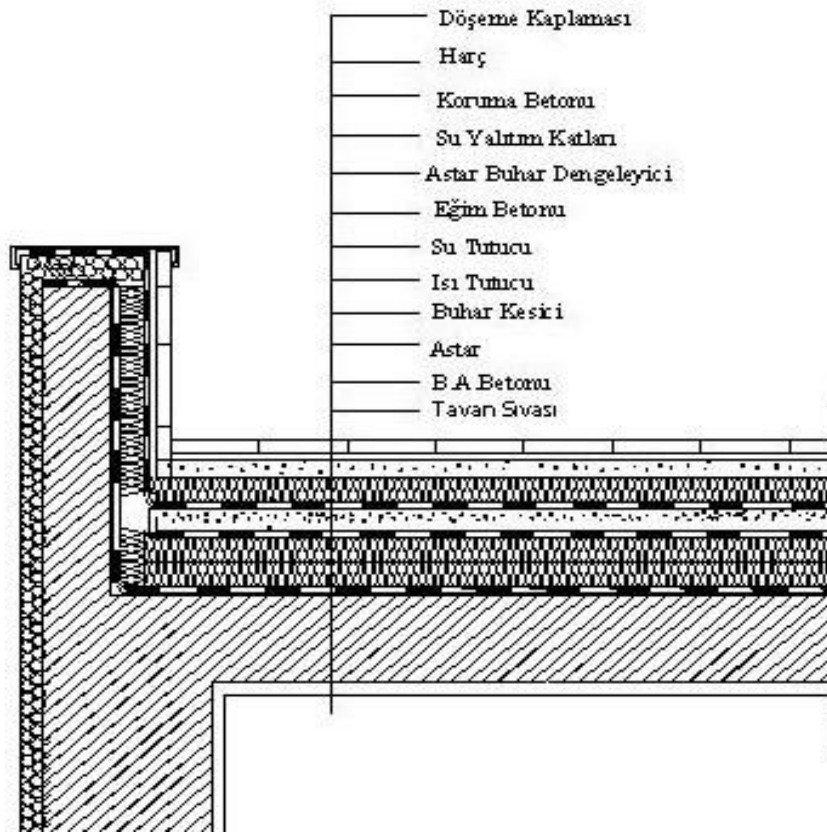
Şekil 6.4 Farklı yalıtım sistemleri için 4. DG bölgesinde teras kat döşemeleri yakınında sıcaklık ve ısı akısı alanları (Dilmaç vd.,2004)

Teras çatılar ısı ve su yalıtım katmanlarının sıralanışına göre spesifik çözüm, klasik çözüm ve ters teras çatı gibi farklı isimlerle anılmaktadır.

- **Spesifik çözüm**

Eğer ısı tutucu malzeme, yapıştırma sıcaklığına dayanıksız ve rijit değilse ısı tutucunun üzerine bir şap tabakası (eğim betonu) dökülür ve su yalıtımı uygulaması yapılır. Fonksiyona göre seçilen koruyucu katmanlar ile detay sonuçlandırılır. Bu sistemde ısı tutucu altında buhar kesici ve üstünde buhar dengeleyici tabaka ihmal edilmemelidir. Katmanların sıralanışı aşağıdaki gibi olmalıdır.

Sıralama; betonarme statik döşeme betonu, astar, buhar kesici, ısı tutucu, su tutucu, eğim betonu, astar, buhar dengeleyici, su yalıtım katları ve koruyucu katları katlar (Koruma betonu, yapıştırma harcı, döşeme kaplaması vb.) şeklinde olmalıdır. (Ekinci ve Yıldırım, 2004)

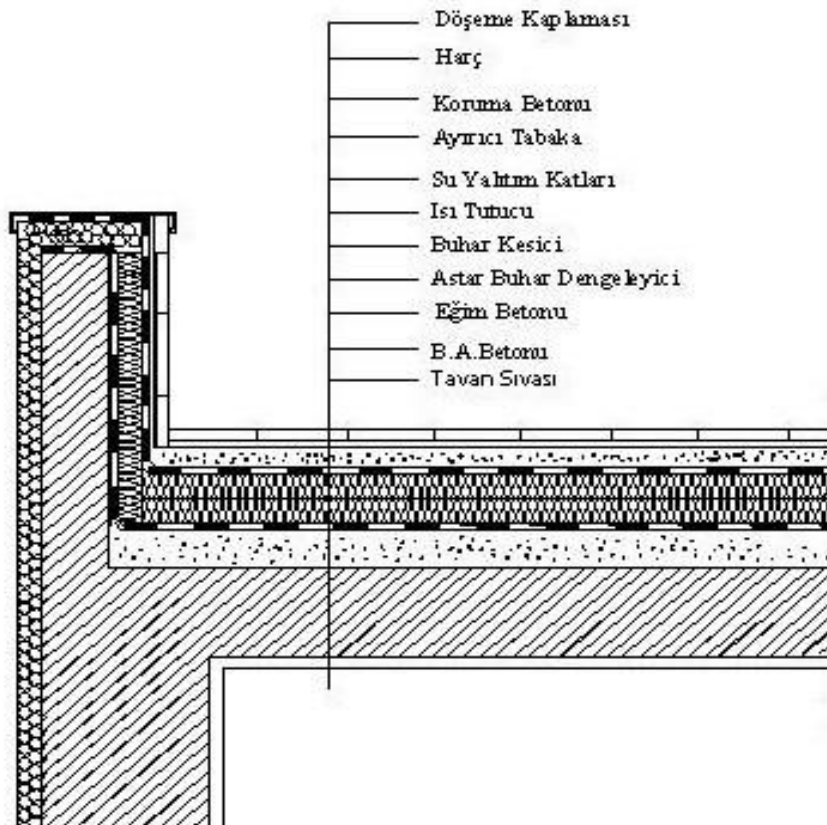


Şekil 6.5 Spesifik Çözüm Teras Çatısı Oluşturan Katmanlar

- **Klasik çözüm**

Bu çözümde su yalıtım tabakaları ısı tutucu elemanın üstünde yer alır. Bu durumda ısı tutucu malzeme, yapışma sıcaklığına dayanıklı ve rijit olmalıdır (minimum 1.5 kg/m^2 basınç mukavemeti). Katmanların sıralanışı aşağıdaki gibi olmalıdır.

Sıralama; betonarme statik döşeme betonu, eğim betonu, astar buhar dengeleyici, buhar kesici, ısı tutucu, su yalıtım katları, koruyucu katlar (Koruma betonu, yapıştırma harcı, döşeme kaplaması vb.) şeklinde olmalıdır. (Ekinci ve Yıldırım, 2004)

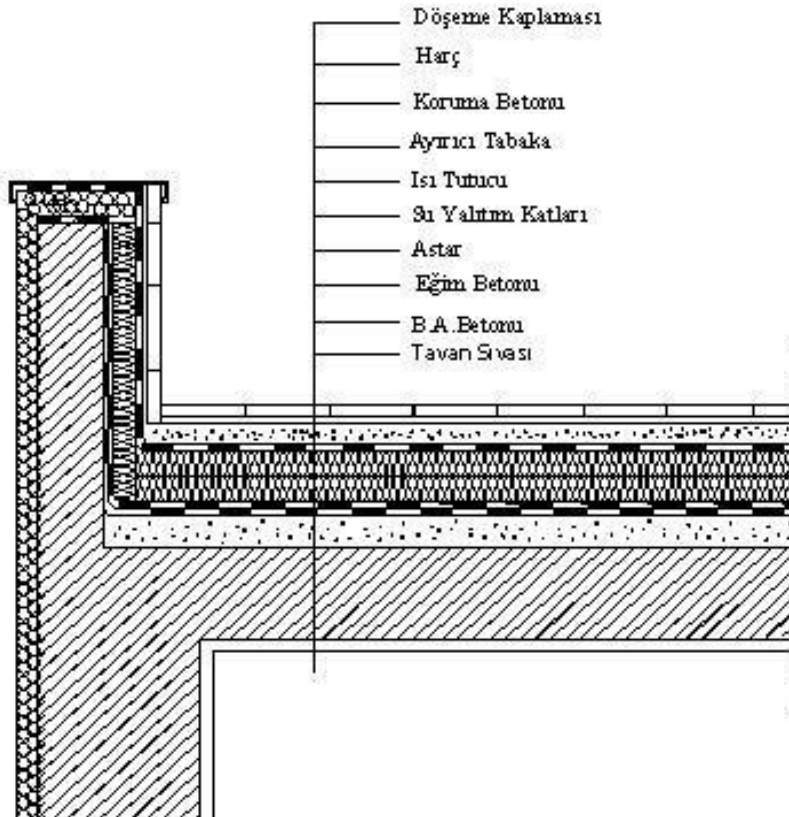


Şekil 6.6 Klasik Teras Çatıyı Oluşturan Katmanlar

- **Ters teras çatı**

Isı tutucu elemanı su yalıtım tabakalarının üstünde yer alır. Bu durumda, yağış suyu ile ıslanmaya bırakılan ısı tutucu malzeme kapalı hücreli su emme değeri çok küçük olan polistren sert köpük olmalıdır. Fonksiyona göre seçilen koruyucu katmanlar ile detay sonuçlandırılır. Bu sistemde buhar kesici ve dengeleyici tabakalara ihtiyaç bulunmayıp su yalıtım tabakaları da yapı ile birlikte teknik, mekanik ve ultraviole (UV) tahriplerine karşı korumaya alınmıştır. Katmanların sıralanışı aşağıdaki gibi olmalıdır.

Sıralama; betonarme statik döşeme betonu, eğim betonu, astar, su yalıtım katları, ısı tutucu, ayırıcı keçe, koruyucu katlar (Koruma betonu, yapıştırma harcı, döşeme kaplaması vb.) şeklinde olmalıdır (Özer, 1982, Ekinci ve Yıldırım, 2004)



Şekil 6.7 Ters Teras Çatıyı Oluşturan Katmanlar

6.2 Teras Çatı Döşemelerinin Isıl Geçirgenliklerinin İncelenmesi Ve Değerlendirilmesi

Bu çalışma kapsamında son kat dolgu bloklı dışlı döşemenin klasik teras çatı olarak inşa edilmesi durumunda, ısı yalıtımlı ve ısı yalıtımsız olma koşullarında gerçekleşen ısı geçirgenlikleri ve iç yüzey sıcaklıkları açısından ısı konfor şartları, TS 825'e göre farklı gün bölgelerindeki illere göre incelenmiştir. Ayrıca son kat plak döşeme sistemi ile yapılmış klasik teras çatılarda da ısı geçirgenlik ve ısı konfor şartları açısından karşılaştırılmıştır.

Hesaplamalar için TS 825'e göre 4 farklı derece gün bölgesinden temsili iller EK K 'den seçilmiştir. Seçilen iller Çizelge 6.2 'de gösterilmiştir. Farklı malzemeler ile oluşturulan kesitler için ısı direnç (R) ve ısı geçirgenlik (U) ve ısı akısı (q) değerleri hesaplanmış her bir derece gün bölgesi için iç yüzey sıcaklıkları (θ_{iy}) da çizelgelerle gösterilmiştir. Çizelge 6.1 'de kesitlerde kullanılan malzemelerin teknik özellikleri verilmektedir.

Çalışmada önce betonarme plak döşeme sistemi ile yapılmış klasik teras çatının ısı yalıtımsız olması durumuna göre kesiti hazırlanmıştır. Daha sonra aynı kesitin ısı yalıtımlı olarak (3cm ekstrude polistren sert köpük kullanılması durumunda) hesaplamaları yapılmıştır.

Dolgu bloklı (Tuğla, Bims Beton, Gazbeton, EPS) dışlı döşeme sistemi ile yapılmış klasik teras çatının ısı yalıtımsız olması durumuna göre kesitler hazırlanmıştır. Daha sonra aynı kesitler ısı yalıtımlı olarak hesaplamaları yapılmıştır.

Hazırlanan klasik teras çatı kesitlerinde kullanılan malzemelerin Çizelge 6.1'de verilen ısı iletkenlik katsayılarına (λ) göre hesaplamalar yapılmıştır. Seçilen illerin dış ortam sıcaklıkları için TS 825 Ek E'den alınan değerler Çizelge 6.2'de gösterilmiştir. İç ortam sıcaklığı olarak istenilen 19°C ve iç yüzeyin yüzeysel ısı iletim direnci (R_i) 0.13 m²K/W , dış yüzeyin yüzeysel ısı iletim direnci (R_e) 0.04 m²K/W alınmıştır. (TS 825, 2008). Yapılan hesaplamalar sonucu çıkan ısı direnç (R), ısı geçirgenlik (U), ısı akısı (q) ve iç yüzey sıcaklığı (θ_{iy}) değerleri çizelge ve grafiklerle gösterilmiştir

Çizelge 6.1 Kesitlerde Kullanılan Malzemelerin Teknik Özellikleri(TS 825 EK E)

Döşemeyi Oluşturan Malzeme		Kalınlık (d)	Yoğunluk (ρ)	Isı İletkenlik Katsayısı (λ)	Isıl Direnç (R)
		m	Kg/m ³	w/mK	m ² .K/W
Sadece Alçı Kullanılarak Yapılmış Sıva		0,02	1200	0,51	0,039
Dolgu Malzemesi (Asmolen)	Tuğla	0,25	1000	0,45	1,489
	Bims	0,25	1000	0,32	1,454
	Gazbeton G2\4	0,25	400	0,20	1,250
	EPS*	0,25	20	0,04	6,250
Döşeme Betonu (Donatılı Beton)		0,08	2400	2,50	0,032
Eğim Betonu (Donatısız Beton)		0,04	2200	1,65	0,024
Isı Yalıtımı XPS* (TS 11989 EN 3164)		0,03	40	0,04	0,750
Polimer Bitümlü Su Yalıtımı		0,005	2000-5000	0,19	0,026

*EPS : Expanded Polystrene Foam(Genleştirilmiş Polistiren Köpük)

**XPS : Extruded Polystrene Foam (Haddeden Çekilmiş Polistiren Köpük)

Çizelge 6.2 Farklı Derece Gün Bölgeleri İçin Isı Kaybı Hesaplarında Kullanılan Ocak Ayı Ortalama İç ve Dış Sıcaklık Değerleri (TS 825, 2008)

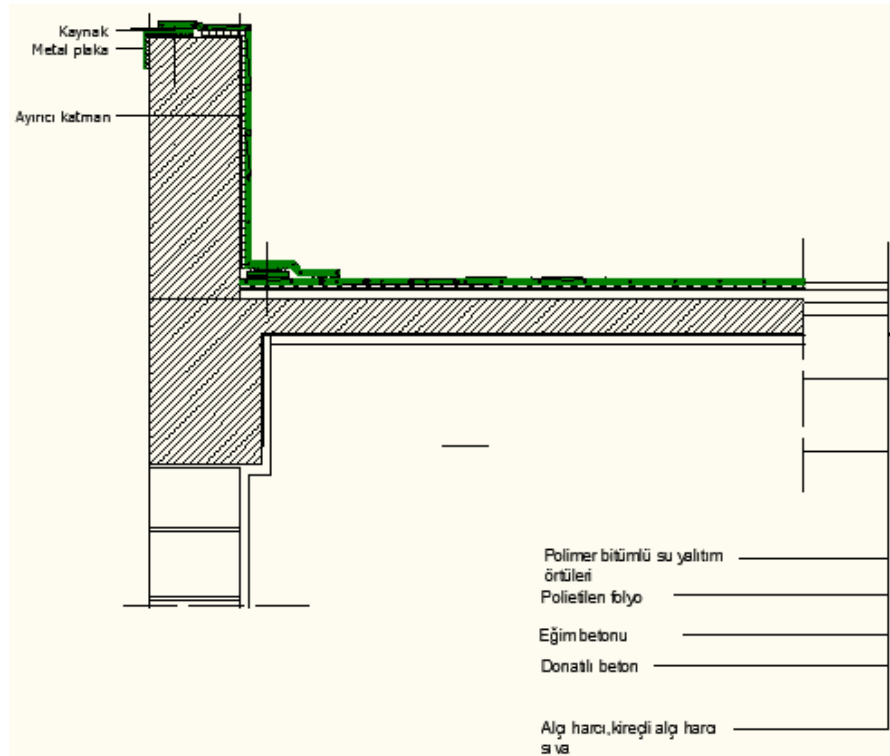
Derece Gün Bölgeleri	İller	Ay	Aylık Ortalama İç Sıcaklık (°C)	Aylık Ortalama Dış Sıcaklık (°C)
1.Bölge	İzmir	Ocak	19	8,4
2.Bölge	Bursa	Ocak	19	2,9
3.Bölge	Ankara	Ocak	19	-0,3
4.Bölge	Kastamonu	Ocak	19	-5,4

6.2.1 Betonarme Plak Döşeme Sisteminde Klasik Teras Çatılarda Isı Kayıpları

Bu bölümde, betonarme plak döşemeli klasik teras çatılar ısı yalıtımlı ve ısı yalıtımsız olması durumundaki ısı kayıpları incelenmiştir.

- **Betonarme plak yalıtımsız:** Betonarme plak döşeme sisteminde ısı yalıtımsız klasik teras çatı kesitinde iç yüzey alçı harçlı iç sıva yapılmış dış tarafta ise sırası ile donatılı betonun üstüne eğim betonu konduktan sonra polietilen folyo ve polimer bitümlü su yalıtım örtüsü ile tamamlanmıştır (Şekil 6.8).

Betonarme plak döşeme sisteminde klasik teras çatı kesitinde ısı yalıtım malzemesi kullanılmaması durumunda elde edilen hesap sonuçları Çizelge 6.3'te verilmektedir. Buna göre ısııl geçirgenlik değeri (U) $3.48 \text{ W/m}^2\text{.K}$ olduğu görülmektedir. Isı akıları (q), 1.Bölgede; 36.330 W/m^2 , 2. Bölgede; 55.180 W/m^2 , 3.Bölgede; 66.147 W/m^2 , 4.Bölgede; 83.626 W/m^2 olarak değişmektedir. Farklı derece gün bölgesine göre hesaplanan ısııl geçirgenlik (U), ısııl direnç (R), ısı akısı (q), iç yüzey sıcaklıkları (θ_{iy}) Çizelge 6.3'te görülmektedir.



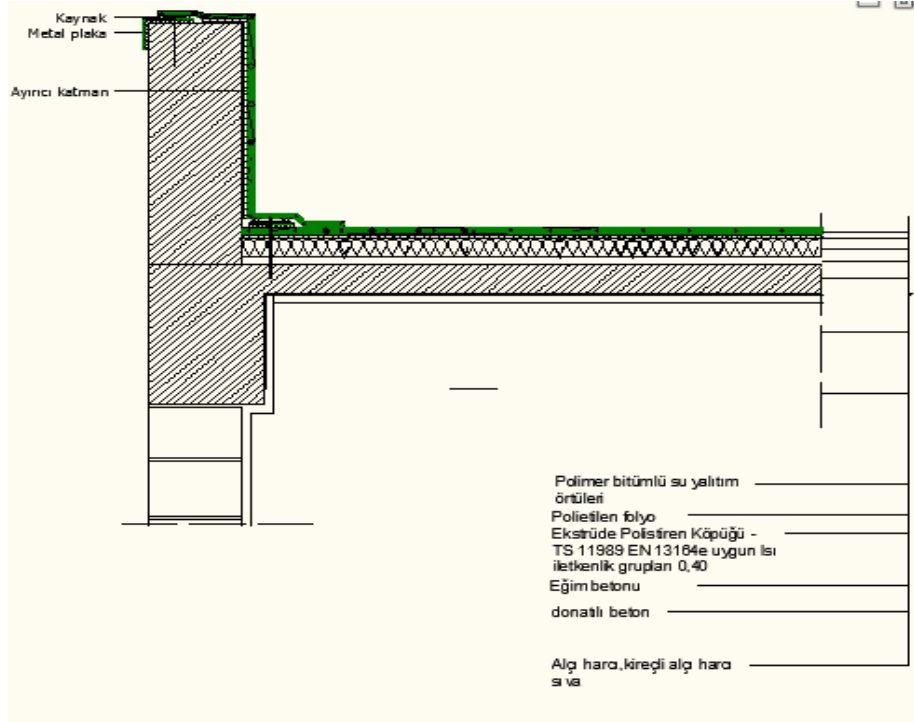
Şekil 6.8 Betonarme Plak Döşeme Sisteminde Isı Yalıtımsız Klasik Teras Çatı Kesiti

Çizelge 6.3 Oluşturulan Isı Yalıtımsız Teras Çatı Kesiti İçin Farklı Derece Gün Bölgesine Göre Hesaplanan Değerler

Yapılan Hesaplamalar	Birim	Derece Gün Bölgesi	Yalıtımsız B:A: Plak Döşeme Klasik Teras Çatı
(U) Isıl Geçirgenlik	(W/m ² .K)	-	3,427
(R) Isıl Direnç	m ² .K/W	-	0,122
(q) Isı Akısı	W/m ²	1.derece gün bölgesi	36,33
	W/m ²	2.derece gün bölgesi	55,18
	W/m ²	3.derece gün bölgesi	66,147
	W/m ²	4.derece gün bölgesi	83,626
(θ _{iy}) İç Yüzey Sıcaklığı	°C	1.derece gün bölgesi	14,28
	°C	2.derece gün bölgesi	11,83
	°C	3.derece gün bölgesi	10,40
	°C	4.derece gün bölgesi	8,13

- **Betonarme plak yalıtımlı:** Betonarme plak döşeme sisteminde klasik teras kesitine 3cm ısı yalıtım malzemesi uygulanarak kesit oluşturulmuştur. Tavan kesitinin iç yüzey kaplaması olarak alçı harçlı iç sıva yapılmış, dış tarafta ise sırası ile donatılı betonun üstüne eğim betonu ve bunun üzerine 3cm ısı yalıtım malzemesi konduktan sonra polietilen folyo ve polimer bitümlü su yalıtım örtüsü ile tamamlanmıştır (Şekil 6.9)

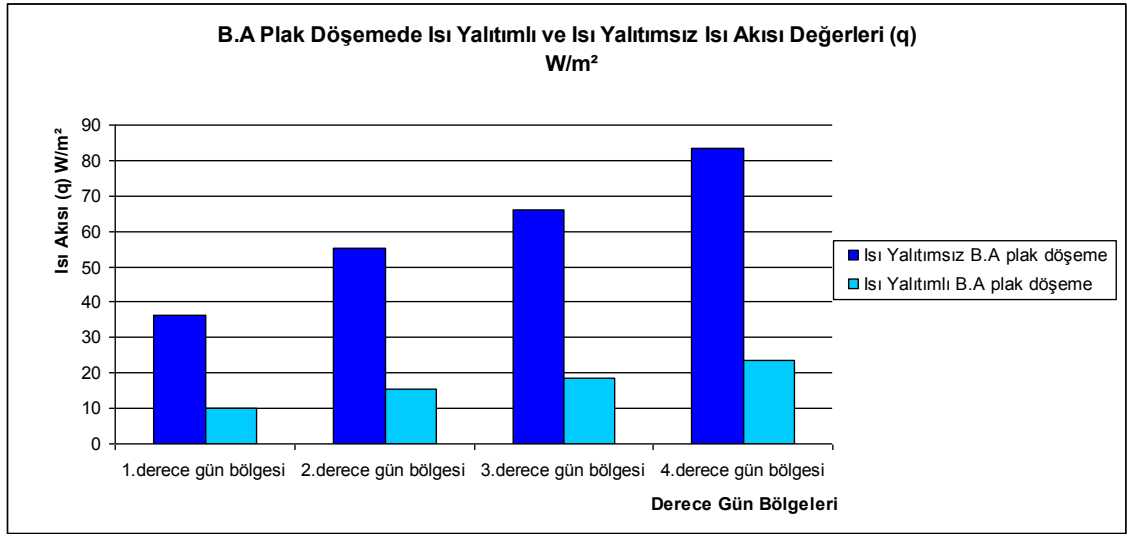
Oluşturulan bu kesite göre yapılan hesaplarda elde edilen hesap sonuçları Çizelge 6.4’te verilmektedir. Buna göre ısı geçirgenlik değeri (U) 0.960 W/m².K olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.Bölgede; 10.175 W/m², 2. Bölgede; 15.454 W/m², 3.Bölgede;18.526 W/m², 4.Bölgede; 23.422 W/m² olarak değişmektedir. Farklı derece gün bölgesine göre hesaplanan ısı geçirgenlik(U), ısı direnç (R), ısı akısı (q), yüzey sıcaklıkları (θ_{iy}) Çizelge 6.4’te görülmektedir.



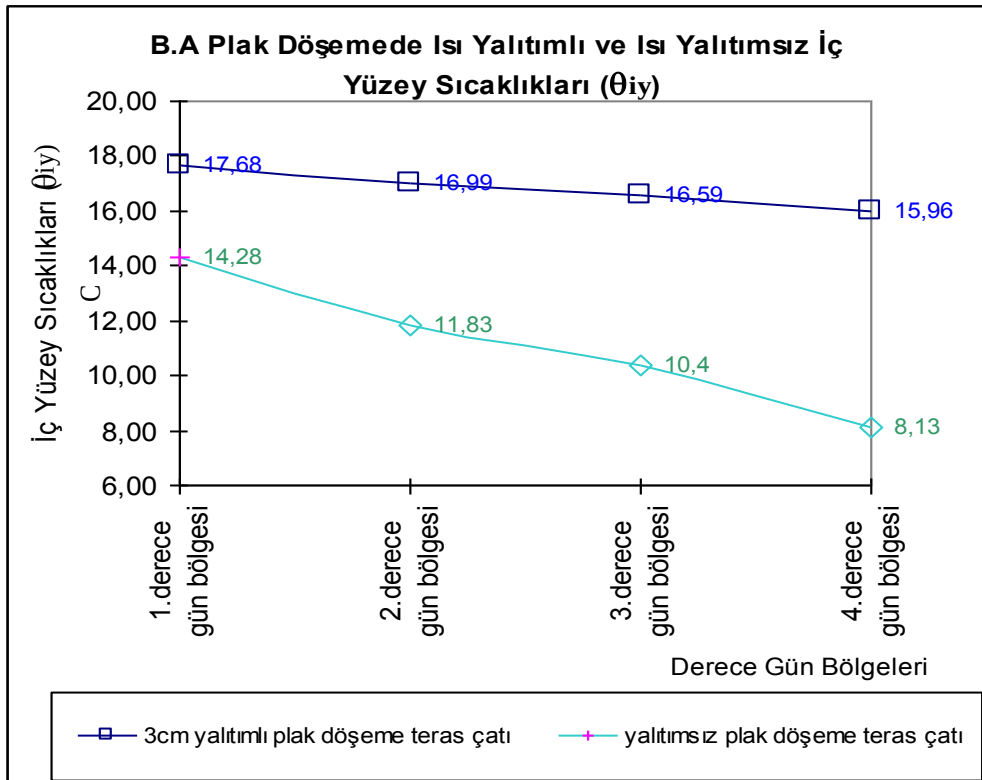
Şekil 6.9 Betonarme Plak Döşeme Sisteminde Isı Yalıtımlı Klasik Teras Çatı Kesiti

Çizelge 6.4 Oluşturulan 3cm Isı Yalıtımlı Teras Çatı Kesiti İçin Farklı Derece Gün Bölgesine Göre Hesaplanan Değerler

Yapılan Hesaplamalar	Birim	Derece Gün Bölgesi	3 Cm Yalıtımlı B:A: Plak Döşeme Klasik Teras Çatı
(U) Isıl Geçirgenlik	(W/m ² .K)	-	0,960
(R) Isıl Direnç	m ² .K/W	-	0,872
(q) Isı Akısı	W/m ²	1.derece gün bölgesi	10,175
	W/m ²	2.derece gün bölgesi	15,454
	W/m ²	3.derece gün bölgesi	18,526
	W/m ²	4.derece gün bölgesi	23,422
(θ _{iy}) İç Yüzey Sıcaklığı	°C	1.derece gün bölgesi	17,68
	°C	2.derece gün bölgesi	16,99
	°C	3.derece gün bölgesi	16,59
	°C	4.derece gün bölgesi	15,96



Şekil 6.10 Betonarme plak döşeme sisteminde klasik teras çatının ısı yalıtımlı ve ısı yalıtımsız ısı akısı değerleri



Şekil 6.11 Betonarme plak döşeme sisteminde klasik teras çatının ısı yalıtımlı ve ısı yalıtımsız olması durumlarına göre elde edilen iç yüzey sıcaklık (θ_{iy}) değerleri

Betonarme plak döşeme sisteminde klasik teras çatının ısı yalıtımlı ve ısı yalıtımsız olması durumlarında farklı derece gün bölgelerine göre elde edilen ısı akıları (q) değerleri Şekil 6.10'te gösterilmektedir.

Betonarme plak döşeme sisteminde klasik teras çatının ısı yalıtımlı ve ısı yalıtımsız olması durumlarına göre elde edilen iç yüzey sıcaklık(θ_{iy}) değerleri Şekil 6.11'de gösterilmektedir

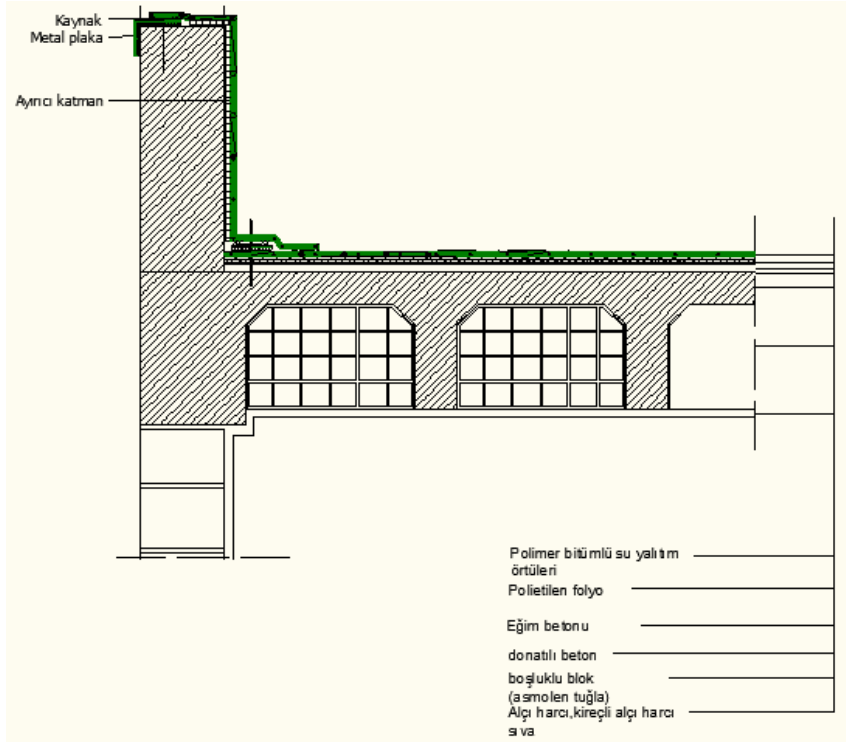
Oluşturulan kesitlerin iç yüzey sıcaklıkları TS 825'den 4 bölgeyi temsilen seçilen illerin ocak ayı ortalama dış ortam sıcaklık değerleri göz önüne alınarak hesaplanmıştır.

6.2.2 Dolgu Malzemeli Dişli Döşeme Sisteminde Klasik Teras Çatılarda Isı Kayıpları

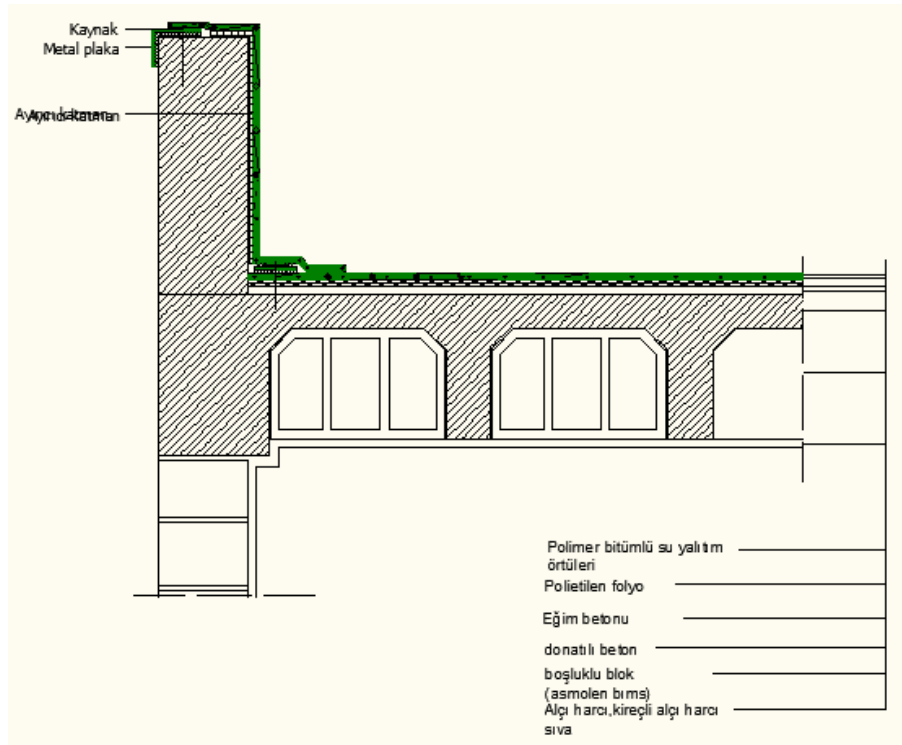
Bu sistemde kesitler ısı yalıtımlı ve ısı yalıtımsız olarak oluşturulmuştur. Dişli döşeme sisteminde dolgu malzemesi olarak tuğla, bims beton, gazbeton ve EPS bloklar kullanılmıştır.

• **Tuğla dolgulu yalıtımsız:** Tuğla dolgu malzemesi ile oluşturulmuş dişli döşeme sisteminde klasik teras çatının ısı yalıtım malzemesi kullanılmaması durumunda ki kesitinde, iç yüzey alçı harçlı iç sıva yapılmış dış tarafta ise sırası ile donatılı betonun üstüne eğim betonu konduktan sonra polietilen folyo ve polimer bitümlü su yalıtım örtüsü ile tamamlanmıştır (Şekil 6.12).

Oluşturulan bu kesite göre yapılan hesaplamalarda ısı geçirgenlik değeri (U) 0,562 W/m².K olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.Bölgede; 5,952 W/m², 2. Bölgede; 9,041 W/m², 3.Bölgede; 10,8387 W/m², 4.Bölgede; 13,702 W/m² olarak değişmektedir. Farklı derece gün bölgesine göre hesaplanan ısı akısı Çizelge 6.5 ve Şekil 6.16'da görülmektedir.



Şekil 6.12 Tuğla Dolgu Malzemesi İle Oluşturulmuş Dışlı Döşeme Sisteminde Klasik Teras Çatı Kesiti



Şekil 6.13 Bims Dolgu Malzemesi İle Oluşturulmuş Dışlı Döşeme Sisteminde Klasik Teras Çatı Kesiti

- **Bims beton dolgulu yalıtımsız:** Bims dolgu malzemesi ile oluşturulmuş dışlı döşeme sisteminde klasik teras çatının ısı yalıtım malzemesi kullanılmaması durumundaki kesitinde iç yüzey alçı harçlı iç sıva yapılmış dış tarafta ise sırası ile donatılı betonun üstüne eğim betonu konduktan sonra polietilen folyo ve polimer bitümlü su yalıtım örtüsü ile tamamlanmıştır. (Şekil 6.13)

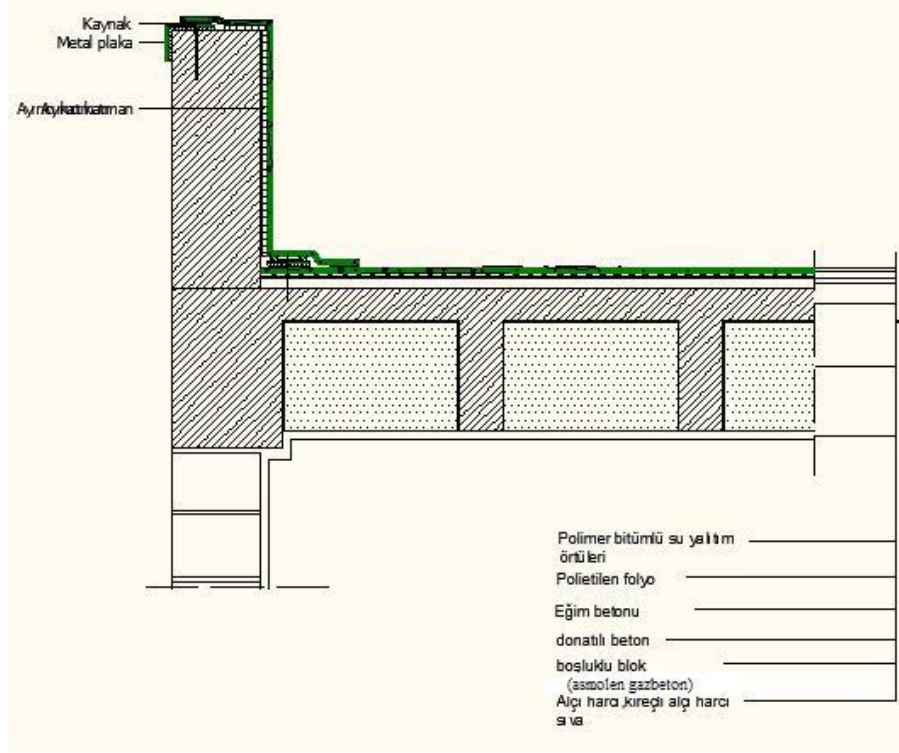
Oluşturulan bu kesite göre yapılan hesaplamalarda ısıl geçirgenlik değeri (U) $0.573 \text{ W/m}^2.\text{K}$ olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.Bölgede; $6,072 \text{ W/m}^2$, 2. Bölgede; $9,222 \text{ W/m}^2$, 3.Bölgede; $11,055 \text{ W/m}^2$, 4.Bölgede; $13,977 \text{ W/m}^2$ olarak değişmektedir. Farklı derece gün bölgesine göre hesaplanan ısı akısı Çizelge 6.5 ve Şekil 6.16'da görülmektedir.

- **Gazbeton dolgulu yalıtımsız:** Gazbeton dolgu malzemesi ile oluşturulmuş dışlı döşeme sisteminde klasik teras çatının ısıyalıtım malzemesi kullanılmaması durumunda ki kesitinde iç yüzey alçı harçlı iç sıva yapılmış dış tarafta ise sırası ile donatılı betonun üstüne eğim betonu konduktan sonra polietilen folyo ve polimer bitümlü su yalıtım örtüsü ile tamamlanmıştır. (Şekil 6.14)

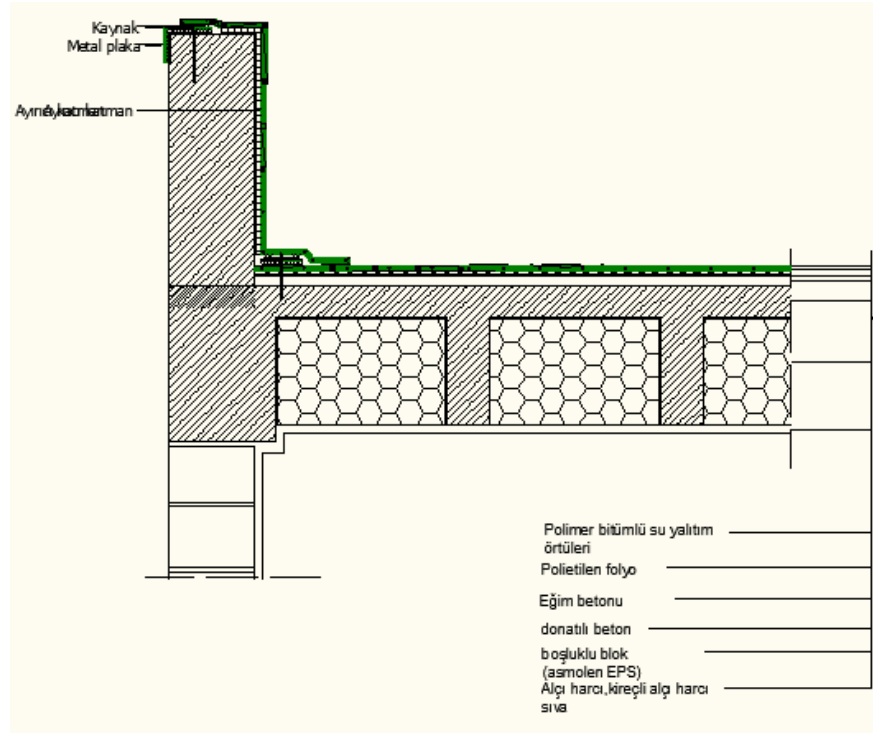
Oluşturulan bu kesite göre yapılan hesaplamalarda ısıl geçirgenlik değeri (U) $0.649 \text{ W/m}^2.\text{K}$ olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.Bölgede; 6.88 W/m^2 , 2. Bölgede; 10.44 W/m^2 , 3.Bölgede; 12.527 W/m^2 , 4.Bölgede; 15.83 W/m^2 olarak değişmektedir. Farklı derece gün bölgesine göre hesaplanan ısı akısı Çizelge 6.5 ve Şekil 6.16'da görülmektedir.

- **EPS dolgulu yalıtımsız:** EPS dolgu malzemesi ile oluşturulmuş dışlı döşeme sisteminde klasik teras çatının ısı yalıtım malzemesi kullanılmaması durumundaki kesitinde iç yüzey alçı harçlı iç sıva yapılmış dış tarafta ise sırası ile donatılı betonun üstüne eğim betonu konduktan sonra polietilen folyo ve polimer bitümlü su yalıtım örtüsü ile tamamlanmıştır. (Şekil 6.15)

Oluşturulan bu kesite göre yapılan hesaplamalarda ısıl geçirgenlik değeri (U) $0.153 \text{ W/m}^2.\text{K}$ olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.Bölgede; $1,62 \text{ W/m}^2$, 2. Bölgede; 2.46 W/m^2 , 3.Bölgede; 2.95 W/m^2 , 4.Bölgede; 3.73 W/m^2 olarak değişmektedir. Farklı derece gün bölgesine göre hesaplanan ısı akısı Çizelge 6.5 ve Şekil 6.16'da görülmektedir



Şekil 6.14 Gazbeton Dolgu Malzemesi İle Oluşturulmuş Dışlı Döşeme Sisteminde Klasik Teras Çatı Kesiti



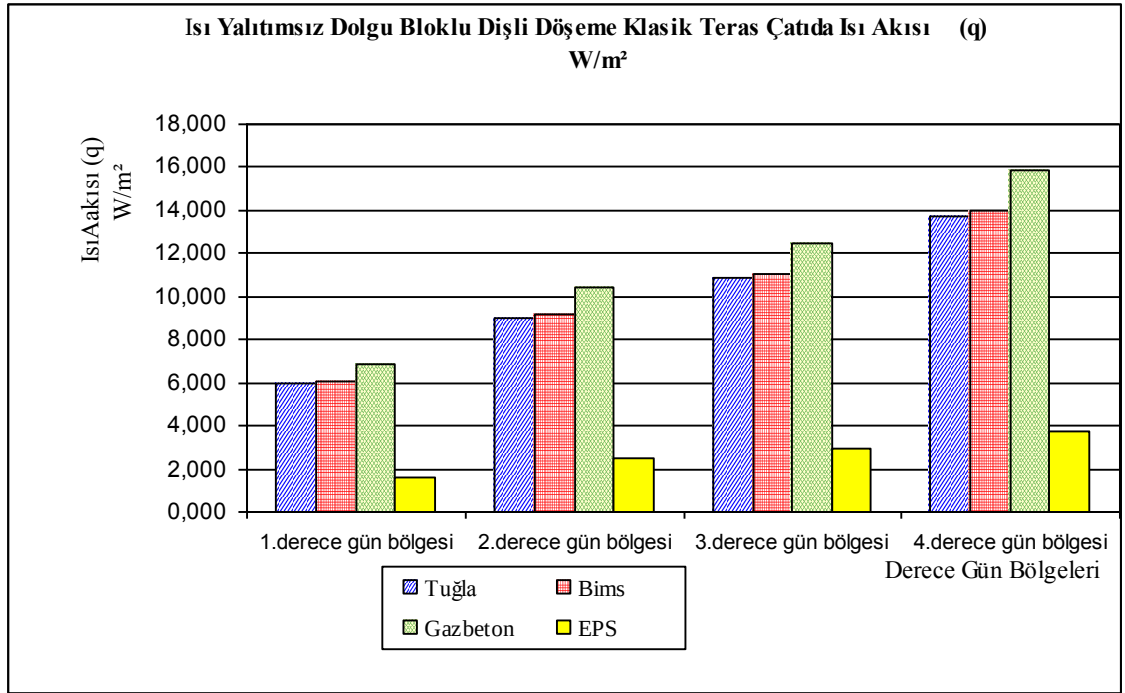
Şekil 6.15 EPS Dolgu Malzemesi İle Oluşturulmuş Dışlı Döşeme Sisteminde Klasik Teras Çatı Kesiti

Çizelge 6.5 Oluşturulan Kesitler İçin Farklı Derece Gün Bölgesine Göre Hesaplanan Değerler

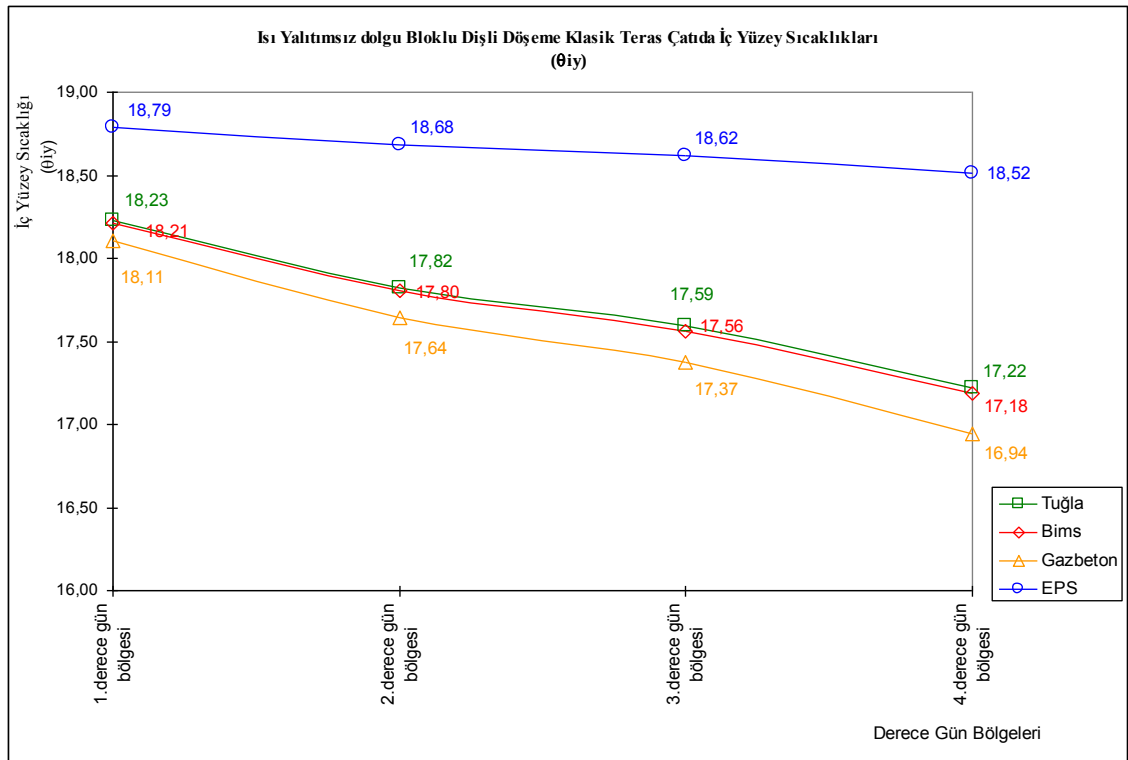
Hesaplamalar	Birim	Derece Gün Bölgesi	Yalıtımsız Dolgu Bloklı Dışlı Döşeme Klasik Teras Çatı			
			Tuğla	Bims	Gazbeton	EPS
(U) Isıl Geçirgenlik	(W/m ² .K)	-	0,562	0,573	0,649	0,153
(R) Isıl Direnç	m ² .K/W	-	1,611	1,576	1,372	6,372
(q) Isı Akısı	W/m ²	1.derece gün bölgesi	5,952	6,072	6,875	1,620
	W/m ²	2.derece gün bölgesi	9,041	9,222	10,443	2,461
	W/m ²	3.derece gün bölgesi	10,838	11,055	12,518	2,950
	W/m ²	4.derece gün bölgesi	13,702	13,977	15,826	3,730
(θ _{iy}) İç Yüzey Sıcaklığı	°C	1.derece gün bölgesi	18,23	18,21	18,11	18,79
	°C	2.derece gün bölgesi	17,82	117,80	17,64	18,68
	°C	3.derece gün bölgesi	17,59	17,56	17,37	18,62
	°C	4.derece gün bölgesi	17,22	17,18	16,94	18,52

Dolgu bloklı dışlı döşeme sisteminde klasik teras çatının ısı yalıtımsız olması durumuna göre farklı derece gün bölgelerine elde edilen ısı akıları (q) değerleri Şekil 6.16’da gösterilmektedir.

Dolgu Bloklı Dışlı Döşemeli klasik teras çatının ısı yalıtımsız olması durumlarına göre elde edilen iç yüzey sıcaklıkları (θ_{iy}) değerleri Şekil 6.17’de gösterilmektedir. Oluşturulan kesitlerin yüzey sıcaklıkları TS 825’den 4 bölgeyi temsilen seçilen illerin ocak ayı ortalama dış ortam sıcaklık değerleri göz önüne alınarak hesaplanmıştır



Şekil 6.16 Oluşturulan Kesitler İçin Fraklı Derece Gün Bölgesine Göre Hesaplanan Isı Akısı (q) Değerleri



Şekil 6.17 Oluşturulan Kesitler İçin Fraklı Derece Gün Bölgesine Göre Hesaplanan İç Yüzey Sıcaklık (θ_{iy}) Değerleri

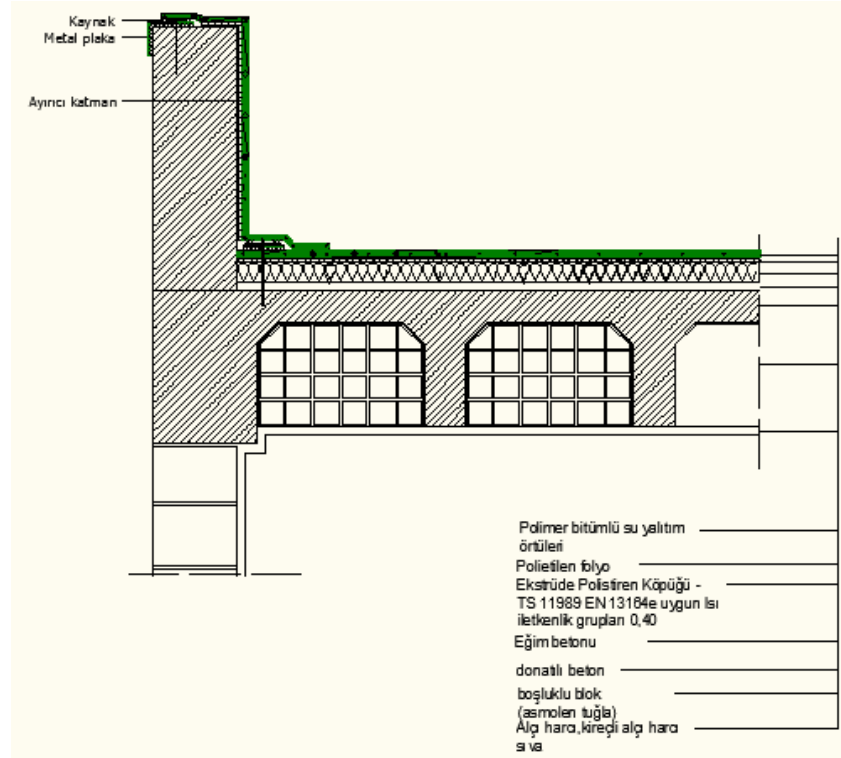
Dolgu bloklu dişli döşeme sisteminde klasik teras çatıda 3 cm ısı yalıtımlı malzemesi uygulanması durumunda sırasıyla aynı kesitlerde hesaplamalar tekrarlanmıştır.

- **Tuğla dolgulu yalıtımlı:** Tuğla dolgu malzemesi ile oluşturulmuş dişli döşeme sisteminde klasik teras çatının 3cm ısı yalıtım malzemesi uygulanması durumundaki kesitinde iç yüzey alçı harçlı iç sıva yapılmıştır. Betonarme dişler arasında pişmiş toprak tuğla dolgu malzemesi kullanılmıştır. Dış tarafta ise donatılı betonun üstüne dökülen eğim betonundan sonra 3cm ısı malzemenin üzerine polietilen folyo ve polimer bitümlü su yalıtım örtüsü ile tamamlanmıştır (Şekil 6.14).

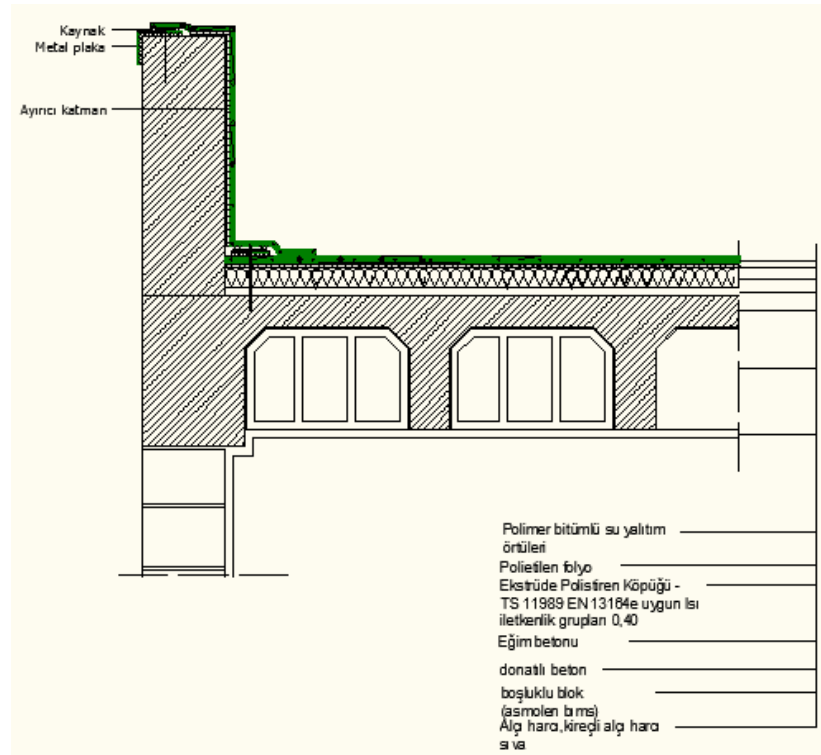
Oluşturulan bu kesite göre yapılan hesaplamalarda ısıl geçirgenlik değeri (U) 0,395 W/m².K olduğu görülmüştür. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.Bölgede; 4,188 W/m², 2. Bölgede; 6,362 W/m², 3.Bölgede; 7,626 W/m², 4.Bölgede; 9,641 W/m² olarak değişmektedir. Farklı derece gün bölgesine göre hesaplanan ısı akısı Çizelge 6.6 ve Şekil 6.18'de görülmektedir.

- **Bims beton dolgulu yalıtımlı:** Bims dolgu malzemesi ile oluşturulmuş dişli döşeme sisteminde klasik teras çatının 3cm ısı yalıtım malzemesi uygulanması durumundaki kesitinde iç yüzey alçı harçlı iç sıva yapılmıştır. Betonarme dişler arasında pişmiş toprak tuğla dolgu malzemesi kullanılmıştır. Dış tarafta ise donatılı betonun üstüne dökülen eğim betonundan sonra 3cm ısı malzemenin üzerine polietilen folyo ve polimer bitümlü su yalıtım örtüsü ile tamamlanmıştır. (Şekil 6.15)

Oluşturulan bu kesite göre yapılan hesaplamalarda ısıl geçirgenlik değeri (U) 0,401 W/m².K olduğu görülmüştür. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.Bölgede; 4,247 W/m², 2. Bölgede; 6,451 W/m², 3.Bölgede; 7,733 W/m², 4.Bölgede; 9,777 W/m² olarak değişmektedir. Farklı derece gün bölgesine göre hesaplanan ısı akısı Çizelge 6.6 ve Şekil 6.18'de görülmektedir.



Şekil 6.14 Tuğla Dolgu Bloklü Dişli Döşemede Yalıtımlı Klasik Teras Çatı Kesiti



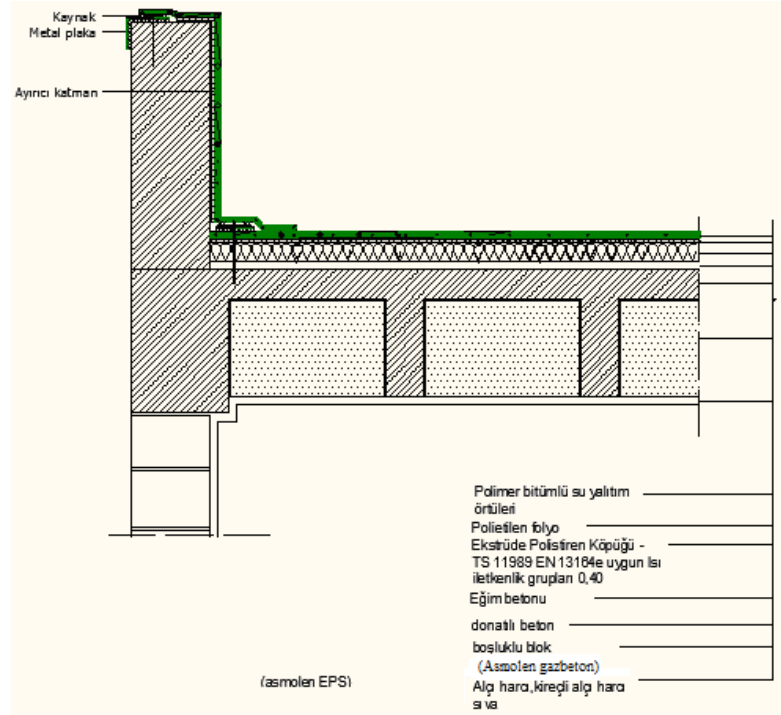
Şekil 6.15 Bims Dolgu Bloklü Dişli Döşemede Yalıtımlı Klasik Teras Çatı Kesiti

- **Gazbeton dolgulu yalıtımlı:** Gazbeton dolgu malzemesi ile oluşturulmuş dışlı döşeme sisteminde klasik teras çatının 3cm ısı yalıtım malzemesi uygulanması durumundaki kesitinde iç yüzey alçı harçlı iç sıva yapılmıştır. Betonarme dışlar arasında pişmiş toprak tuğla dolgu malzemesi kullanılmıştır. Dış tarafta ise donatılı betonun üstüne dökülen eğim betonundan sonra 3cm ısı malzemesinin üzerine polietilen folyo ve polimer bitümlü su yalıtım örtüsü ile tamamlanmıştır (Şekil 6.16).

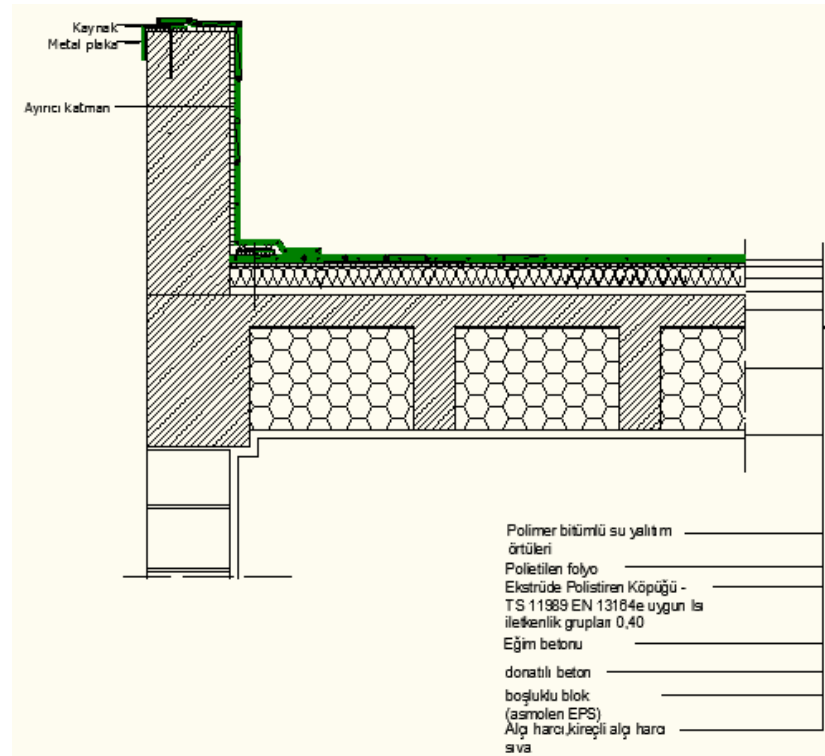
Oluşturulan bu kesite göre yapılan hesaplamalarda ısıl geçirgenlik değeri (U) 0.44 W/m².K olduğu görülmüştür. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.Bölgede; 4.63 W/m², 2. Bölgede; 7.03 W/m², 3. Bölgede; 8.42 W/m², 4. Bölgede; 10.65 W/m² olarak değişmektedir. Farklı derece gün bölgesine göre hesaplanan ısı akısı Çizelge 6.6 ve Şekil 6.18'de görülmektedir.

- **EPS dolgulu yalıtımlı:** EPS dolgu malzemesi ile oluşturulmuş dışlı döşeme sisteminde klasik teras çatının 3cm ısı yalıtım malzemesi uygulanması durumundaki kesitinde iç yüzey alçı harçlı iç sıva yapılmıştır. Betonarme dışlar arasında pişmiş toprak tuğla dolgu malzemesi kullanılmıştır. Dış tarafta ise donatılı betonun üstüne dökülen eğim betonundan sonra 3cm ısı yalıtım malzemesinin üzerine polietilen folyo ve polimer bitümlü su yalıtım örtüsü ile tamamlanmıştır (Şekil 6.17).

Oluşturulan bu kesite göre yapılan hesaplamalarda ısıl geçirgenlik değeri (U) 0.14 W/m².K olduğu görülmüştür. Buna bağlı olarak ısı akısı (q), 1.Bölgede; 1.45 W/m², 2. Bölgede; 2.21 W/m², 3.Bölgede; 2.65 W/m², 4.Bölgede; 3.35 W/m² olarak değişmektedir. Farklı derece gün bölgesine göre hesaplanan ısı akısı Çizelge 6.6 ve Şekil 6.18'de görülmektedir.



Şekil 6.16 Gazbeton Dolgu Bloklı Dışlı Döşemede Yalıtımlı Klasik Teras Çatı Kesiti



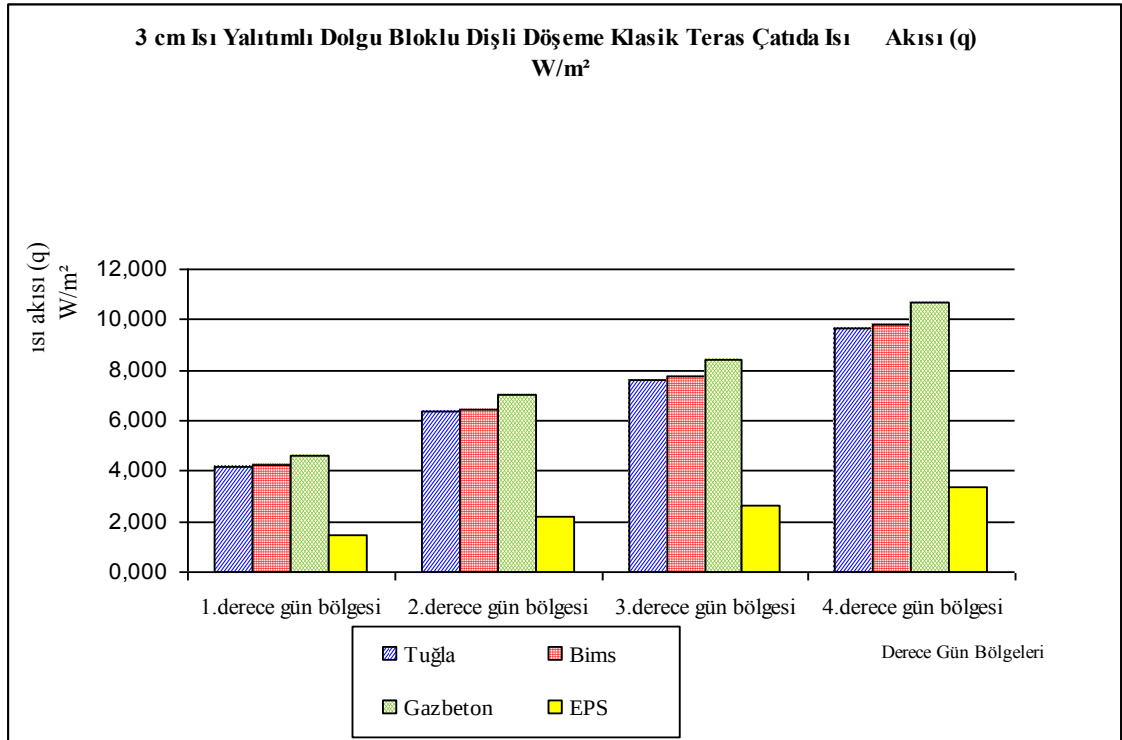
Şekil 6.17 EPS Dolgu Bloklı Dışlı Döşemede Yalıtımlı Klasik Teras Çatı Kesiti

Dolgu bloklı dişli döşeme sisteminde klasik teras çatının ısı yalıtımlı olması durumuna göre farklı derece gün bölgelerinde elde edilen ısı akıları (q) değerleri Şekil 6.18’de gösterilmektedir.

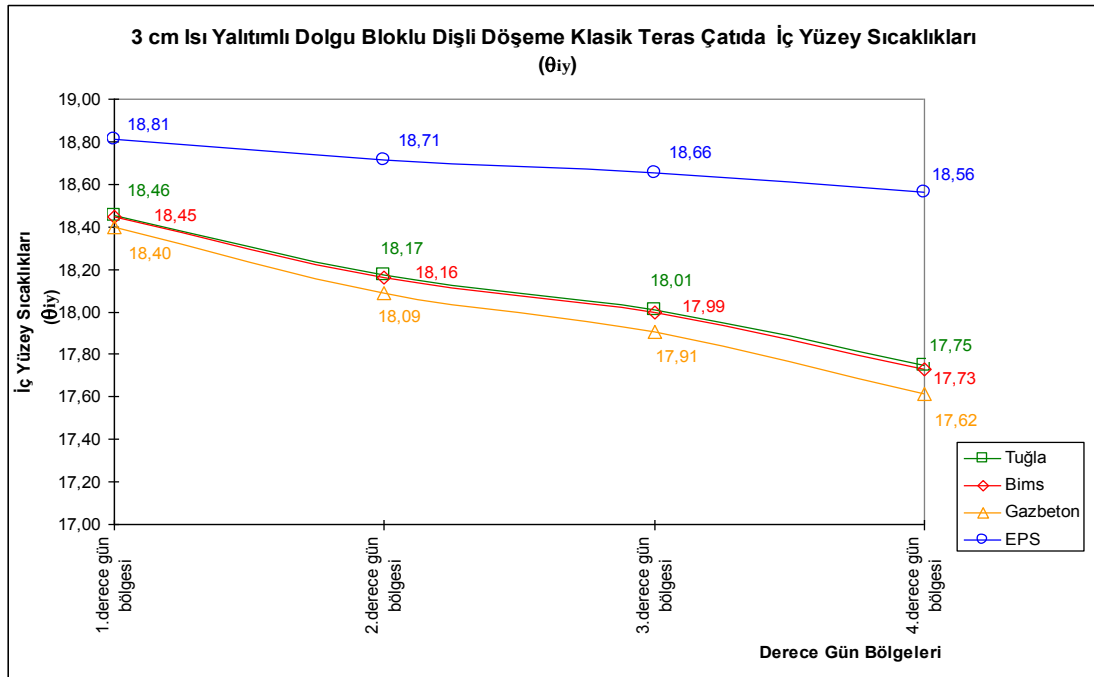
Dolgu Bloklı Dişli Döşemeli klasik teras çatının ısı yalıtımlı olması durumlarına göre farklı derece gün bölgelerinde elde edilen iç yüzey sıcaklık (θ_{iy}) değerleri Şekil 6.19’da gösterilmektedir. Oluşturulan kesitlerin yüzey sıcaklıkları TS 825’den 4 bölgeyi temsilen seçilen illerin ocak ayı ortalama dış ortam sıcaklık değerleri göz önüne alınarak hesaplanmıştır

Çizelge 6.6 Oluşturulan Kesitler İçin Farklı Derece Gün Bölgesine Göre Hesaplanan Değerler

Hesaplamalar	Birim	Derece Gün Bölgesi	3 cm Yalıtımlı Dolgu Bloklı Dişli Döşeme Klasik Teras Çatı			
			Tuğla	Bims	Gazbeton	Eps
(U) Isıl Geçirgenlik (W/m ² .K)	(W/m ² .K)		0,395	0,401	0,436	0,137
(R) Isıl Direnç m ² .K/W	m ² .K/W		2,361	2,326	2,122	7,122
(q) Isı Akısı	W/m ²	1.derece gün bölgesi	4,188	4,247	4,625	1,454
	W/m ²	2.derece gün bölgesi	6,362	6,451	7,025	2,208
	W/m ²	3.derece gün bölgesi	7,626	7,733	8,421	2,647
	W/m ²	4.derece gün bölgesi	9,641	9,777	10,647	3,346
(θ _{iy}) İç Yüzey Sıcaklığı	°C	1.derece gün bölgesi	18,46	18,45	18,40	18,81
	°C	2.derece gün bölgesi	18,17	18,16	18,09	18,71
	°C	3.derece gün bölgesi	18,01	17,99	17,91	18,66
	°C	4.derece gün bölgesi	17,75	17,73	17,62	18,56



Şekil 6.18 Oluşturulan Kesitler İçin Farklı Derece Gün Bölgesine Göre Hesaplanan ısı akısı (q) değerleri



Şekil 6.19 Oluşturulan Kesitler İçin 4derece Gün Bölgesine Göre Hesaplanan İç Yüzey Sıcaklıkları (θ_{iy}) Değerleri

Yapılan tüm bu hesaplamalarda elde edilen sonuçlar 7. Bölüm’de değerlendirilmiştir.

BÖLÜM 7. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Ülkemizde betonarme yapım sistemleri yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bilindiği üzere betonarme yapım sistemlerinde kolonlar ve kirişlerin yerleştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Kat döşemesi bunlara bağlı olarak şekillenmektedir. Büyük açıklıklı mekanlar yaratmak için kirişleri daha sık aralıklarla yerleştirip, mekan içerisinde kiriş sarkmalarını görmemek ve mekanı özgürce bölümlendirebilmek için kirişçiklerin arası dolgu blokları ile doldurulmaktadır.

Ülkemizde oturma amaçlı lüks konut talebi olduğu kadar yatırım amaçlı konut talebi de hızlı bir şekilde artmaktadır. Bu artış son yıllarda inşaat sektörünün hızla gelişmesine sebep olmuştur. Artan lüks ve büyük konut isteği büyük açıklıklı mekanların inşa edilmesini, yatırım amaçlı konut ihtiyacı ise aynı bina içinde farklı büyüklük ve tipteki konut üretilmesini gerektirmektedir. Bu tür binalarda kirişsiz tavan elde etmek kirişsiz tavanların proje ve yapım aşamasında sağladığı kolaylık dolgu bloklu dişli döşemenin daha yaygın kullanılmasını sağlamaktadır.

Ayrıca son yıllarda, bütün dünyada enerji verimliliği ve enerji tasarrufu konularında büyük gelişme yaşanmaktadır. Ülkemizde ise mevcut ısı yalıtım yönetmeliğinin ve TS 825 standardının zorunlu olarak yürürlüğe girmesiyle de 5 Aralık 2008’de **BEP (Binalarda Enerji Performansı)** yönetmeliği resmi gazetede yayınlanıp, 5 Aralık 2009’da ise yürürlüğe girmesi ile kullanıcıların ısı yalıtımı konusunda kullanıcının bilinçlenme sürecini başlatmıştır. Yakıt fiyatlarının da artması karşısında kullanıcıların daha az enerji maliyeti harcayarak daha konforlu ortamlarda yaşama isteği gündeme gelmiştir. Bu bilinçle, dolgu bloklu dişli döşemeler, ısı yalıtımı sağladığı düşüncesi ile, kullanıcı tarafından da talep edilmeye başlamıştır.

Binaların geneline baktığımızda ısı kaybının büyük bir oranının çatılardan olduğu göz önünde bulundurulursa, çatı döşemelerinden kaynaklanan ısı kayıplarının minimuma indirmek özellikle önem arz etmektedir.

Çatı döşemeleri üstü örtülü ve örtüsüz (sıcak ve soğuk çatılar) olarak oluşturulabilmektedir. Bu tez çalışması kapsamında sıcak çatılardaki (teras çatılar) ısı

kayıpları incelenmiştir. Ülkemizde geleneksel olarak kullanılan betonarme plak döşemelerle birlikte özellikle son yıllarda kullanımı artan dolgu bloklu dişli döşemelerle oluşturulmuş teras çatılar araştırılmıştır.

Dişli döşemelerde kullanılan dolgu malzemeleri geçmişten günümüze farklılık göstermektedir. Farklı dolgu malzemeleri ile oluşturulan dişli döşemelerde, az yakıt tüketerek maksimum ısıl konforu sağlayabilecek şekilde, en doğru seçiminin yapılması gerekmektedir.

Hazırlanan farklı klasik teras çatı döşeme kesitlerini birbirleriyle kıyaslayabilmek, yapım sistemi ve konstrüksiyon elemanlarının ısı kayıplarına etkilerini araştırarak” TS 825 – Binalarda Isı Yalıtım Kuralları” standardındaki bölgelere göre kesitlerin ısıl geçirgenlik (U), ısıl direnci (R), ısı akısı (q) değerlerini ve buna bağlı iç yüzey sıcaklıklarının (θ_{iy}) ısıl konfor şartlarını sağlayıp sağlamadığını kontrol etmek amacıyla hesaplamalar yapılmıştır. Elde edilen değerlerin toplu sonuçları Çizelge 7.1’de gösterilmektedir. Bu sonuçlara göre oluşturulan grafikler Şekil 7.1 – 7.2 - 7.3 - 7.4, de gösterilmektedir.

Çizelge 7.1, Bölüm 6’da yapılmış olan hesaplamalar ve hazırlanmış çizelgelerin sonuçlarına göre oluşturulmuştur. Elde edilen sonuçlar, daha iyi yorumlanabilmesi için tek bir çizelgede toplanmıştır. Bu nedenle bazı kısaltmalar ve kodlamalardan faydalanılmıştır. Isı yalıtımsız, betonarme plak döşeme sisteminde klasik teras çatı için “P”, 3 cm ısı yalıtımlı, betonarme plak döşeme sisteminde klasik teras çatı için “P_Y”, tuğla dolgu bloklu, ısı yalıtımsız dişli döşeme sisteminde klasik teras çatı için “T”, bims dolgu bloklu ısı yalıtımsız dişli döşeme sisteminde klasik teras çatı için “B”, gazbeton dolgu bloklu ısı yalıtımsız dişli döşeme sisteminde klasik teras çatı için “G”, EPS dolgu bloklu ısı yalıtımsız dişli döşeme sisteminde klasik teras çatı için “E”, tuğla dolgu bloklu 3 cm ısı yalıtımlı dişli döşeme sisteminde klasik teras çatı için “T_Y”, bims dolgu bloklu 3 cm ısı yalıtımlı dişli döşeme sisteminde klasik teras çatı için “B_Y”, gazbeton dolgu bloklu 3 cm ısı yalıtımlı dişli döşeme sisteminde klasik teras çatı için “G_Y”, EPS dolgu bloklu 3 cm ısı yalıtımlı dişli döşeme sisteminde klasik teras çatı için “E_Y” kodlaması yapılmıştır.

Çizelge 7.1 Dolgu Bloklı Dışlı Döşeme Sisteminde Klasik Teras Çatılarının Farklı Malzemeler İle Oluşturulan Kesitleri İçin Hesaplanan Isıl Direnç (R) , Isıl Geçirgenlik (U), Isı Akısı (Q) ve İç Yüzey Sıcaklıkları (θ_{iy}) Değerleri

Klasik Teras Çatı Kesit Tipi			Kodlar	U (w/m ² .K)	R (m ² .K/W)	q W/m ²				θ_{iy} İç Yüzey Sıcaklıkları °C			
						1. gün bölge	2. gün bölge	3. gün bölge	4. gün bölge	1. gün bölge	2. gün bölge	3. gün bölge	4. gün bölge
Betonarme Plak Döşeme	Yalıtımsız		P	3,427	0,122	36,330	55,180	66,147	83,626	14,28*	11,83*	10,40*	8,13*
	3 cm Yalıtımlı		P _Y	0,960	0,872	10,175	15,454	18,526	23,422	17,68	16,99	16,59	15,96
Dolgu Bloklı Dışlı Döşeme	Yalıtımsız	Tuğla	T	0,562	1,611	5,952	9,041	10,838	13,702	18,23	17,82	17,59	17,22
		Bims	B	0,573	1,576	6,072	9,222	11,055	13,977	18,21	17,80	17,56	17,18
		Gazbeton	G	0,649	1,372	6,875	10,443	12,518	15,826	18,11	17,64	17,37	16,94
		EPS	E	0,153	6,372	1,620	2,461	2,950	3,730	18,79	18,68	18,62	18,52
	3 cm Yalıtımlı	Tuğla	T _Y	0,395	2,361	4,188	6,362	7,626	9,641	18,46	18,14	18,01	17,75
		Bims	B _Y	0,401	2,326	4,247	6,451	7,773	9,777	18,45	18,16	17,99	17,73
		Gazbeton	G _Y	0,436	2,122	4,625	7,025	8,421	10,647	18,40	18,09	17,91	17,62
		EPS	E _Y	0,137	7,122	1,454	2,208	2,647	3,346	18,81	18,71	18,66	18,56

* Isıl Konfor Şartlarının Sağlanamadığı Değerler

Betonarme plak döşeme sisteminde klasik teras çatılarda ısı yalıtımı uygulanmadığında ısı geçirgenlik (U) değerinin 3,427 W/m²K olduğu görülmektedir. Aynı döşemeye 3 cm ısı yalıtım malzemesi uygulandığında ısı geçirgenlik (U) değerinin 0,960 W/m²K' e düştüğü görülmektedir. Kesite 3 cm ısı yalıtımının gelmesiyle yaklaşık % 256 iyileşme olduğu görülmektedir. Yalıtımlı kesitte ısı direnç (R) ve ısı akıları (q) değerlerinde de aynı yönde iyileşme olduğu görülmektedir. İç yüzey sıcaklıklarına baktığımızda ise yalıtımsız durumda ısı konfor şartları sağlanamazken (İç ortam sıcaklığı 19 derece kabul edilmiştir. Isıl konfor açısından iç yüzey sıcaklığını iç ortamdaki en yüksek 3 derece düşük olması kabul edilebilir. Buna göre iç yüzey sıcaklığının konfor şartları açısından sınır değeri 16°C kabul edilmiştir.), 3 cm ısı yalıtımının gelmesiyle yüzey sıcaklıkları sınır değeri ve üzerine çıktığı görülmüştür (Çizelge 7.1).

Dolgu bloklu dişli döşemelerde, dolgu malzemesi ve kesitin ısı yalıtımlı olup olmamasına göre farklı değerler elde edildiği görülmektedir. Tuğla blok dolgulu, ısı yalıtımsız dişli döşemelerde ısı geçirgenlik (U) değerinin 0,562 W/m²K olduğu görülmektedir. Aynı döşemeye 3 cm ısı yalıtım malzemesi uygulandığında ısı geçirgenlik (U) değerinin 0,395 W/m²K' e düştüğü görülmektedir. Kesite 3 cm ısı yalıtımının gelmesiyle yaklaşık % 42 iyileşme olduğu görülmektedir. Yalıtımlı kesitte ısı direnç (R) ve ısı akıları (q) değerlerinde de aynı yönde iyileşme olduğu görülmektedir. İç Yüzey sıcaklıklarına baktığımızda ise yalıtımsız ve yalıtımlı durumda iç yüzey sıcaklıkları sınır değeri üzerine çıktığı görülmektedir(Çizelge 7.1).

Bims blok dolgulu, ısı yalıtımsız dişli döşemelerde ısı geçirgenlik (U) değerinin 0,573 W/m²K olduğu görülmektedir. Aynı döşemeye 3 cm ısı yalıtım malzemesi uygulandığında ısı geçirgenlik (U) değerinin 0,401 W/m²K'e düştüğü görülmektedir. Kesite 3 cm ısı yalıtımının gelmesiyle yaklaşık % 43 iyileşme olduğu görülmektedir. Yalıtımlı kesitte ısı direnç (R) ve ısı akıları (q) değerlerinde de aynı yönde iyileşme olduğu görülmektedir. İç Yüzey sıcaklıklarına baktığımızda ise yalıtımlı ve yalıtımsız durumda iç yüzey sıcaklıkları, sınır değeri üzerinde çıktığı görülmektedir(Çizelge 7.1).

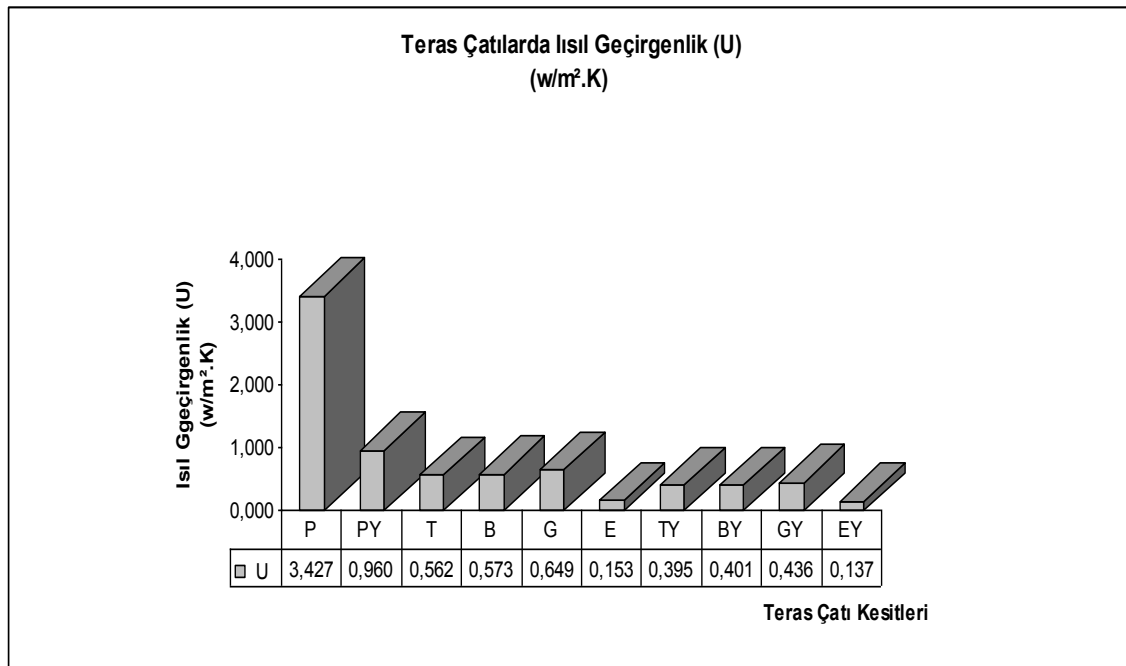
Gazbeton blok dolgulu ısı yalıtımsız dişli döşemelerde ısı geçirgenlik (U) değerinin 0,649 W/m²K olduğu görülmektedir. Aynı döşemeye 3 cm ısı yalıtım malzemesi uygulandığında ısı geçirgenlik (U) değerinin 0,436 W/m²K'e düştüğü görülmektedir.

Kesite 3 cm ısı yalıtımının gelmesiyle yaklaşık % 49 iyileşme olduğu görülmektedir. Yalıtımlı kesitte ısıl direnç (R) ve ısı akıları (q) değerlerinde de aynı yönde iyileşme olduğu görülmektedir. İç Yüzey sıcaklıklarına baktığımızda ise yalıtımlı ve yalıtımsız durumda iç yüzey sıcaklıkları, sınır değerin üzerinde çıktığı görülmektedir(Çizelge 7.1).

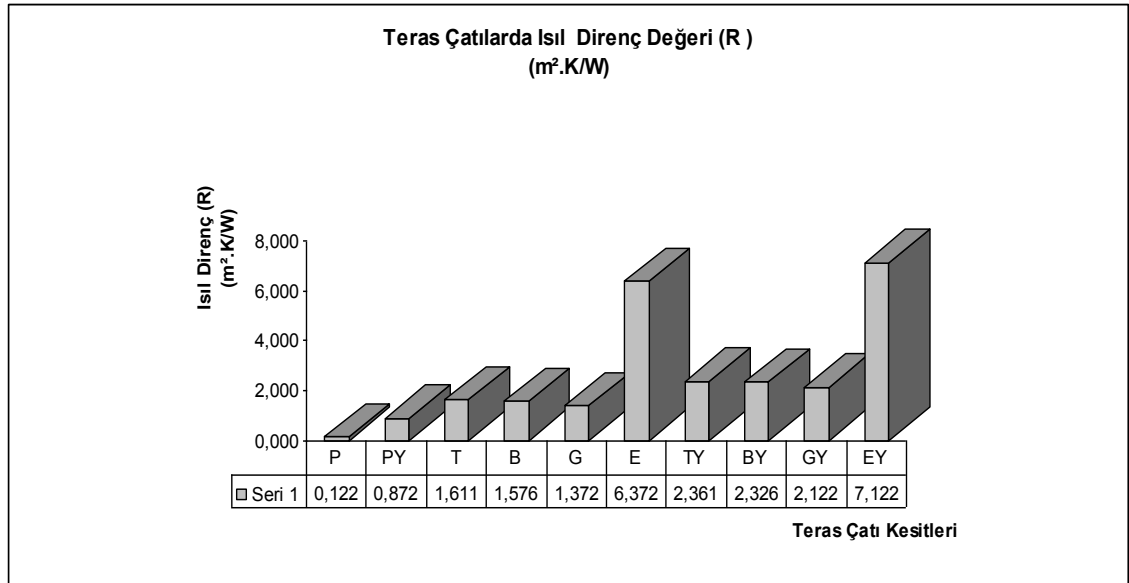
EPS blok dolgulu ısı yalıtımsız dışlı döşemelerde ısıl geçirgenlik (U) değerinin 0,153 W/m²K olduğu görülmektedir. Aynı döşemeye 3 cm ısı yalıtım malzemesi uygulandığında ısıl geçirgenlik (U) değerinin 0,137 W/m²K'e düştüğü görülmektedir. Kesite 3 cm ısı yalıtımının gelmesiyle yaklaşık % 12 iyileşme olduğu görülmektedir. Yalıtımlı kesitte ısıl direnç (R) ve ısı akıları (q) değerlerinde de aynı yönde iyileşme olduğu görülmektedir. İç Yüzey sıcaklıklarına baktığımızda ise yalıtımlı ve yalıtımsız durumda iç yüzey sıcaklıkları, sınır değerin üzerinde çıktığı görülmektedir(Çizelge 7.1).

Oluşturulan kesitlerden elden hesaplamalar sonucu elde edilen ısıl geçirgenlik (U) değerleri Şekil 7.1' te , ısıl direnç(R) değerleri Şekil 7.2'te gösterilmektedir.

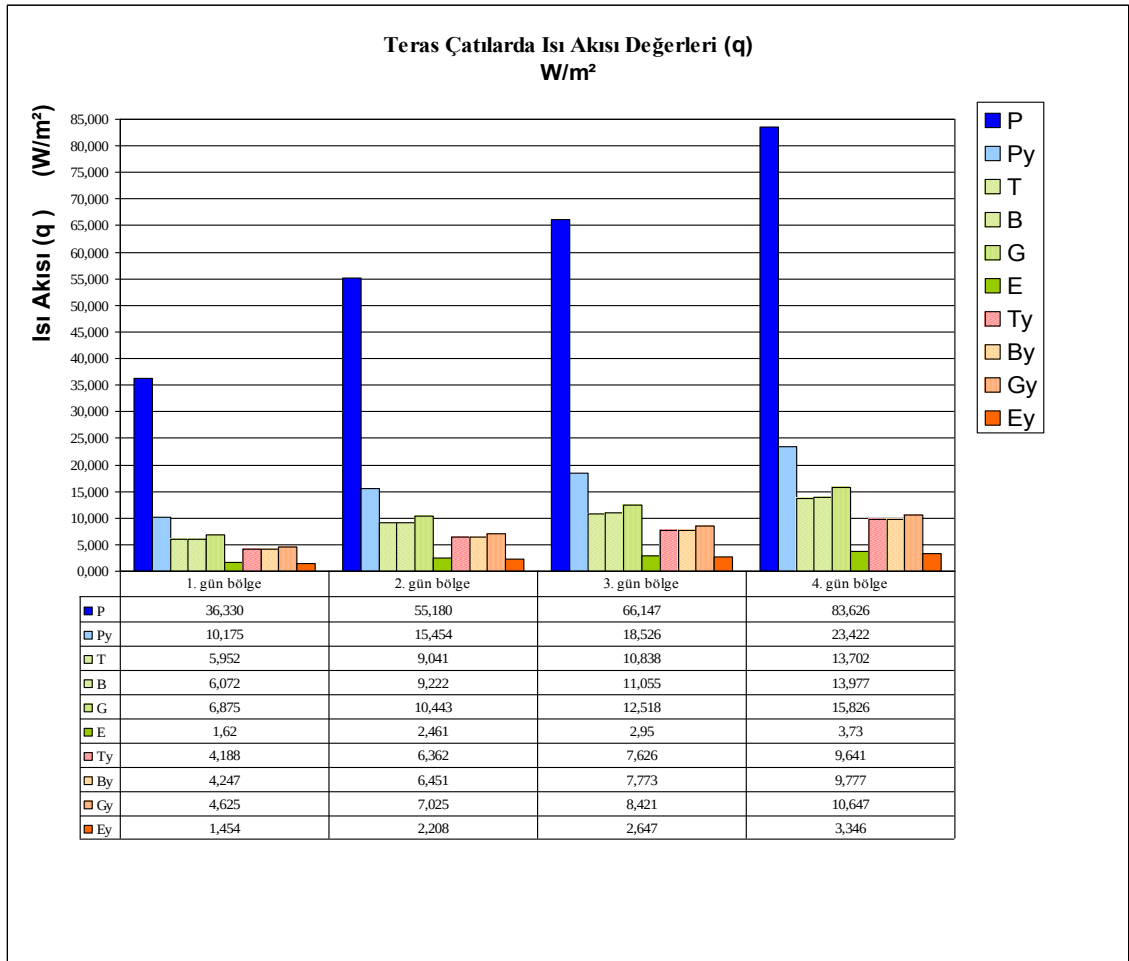
Oluşturulan kesitlerden elden hesaplamalar sonucu elde edilen ısı akıları (q) değerleri Şekil 7.3' te iç yüzey sıcaklık değerleri (θ_{iy}) Şekil 7.4'te gösterilmektedir.



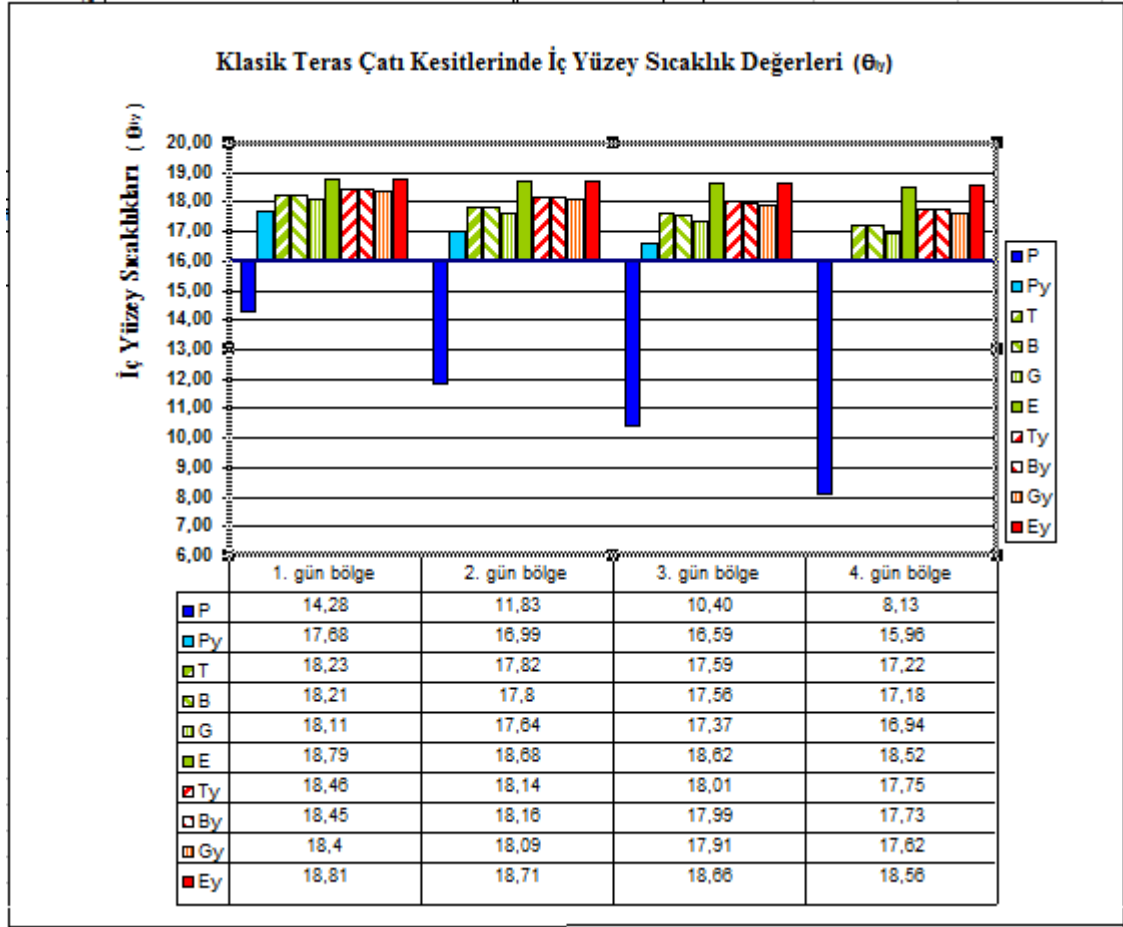
Şekil 7.1 Klasik Teras Çatı Kesitlerinde Isıl Geçirgenlik (U) Değerleri



Şekil 7.2 Klasik Teras Çatı Kesitlerinde Isıl Direnç (R) Değerleri



Şekil 7.3 Klasik Teras Çatı Kesitlerinde Isı Akısı (q) Değerleri



Şekil 7.4 Klasik Teras Çatı Kesitlerinde İç Yüzey Sıcaklık (θ_{iy}) Değerleri

Bu tez çalışması kapsamında binalarda ısı kayıplarının önemli bir bölümünün gerçekleştiği teras çatılar ele alınmıştır. Teras çatılar betonarme plak ve dolgu bloklulu dişli döşeme olarak ısı yalıtımlı ve ısı yalıtımsız oluşturularak ısıl geçirgenlikleri karşılaştırılmıştır. Dolgu bloklulu dişli döşemelerde dişler (kirişçikler) ısı köprüsü oluşturmaktadır. Dolgu kısımda (U) değeri istenen düzeyini ($\leq 0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$) sağlasa bile döşeme (üst başlık betonu) üzerinde ısı yalıtım katmanının olması ısı köprülerini engelleyecek, aynı zamanda da çatı elemanındaki kayıpları da büyük ölçüde engelleyecektir. Dolgu bloklulu dişli döşemelerde günümüzde yaygın olarak kullanılan farklı dolgu malzemeleriyle oluşturulan kesitler incelenmiştir. Hesaplamalar sabit rejim şartlarına göre kış konforu açısından yapılmıştır. Bu hesaplamalar ileriki çalışmalarda yaz konforu açısından değişken rejim şartlarında da tekrarlanabilir. Oluşturulan bu

kesitler, ileriki çalışmalarda paket bilgisayar programları yardımıyla modelleme yapılarak, hesaplamalar bilgisayar ortamında da tekrarlanabilir. Ayrıca oluşturulan kesitlerin ses yalıtımı açısından da karşılaştırmaları yapılabilir.

Bu çalışmada yapılan hesaplar, sadece çatı gibi tek bir yapı elemanı üzerinden gerçekleştirilmiştir. Yıllık ısıtma enerjisi hesapları açısından (TS825'e göre) binanın bir bütün olarak düşünülüp, diğer yapı elemanlarındaki kayıpları da hesaplanmalıdır. Ancak bir yapı elemanının ısıl geçirgenliği, ısıl direnci ve o elemandan geçen ısı akısı o elemanın ısıl performansı açısından bize bir fikir vereceğinden hesaplamalar tek yapı elemanı üzerinden yapılmıştır. İleriki çalışmalarda bu hesaplamaların ve bunlarla birlikte yoğuşma tahkiki de yapılması hedeflenmektedir. Ayrıca bina kullanıcılarının ısıl konforunun sağlanması açısından da kesitlerdeki iç yüzey sıcaklıkları değerlendirilmiştir. Ülkemizde yaygın şekilde kullanılan dolgu bloklı dışlı döşemelerle ilgili yapılan bu ön çalışmanın daha sonraki yapılacak çalışmalara ışık tutacağı, hem tüketiciye hem de bu alanda yapılacak çalışanlara yararlı olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Aka,İ., Keskinel,F.,Arda,T.S., 1992 “Betonarme Yapı Elemanları” Birsen Yayınevi İstanbul 7.Baskı
- Aköz, F., 1989, “Teras Çatılardaki Çok Katlı Su Tutucu Tabakanın Servis Ömrünü Tahmin İçin Matematik Model Oluşturulması” İstanbul Teknik Üniversitesi · Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi İstanbul
- Aksoy, U.T., 2002, “İklimsel Konfor Açısından Bina Yönlendirilmesi Ve Bina Biçimlendirilmesinin Isıtma Maliyetine Etkisi”, Fırat Üniversitesi F.B.E. Doktora Tezi Elazığ,
- Alduaij, J., Alshaleh, K., Haque, M. N., Ellaithy, K., 1999. Lightweight Concrete In Hot Coastal Areas, Cement & Concrete Composites, 21, Pp. 453-458
- Amundarain, J.L., Torero, A. Usmani, A.M. Al-Remal, September 2006, “Light Steel Framing: Improving The İntegral Desing”, Global Built Environment: Towards An İntegrated Approach For Sustainability,Lancashire(Uk),Pp.190-198
- Atan, Y., 1973. Behavior of lightweight concrete under uniaxial loading, Bulletin of the Technical University of İstanbul, Vol. 26, No. 1, , pp. 112-134.
- Ateş, E.,2000 “Styropor Hafif Betonun Ve Betonarme Çatı Plak Elemanları Üzerine Araştırma”, Bitirme Ödevi, İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi, İstanbul
- Aydoğan S.,Güneş B.,Gülçiçek Ç.,2003 “Isı Ve Sıcaklık Konusunda Kavram Yanılgıları” G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi Cilt 23, Sayı 2 111-124
- Basf, Styropor. Technical Information, 1996.
- Bayram M., Aralık 2009, “Bina Enerji Performansı Süreçleri” B.İ.B. Yapı İşleri Genel Müdürlüğü Binalarda Enerji Verimliliği Şube Müdürlüğü Ankara
- Berköz, S.1968, “Modüler Koordinasyon Çerçevesinde Bireysel Yapı Bileşenleri İçin Boyut Seçmek Amacıyla Kullanılabilecek Bir Metod.” İ.T.Ü, Doktora Tezi, İstanbul,
- Brown, B.J., 1990. Report On Concrete Mix Design For Lightweight Masonry Units Using Yali Pumice Coarse And Fine Aggregates, Report No: 89/3408d/2923,Stats Scotland Ltd., East Kilbride, Scotland
- Cihan, M. T., Dilmaç, Ş, 2008, “Yaz Konforu İle İlgili Kavramlar Ve Standard Hesap Metodu” Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 13, Sayı 1, Bursa, S. 1-15
- Cihan T.,2004, “Eps –Bloklu Çelik Donatılı Beton Taşıyıcı Duvarlı Binanın Isıl Performansı”, Trakya Üniversitesi F.B.E., Edirne

Çiçek Y.E.,2002, ” Pişmiş Toprak Tuğla, Bimsbeton, Gazbeton Ve Perlitli Yapı Malzemelerinin Fiziksel, Kimyasal Ve Mekanik Özelliklerinin Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi”İstanbul Teknik Üniversitesi F.B.E. İstanbul

Çimentaş,1998 “Çimentaş-Gazbeton Tasarım Ve Uygulama El Kitabı” Çimentaş Gazbeton İşletmeleri, İzmir.

Damar, İ., 1998, “Binaların Pasif Sistemle Isıtma Tekniklerinin Araştırılması”, Yıldız Teknik Üniversitesi F.B.E. Yüksek Lisans Tezi İstanbul, S.41-43

Demir, İ. 1996. “Afyon Çobanlar Mevkii Killerinin Tuğla Yapımına Uygunluğunun Araştırılması” Gazi Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapı Eğitimi Abd, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 36s.

Demirbaş, A., 2001, "Energy Balance, Energy Sources,Energy Policy, Future Developments And Energy Investments In Turkey", Energy Conversion And Management 42, 1239-1258,

Demirdağ,S., 2005, “Volkanik Cüruf Oluşumlarının İnşaat Endüstrisinde Hafif Yapı Malzemesi Olarak Değerlendirilmesi”, Doktora Tezi Maden Mühendisliği Anabilim Dalı Isparta.

Deprem Yönetmeliği - 2007, Madde 2.5.1.4, Sayfa 22, Madde 2.5.3, Sayfa 24

Dilmaç Ş., Akgün G.,2005,İTÜ “Isı Köprüsü Problemlerinde Kullanılan Matematik Modellerin Karşılaştırılması” Dergisi/d Mühendislik Cilt:4, Sayı:5, 3-16

Dilmaç, Ş., Cihan, M. T., Güner, A., 2004, Dizayn Konstrüksiyon, Sayı 226, 68-77.,

Dilmaç, Ş., Eğrican N., Nisan 1994, "Binalarda Isı Konforu Amaçlı Enerji Tüketimi Üzerine Malzeme Seçiminin Etkisi", 21. Yüzyılda Tüm Yönleriyle Enerji Sempozyumu Bildiriler Kitabı, İstanbul, S.647- 682

Dilmaç Ş., 2002,“Eps Isı Yalıtım Levhaları Ve Türk Standartları -Ts En 13163” Isı Yalıtım Semineri Bildirisi , İstanbul, Ankara ,www.pud.org.tr/DC/Dokumanlar

Doğangün A, (2004) Performance Of Reinforced Concrete Buildings During The May 1 2003 Bingöl Earthquake In Turkey, *Engineering Structures*, Vol 26:841-56.

Ekinci, C.E., 2002, Bordo Kitap: “Yapı Ve Tasarıncının İnşaat El Kitabı”. Üniversite Kitapevi 4, Elazığ.

Ekinci, C.E., 2003, “Yalıtım Teknikleri” Atlas Yayın Dağıtım, İstanbul,

Ekinci, C.E., Yıldırım S.T.,2004, “Teras Çatılarda Su Ve Isı Yalıtımının Önemi” Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları

Erdoğan Y., Yaşar E., 09-12 Haziran 2005, “Nevşehir Pomzasından Üretilen Briketlerin Isı Ve Ses İletkenlikleri Açısından Değerlendirilmesi”, 19. Uluslararası Madencilik Kongresi Ve Fuarı, İncenoos. İzmir.

Ergün, A., Yurtçu, S., 2007 “Yığma Ve Betonarme Yapılarda Deprem Sonrası Oluşan Hasarların Teknik Analizi” Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi 65 – 76)

Esin, T., Eylül-Ekim 2006, “Binalarda Buhar Difüzyonu Olaylarının İrdelenmesi” Tmmob Mak. Müh. Od. Yalıtım Kongresi, Eskişehir, S7-9 (Eurima (European Insulation Manufacturers Association)).

Fernandez, J.L., Porta-Gandara, M.A., Chargoy, N., 2004, ”Rapid On-Site Evaluation Of Thermal Comfort Through Heat Capacity In Buildings” Energy And Buildings And, Pp.1205-1211

Gezer N.A. ,2003 “Meskenlerde Bina Malzemelerinin Isıl Konfora Etkisi; Ecotect 5.0. İle Bir Analiz”, Orta Doğu Teknik Üniversitesi · Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi Ankara

Güler, H., Ülkü, S., 2007, “Bitişik Nizam Villa Tipi Konutlarda Yapısal Konfor Koşulları Üzerine Bir Araştırma” Uludağ Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fak. Dergisi, Bursa, Cilt 12 Sayı 2 S:97-98.

Hacıslamoğlu G., 2003, “Kirişli Ve Asmolen Döşemeli Yapıların Maliyetlerinin Ve Deprem Davranışlarının İncelenmesi”, Karadeniz Teknik Üniversitesi F.B.E. Yüksek Lisans Tezi Trabzon

Harputgil, G.U., Çetintürk, N., 2005, “Geleneksel Türk Ev’inde Isıl Konfor Koşullarının Analizi: Safranbolu Hacı Hüseyinler Evi”, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. Ankara, Cilt 20, Sayı 1, S.77-84.

Hasol, D., 1993, “Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü”, Y.E.M. Yayınları, İstanbul, S:415, 367-368).

Holt, E., Raivio, P., 2004. “Use Of Gasification Residues In Aerated Autoclaved Concrete, Cement & Concrete Research”, Basım İçin Kabul Edilmiş Makale.

Hüseyin Temiz ,2009, (2), “Hafif Ağırlıklı Bims Betonun Ateş Direnci İle Isı Ve Ses Yalıtım Özelliklerinin Araştırılması” Ksu Mühendislik Bilimleri Dergisi

Iea, Energy Policies Of Iea Countries, Turkey 2001 Review, [Http://Www.Iea.Org](http://www.iea.org).2001

İmren, M., 1998, “Giydirme Cepheelerde Yoğuşma Denetimi”, Gazi Üniversitesi F.B.E. Yüksek Lisans Tezi Ankara, S. 10-19.

J.A.Brydson, 2000, “Plastics Materials” Seven Edition, Butterworth-Heinemann, Oxford

Kartal S, Dilmaç,Ş., “Gazbetonun Su Karşısındaki Davranışı Trakya Üniversitesi Mimarlık Bölümü”,Edirne.

Kartal S.,2001, "Ülkemiz İnşaat Sektöründe Gazbeton Kullanımı",Trakya Üniversitesi F.B.E., Edirne

Kaygusuz K., Kaygusuz A., 2004, "Energy And Sustainable Development. Part I: Environmental Impacts Of Energy Use", Energy Sources 26, 1071-1082,

Kaynaklı, Ö., Yiğit, A., 2003, ”İnsan Vücudu İçin Isı Dengesi ve Isıl Konfor Şartları” D.E.Ü. Mühendislik Fak. Fen Ve Mühendislik Dergisi İzmir,Cilt5 Sayı2 S.3

Kocaarslan,G.,1991, “Hacimlerin Pasif Isıtma Sistemleri Olarak Değerlendirilmesinde Kullanılabilecek Bir Yaklaşım”, İstanbul Teknik Üniversitesi F.B.E Doktora Tezi İstanbul ,S.1-7

Kömürlü, R., Önel,H., 2007, Ytü Mim. Fak. E-Dergisi Ytü Arch. Fac. E-Journal Cilt 2, Sayı 3, 2007 Volume 2, Issue 3,

Köse,B., Işıkan,O., İnan, A. T. 2006, “Isı Yalıtım Uygulamalarının Üç Bölge İçin Enerji Verimliliği Açısından İncelenmesi”, Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi

Köse H., Pamukçu Ç., Soylu, N. Y.. 16-17 Ekim 1997, “Pomza Ve Yapı Malzemesi Olarak Kullanım Olanakları”, Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu,

Lakot, E., 2007,”Ekolojik Ve Sürdürülebilir Mimarlık Bağlamında Enerji Etkin Çift Kabuklu Bina Cephe Tasarımlarının Günümüz Mimarisindeki Yeri Ve Performansı Üzerine Analiz Çalışması”, Karadeniz Tek.Üniv. F.B.E. Yüksek Lisans Tezi, Trabzon, S. 27-29

Lo, T. Y., Cui, H. Z., 2004. Effect of Porous Lightweight Aggregate on Strength of Concrete, Materials Letters, Vol. 58, Pp. 916-919

Lüftüoğlu, M., 1983. “Tuğla ve Kiremit Üretiminde Girdiler (Ham Maddeler)”. Standart Ekonomik Teknik Dergisi (Özel Sayı) (35), Ankara,

Manioğlu, G., 1995, “İklimsel Konfor Ve Enerji Ekonomisi Açısından Isıtma Sisteminin İşletme Sistemine Bağlı Olarak Bina Kabuğunun Isıl Performansının Değerlendirilmesi”, İstanbul Teknik Üniversitesi F.B.E. Yüksek Lisans Tezi İstanbul, S.4 -10

Mihlayanlar E., 2005, “Genleştirilmiş Polistiren Köpük (Eps) Yalıtım Levhalarının Özelliklerini Etkileyen Üretim Parametrelerinin İrdelenmesi” Trakya Üniversitesi F.B.E., Edirne

Mimarlar Odası – Mart 2006 Binalarda Enerji Performansı Direktifi (2002/91/Ec)

Mütevellioglu S., 1994, "Teras Çatılarda Kullanılan Pestil ve Sıvı Şeklindeki Su Yalıtım Malzemeleri ve Uygulamaları" İstanbul Teknik Üniversitesi · Fen Bilimleri Enstitüsü, Y.lisans Tezi İstanbul

Ogulata R.G., "Sectoral Energy Consumption in Turkey", Renewable And Sustainable Energy Reviews 6, 471-480, 2002

Onaygil, S., Meylani, E.A., Erkin, E., 2008, "Bina Sektöründe Enerji Verimliliği İle İlgili Yasal Düzenlemeler Ve Uygulamalar", Yalıtım Dergisi, Doğa Sektörel Yayın Grubu, İstanbul, Yıl 11, Sayı 70, S.36-48

Oral, G.K., Altun, C., Manioğlu, G., 2005, "Yalıtım", T.M.M.O.B., Yayın No: Mmo/2005/399, İstanbul, S. 9-60

Öncel, L. E. 2001, "Teras Çatılarda Suya Karşı Korunum İlkeleri" Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans İstanbul

Özbek, K., Çakı, M., Ay, N., 2001, "Pişmiş Toprak Bünyelerde Cao ve Fe₂O₃ 'in Etkileri.", I.Uluslararası Pişmiş Toprak Sempozyumu. Eskişehir, 145-151.

Özcan, E., 2005, "Konut Sektöründe Hafif Çelik ve Alker Yapı Teknolojilerinin Birlikte Kullanılabilirliği", İstanbul Teknik Üniversitesi F.B.E. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Özçelik.N., 2010 Yığma Ve Betonarme Binalarda İnşaat Kerestesi Ve Ekonomisi Üzerine Araştırmalar <http://orman.istanbul.edu.tr/journal/index.php/orman>

Özdaş A. 2006, "Asmolen Döşemeli Betonarme Yapıların Doğrusal Olmayan Artımsal İtme Analizi" Karadeniz Teknik Üniversitesi F.B.E. Yüksek Lisans Tezi. Trabzon)

Özdemir, A., 2002, / "Bazı Yapı Malzemelerin Kapiler Su Emme Potansiyelleri", Jeoloji Mühendisliği Araştırma Makalesi Selçuk Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Konya.

Özer, M. 1982, "Yapılarda Isı-Su Yalıtımları Yapı Fiziksel Tanım Hesaplama Esasları", İstanbul,

Özşahin B., 2004, Eps Bloklı Çelik Donatılı Beton Taşıyıcı Sistemi",Trakya Üniversitesi F.B.E., Edirne

Özyaral, O. Keskin, Y., 2007, "Hasta Bina Sendromu",Türkiye Tekstil Sanayi İşverenleri Sendikası İstanbul, S.1-11

Pehlivanlı, Z.2009, "Gazbeton Malzemesinin Isıl İletkenliğinin Nem ve Sıcaklıkla Değişiminin İncelenmesi" Int. J.Eng.Research & Development, Vol.1, No.2,

PÜD, 1995, Polistren Üreticileri Derneği Yayını, Isı Yalıtımında Polystrene Sert Köpük Eps Styropor. Eps Üreticileri Birliği,)

Sagmeister, B., 2000. Heat-Insulating From No-Fines Lightweight Concrete, Materialprüfungs-Und Versuchsanstalt, Mpva, Neuwied

Sağın S., 2005, “Pomza İle Üretilen Hafif Beton Blokların Fiziksel Özelliklerinin İncelenmesi”, Kocatepe Üniversitesi F.B.E., Afyon

Sağır, E. 2002 “Kapalı Mahallerde Hava Kalitesi, Isıl Konfor ve Yeni Nesil Menfezler”Sakarya Üniversitesi F.B.E. Yüksek Lisans Tezi Sakarya S.2-3

Sdei, A., 2007, “Thermal Comfort in The Traditional Japanese House”, The 6th International Conference on Indoor Air Quality, Ventilation & Energy Conservation In Buildings Iaqvec, Sendai, Japan

Selamet,S., 1995, ”Tüm Bina Kabuğunda Kaybedilen Isı Miktarının Bina Formuna Bağlı Olarak İrdelenmesi İçin Bir Model Önerisi”, İstanbul Teknik Üniversitesi Fbe Yüksek Lisans Tezi, İstanbul

Strong, A.B.2006, “Plastics Materials and Processingé,Third Edition, Pearson Prentice Hall, New Jersey

Sever, Ü. 2009, “Hafif Çelik Karkas Sistem Duvarlarında Isı-Buhar Geçiş Analizi” Trakya Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Mim. Böl. Yüksek Lisans Tezi.Edirne, S. 28

Şengül, D., Sayın, B., Kaplan, S.A., 2005, “Su ve Isı Yalıtımının Yapılarda Uygulanmasının Gerekliliği ve Yalıtımdaki Uygulamaların Emniyet ve Ekonomi Açısından Değerlendirilmesi”, II. Mühendislik Bilimleri Genç Araştırmacılar Kongresi, 457-466].

Şenkal, F.S., Karagöz, N., 2006, “Konutlarda Enerji Tasarrufunun Sağlanmasında Isı Yalıtımının Önemi”, Yalıtım Dergisi, Doğa Sektörel Yayın Grubu, İstanbul, Yıl 10, Sayı 58, S. 73-76

Şenol,A., Aytekin, M., 2010 “Zemin – Eps (Geofoam) Temas Yüzeyinin Sonlu Elemanlarla Modellenmesi” <http://www.e-kutuphane.imo.org.tr/pdf>

Thermosaver Dış Cephe Isı Yalıtım Sistemleri Kataloğu, 2010

Türkçü,Ç.H., 2010, “Yapım İlkeler, Malzemeler, Çözümler”, Birsen Yayınevi, İstanbul

Türkes, M. 2001. Hava, İklim, Şiddetli Hava Olayları ve Küresel Isınma. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü 2000 Yılı Seminerleri, Teknik Sunumlar, Seminerler Dizisi: 1: 187-205, Ankara

Topçu,İ.B., Demir, A., Karakurt, C., 2009 “Gazbeton Kırıklarının Betonda Agrega Olarak Kullanılması”

Topçu, A., 2009, “Betonarme II Ders Notları” Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, <Http://Mmf.Ogu.Edu.Tr/Atopcu>

Tuncer, K., 2006, "Isıl Konforun Fanger Yöntemiyle İncelenmesi", Gazi Üniversitesi F.B.E. Yüksek Lisans Tezi Ankara, S 16-17

Usta S., 2009, "TS 825 "Binalarda Isı Yalıtım Kuralları" Standardına Göre İkinci Bölgede Bulunan Bir Binanın Yalıtımsız ve Yalıtımlı Durumlarının Enerji Verimliliği Bakımından Karşılaştırılması" Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi Cilt: 5, No: 1, 1-24

Uzgan U., Haşımoğlu A.,mayıs 2010, "Akg Gazbeton İle Isı Yalıtımı Ve Mimari Avantajlar" Akg Yalıtım Ve İnşaat Malz. San. Tic. A.Ş. İzmir. www.uevf.com.tr/uevf1/sunumlar

Yiğit, A., Atmaca, İ., 2007, "Dünya’da ve Türkiye’de Isıl Konfor Çalışmaları", VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi Bildiriler Kitabı, İzmir, S. 305–315.

Yücesoy L.,1998, "Temeller, Duvarlar, Döşemeler" Y.E.M. Yayınları ,80-83.

Zeydan, Z.E., Zeydan, Ö., Yıldırım,Y., Mayıs2009, "Hasta Bina Sendronu", IX. Ulusal Tesisat Müh. Kongresi Ve Sergisi, Bildiriler Kitabı, İzmir, S.587-594.

TS 453, Ocak 1988, "Gaz ve Köpük Beton Yapı Malzeme ve Elemanları".

TS 825, "Binalarda Isı Yalıtım Kuralları", Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1998

TS EN 206-1: 2002 Beton- Bölüm 1: Özellik, Performans, İmalat ve Uygunluk

TS EN 13501,2009, Yapı Malzemeleri Ve Bina Elemanları - Yangın Sınıflandırılması - Bölüm 2: Yangına Dayanım Deneylerinden Elde Edilen Veriler Kullanılarak Sınıflandırma (Havalandırma Tesisatları Hariç)

TS EN 1745: Nisan 2004

TSE K 61, 2009, Dişli Döşeme Sistemi-Genleştirilmiş Polistirenden (EPS) İmal Edilmiş Asmolen Döşeme Blok

www.tukder.org.tr, 2009

www.tandogantugla.com.tr/urnlr.html, 2010

www.kudret.com/products.php?cat=6, 2010

www.bimsader.org, 2009

www.pusatlinux.com/cahyana, 2009

www.ahg-gazbeton.com, 19.10.2009

www.physics.nist.gov,

www.tgub.org.tr,2010

www.martu.com.tr/turkce/martu/dunyadagazbeton.asp, 2009

www.smartblockplus.com, 2009

www.mubaizoyapi.com, 2009

www.denizyalitim.com.tr/buhar.htm, 2009

www.catider.com

<http://en.wikipedia.org/wiki/polystyrene>, 2010

ÖZGEÇMİŞ

1972 yılında Bursa’da doğan Seçil Heptaşkın, ilk ve ortaöğrenimini Bursa’da tamamlamıştır. 1989 yılında Trakya Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümünde lisans eğitime başlamış, 1993 yılında mezun olmuştur. Aynı yıl içerisinde Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü’nde Yüksek Lisans eğitime başlamış aynı zamanda Trakya Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü’nde Araştırma Görevlisi olarak göreve başlamıştır. 1995 yılında Yüksek Lisans eğitimini tez aşamasında yarım bırakmak zorunda kalarak Bursa’ya dönmüştür. 2008 yılında çıkan Öğrenim affından yararlanarak, Yüksek Lisans Eğitime devam etmiştir. Halen EGEM Proje Uygulama Ltd. Şti. ortağı olarak meslek hayatına devam eden Seçil Heptaşkın, evli ve bir çocuk annesidir.