

**ÇELİK PREFABRİK YAPI SİSTEMLERİNİN İMALATI, MONTAJI,
YALITIM USULLERİ VE MALİYET ANALİZİ İLE
UYGUN KAPLAMANIN BELİRLENMESİ**

Vedat ÖZTÜRK

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
YAPI EĞİTİMİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MART 2010
ANKARA**

Vedat Öztürk tarafından hazırlanan ÇELİK PREFABRİK YAPI SİSTEMLERİNİN İMALATI, MONTAJI, YALITIM USULLERİ VE MALİYET ANALİZİ İLE UYGUN KAPLAMANIN BELİRLENMESİ adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Yrd. Doç. Dr. Hanifi TOKGÖZ

.....

Tez Danışmanı, Yapı Eğitimi Ana Bilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından Yapı Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Yrd. Doç. Dr. Osman ŞİMŞEK

.....

Yapı Eğitimi Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Hanifi TOKGÖZ

.....

Yapı Eğitimi Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Serkan SUBAŞI

.....

Yapı Eğitimi Ana Bilim Dalı, Düzce Üniversitesi

17/03/2010

Bu tez ile G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Bilal TOKLU

.....

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Sekansubasi°duzce

Vedat ÖZTÜRK

**ÇELİK PREFABRİK YAPI SİSTEMLERİNİN İMALATI, MONTAJI,
YALITIM USULLERİ VE MALİYET ANALİZİ İLE
UYGUN KAPLAMANIN BELİRLENMESİ
(Yüksek Lisans Tezi)**

Vedat ÖZTÜRK

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Mart 2010**

ÖZET

Çelik prefabrik yapıların dünyada ve ülkemizdeki kullanım yelpazesi gittikçe çoğalmaktadır. Önceleri yalnız şantiye binalarını yapılırken, şimdilerde ise konut ve diğer sosyal amaçlı yapılar yaygın bir şekilde yapılmaktadır. Bu araştırma da çelik prefabrik yapıların ülkemizdeki gelişim süreci, yapısal özellikleri, avantajları, imalat, montaj ve yalıtım usulleri hakkında genel bilgiler verilmektedir.

Çalışmanın amacı, çelik prefabrik yapıların yapı elemanlarında kullanılan, kaplama malzemelerinin çeşitleri, yapıların hangi kısımlarında nasıl uygulandığı irdelenmiş olup, bu elemanlarda uygulanması yasal mevzuatlarla zorunlu hale gelmiş olan su, ses, yangın ve ısı yalıtımlarının yapılma usulü ve hangi çeşit yalıtım malzemelerinin tercih edilmesinin uygun olacağı incelenmiştir.

Ayrıca yapılardaki kaplama ve yalıtım malzemelerinin çok çeşitlilik göstermesi ve tercihte çok önemli bir etken olan, maliyet analizlerinin yapılması, yapı elemanı tasarım ve tercihinde daha bilinçli olunmasına katkı sağlanması amaçlanmaktadır.

Araştırma yapılırken ülkemizde genellikle kullanılmakta olan, beş farklı yapı tipi ele alınarak, bu yapıların yapı elemanlarında kullanılan kaplama ve yalıtım malzemelerinin, piyasa fiyatlarına göre maliyet analizleri yapılmıştır.

Analizler sonucunda çelik prefabrik yapılarda kaplama ve yalıtım malzemesinin farklı şekillerde uygulanması sonucunda, çok farklı maliyetlerin çıkabileceği görülmüş olup, bunun bilinmesi malzeme tercihinin daha bilinçli yapılmasını sağlayacaktır.

Bilim Kodu : 714.1.143

Anahtar Kelimeler : Prefabrik, çelik, yalıtım, maliyet analizi, kaplama malzemeleri, yalıtım malzemeleri

Sayfa Adedi : 118

Tez Yöneticisi : Yrd. Doç. Dr. Hanifi TOKGÖZ

**MANUFACTURING, ASSEMBLING, ISOLATION METHODS AND
COST ANALYSIS OF THE STEEL PREFABRIC CONSTRUCTION
SYSTEMS WITH DETERMINATION OF THE APPROPRIATE COATING**

(M.Sc. Thesis)

Vedat ÖZTÜRK

**GAZİ UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE&TECHNOLOGY**

March 2010

ABSTRACT

Application areas of steel prefabric structures in the world as well as in our country have been increasing. They were used for construction of industrial plants only but recently they are being used broadly for domestic buildings either. In this study a general information about the history of the steel structures in our country, their structural specifications, advantages; manufacturing, assembling and isolation methods were given.

Coatings used for construction elements of the steel prefabric structures, how they are applied to the specific parts have been studied. Besides; water, sound and heat isolation on the steel parts, which have been mandatory by law, is discussed regarding their application techniques and how to decide which coating should be selected for a particular application.

Having so many alternatives in the market for coating and isolation materials made is a difficult task to decide on the correct item to be used.

Thus, in this study it was also aimed to provide information about cost analysis to help in making the decision and the designing of the construction materials in a more appropriate way.

During the research four most commonly used construction models have been considered and the cost analysis of the coating and the isolation materials have been made based on the current market rates. Research have shown that different application techniques of the same coatings or the isolation materials for the steel prefabric constructions yielded remarkably different cost results. Therefore having this information in hand will help to make the best material and method decision for the lowest cost possible.

Science Code : 714.1.143

Key Words : Prefabric, steel, isolation, cost analysis, coating materials, isolation materials

Page Number : 118

Adviser : Asist. Prof. Dr. Hanifi TOKGÖZ

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım süresince ilgi ve teşviklerini esirgemeyen Tez Danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Hanifi TOKGÖZ' e,

Araştırmalarımda yardımcı olan, Amerika Birleşik Devletlerinin, Pensilvanya eyaletindeki Lehigh Üniversitesinde, Endüstri ve Sistem Mühendisliği departmanında Doktora eğitime devam eden Endüstri Mühendisi Ali DAĞ'a,

Tez çalışmam boyunca üstün sabır ve moral desteğini esirgemeyen, sevgili eşim Serpil ÖZTÜRK' e ve beni bu günlere hazırlamış merhum anne ve babama sonsuz teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	IV
ABSTRACT	VI
TEŞEKKÜR.....	VIII
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	XII
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	XIV
RESİMLERİN LİSTESİ.....	XVI
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI	4
3. ÇELİK PREFABRİK YAPILARIN GENEL ÖZELLİKLERİ, İMALAT VE	11
MONTAJ KURALLARI	11
3.1. Çelik Prefabrik Yapıların Kullanım Alanları	11
3.2. Çelik Prefabrik Yapıların Genel Özellikleri	12
3.3. Çelik Prefabrik Yapıların Avantajları	14
3.4. Çelik Prefabrik Yapıların Statik Hesaplamalarında Uyulması Gerekli Olan Yasal Mevzuatlar	16
3.5. Çelik Prefabrik Yapıların İmalat Usulleri.....	18
3.6. Çelik Prefabrik Yapıların Temel Tipinin Seçilmesi ve Uygulanması ..	21
3.7. Çelik Prefabrik Yapıların Montajı.....	23
3.8. Çelik Prefabrik Yapıların İnce İşleri	24
3.9. Çelik Prefabrik Yapılardaki Yapı Elemanlarının Genel Özellikleri	25
3.9.1. Dış duvar uygulama sistemi	25

Sayfa

3.9.2. İç duvar uygulama sistemi	27
3.9.3. Tavan uygulama sistemi	28
3.9.4. Zemin uygulama sistemi	28
3.9.5. Çatı uygulama sistemi	29
3.9.6. Kapı uygulama sistemi	29
3.9.7. Pencere uygulama sistemi	30
4. YAPILARDA GENEL YALITIM UYGULAMALARI	31
4.1. Yapı Elemanlarında Su Yalıtımı ve Uygulama Usulleri	31
4.1.1. Temel ve döşemelerde su yalıtımı	32
4.1.2. Duvar ve cephelerde su yalıtımı	36
4.1.3. Teras ve çatılarda su yalıtımı	37
4.1.4. Su yalıtım malzemesi çeşitleri ve genel özellikleri	48
4.2. Yapı Elemanlarında Yangın Yalıtımı ve Uygulama Usulleri	51
4.3. Yapı Elemanlarında Ses Yalıtımı, Gürültü ve Gürültü Kontrolü	57
4.4. Yapı Elemanlarında Isı Yalıtımı	64
4.4.1. Isı yalıtımının amacı	65
4.4.2. Isı yalıtımının faydaları	65
4.4.3. Döşemelerde ısı yalıtımı	69
4.4.4. Duvarlarda ısı yalıtımı	72
4.4.5. Tesisatlarda ısı yalıtımı	78
4.4.6. Pencereelerde ısı yalıtımı	81
4.4.7. Çatılarda ısı yalıtımı	83
4.4.8. Isı yalıtım malzemeleri	88

Sayfa

5. ARAŞTIRMA ALANI VE YÖNTEM.....	101
5.1. Araştırma Alanı	101
5.2. Yöntem.....	101
5.2.1. Hesaplamalarda dikkate alınan hususlar	101
5.2.2. Taşıyıcı konstrüksiyon maliyetinin hesaplanmaması	102
5.2.3. Belirlenen yapı tipleri ve yapı elemanı özellikleri	102
5.2.4. Malzeme birim fiyatlarının hesaplanması	102
6. BULGULAR VE DEĞERLENDİRİLMESİ	103
6.1. Birinci Tip Yapının Maliyet Analizi	103
6.2. Birinci Tip Yapının Maliyet Analizinin Grafikselsel İncelenmesi	104
6.3. İkinci Tip Yapının Maliyet Analizi.....	105
6.4. İkinci Tip Yapının Maliyet Analizinin Grafikselsel İncelenmesi.....	106
6.5. Üçüncü Tip Yapının Maliyet Analizi.....	107
6.6. Üçüncü Tip Yapının Maliyet Analizinin Grafikselsel İncelenmesi.....	108
6.7. Dördüncü Tip Yapının Maliyet Analizi	109
6.8. Dördüncü Tip Yapının Maliyet Analizinin Grafikselsel İncelenmesi	110
6.9. Yapı Elemanlarının Yapı Tiplerine Göre Maliyet Analizi.....	111
6.10. Yapı Elemanlarının Birim Maliyet Mukayeselerinin Yapılması	112
7. SONUÇ VE ÖNERİLER	114
7.1. Sonuç.....	114
7.2. Öneriler	115
KAYNAKLAR	116
ÖZGEÇMİŞ.....	118

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Dünyada çelik prefabrik evlerin, diğer yapılara göre yüzdeleri ...	6
Çizelge 4.1. Basınçlı zemin sularına karşı kullanılan yalıtım malzemelerinin mukayesesi	50
Çizelge 4.2. Basınçsız zemin sularına karşı kullanılan yalıtım malzemelerinin mukayesesi	51
Çizelge 4.3. Taşıtların üst gürültü seviyeleri	60
Çizelge 4.4. Yerleşim bölgeleri gürültü değerleri	61
Çizelge 4.5. İllere göre derece gün bölgeleri	67
Çizelge 4.6. TS 825'e göre tavsiye edilen U değerleri	68
Çizelge 6.1. Tip 1 Çelik prefabrik yapının, yapı elemanlarına ait maliyet analizi	103
Çizelge 6.2. Tip 1 Çelik prefabrik yapının, yapı elemanlarına ait maliyet	104
Çizelge 6.3. Tip 1 Çelik prefabrik yapının, yapı elemanlarının genel içerisindeki dağılımı	104
Çizelge 6.4. Tip 2 Çelik prefabrik yapının, yapı elemanlarına ait maliyet analizi	105
Çizelge 6.5. Tip 2 Çelik prefabrik yapının, yapı elemanlarına ait maliyet analizinin grafiksel incelenmesi	106
Çizelge 6.6. Tip 2 Çelik prefabrik yapının, yapı elemanlarının genel içerisindeki dağılımı	106
Çizelge 6.7. Tip 3 Çelik prefabrik yapının, yapı elemanlarına ait maliyet analizi [.....	107
Çizelge 6.8. Tip 3 Çelik prefabrik yapının, yapı elemanlarına ait maliyet analizinin grafiksel incelenmesi	108
Çizelge 6.9. Tip 3 Çelik prefabrik yapının, yapı elemanlarının genel içerisindeki dağılımı	108

Çizelge	Sayfa
Çizelge 6.10. Tip 4 Çelik prefabrik yapının, yapı elemanlarına ait maliyet analizi.....	109
Çizelge 6.11. Tip 4 Çelik prefabrik yapının, yapı elemanlarına ait maliyet analizinin grafiksel incelenmesi	110
Çizelge 6.12. Tip 4 Çelik prefabrik yapının, yapı elemanlarının genel içerisindeki dağılımı	110
Çizelge 6.13. Çelik prefabrik yapı elemanlarının, tiplere göre maliyet analizi	111
Çizelge 6.14. Çelik prefabrik yapı elemanlarının, ucuz ve pahalılık açısından sıralama tablosu	112
Çizelge 6.15. Çelik prefabrik yapı elemanlarının, ucuz olanlarının genel yapı içerisindeki dağılım yüzdeleri	112
Çizelge 6.16. Çelik prefabrik yapı elemanlarının, pahalı olanlarının genel yapı içerisindeki dağılım yüzdeleri	113
Çizelge 7.1. Çelik prefabrik yapı elemanlarının, maliyete göre yeniden belirlenmesi	114

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. Taşıyıcı sistem malzemesine göre, Japonya da ki yapı türleri	2
Şekil 3.1. Kullanım amacına göre çelik prefabrik yapılar.....	11
Şekil 3.2. Çelik prefabrik yapıların kat sayılarına göre yapılma yüzdeleri	13
Şekil 3.3. Çelik prefabrik yapılara ait iş akış şeması	18
Şekil 3.4. Prefabrik konteynır kesiti	20
Şekil 3.5. Çelik prefabrik yapılarda dış duvar kaplama kesiti	26
Şekil 3.6. Çelik prefabrik yapılarda iç duvar kesiti	27
Şekil 4.1. İllere göre derece gün bölgelerini gösteren harita	31
Şekil 4.2. Temel ve döşemelerde su yalıtım uygulama detayı	32
Şekil 4.3. Isı yalıtımsız betonarme çatı kesiti	38
Şekil 4.4. Isı yalıtımlı, eğimli asfalt kaplı betonarme çatı kesiti.....	38
Şekil 4.5. Isı yalıtımlı kaplama tahtalı kiremit çatı yalıtım detayı	40
Şekil 4.6. Farklı renk ve modellerdeki shingle çeşitleri.....	42
Şekil 4.7. Prefabrik çatı uygulaması ve yapı elemanları genel görünüşü	42
Şekil 4.8. Ters çatı kesiti	43
Şekil 4.9. Klasik çatı kesiti	43
Şekil 4.10. Spesifik çatı kesiti.....	44
Şekil 4.11. Isı yalıtımlı otopark çatı kesiti	46
Şekil 4.12. Isı yalıtımlı bahçe kesiti	47
Şekil 4.13. Teras çatılarda dilatasyon uygulaması.....	47
Şekil 4.14. Havalandırma bacası kesit görünüşü	48
Şekil 4. 15. Yapılarda ısı yalıtımı yapılması gereken kısımlar	69

Şekil	Sayfa
Şekil 4.16. Döşeme üstü ısı yalıtımlı çatı görünüşü	84
Şekil 4.17. Mertek altı ısı yalıtımlı çatı görünüşü	85
Şekil 4.18. Mertek üstü ısı yalıtımlı çatı görünüşü.....	85
Şekil 4.19. Dış ısı yalıtımlı çatı görünüşü	86
Şekil 4.20. Havalandırmalı çatı görünüşü	87
Şekil 4.21. Isı yalıtımlı çatı görünüşü	87

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 2. 1. Amerika’da yapılmış olan çelik prefabrik ev örneği	5
Resim 2. 2. Düzce depreminde yapılmış olan prefabrik yapılar	7
Resim 2. 3. Çelik prefabrik yapı örneği	8
Resim 2. 4. Ahşap prefabrik yapı örneği	9
Resim 2. 5. Betonarme prefabrik, fabrika örneği.....	10
Resim 3. 1. Çelik prefabrik yapıların taşıyıcı sistem görünüşü.....	16
Resim 3. 2. Soğuk şekillendirme, imalat hattı	19
Resim 3. 3. Prefabrik yapıların duvar panolarının hazırlanışı ve montajı	19
Resim 3. 4. Temel blokajı hazırlanması ve donatı bağlantısının yapımı	22
Resim 3. 5. Temel yalıtımı ve temel kirişlerinin hazırlanışı	22
Resim 3. 6.Çelik prefabrik yapıya ait temel ve su yalıtımının uygulanışı.....	22
Resim 3. 7. Çelik prefabrik yapıların, montaj evrelerini	23
Resim 3. 8.Prefabrik yapının taşıyıcı sistemlerinin, tamamlanmış hali.....	23
Resim 3. 9. Çelik prefabrik yapının dış cephe kaplaması bitmiş hali.....	24
Resim 3. 10. Çelik prefabrik bir yapının perspektif plan görünüşü	25
Resim 3. 11. Çelik prefabrik yapılarda ki dış duvar kaplama malzemeleri ...	26
Resim 3. 12. Çelik prefabrik yapılarda ki iç duvar kaplama malzemeleri	27
Resim 3. 13. Çelik prefabrik yapılarda uygulanan tavan kaplama sistemleri	28
Resim 3. 14. Çelik prefabrik yapılarda uygulanan zemin kaplamaları.....	28
Resim 3. 15. Çelik prefabrik yapılarda uygulanan çatı kaplama sistemleri ..	29
Resim 3. 16. Çelik prefabrik yapılarda kullanılan dış kapı sistemleri.....	29
Resim 3. 17. Çelik prefabrik yapılarda kullanılan iç kapı sistemleri.....	30

Resim	Sayfa
Resim 3. 18. Çelik prefabrik yapılarda kullanılan pencere sistemleri	30
Resim 4. 1. Temelde basınçsız suya karşı yalıtım uygulaması	33
Resim 4. 2. Bohçalama uygulanmış bir zemin görünüşü	35
Resim 4. 3. Duvara su yalıtımı uygulaması yapılışı	37
Resim 4. 4. Yalıtımlı, kiremit çatı görünüşü	39
Resim 4. 5. Isı yalıtımlı, kaplama tahtasız kiremit çatı uygulaması	40
Resim 4. 6. Isı yalıtımsız, asfalt shingle çatı uygulama görünüşü	41
Resim 4. 7. Yalıtımlı shingle çatı görünüşü	42
Resim 4. 8. Gezilmeyen çatıda su yalıtım uygulaması görünüşü	45
Resim 4. 9. Örnek bahçe çatı görünüşü	45
Resim 4. 10. Çatıda ve tesisatlarda yangın yalıtım uygulaması	53
Resim 4. 11. Gürültü ölçüm cihazı	59
Resim 4. 12. Prefabrik yapılarda ses yalıtım malzemeleri ve şekli	63
Resim 4. 13. Prefabrik yapı, duvar panosunun yandan görünüşü	74
Resim 4. 14. İçten ısı yalıtım uygulaması örneği	76
Resim 4. 15. Cam yünü ısı yalıtım malzeme çeşitleri	79
Resim 4. 16. Camyününden mamul yalıtım malzemeleri	92
Resim 4. 17. Taşyünü levhaları	93
Resim 4. 18. Ekstrude polistren köpük plakaları	94
Resim 4. 19. Expande polistren köpük plakası	95
Resim 4. 20. Terasta poliüretan yalıtımı uygulaması	96
Resim 4. 21. Odun talaşı levhalar	97
Resim 4. 22. Cam köpüğü levhaları	98

Resim	Sayfa
Resim 4. 23. Fenol köpüğü ile yalıtım uygulaması	99
Resim 4. 24. Mantar levha plakaları.....	100

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklama
λ	Isıl iletkenlik katsayısı (W/mK)
dB	Desibel, sesin şiddeti
F	Frekans
Hz	Hertz, frekans ölçüsü (1/ sn)
K-U	Isı geçirgenlik katsayısı (W/m ² K)
V	Toplam hacim
A top	Toplam alan
μ	Difüzyon direnç katsayısı ($\mu\text{gm/Nh}$)
I	Isı iletim katsayısı (mW/mK)

Kısaltmalar	Açıklama
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
Archicad	Mimari çizim programı
Autocad	Mimari çizim programı
Bricscad	Mimari çizim programı
CEN	Avrupa Standartlar Komitesi
CFS	Statik hesap programı
CG	Cam köpüğü
Cold-forming	Soğuk çelik şekillendirme makinesi
CPE	Klorine polietilen
CS	Silikat
CSPE	Klorosülfone polietilen
CTP	Camelyaf takviyeli polyester
DIN	Alman metal standartları
ENR	Yeni mühendislik kayıtları
EPDM	Etilen propilen dimonomer
EPS	Ekspande polistiren
FEF	Elastomerik kauçuk
HDPE	Yüksek yoğunluklu polietilen
ISO	Uluslararası Standard Organizasyonu
OSB	Ahşap cephe kaplama malzemesi
PEF	Polietilen köpük
PUR	Poliüretan
PVC	Polivinil klorür
Sap2000	Statik hesap programı
STA4CAD	Betonarme statik hesap programı
Strucad	Yapısal çelik detaylandırma sistemi
TİP 1	Prefabrik yapı tipi
TİP 2	Prefabrik yapı tipi
TİP 3	Prefabrik yapı tipi
TİP 4	Prefabrik yapı tipi

Kısaltmalar	Açıklama
TS	Türk Standartları
TS EN	Türk Standardına çevrilmiş Avrupa normu
XPS	Ekstrüde polistiren

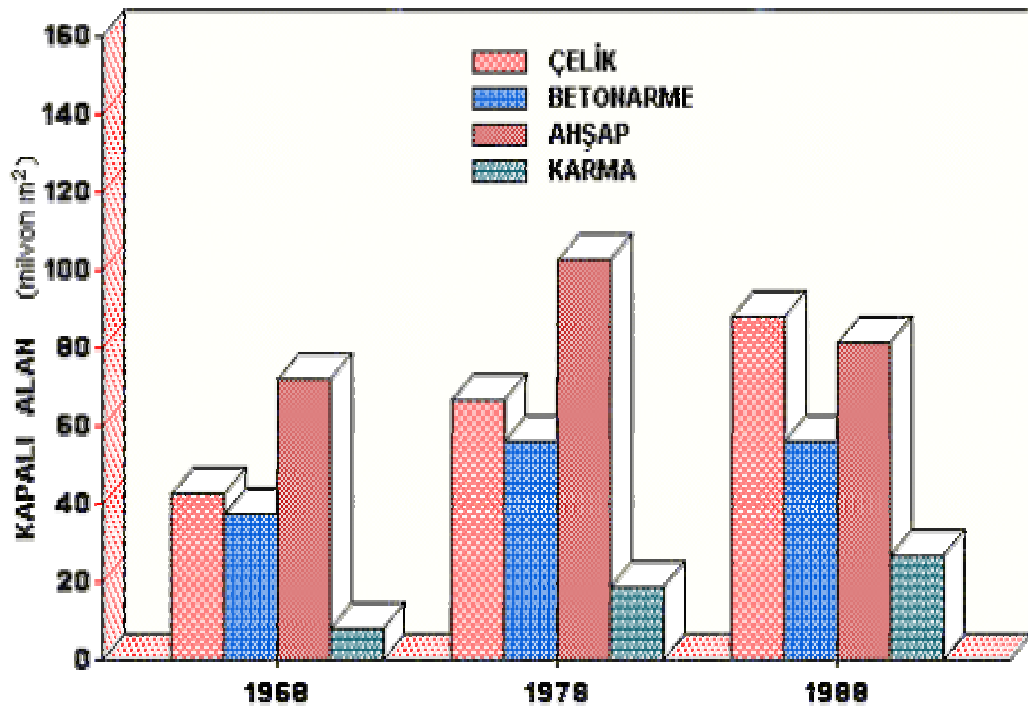
1. GİRİŞ

Çelik prefabrik yapılar, soğukta şekil verilmiş çelik profillerden oluşan taşıyıcı duvar, döşeme ve çatı panellerinin gerekli ankraj kurallarına göre birleştirilmesinden oluşan sistemdir. Çelik prefabrik yapılar ilk uygulamaları 1950'li yılların sonunda Almanya'da yapılmış ve bugünkü halini alması da 1980'li yılları bulmuştur. Amerika'da yaygın olarak kullanılan ahşap evlerin yerini 1980'lerde hafif çelik evler almıştır [1].

Ahşap fiyatlarının talep artışıyla yükselmesi ve nakliye kolaylığı açısından çelik prefabrik yapıların üstünlüğü piyasanın çelik evlere yönelmesini sağlamıştır. 1999 Ağustos depremi sonrası yeni arayışlar içinde olan yapı sektörü, ülkemiz için yeni sayılacak çelik prefabrik yapıları kullanmaya başlamıştır [1].

Günümüzde ise çeliğin depreme, yangına ve rüzgâra karşı dayanıklı olması, fire ve kayıpların çok az olması, üretimi ve montajının çok hızlı olması, çevre dostu olması, geri dönüşüm oranının diğer malzemelere göre daha çok olması, teknolojik gelişmeler ile işlenilebilirliğinin çok artması, maliyetlerin düşük, güvenilirliğin çok yüksek olması bu sistemin 21. yüzyılın sistemi olacağını göstermiştir [1].

ABD, Japonya, Almanya, İngiltere, İsveç, İspanya, Fransa ve Finlandiya gibi gelişmiş ve daha çok deprem bölgelerinde bulunan ülkelerde yapı çeliği kullanımının önemli oranlara ulaştığı görülmektedir [1].



Şekil 1.1. Taşıyıcı sistem malzemesine göre, Japonya da ki yapı türleri [1]

Bu yapılarda konforlu bir ortamın oluşturulabilmesi, yapı elemanlarında yalıtımın iyi olmasına bağlıdır. Yapılarda genellikle beş tür yalıtım vardır, bunlardan soğutma ve ısıtma izolasyonundan sadece ısıtma izolasyonu temel alındığı için uygulama da dört tür yalıtım vardır. Bunlar temel olarak su yalıtımı, yangın yalıtımı, ses yalıtımı ve ısı yalıtımıdır.

Yapıların uzun ömürlü olabilmesi, sağlıklı konforlu ve güvenli bir ortam sağlayabilmesi için suyun veya nemin yapının bir kısmına veya kapsadığı hacimlere zarar vermesini önlemek amacıyla yapılan, su veya nemin ahşap, metal gibi gereçler üzerindeki olumsuz etkilerine karşı uygun bir şekilde su yalıtımı yapılmalıdır.

Endüstriyel gelişimle birlikte hayatımızın tüm alanlarında daha fazla enerji kullanmaya başladık. Daha çok enerji kullanımı, rahatlık ve konfor beraberinde getirdiği kadar çeşitli riskleri de getirmiştir. Bu risklerin en önemlilerinden biri de yangın riskidir.

Prefabrik yapılarda ve işyerlerinde kullanılan malzemelerin büyük çoğunluğu yanıcı olduğundan yangın riskini arttırır. Hiçbir ürün için yanmaz demek doğru tanımlama olmaz. Önemli olan binaların yangına dayanıklılık süresini arttırmaktır. Müdahale süresini uzatarak soğutmaya yardımcı olmak ve oradaki insanların binadan kaçacak yeterli zamanı bulmasını sağlamaktır.

Son yıllardaki bilimsel ve teknolojik gelişmeler sonucu toplum hayatında ortaya çıkan gürültü sorunu, ülkemizde de önem kazanmaya başlamıştır. Aslında gürültü kontrolü veya ses yalıtımı, çağdaş yaşam konforunun ayrılmaz bir parçası olup, insan sağlığı ve yapı konforuyla doğrudan ilişkilidir.

Prefabrik yapılardaki gelişmeler ile birlikte, yapılar kalın boyutlu ve ağır malzemelerden narin-ince boyutlu hafif malzemelere geçmiştir. Bu durum, sağladığı birçok yarar yanında yapı fiziği ve ısı yalıtımı konularında daha dikkatli davranmak gereğini ortaya getirmiştir. Binanın ısı yalıtımı, yapının gerek kışın, gerekse yazın karşılaşacağı dış şartları güvenle karşılayabilecek şekilde düşünülmelidir [1].

Bu araştırmanın alanı, çelik prefabrik yapıları oluşturan yapı elemanlarının 2010 yılı birim fiyatlarını esas alarak, yapı maliyet analizlerini yapıp, ekonomik prefabrik tipinin oluşturulması amaçlanmaktadır.

Yapılan hesaplamalar doğrultusunda, yapı elemanlarının farklı şekilde dizilmeleri neticesinde, isteğe bağlı olarak farklı prefabrik yapı tipleri teşekkül ettirilebilir. Bu sayede çelik prefabrik yapıları seçerken bütçeye en uygun veya en kaliteli sistemi belirleyebilme imkânı sağlanmış olacaktır.

2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

Ülkemiz konut üretiminde kullanılan üç temel yapım sisteminin (geleneksel, geliştirilmiş geleneksel, endüstrileşmiş yapım sistemleri) yaygın bir kullanım alanı bulunmaktadır. Ancak bu sistemlerin olumsuz bazı yönlerinin olduğu ve alternatif yapım sistemleri ve malzemesi arayışının da gerekliliği ortadadır. Son yıllarda, bu konuya yönelik yapılan tartışmalarda adı en çok ön plana çıkan sistem ve malzemelerden birisi de hafif çelik elemanlar ile oluşturulmuş konut yapım sistemleri olmuştur [1].

Hafif çelik strüktürlü konut yapılarının hızlı inşa edilmeleri, bu yapılarda kullanılan profillerin hafifliği ve geri dönüştürülebilir olmaları gibi birçok özelliğine karşın ülkemizde henüz yeteri kadar tanınmamaktadır. Bu nedenle, gerek konu ile ilgili kaynaklar, gerekse uygulama örnekleri yok denecek kadar azdır.

Hafif çelik strüktürlü konut yapılarının yapım süreci, korozyon, yangın, ısı denetim ve ses denetimi gibi performans kriterleri ile yapı elemanları bazında sistem irdelenmeye çalışılmıştır. Bu irdelenmenin öncesinde, çelik malzemesi ile ilgili genel bilgilere ve özelliklere de yer verilmiştir [1].

Prefabrik, Fransızca préfabriqué. “Parçaları önceden hazırlanıp, konulacağı yerde bir bütün oluşturan, kurma” anlamında dilimizde kullanılmaktadır. İngilizce anlamı prefabricated dır. Prefabrik evler malzemeleri önceden fabrikada üretilmiş çelik konstrüksiyonlu yapılardır [1].

Prefabrik yapıların inşaat sektöründe kullanımı, Avrupa'da özellikle İngiltere'de 18. yüzyıl sonlarında, ABD de 19. yy ortalarına doğru başlamıştır. 2. Dünya Savaşı' nın ardından çelik üreticilerinin elinde bol miktarda çeliğin bulunması, savaşın etkisiyle büyüyen kapasitelerini konut üretimine yönlendirmelerine yol açmıştır [1].

1980' lere gelindiğinde, gerek hafif çelik endüstrisindeki ilerlemeler ve gerekse ağaç fiyatındaki artış, hafif çelik konutlarda talep patlaması yaratmıştır [1].



Resim 2.1. Amerika'da yapılmış olan çelik prefabrik ev örneği

Çeliğin depreme, yangına ve rüzgâra karşı dayanıklı olması, fire ve kayıpların çok az olması, üretimi ve montajının çok hızlı olması, çevre dostu olması, geri dönüşüm oranının diğer malzemelere göre daha çok olması, teknolojik gelişmeler ile işlenilebilirliğinin çok artması, maliyetlerin düşük, güvenilirliğin çok yüksek olması bu sistemin 21. yüzyılın sistemi olacağını göstermiştir. [1]. Hafif çelik sistemli yapıların yaygın olarak kullanıldığı ülkeler ve yapı stokun da teşkil etmiş olduğu yüzdeler [1].

Çizelge 2.1. Dünyada çelik prefabrik evlerin, diğer yapılara göre yüzdeleri [1]

Ülke	Yapı Stoku
ABD	%25
Avustralya	%15
Japonya	%15
İngiltere	%10
Türkiye	%3

Prefabrik yapılar ülkemizdeki özellikle kamu binalarının prefabrik olarak inşa edilmesinin önemi, 1999 Marmara depreminden sonra vurgulanmaya başlanmıştır. Konut sektöründe ise az katlı yapılara yönelimle gündeme gelen prefabrik sistemler, 2000 yılından bu yana Türkiye’ de inşa edilmeye başlamıştır [1].

% 3 oranındaki yapı stoku ile henüz işin başlarında olmasına rağmen, prefabrik yapılara olan talebin artması ve az katlı konut pazarının sürekli genişlemesi sonucunda, yakın gelecekte prefabrik yapı sisteminin Türkiye inşaat sektöründeki yerini sağlamlaştıracığı öngörülmektedir [1].



Resim 2.2. Düzce depreminde yapılmış olan prefabrik yapılar

Prefabrik yapılar kullanılan malzeme türlerine göre, ahşap, beton veya çelik prefabrik yapı sistemleri akla gelir. Yapı türünün seçiminde birçok etkenle birlikte hammadde fiyatları, yapıların kullanım amacı, mimari özellikleri ve yöresel koşullar da etkili olmaktadır [1].

Taşıyıcı sisteminde kullanılan malzeme türlerine göre üçe ayrılırlar;

Çelik prefabrik yapılar: Tüm gelişmiş ülkelerde uygulanmakta olan prefabrik çelik çerçeveli yapı sistemlerinde fabrikada bilgisayar kontrollü makineler ile sürekli denetim altında üretilen çelik yapı elemanları şantiyede bulonlar ile birleştirilerek en tehlikeli deprem bölgelerinde bile kısa sürede çok katlı, büyük açıklıklı ve ekonomik binalar yapılabilmektedir [1].



Resim 2.3. Çelik prefabrik yapı örneği [6]

Ahşap prefabrik yapılar: Geniş orman alanları bulunan ülkelerde bir-iki katlı konutlar prefabrik ahşap yapı elemanları ile yapılmaktadır. Ülkemizde ise; hem hızla yok olan ormanlarımızdan elde edilen ahşabın pahalı olması, hem de çürüme ve yangına karşı korumayı sağlayacak işlemlerin ekonomik olmaması nedeniyle yaygınlaşmamıştır [1].

İthal edilen veya bunlardan kopya edilerek yapılan konutlar yerine Doğu Karadeniz bölgemizde kullanılan, deprem ve rüzgâr gibi yatay yüklere karşı çaprazları bulunan, ahşap yapı türlerine öncelik verilmesinde yarar görülmektedir [1].



Resim 2.4. Ahşap prefabrik yapı örneği

Betonarme prefabrik yapılar: Ülkemizde de üretilen betonarme prefabrik taşıyıcı elemanların yaygın kullanım alanı, köprüler ve endüstri yapıları olmuştur. Ermenistan, tek ve çok katlı beton prefabrik yapıların en yaygın olarak kullanıldığı ülkelerden biridir. 1988 yılındaki 6,9 şiddetindeki depremde söz konusu yapıların tamamına yakını çökmüş veya kullanılamayacak derecede ağır hasar görmüştür [1].

Bu depremden sonra tüm dünyada yapılan yoğun çalışmalar sonucu eleman birleşim bölgeleri başta olmak üzere taşıyıcı sistem detaylarında yapılan düzeltmelere karşın, Ceyhan ve Gölcük depremlerinde görüldüğü gibi, yatay yüklere karşı dayanımında önemli bir gelişme olmadığı ya da ülkemizdeki uygulamaların hatalı olduğu görülmektedir [1].



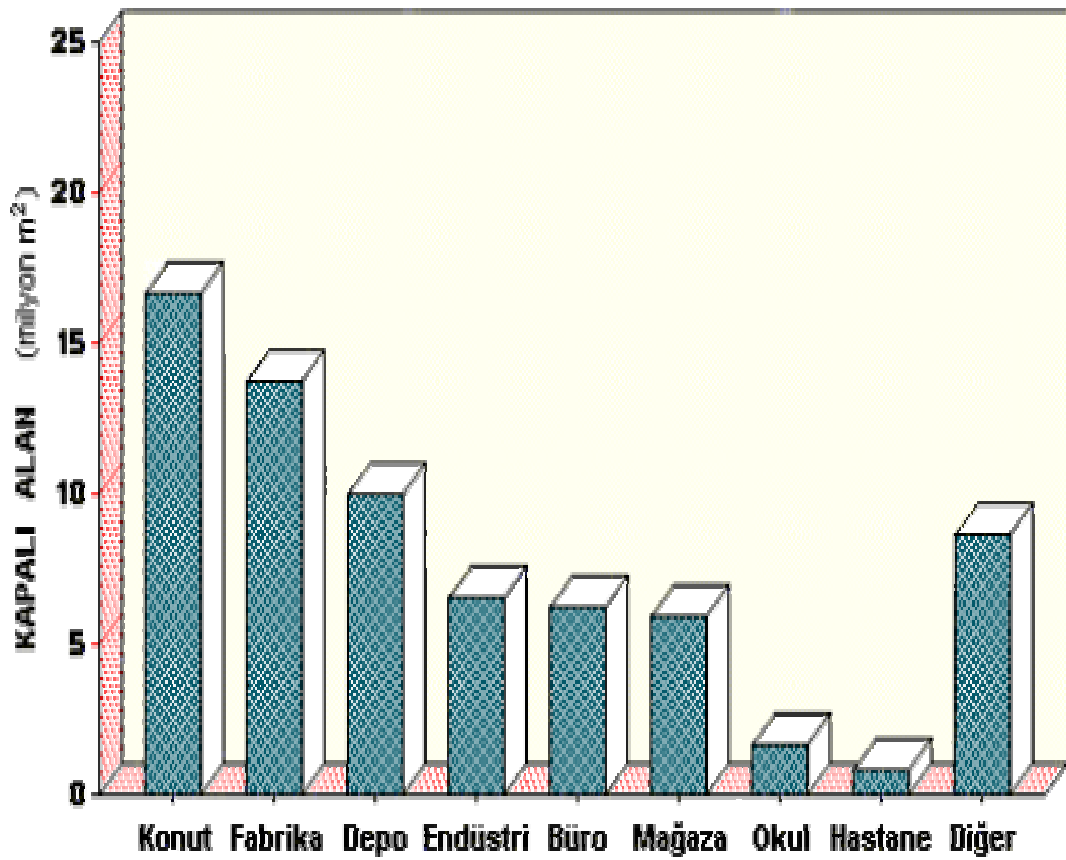
Resim 2.5. Betonarme prefabrik, fabrika örneği

Bu araştırmada, elik prefabrik yapıların ülkemizdeki gelişim süreci, yapısal özellikleri, avantajları, imalat, montaj ve yalıtım usulleri ile yapılardaki kaplama ve yalıtım malzemelerinin maliyet analizlerini konu alan kaynaklar incelemeye alınmıştır.

3. ÇELİK PREFABRİK YAPILARIN GENEL ÖZELLİKLERİ, İMALAT VE MONTAJ KURALLARI

3.1. Çelik Prefabrik Yapıların Kullanım Alanları

Hafif prefabrik yapıların son yıllarda ülkemizde kullanım yelpazesi gittikçe çoğalmaktadır. Önceleri yalnız şantiye binalarını kapsarken, daha sonraları deprem evleri olarak yapılmaya başlandı. Günümüzde ise okul, kreş, yurt, iş yeri, halk pazarı, lokanta, mescit, konut ve daha akla gelmeyen birçok prefabrik yapı yapılmaktadır. Bununla beraber özellikle konut olarak prefabrik inşaat piyasasında layık olduğu yeri tam anlamıyla alamamıştır. Amerika ve Avrupa'da çok yaygın olmasına rağmen ülkemizde kullanıcı tarafından şüpheyile karşılanmaktadır [1].



Şekil 3.1. Kullanım amacına göre çelik prefabrik yapılar [1]

Hâlbuki son yıllarda bu konu ile ilgili sanayinin gelişmesi inşaata göre daha ekonomik ve süratli konutlar yapmaya imkân tanımıştır. Çiftlik, bağ evleri, yazlık, villalar, motel, ticari yapılar, kışlık, açık cezaevleri, tatil köyleri gibi ikinci konut dediğimiz yapı türlerindeki açığı bu tür yapılarla son derece süratli ve ekonomik olarak 15 gün gibi kısa bir sürede, ısı ve ses izolasyonuna sahip, depreme dayanıklı prefabrik yapıları yapmak mümkündür.

3.2. Çelik Prefabrik Yapıların Genel Özellikleri

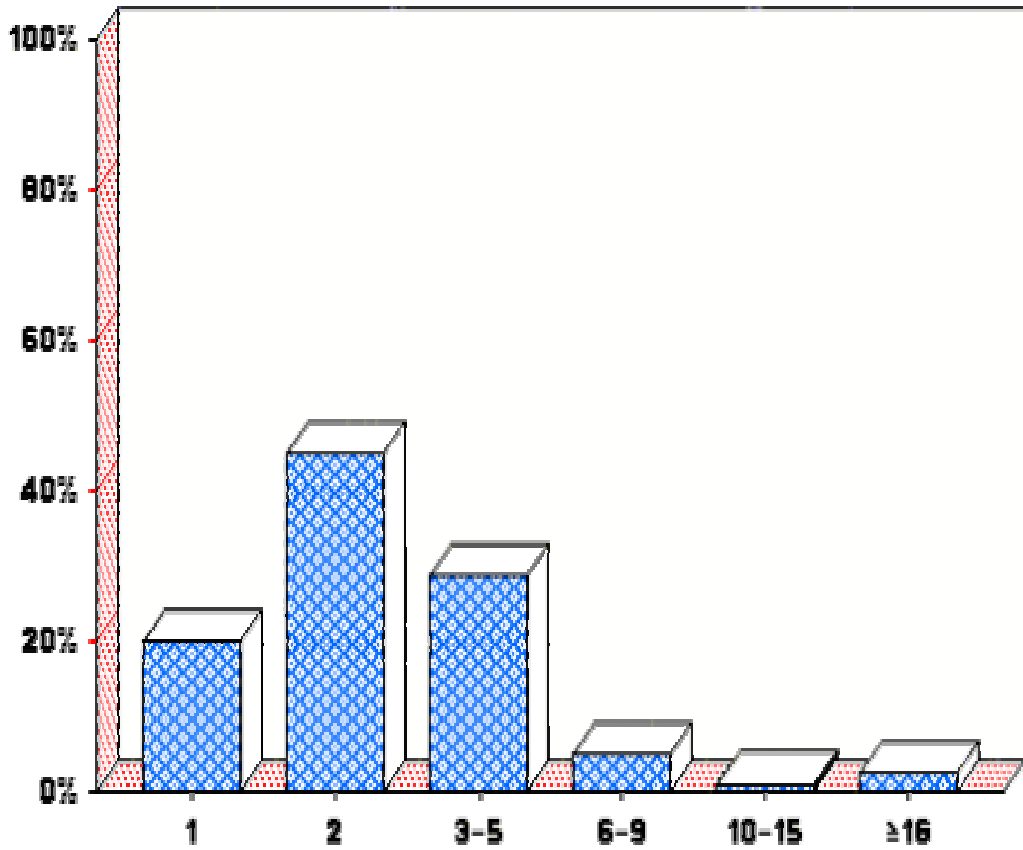
Ön üretilmiş çelik sistemde insan hatası minimize edilmiştir. Profiller şartnamelere uygun sacdan, bilgisayarla tasarlanıp üretilip, tekniğine uygun olarak montajı yapılırsa yapı doğru ve güvenlidir. Prefabrik yapılar ince kesitli çeliklerden oluştuğu için diğer yapı türlerine göre 10 kat daha hafiftir. Depremden diğer yapılara göre az etkilenir. Çok kötü zemin koşullarında bile uygulanabilir hafif ve sağlam bir sistemdir. Yüksek dayanımı nedeni ile hafif çeliğin öz ağırlığının taşıdığı yükün, yararlı yüke oranı çok küçüktür. Prefabrik yapıların profilleri homojen, izotrop, yüksek duktilite özellikleri gösterir [2].

Denetimli üretimle tüm profil kesitlerinde eleman özellikleri aynıdır. Hızlı ve kolay montaj sayesinde yapım süresi kısalmıştır. Hava ve iklim koşullarına bağlı kalmadan, sürekli inşa edilebilir.

Fabrika üretimi aşamasında tesisat delikleri açılabilirdiği için delme ve kırma yoktur. Çoklu üretime uygundur. Paket halde hazırlanabilen yapı birimleri kolaylıkla saklanabilir.

Sistem elemanları diğer yapı tekniklerinde olduğu gibi çalışan ve şekil değiştiren malzemelerden oluşmadığı için doğru şekilde yalıtıldığında yapısal değişiklik göstermez.

Böcek ve benzeri haşere oluşumuna yol açmaz. Hafif çelik taşıyıcı sistemlerde galvanizleme yoluyla sağlanan korozyon direnci sistemin uzun ömürlü olmasını sağlar. Sistem farklı çelik elemanlar ile desteklenirse üç kattan fazla yapıda yapılabilir [2].



Şekil 3.2. Çelik prefabrik yapıların kat sayılarına göre yapılma yüzdeleri [1]

Konteynır olarak imalatı yapılanlarda ise, bütün imalatlar fabrika ortamında yapılmakta olup, hata payı yok denecek kadar azdır. Ayrıca temel istemez, istenildiği zaman başka mekânlara kolayca nakledilebilir.

3.3. Çelik Prefabrik Yapıların Avantajları

Sağlamdır;

En büyük doğal afet olan deprem riskine karşı, prefabrik yapılar aynı büyüklükte betonarme yapıdan çok daha sağlamdır. Çelik profiller homojen, izotop olmalarının yanı sıra, yüksek rijitlik ve yüksek düktilite özelliklerine sahiptirler. Toplam yapı ağırlığının betonarme binadan yaklaşık % 80 hafif olması nedeniyle yanal deprem yükleri büyük oranda azalır. İnce cidarlı çelik elemanlarla oluşturulan yapılar olması sebebiyle de, “yük taşıma kapasitesi / zati ağırlık” oranının yüksek olması nedeniyle diğer yapı türlerine göre, depremden daha az etkilenmektedir. Deprem korkusu hayatınızdan çıkar [3].

Hızlıdır;

Prefabrik yapılar da 150 m² lik bir binanızın hafriyat aşamasından anahtar teslim durumuna geliş süresi sadece 1 aydır. Aynı büyüklükte betonarme binanın yapım süresi ise 3 aydır. Kötü hava şartlarına rağmen, inşaat makineleri gerektirmeden, vasıfsız işçilerle kolay montaj edilebilmektedir [3].

Montaj ve sökülmesi kolaydır;

Yapı elemanları kolayca kurulup sökülebilmektedir, merdiven konumunda kısıtlama olmaması ve modüler tasarıma uygun olarak çok estetik mekânlar elde edilebilir. Ayrıca üretim esnasında tesisat geçişlerine ait delikler açılabilirdiğinden elektrik tesisatı, sıhhi ve kalorifer tesisatı geçişlerinde işgücü ve zamandan tasarruf söz konusudur [3].

Hatasızdır;

Prefabrik yapılar da binanızı oluşturan taşıyıcı panellerin tamamı bilgisayar kontrollü üretim tesislerimizde imal edildiğinden hata payı yoktur. Sistem, üretimin her aşamasında kalite kontrolüne imkân sağlar [3].

Uzun ömürlüdür;

Prefabrik yapılar da kullanılan bütün profiller yüksek çinko kaplamalı galvaniz malzemeden üretilmiştir. montaj sırasında uygulanan üstün yalıtım tekniği sayesinde yapınızın uzun ömürlü olması sağlanır [3].

Cazip ve güvenlidir;

Prefabrik yapılar deprem bölgeleri için vazgeçilmez yapı imkânları sunar. Kırılma, çatlama, dönme, çatlama yapmaz. Çelik yapının topraklama özelliği sayesinde yıldırım riski taşımaz [3].

Sorunsuzdur;

Prefabrik yapılar da inşaatlardaki belirsizlikler, sürekli uzayan yapım süreleri, maliyet artışları, kalifiye eleman sıkıntısı ve benzeri sorunlar yoktur [3].

Ekonomiktir;

Prefabrik yapıların tasarım aşamasında fiyat, malzeme kalitesi ve marka bellidir. Hiç bir şekilde sürpriz ile karşılaşmazsınız. İnşaat süresinin kısalığı size finansman kolaylığı sağlar [3].

Sağlıklıdır;

Prefabrik yapılar yüksek ısı ve ses yalıtımı sağlar, su ve korozyondan binanızı tecrit eder. Yangın güvenliği üst seviyededir [3].

Çevrecidir;

Çeliğin geri dönüşüm özelliği sayesinde, ömrünü doldurup yıkılan binalardan arda kalan çelik malzeme, dönüştürülerek tekrar kullanılmaktadır. Böylece yapılar yıkıldıktan sonra bile hammadde olarak kullanılmakta, ülke ekonomisi ve çevre daha az zarar görmektedir [3].

3.4. Çelik Prefabrik Yapıların Statik Hesaplamalarında Uyulması Gerekli Olan Yasal Mevzuatlar.

Prefabrik yapılar, tasarımlarda kullanıcı ergonomisini ve müşteri ve idare teknik şartnameleri esas alınarak mimarlar tarafından hazırlanan projeye göre ve yapının bulunduğu bölgeye göre gerekli sismik ve statik hesaplar, proje ve standartlarda belirlenen yük değerlerine göre, SAP2000, Archicad, CFS, STA4CAD, Bricscad, Strucad, programları ile yapılmaktadır [3].

Teknik çizimler ise Autocad çizim programında çizilir. Statik açısından Prefabrik yapılarda duvar panelleri düşey taşıyıcı olarak hesaplanır. Bütün bina yüzeyinde bulunan OSB veya diğer kaplama panelleri duvar taşıyıcı elemanlarında yanal burkulma boylarını kısıtlar ve elemanların deprem ve rüzgâr etkisinde birlikte çalışmasını temin eder [3].

Döşeme düzlemlerinde bulunan OSB veya diğer kaplama panelleri kat rijitleştirici olarak görev alır. Deprem ve rüzgâr yüklerinin etkileri, çapraz bağlantı elemanları kullanılarak teşkil edilmiş duvar panelleri ile karşılanır [3].



Resim 3.1. Çelik prefabrik yapıların taşıyıcı sistem görünüşü [3]

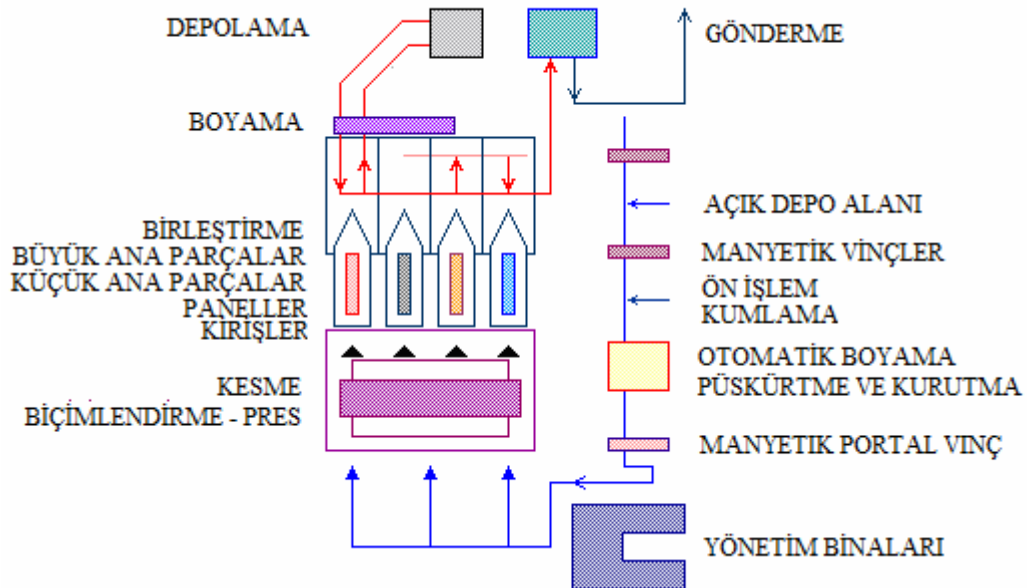
Statik hesaplamalar ve çizimler yapılırken de aşağıda belirtilen kanun, yönetmelik ve standartlara uyularak gerçekleştirilir [4,5].

- ✓ 3194 Sayılı İmar Kanunu,
- ✓ İlgili Belediyelerce düzenlenmiş olan imar yönetmelikleri,
- ✓ Afet Bölgelerinde yapılacak yapılar hakkında yönetmelik,
- ✓ TS 648: Çelik yapıların hesap ve yapım kuralları,
- ✓ TS 6793: Konutlarda ve kamu binalarında kullanılan yükleri,
- ✓ TS 498: Yapı elemanlarının boyutlandırılmasında alınacak yüklerin hesap değerleri,
- ✓ TS 11372: Çelik yapılar-hafif-soğukta şekil verilmiş profillerle oluşturulan-hesap kuralları,
- ✓ TS EN 1991-1-3: Yapılar üzerindeki etkiler - Bölüm 1-3: Genel etkiler - Kar yükleri,
- ✓ TS EN 1993-1-2/AC: Çelik yapıların tasarımı - Bölüm 1-2: Genel kurallar - Yangına karşı yapısal tasarım.
- ✓ TS 4561: Çelik yapıların plastik teoriye göre hesap kuralları,
- ✓ TS EN 1090-1: Çelik yapı uygulamaları - Bölüm 1: Yapısal bileşenlerin uygunluk değerlendirme gerekleri,
- ✓ TS EN 1090-3: Çelik ve alüminyum yapı uygulamaları
Bölüm 3: Alüminyum yapılar için teknik gerekler,
- ✓ TS EN 1998-3: Depreme Dayanıklı Yapıların Projelendirilmesi
Bölüm 3: binaların değerlendirilmesi ve güçlendirilmesi,
- ✓ TS EN 10346: Devamlı sıcak daldırmayla kaplanmış yassı mamuller - Teknik teslim şartları,
- ✓ TS EN 10162: Çelik profiller- Soğuk haddelenmiş- Teknik teslim şartları- Boyut ve kesit toleransları,
- ✓ TS EN 20898-7: Bağlama Elemanlarının- Mekanik Özellikleri Kısım 7: Anma Çapları 1 mm - 10 mm Olan Civatalar İçin Burulma Deneyi ve En Küçük Momentler,
- ✓ TS 3611 EN 20898-2: Bağlama Elemanlarının Mekanik Özellikleri-Bölüm 2: Deney Yüğü Değerleri Belirlenmiş Somunlar-Normal Adımlı,

3.5. Çelik Prefabrik Yapıların İmalat Usulleri

Taşıyıcı duvar ve döşeme panellerinden oluşan sistem profilleri sıcak daldırma galvanize teknolojiyle üretilen sıcak hadde rulo galvaniz saclardan, soğuk şekillendirilerek (cold – forming) imal edilir [3].

Ülkemizde imal edilen taşıyıcı sistemlerde Erdemir kalite no:1335 ve/veya Erdemir kalite no: 1322 olan malzeme kullanılmaktadır. Profil kesitleri 0.5 mm ile 3,0 mm arası kalınlıklarda ve U, C, L, Z şekillerindedir. Düzgün aralıklarla dizilmiş duvar ve döşeme taşıyıcı elemanları yatayda ve düşeyde ara elemanlarla birbirine bağlanır [3].



Şekil 3.3. Çelik prefabrik yapılara ait iş akış şeması [3]

Yatay yükleri karşılaması anlamında çapraz gergi elemanları ve yatay kuşaklar ile sistem giydirilir. Paneller arasında yük aktarımı yardımcı çelik ankraj elemanları vasıtası ile sağlanır. Aşırı zorlanan noktalarda dolu gövdeli çelik profillerde sisteme dahil edilebilir [3].



Resim 3.2. Soğuk şekillendirme, imalat hattı [3]

Sistemde bağlantı elemanları olarak delme kabiliyeti olan çelik vidalar ve bulonlar kullanılmaktadır. Çelik galvanizli profiller gibi bu vidalarda galvanizlidir. Sistemin bütünü yatayda ve dikeyde OSB ve diğer kaplama panelleri ile birbirine bağlanarak düzleminde rijit hale gelir [3].

Çelik yapı Sisteminde profiller; Fabrikalarda roll- forming makinelerinde üretilir, tezgâhlarımızda döşeme, çatı ve duvar panelleri haline getirilir ve şantiye mahalline gönderilir [3].

Bazı imalat tiplerinde ise tüm taşıyıcı, makas, aşık ve duvar panelleri, kutu profillerden yapılır.



Resim 3.3. Prefabrik yapıların duvar panolarının hazırlanışı ve montajı [3]

Konteynırlar ise yaygın olarak 2,4x6,0x2,6 mt, 3,0x6,0x2,6 mt, 3,0x7,0x2,6 mt ve 3,0x8,0x2,6 mt, en-boy-yükseklik ölçülerinde imal edilmektedir. Taşıyıcı çerçeve imalatı ise apkant preste özel şekilde bükülmüş olan 2,0-2,5-3 mm çelik sacdan yapılmaktadır [3].

Zemin, tavan dış duvar ve ara duvar panelleri ise genellikle uygun olarak seçilmiş olan kutu profiller veya Roll-formda çekilmiş 1-2 mm. kalınlığında çelik sacdan mamül “U” ve “C” profillerden oluşan çelik çerçeve vasıtasıyla oluşturulur [3].

Zemin ve tavan profillerinin üzerine, dış duvar profillerinin dış kısmına ise 0,50-0,6-0,8 mm galvaniz veya elektrostatik fırın boyalı trapez sac kaplanması suretiyle rijitlik sağlanmış olur. Sonra teknik şartname veya müşteri isteğine göre kaplaması yapılır [3].



Şekil 3.4.Prefabrik konteynır kesiti [3]

3.6. Çelik Prefabrik Yapıların Temel Tipinin Seçilmesi ve Uygulanması

Temelin oturacağı tabi zemine temel yatağı adı verilir. Temel yatağı derinliğine don seviyesi denir. Temel tabanı sağlam zemine oturtturmalı, don seviyesi altına yapılmalıdır. Zemin her noktada homojen yapıda olmalıdır. Yapıda hareketlere meydan verilmemelidir. Don seviyesi bölgeye, mevsime, zemin yapısına göre değişir. Don seviyesi yapıya, temele, zemine göre uygulanır.

Temel yapının kendi ağırlığıyla üzerine biner ve hareketli yükleri toplar taşır ve sağlam zemine iletir.

Bir binanın zemin yüzeyi altında kalan alt yapısını teşkil eder. Bir yapının taşıyıcı sistemini oluşturan temel elemanlar üzerine gelen yükleri temel emniyetle taşır ve zemine yayar.

Zemin, bina yükünü daha fazla geniş alana yayar. Temele beton dökülmeden önce plana göre hazırlanmış yere kalıplar hazırlanır, blokaj doldurulur, demirler konur, bağlanır zemin tesisat bağlantıları yapıldıktan sonra statik projede belirtilen kalitede beton dökülür daha sonrada kuruması beklenir. Bina temelindeki betonun mukavemetinin yüksek olması için kalıp sökölüne kadar, sabah ve akşamları sulanması gerekir.

Prefabrik yapılarda kaba sıva yapılamayacağı için, temel tabanı taşıdığı yüklerin doğrultusuna dik yani şakülünde ve gönyesinde olmalıdır. Prefabrik yapılarda genellikle sürekli veya radye temel kullanılmaktadır, arazinin durumuna göre bazen farklı uygulamalar da çıkabilmektedir. Üst yapının sağlamlığı için muhakkak, uygun yalıtım malzemeleri ile temel yalıtımı yapılmalıdır.

Yapı dengesi ve zemin iyice incelendikten sonra zemin durumuna göre projelerin yapılması uygun olur.



Resim 3.4. Temel blokajı hazırlanması ve donatı bağlantısının yapımı [6]



Resim 3.5. Temel yalıtımı ve temel kirişlerinin hazırlanışı [6]



Resim 3.6.Çelik prefabrik yapıya ait temel ve su yalıtımının uygulanışı [6]

3.7. Çelik Prefabrik Yapıların Montajı

Şantiye mahalline gelmiş olan hazır duvar, döşeme, çatı panelleri ile bina karkası minimum işgücü ve zamanda kurulur. Montaj sırasında hiçbir şekilde kaynak ve kesim işlemine gerek kalmamaktadır. Panellerin temel birleşimlerinde, fabrikalarda üretilen galvaniz kaplanmış aksesuarlar ile ankraj yapılmaktadır. Panel birleşimlerinde özel cıvatalar kullanılmaktadır [3].



Resim 3.7. Çelik prefabrik yapıların, montaj evrelerini [3]



Resim 3.8. Prefabrik yapının taşıyıcı sistemlerinin, tamamlanmış hali [3]

Fabrikada ki üretim aşamasında bütün tesisat delikleri açıldığından işçilikten tasarruf sağlanmaktadır.

3.8. Çelik Prefabrik Yapıların İnce İşleri

Proje ve Teknik şartnamesine uygun olarak, bütün dış cephelerin OSB ve dış cephe kaplama panelleri ile kuşatılması, su ve ısı izolasyonlu kaplamaların yapılması, elektrik, temiz su, pis su, ısıtma ve soğutma tesisatları, iç duvarların alçı panel kaplanması, pencere ve kapı ünitelerinin montajı, mermer ve seramik kaplanması, boya yapılması sonrasında ince işler gerçekleştirilmiş olur [3].



Resim 3.9. Çelik prefabrik yapının dış cephe kaplaması bitmiş hali [3]

3.9. Çelik Prefabrik Yapılardaki Yapı Elemanlarının Genel Özellikleri



Resim 3.10. Çelik prefabrik bir yapının perspektif plan görünüşü [3]

3.9.1. Dış duvar uygulama sistemi

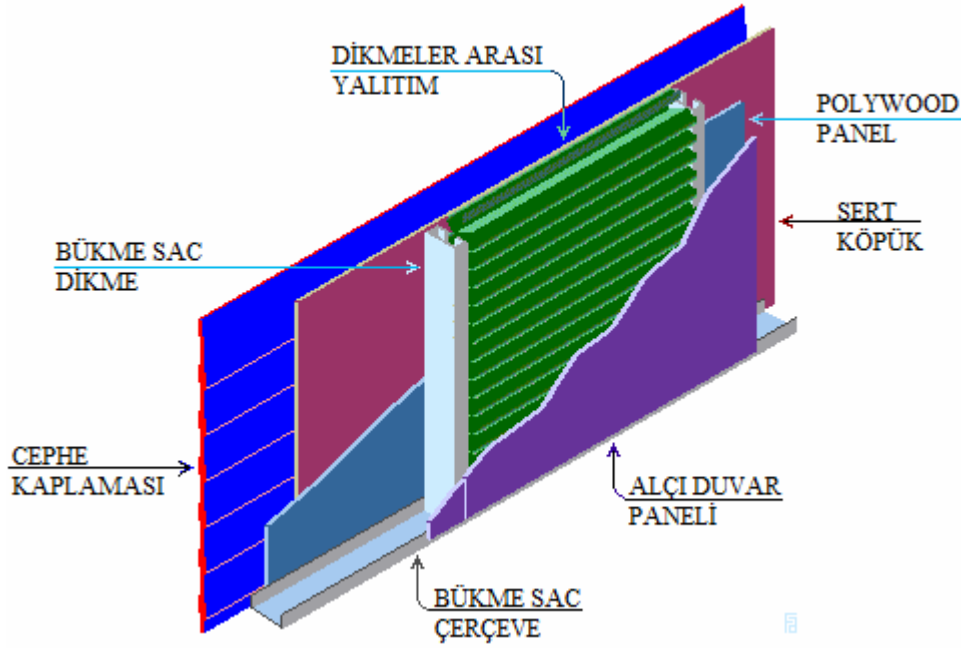
Dış duvar kalınlığı: 40-60-80-100 mm,

Panel taşıyıcı sistemi: Özel bükümlü galvaniz sac veya kutu profil,

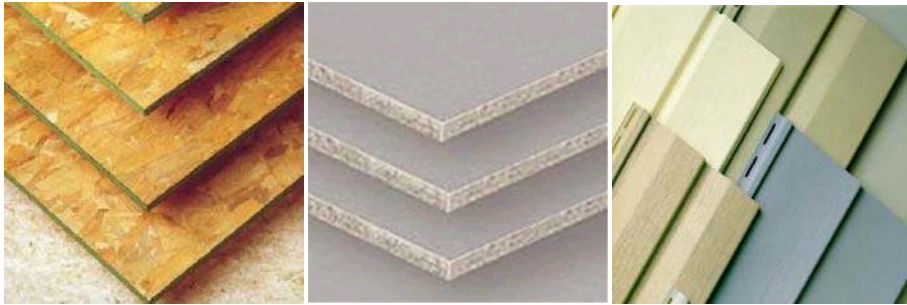
Dış cephe kaplaması: Muhtelif ebat ve kalınlıklarda OSB, betopan, siding, trapez sac, poliüretan dolgulu-taşıyünü dolgulu sandwich panel,

Isı ve ses yalıtım malzemesi: Polistren köpük, camyünü, taşıyünü, XPS, poliüretan dolgu,

Dış duvar iç kaplama: Alçıpan, betopan, suntalam, poliüretan dolgulu-taşıyünü dolgulu sandwich panel [6]



Şekil 3.5. Çelik prefabrik yapılarda dış duvar kaplama kesiti [6]



(a)

(b)

(c)



(d)



(e)

Resim 3.11. Çelik prefabrik yapılarda ki dış duvar kaplama malzemeleri [6]
(a) OSB, (b) betopan, (c) siding, (d) trapez sac,
(e) sandwich panel

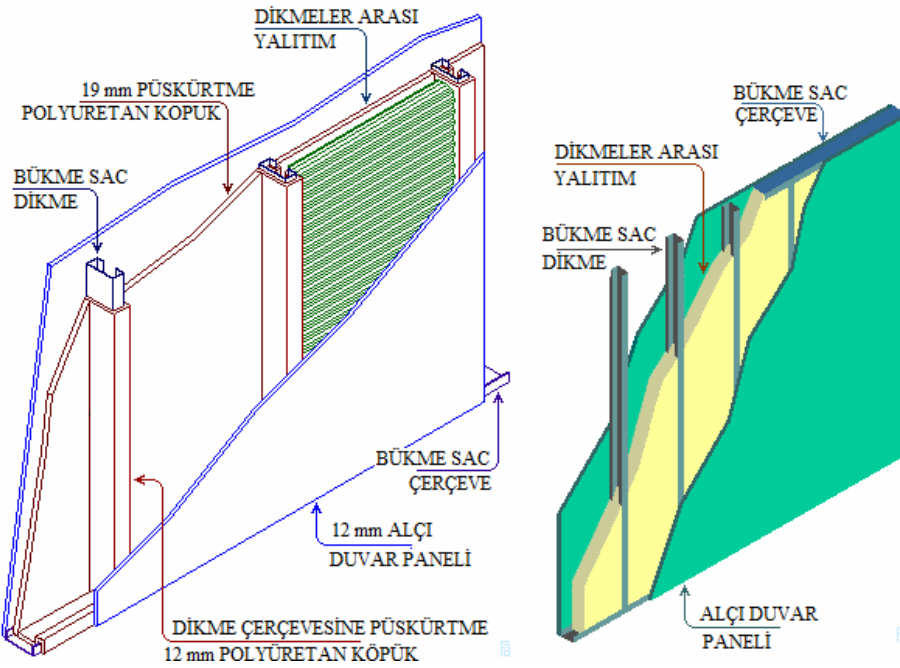
3.9.2. İç duvar uygulama sistemi

İç duvar kalınlığı: 40-60-80-100 mm,

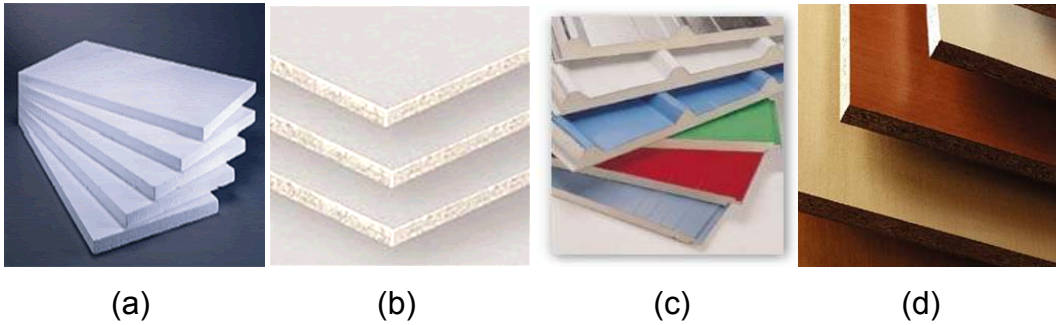
Panel taşıyıcı sistemi: Özel bükümlü galvaniz sac veya kutu profil,

Isı ve ses yalıtım malzemesi: Polistren köpük, camyünü, taşyünü, XPS, poliüretan dolgu,

İç duvar iç kaplama: Alçıpan, betopan, suntalam, poliüretan dolgulu-taşyünü dolgulu sandwich panel [6]



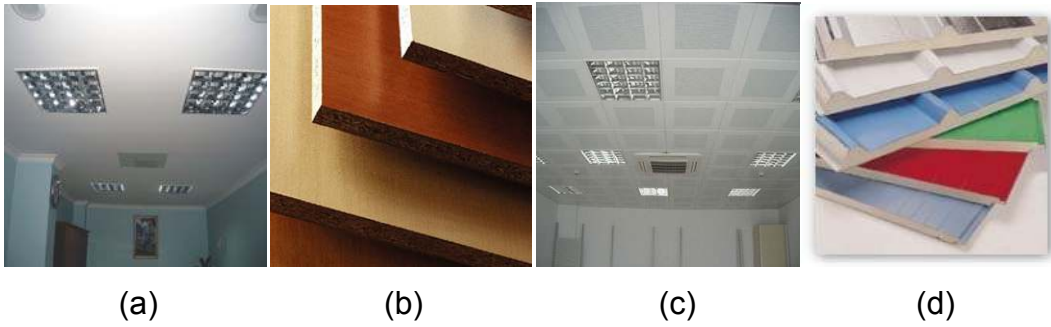
Şekil 3.6. Çelik prefabrik yapılarda iç duvar kesiti [6]



Resim 3.12. Çelik prefabrik yapılarda ki iç duvar kaplama malzemeleri [6]
(a) alçıpan, (b) betopan, (c) sandwich panel, (d) suntalam

3.9.3. Tavan uygulama sistemi

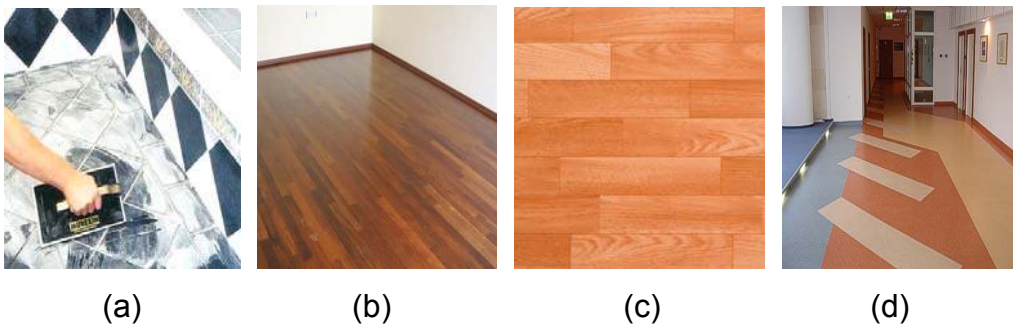
Tavan taşıyıcı sistemi: Askı teli, özel bükümlü galvaniz sac veya kutu profil,
Tavan kaplaması: Alçıpan, suntalam, taşıyıcı asma tavan-alüminyum asma tavan, poliüretan dolgulu-taşıyıcı dolgulu sandwich panel asma tavan [6]



Resim 3.13. Çelik prefabrik yapılarda uygulanan tavan kaplama sistemleri [6]
(a) alçıpan, (b) suntalam, (c) taşıyıcı, (d) sandwich panel

3.9.4. Zemin uygulama sistemi

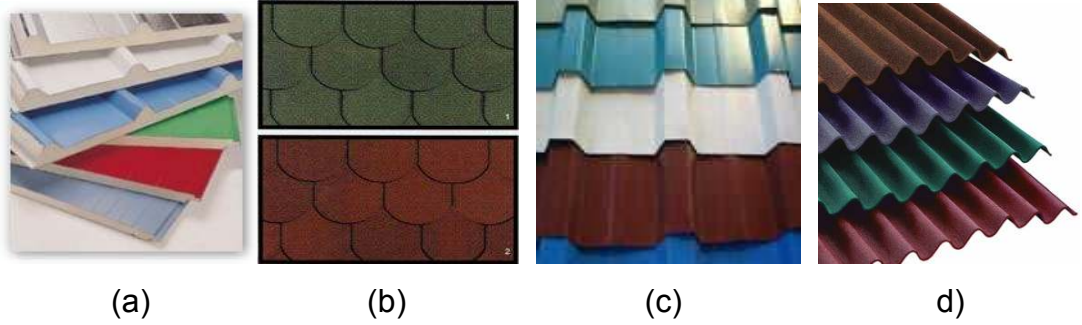
Zemin kaplaması: Seramik, fayans, lamine -laminant parke, PVC muşamba, PVC karo [6]



Resim 3.14. Çelik prefabrik yapılarda uygulanan zemin kaplamaları [6]
(a) seramik, (b) laminant, (c) PVC muşamba, (d) PVC karo

3.9.5. Çatı uygulama sistemi

Çatı kaplaması: Poliüretan dolgulu-taşıyünü dolgulu sandwich panel, shingle, tarpez sac, ondulin [6].



Resim 3.15. Çelik prefabrik yapılarda uygulanan çatı kaplama sistemleri [6]
(a) sandwich panel, (b) shingle, (c) tarpez sac, (d) ondulin

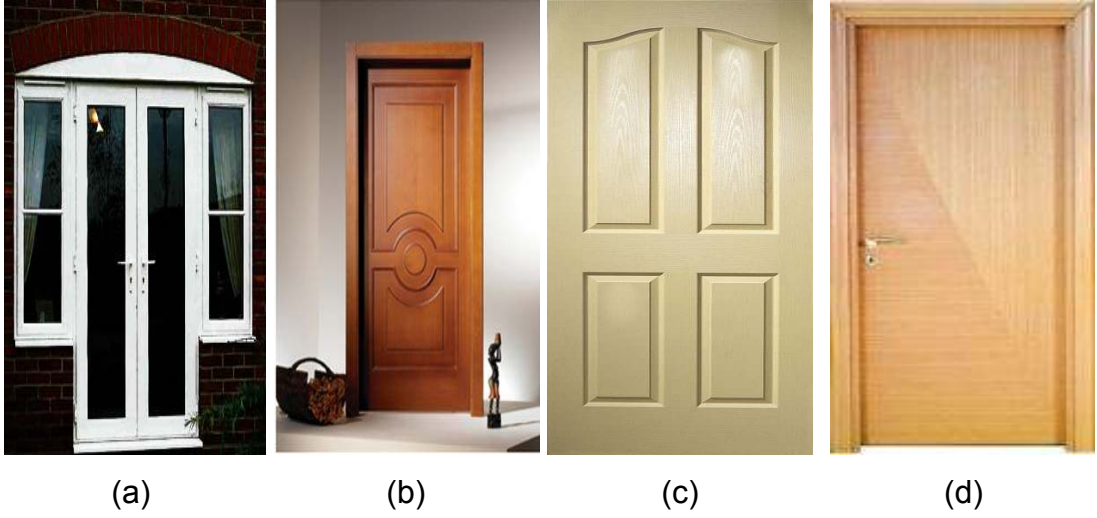
3.9.6. Kapı uygulama sistemi

Dış kapı: Çelik, PVC, alüminyum, ahşap,

İç kapı: Alüminyum, ahşap, Amerikan panel, lamine kapı [6]



Resim 3.16. Çelik prefabrik yapılarda kullanılan dış kapı sistemleri [6]
(a) çelik, (b) PVC, (c) alüminyum, (d) ahşap,

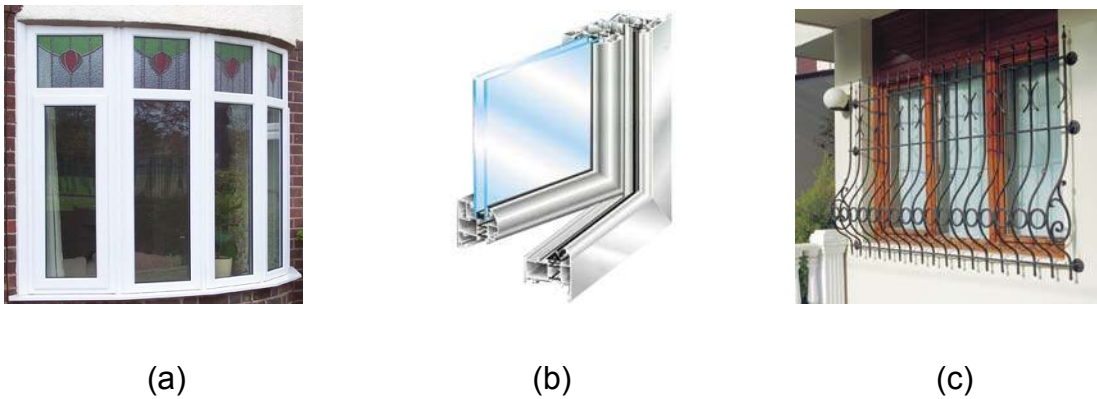


Resim 3.17. Çelik prefabrik yapılarda kullanılan iç kapı sistemleri [6]
(a) alüminyum, (b) ahşap, (c) Amerikan panel, (d) lamine,

3.9.7. Pencere uygulama sistemi

Dış pencere: PVC, alüminyum, ahşap, pencere türlerinde uygulanır.

Prefabrik yapılarda ve konteynırlar da şartname ve müşteri isteği doğrultusunda, yukarıda belirtilmiş olan malzemeler farklı kombinasyonlarda kullanılmaktadır [6].



Resim 3.18. Çelik prefabrik yapılarda kullanılan pencere sistemleri [6]
(a) PVC, (b) alüminyum, (c) ahşap,

4. YAPILARDA GENEL YALITIM UYGULAMALARI

Yapı türlerinde genellikle beş tür yalıtım vardır, bunlardan soğutma ve ısıtma izolasyonundan sadece ısıtma izolasyonu baz alındığı için uygulama da dört tür yalıtım vardır. Bunlar temel olarak su yalıtımı, yangın yalıtımı, ses yalıtımı ve ısı yalıtımıdır. Yalıtım uygulamalarında, ülkemiz dört bölgeye ayrılmış olup her bir bölge için limit ısı değerleri belirlenmiştir. Yalıtım hesaplarında bu sınır değerlerin geçilmemesi gerekmektedir [6].



Şekil 4.1. İllere göre derece gün bölgelerini gösteren harita [6]

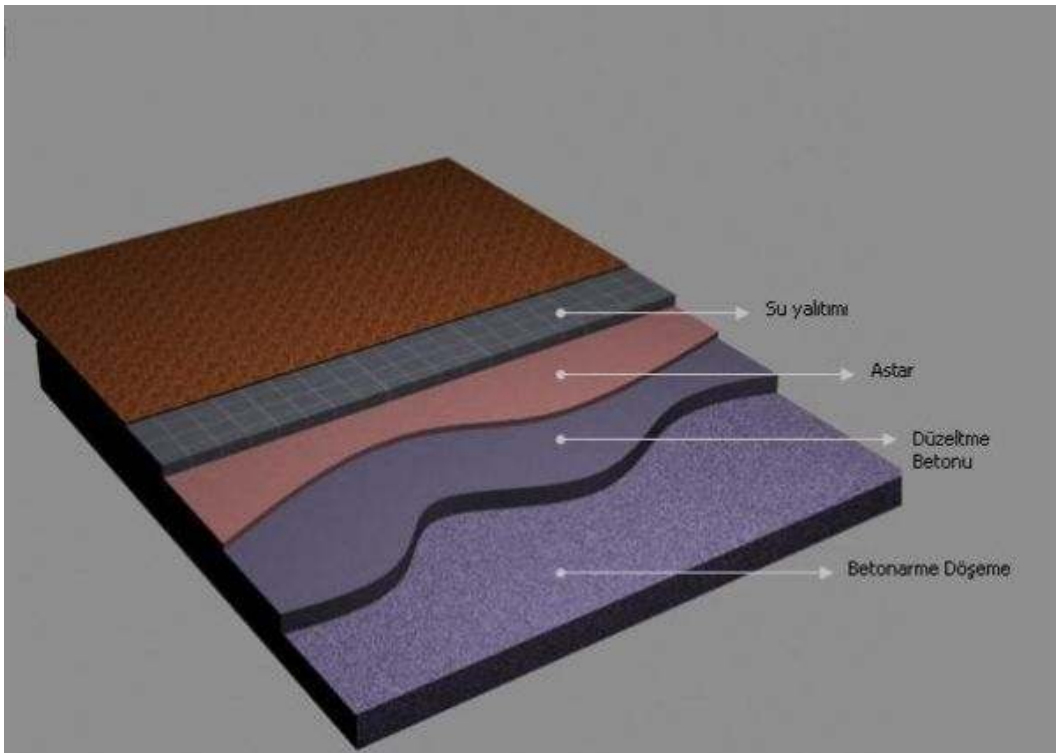
4.1. Yapı Elemanlarında Su Yalıtımı ve Uygulama Usulleri

Yapıların uzun ömürlü olabilmesi, sağlıklı konforlu ve güvenli bir ortam sağlayabilmesi için suyun veya nemin yapının bir kısmına veya kapsadığı hacimlere zarar vermesini önlemek amacıyla yapılan, su veya nemin ahşap, metal, taş, tuğla gibi gereçler üzerindeki olumsuz etkilerine karşı uygulanan yalıtıma “su yalıtımı” adı verilir [7,8].

4.1.1. Temel ve döşemelerde su yalıtımı

Yapıların temel sistemleri genel olarak çeşitli şekillerde projelendirilmektedir. Ama hangi sistem seçilirse seçilsin temelin maksimum sağlamlıkta yapılmış olması tek başına uzun ömür için yeterli değildir. Yapının temelinin üstündeki binayı ömrü boyunca taşıyacak sağlamlıkta olması gereklidir. Yapılan temellerin mutlaka suya ve suyun korozyif etkilerine karşı yalıtılmış olması da gereklidir [9].

Ayrıca; Yapılardaki banyo-mutfak gibi ıslak hacimler, su yalıtımı yapılması gereken alanlardır. Kullanım suyunun yapı elemanlarına zarar vermemesi ve konfor koşullarının sürekliliği için ıslak hacimlerde su yalıtımı yapılması önem taşır. Uygulama su yalıtım örtüleri veya likit ürünlerle yapılabilir. Temelerde su yalıtımı üçe ayrılır; Zemin rutubetine karşı su yalıtımı, basınçsız suya karşı su yalıtımı, basınçlı suya karşı su yalıtımı [9].



Şekil 4.2. Temel ve döşemelerde su yalıtım uygulama detayı [9]

Zemin rutubetine karşı su yalıtımı

Zeminde daima mevcut bulunan, yapının içine sızıp onu yıpratın, zemine bağılı olarak etki gösteren, zemin rutubetine neden olan su sızıntıları řu şekilde açıklanabilir; Zemin taneciklerine yapışın ve sızmayan su, zemin tanecikleri arasında köşelerde tutunan su, zemin taneciklerini saran su, yeraltı suyu gibi çözüümü ise, toprakla temas halinde bulunan bu yüzeylere cam yünü barındıran 3mm polimer bitümlü örtü ile yalıtım yapılır [9].

Basınçsız suya karşı yalıtım

Nazik hareket halinde bulunan, damlayabilir, akabilir durumdaki suya basınçsız su denir. Basınçsız suya karşı, derinliğe bağılı olarak değışen çözümler ikiye ayrılır; [9].



Resim 4.1. Temelde basınçsız suya karşı yalıtım uygulaması

Yatayda: Polyester keçe taşıyıcılı 3mm kalınlıkta polimer bitümlü örtü veya bir kat polyester keçe taşıyıcılı örtü ile bir kat cam tülü taşıyıcılı 3mm kalınlıkta polimer bitümlü örtüler kullanılır [9].

Düşeyde: Bir kat cam tülü taşıyıcılı 3mm polimer bitümlü örtü veya cam tülü taşıyıcılı 3mm kalınlıkta polimer bitümlü örtü iki kat olarak kullanılır [9].

Basınçlı suya karşı yalıtım

Uygulamalara devamlı bir su basıncı etkisinde bulunan sulardır. Basınçlı suya karşı yalıtım detaylandırılması, her projenin özgün zemin ve yapısal koşulları her defasında yeniden etüt edildikten sonra, iki faktöre göre belirlenir, su basıncı ve sıkışma basıncı [9].

Su basıncıyla ilgili kurallar

Temel su yalıtımlarında, yapının etkileneceği su basıncına göre yalıtımın kaç kat olması gerektiği tespit edilmelidir. Bina yükünden oluşan basınca bağlı kurallar, temel su yalıtımlarında, yapının zemine yapacağı basınca göre yalıtım kat adetleri tespit edilmelidir [9].

Bohçalama metodu

Basınçlı suya karşı bohçalama metodu, içten veya dıştan yalıtım olarak adlandırılan iki ayrı sistemde uygulanır [9].



Resim 4.2. Bohçalama uygulanmış bir zemin görünüşü

İçten Yalıtım Uygulaması

Bitişik yapılarda veya temel perdeleri dışında insan çalışmasına yeterli şev açıklığının bulunmadığı hallerde tercih edilir. Bu sistemde ana prensip, bir dış çanak iç yüzüne yatayda ve düşeyde bir defada yalıtım yapılması ve binanın bu havuz içine oturması şeklindedir [9].

Dıştan Yalıtım Uygulaması

Şehir merkezlerinde gibi ayırık nizam yapılarda veya temel perde duvarları dışında insan çalışmasına yeterli şev açıklığının bulunması halinde tercih edilir [9].

Zemine oturan döşemeli bodrumsuz yapılarda

Yeraltı suyunun seviyesi, zemindeki döşemeye yakın veya uzak olsun, basınçsız zemin sularına karşı kullanılan yalıtım malzemeleri ve düzenleme kurallarına göre yalıtım yapılması yeterlidir [9].

Çünkü zemine oturan döşeme, dış zemin yüzeyinden daha yukarıda yapıldığı için yeraltı su seviyesinin yüzeye yakın olduğu yerlerde, yeraltı suları zemine oturan döşemeye ulaşamamakta, dış zemin yüzeyinden boşalabilmektedir.

Bu nedenle bu tür yapılarda basınçlı zemin sularına karşı kullanılan yalıtım malzemeleri ve düzenleme esaslarına göre yalıtım yapmaya ve drenaj sistemine gerek yoktur [9].

Zemine oturmayan döşemeli bodrumsuz yapılarda

Yeraltı su seviyesinin her zaman için yapının alt katmanlarında olması durumunda, zemin ile döşeme arasında bırakılan boşluğun alt kısmı, dış zemin yüzeyine göre aynı hizada veya daha aşağıda yapılabilir. Zemin ile döşeme arası bırakılan boşluğun alt kısmının dış zemin yüzeyinden daha aşağıda yapılması gerektiği ve zeminin yeterli geçirimsizliğe sahip olmadığı durumlarda ise bir çevresel drenaj sistemi önerilmektedir [9].

Yeraltı su seviyesinin yüzeye yakın olduğu durumlarda ise zemin ile döşeme arası bırakılan boşluğun alt kısmının dış zemin yüzeyinden daha yukarıda veya aynı seviyede yapılması önerilmektedir. Bu tür yapılarda, her durumda basınçsız zemin sularına karşı kullanılan yalıtım malzemeleri ve düzenleme esaslarına göre yalıtım yapılması yeterlidir [9].

4.1.2. Duvar ve cephelerde su yalıtımı

Seramik kaplı yüzeylerin su geçirmez olduğu düşünülse de genellikle cam elemanların aralarındaki derzlerden su ve rutubet geçişi olmaktadır. Ayrıca duvarlarda, örme duvar ya da betonarme yapılan istinat duvarları, dolguda biriken suya karşı güvenli bir engel oluşturamaz. Kullanılan dolgunun yapısına bağlı olarak oluşan dolgu suyunun basıncı, istinat duvarına baskı yapar. Duvar elemanları arasındaki derzler zayıf bölgelerdir. Bu kısımlar su basıncına dayanıklı değildir. Ayrıca brüt betonda ve örme duvarlarda, duvar zemin birleşimleri, bağlantı noktaları ve tahliye borusu geçişleri su geçişini kolaylaştıran zayıf noktalardır. Bu nedenle istinat duvarlarında drenaj ve yalıtım işlemi mutlaka yapılmalıdır [9].

Su geçirgenliği düşük dolgulardaki dikey uygulanacak drenaj, su basıncının ortadan kaldırılmasını ve suyun boşaltılmasını sağlar. Duvar ve cephelerde su yalıtımı genel olarak su itici özelliği bulunan ısı yalıtım malzemeleri kullanılarak oluşturulur [9].



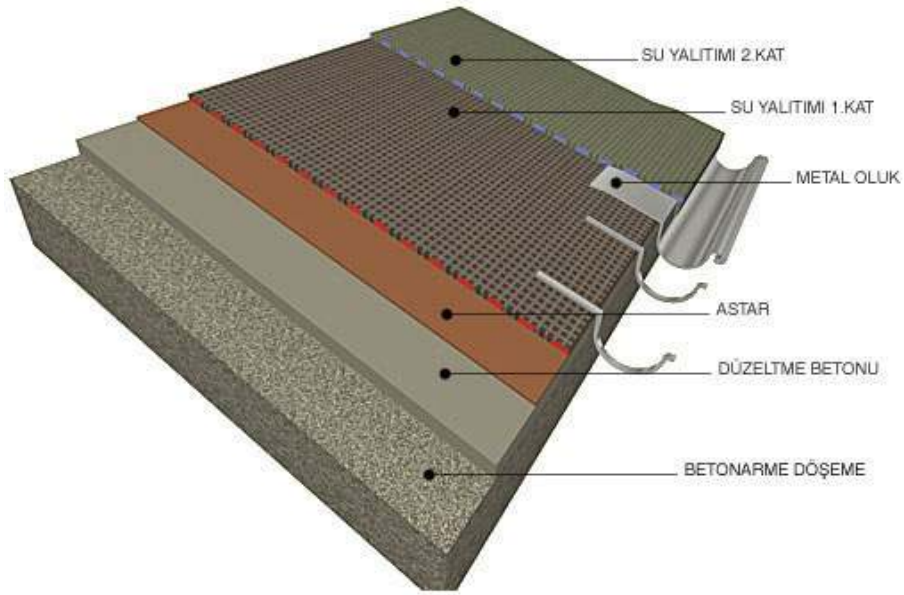
Resim 4.3. Duvara su yalıtımı uygulaması yapılışı

4.1.3. Teras ve çatılarda su yalıtımı

Çatılar, % 5 eğime kadar ‘teras çatı’ , %5 in üzerinde olan eğimlerde ise ‘Eğimli Çatı’ özelliğindedir. Çatı tiplerine göre uygulanan yalıtımlarda farklıdır [9].

Isı yalıtımsız betonarme çatı

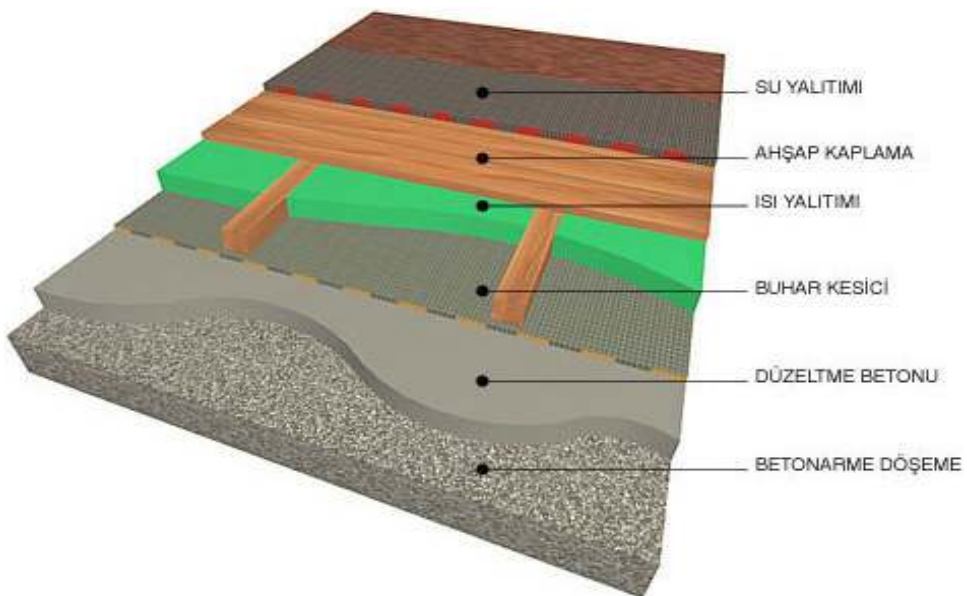
Isı yalıtımının kullanılmadığı bu sistemde su yalıtımı, yüzeyi taşıyıcı döşemenin üzerinde yer alan eğim betonu üzerine astar sonrası yapıştırılır [9].



Şekil 4.3. Isı yalıtımsız betonarme çatı kesiti [9]

Isı yalıtımlı, eğimli asfalt kaplı betonarme çatı

Isı yalıtımı ayarlamalarına göre sabitlenmiş, kalın ekstrüde-polistren sert köpük levhalar, betonarme döşeme üzerinde oluşturulan ahşap mertekler arasına yerleştirilir. Su yalıtımı, ısı yalıtım levhasının üzerindedir [9].



Şekil 4.4. Isı yalıtımlı, eğimli asfalt kaplı betonarme çatı kesiti [9]

Isı yalıtımlı, eğimli kiremit kaplı betonarme çatı

Kalınlığı ısı yalıtım hesabına göre ayarlanmış, ekstrüde polistren sert köpük levhalar betonarme döşeme üzerinde oluşturulan ahşap latalar arasına sabitlenir [9].



Resim 4.4. Yalıtımlı, kiremit çatı görünüşü [9]

Isı yalıtımlı, kaplama tahtasız kiremit çatı

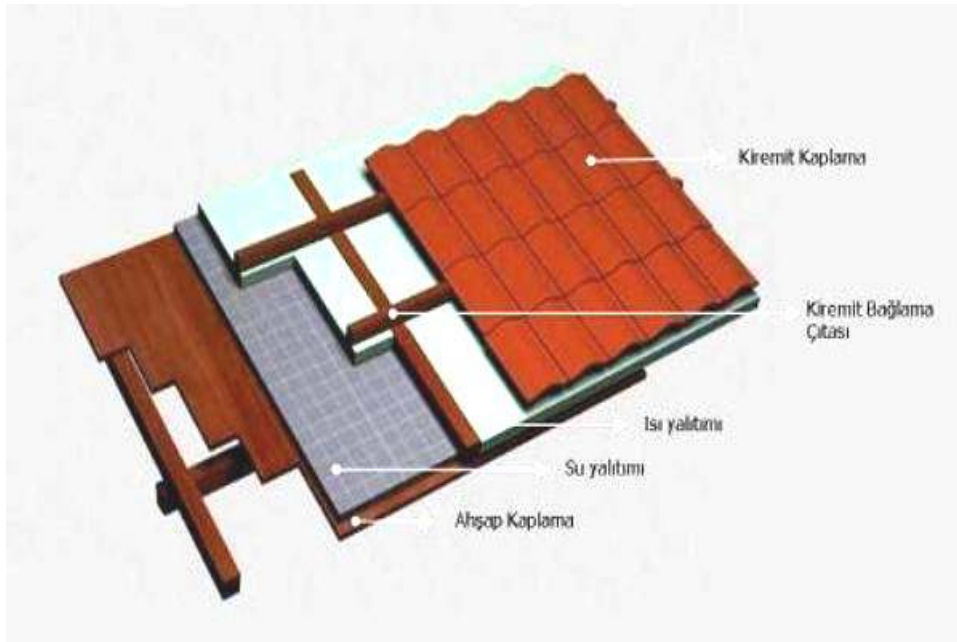
Bu sistemde, mertekler üzerine yerleştirilen kalınlığı ısı yalıtım hesabına göre tahkik edilmiş, ekstrüde polistren sert köpük levhaların üzerine, su yalıtım levhaları döşendikten sonra kiremit altı ürünler serilerek dikey ve yatay çıtalar ile kiremit örtü uygulaması yapılır [9].



Resim 4.5. Isı yalıtımlı, kaplama tahtasız kiremit çatı uygulaması [9]

Isı yalıtımlı kaplama tahtalı kiremit çatı

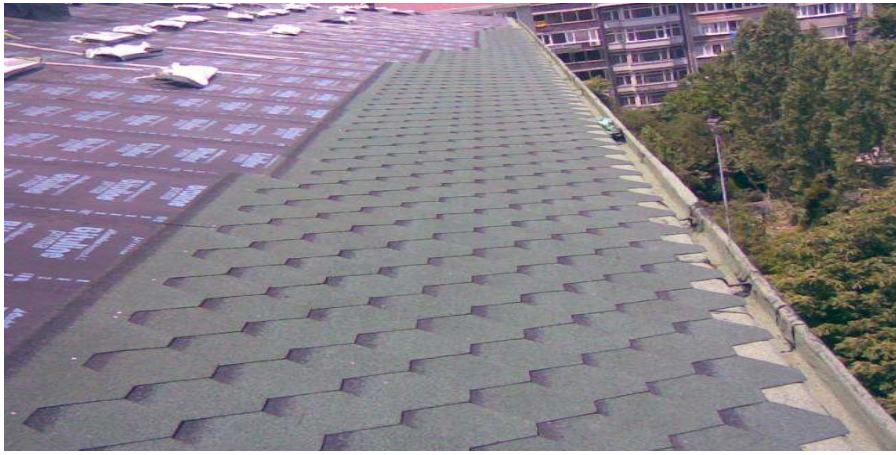
Ahşap aşık ve mertekler ile kurulmuş bu çatı sisteminde, ısı yalıtımına göre kalınlığı belirlenmiş ekstrüde-polistren sert köpük levhalar mertekler arasına uygulanır [9].



Şekil 4.5. Isı yalıtımlı kaplama tahtalı kiremit çatı yalıtım detayı [9]

Isı yalıtımsız, asphalt shingle çatı

Ahşap veya metal aşık ve mertek taşıyıcılar üzerine tespitlenen OSB yonga panellerin üzerine shingle altı membran örtü uygulanarak üzerine asphalt shingle uygulaması yapılır. Prefabrik yapılarda çoğunlukla bu çatı sistemi uygulanmaktadır [9].



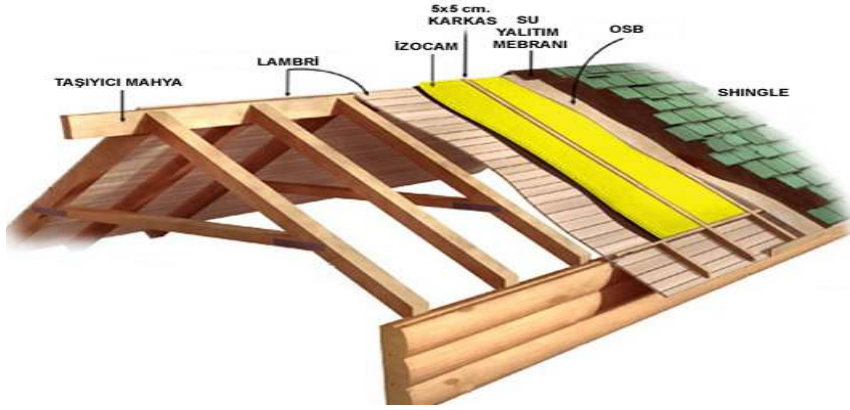
Resim 4.6. Isı yalıtımsız, asphalt shingle çatı uygulama görünüşü

Yalıtımlı asphalt shingle çatı

Mertekler veya aşıklar arasında konumlanan ekstrüde polistren sert köpük ısı yalıtım levhaları ile osb yonga levhalar arasında hava koridorları oluşturulur. Prefabrik yapılarda çoğunlukla bu çatı sistemi uygulanmaktadır. Farklı renk ve desenleri uygulamalarda sıkça kullanılmaktadır [9].



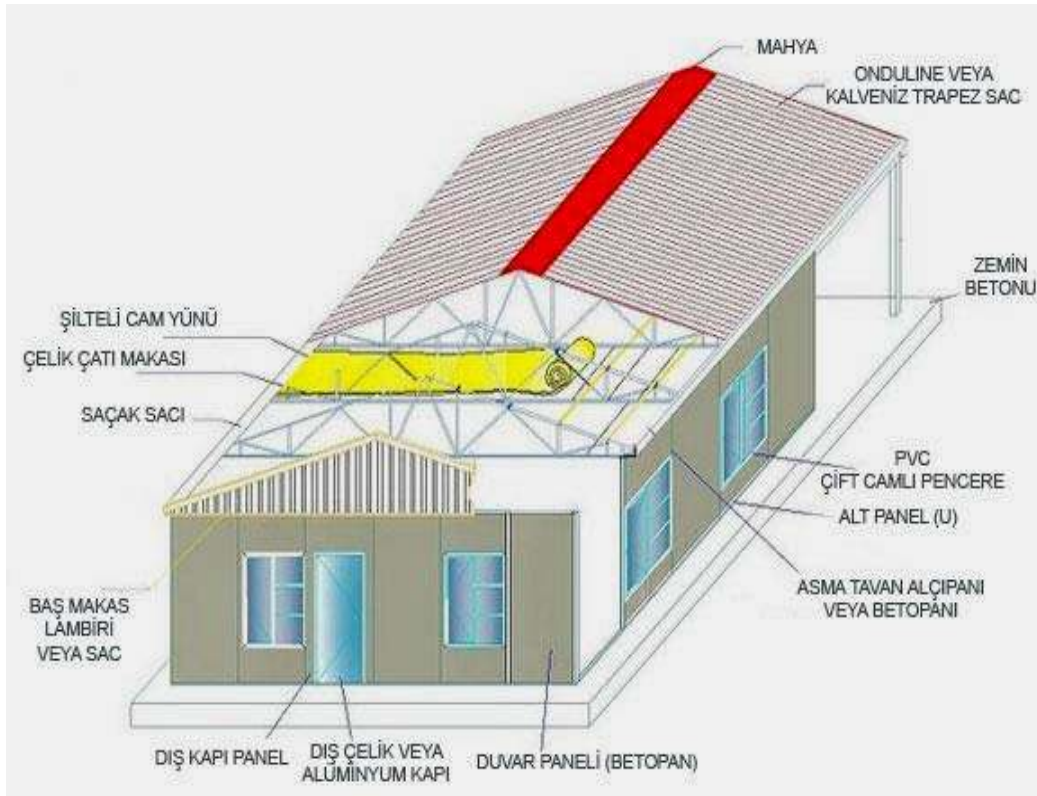
Şekil 4.6. Farklı renk ve modellerdeki shingle çeşitleri [9]



Resim 4.7. Yalıtımlı shingle çatı görünüşü [9]

Isı yalıtımsız prefabrik yapı çatısı

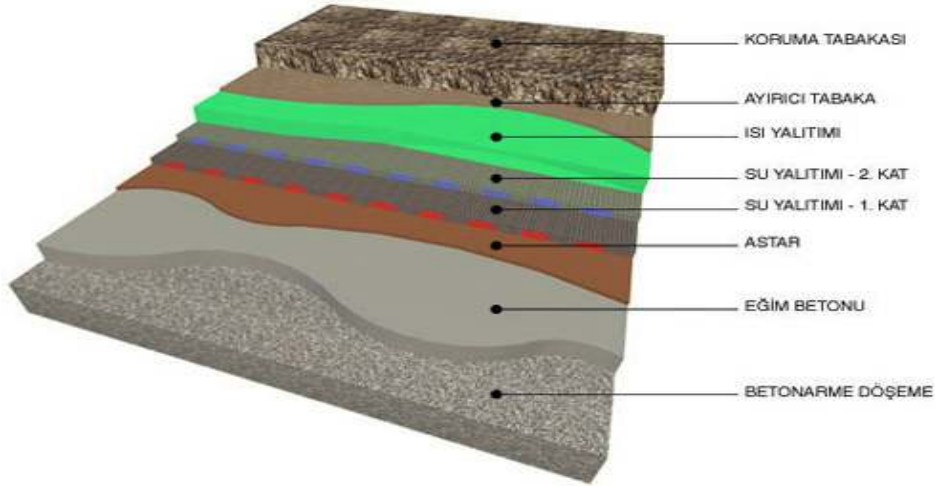
Aşıkların üzerine yalıtım malzemesi konmaksızın ondülin, trapez sac kaplaması yapılır, bu tip yapılar genellikle şantiye binası olarak tercih edilir. Bu tip binalarda yalıtım malzemeleri asma tavan üzerine konulur [9].



Şekil 4.7. Prefabrik çatı uygulaması ve yapı elemanları genel görünüşü [9]

Ters çatı

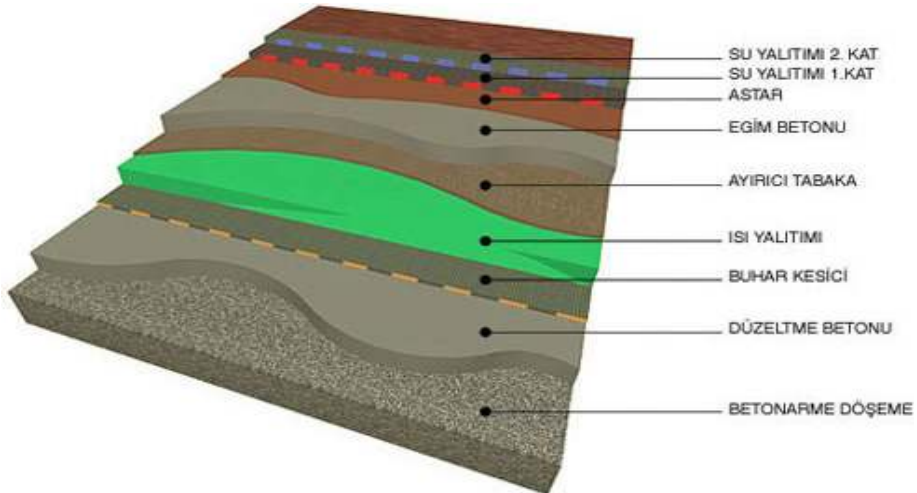
Isı yalıtım tabakası, su yalıtım tabakalarının üzerinde yer alır. Bu sistemde buhar kesici ve dengeleyici tabakalara ihtiyaç duyulmaz [9].



Şekil 4.8. Ters çatı kesiti [9]

Klasik çatı

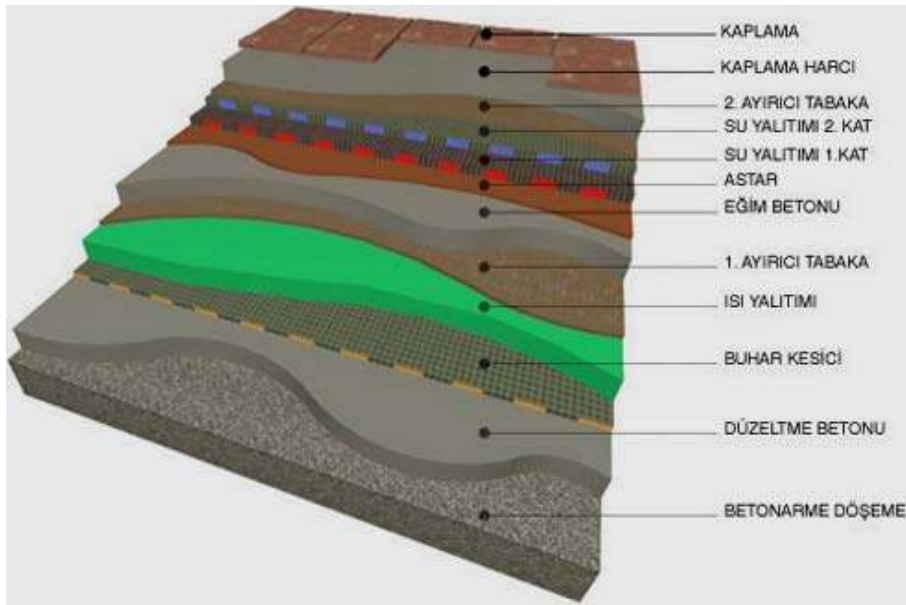
Klasik teras çatı sistemi, ısı yalıtım malzemesi olarak sudan etkilenen ürünlerin seçilmesi durumunda uygulanan bir olaydır. Bu durumda, ısı yalıtım malzemelerinin sudan korunması amacıyla özel örtülerden oluşan su yalıtım katmanını ısı yalıtımının üzerinde yer almaktadır [9].



Şekil 4.9. Klasik çatı kesiti [9]

Spesifik çatı

Isı tutucu katman, su yalıtımı örtüsünün yapıştırma ısisına dayanıklı ve rijit değilse, klasik çözümden farklı olarak ısı tutucu tabakanın üzerine koruyucu bir şap tabakası ya da eğim betonu uygulanır [9].



Şekil 4.10. Spesifik çatı kesiti [9]

Isı yalıtımsız betonarme teras çatı

Isı yalıtımı bulunmaz. Üzerinde gezilen çatı çözümünde, su yalıtım katmanları üzerine serilen ayırıcı katman serildikten sonra, yapıştırma harçlı döşeme kaplaması uygulanır [9].

Üzerinde gezilmeyen prefabrike panel betonarme çatı

Çatı yapısının üzerine, astar uygulamasından sonra, mekanik gerilmelere dirençli birinci kat polyester keçe taşıyıcılı su yalıtım örtüsü, üzerine son kat, polyester taşıyıcılı mineral kaplı su yalıtım örtüsü uygulanır [9].



Resim 4.8. Gezilmeyen çatıda su yalıtım uygulaması görünüşü

Isı yalıtımsız bahçe çatı

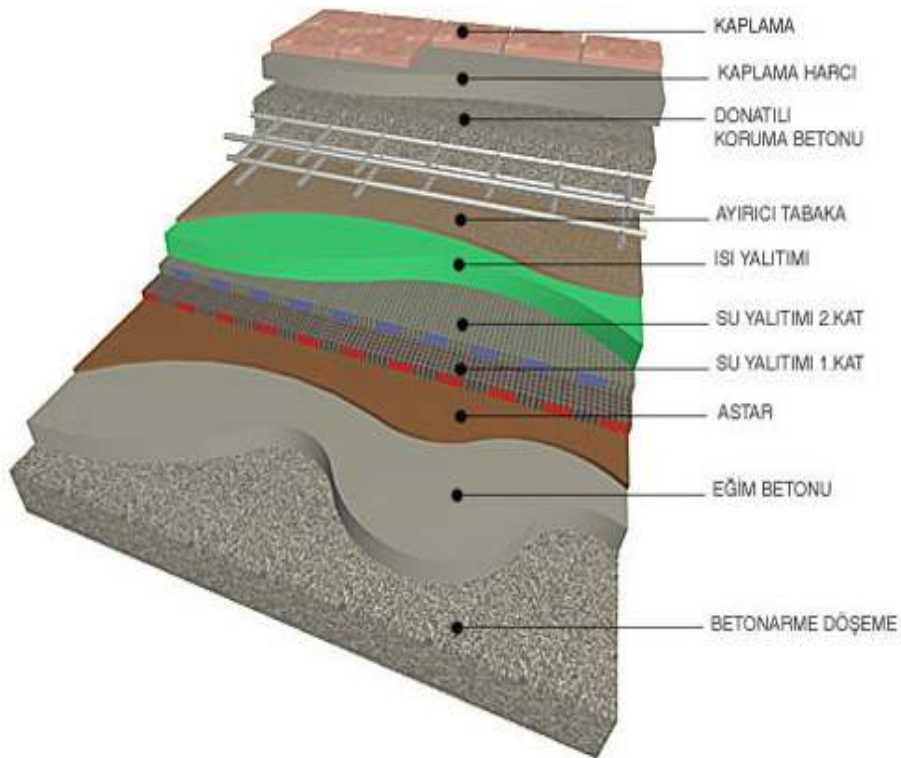
Ters çatı uygulamasından farklı olarak bahçe çatı sisteminde, ekstrüde-polistren üzerinde, alt ve üst filtre tabakaları arasında drenaj amaçlı çakıl tabakası uygulanır, bitki toprağı drenaj tabakasının üzerinde yer alır [9].



Resim 4.9. Örnek bahçe çatı görünüşü [9]

Isı yalıtımlı ya da yalıtımsız otopark çatı

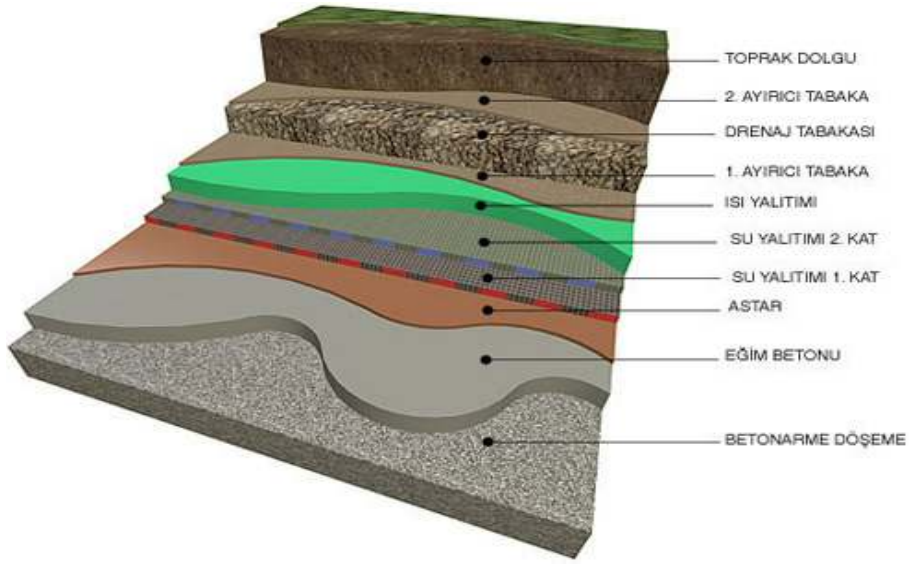
Isı tutucu ekstrüde-polistren sert köpük levhaların üzerine ayırıcı ve filtre edici görevi gören polyester keçe serilir; üzerine taşıt trafiğine uygun demirli beton tabakası, uygun aralıklarda bırakılan genleşme derzleriyle uygulanır [9].



Şekil 4.11. Isı yalıtımlı otopark çatı kesiti [9]

Isı yalıtımlı bahçe çatı

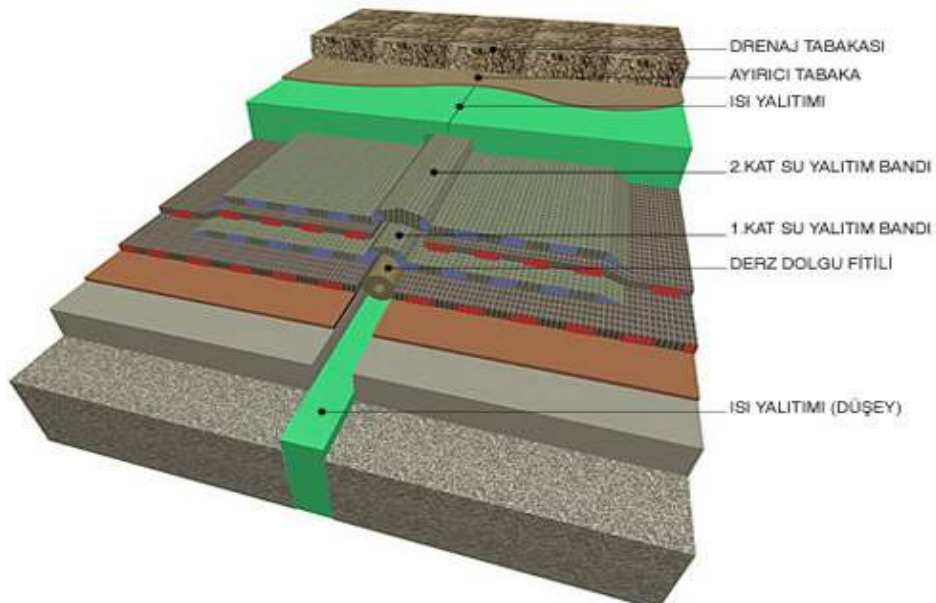
Ekstrüde-polistren sert köpük üzerinde, alt ve üst filtre tabakaları arasında drenaj amaçlı çakıl tabakası uygulanır, bitki toprağı drenaj tabakasının üzerinde yer alır [9].



Şekil 4.12. Isı yalıtımlı bahçe kesiti [9]

Teras çatı yalıtımında dilatasyon

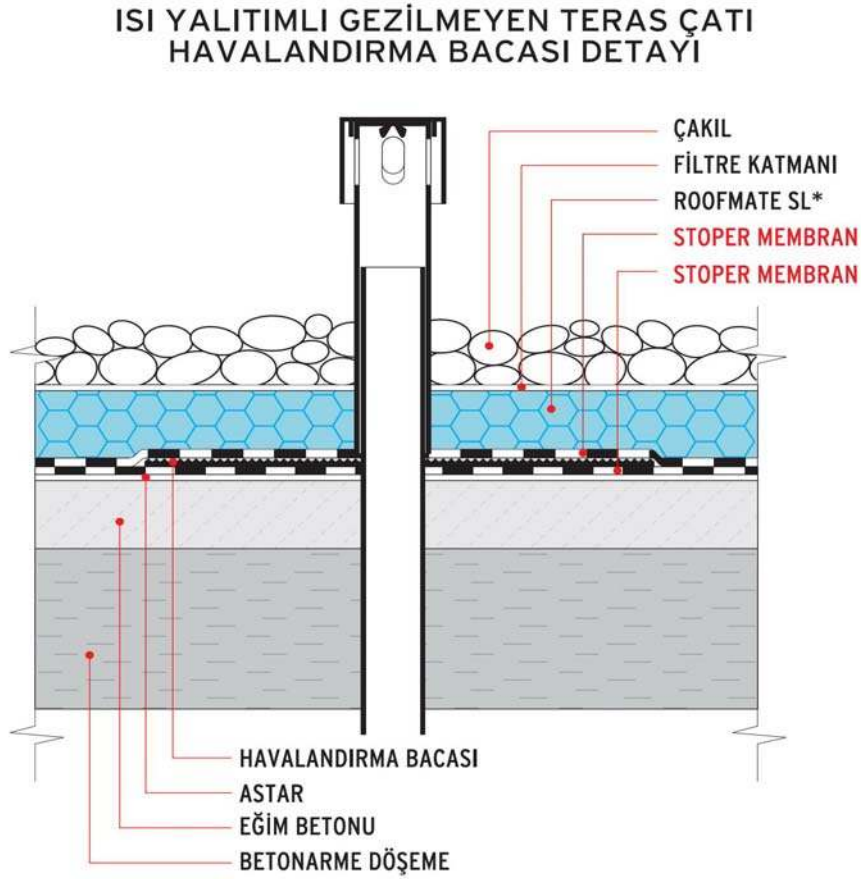
Teras çatı dilatasyon hattı boyunca yatay ve düşey hareketlere karşı, yumuşak plastik hortum kullanılmalıdır. Yumuşak hortum, üzerinde uygun bindirmeler ile polimerik su yalıtım örtüleri uygulanır [9].



Şekil 4.13.Teras çatılarda dilatasyon uygulaması [9]

Teras çatı havalandırma bacası

Teras çatılarda havalandırma bacası, su yalıtım katmanları altında biriken su buharının tahliyesi için kullanılır [9].



Şekil 4.14.Havalandırma bacası kesit görünüşü [9]

4.1.4. Su yalıtım malzemesi çeşitleri ve genel özellikleri

Sürme tip su yalıtım malzemeleri

Bir yapıyı düşündüğümüzde temel-perde, teras-çatı, balkon, ıslak mekânlar, kapı-pencere detayları ve dış yüzeylerde kullanılırlar. Ayrıca su depoları, kanallar, yüzme havuzları vs. gibi yapılarda kendi başlarına veya yardımcı malzeme olarak işlev görürler [9].

Dört'e ayrılırlar;

Çimento esaslı su yalıtım malzemeleri,

Bitüm esaslı su yalıtım malzemeleri,

Poliüretan esaslı su yalıtım malzemeleri,

Akrilik esaslı su yalıtım malzemeleri,

Sentetik örtüler

Plastik esaslı örtülerin üretici firmaların geliştirdikleri formülasyonlara göre çeşitli tipleri bulunmaktadır. Kullanılan bazı plastik tip su yalıtım malzemeleri [9].

- ✓ *PVC (polivinilklorür):* Alev alması zor olan, yakıldığında dioksin adlı zehirli bir gaz türünü havaya salan fakat yalıtım sektöründe bazı uygulamalarda daha iyi bir alternatifi bulunmayan bir plastik türüdür.
- ✓ *EPDM (etilen propilen dimonomer):* Yapay bir kauçuk türüdür.
- ✓ *HDPE (high density polietilen):* Boru üretiminde kullanılır. Plastik poşetin hammaddesidir.
- ✓ *CPE (klorine polietilen)*
- ✓ *CSPE (klorosülfone polietilen) / Hypalon*
- ✓ *TPO (termoplastik poliolefin)*

Polimer bitümlü membranlar

- ✓ *Membran:* İnşaat sanayisinde kaliteyi arttırmak ve yalıtım sağlamak için kullanılan kimyasal maddedir.
- ✓ *Bitüm:* Sıvı ve sarımtırak veya katı ve siyah bir hal ve renkte olan, alev alabilen hidrokarbonlar karışımı olan bir maddedir.
- ✓ *Polimer:* Tekrarlanan yapısal kümelerin oluşturduğu yüksek molekül ağırlıklı bileşikler.

Yapıların temellerinden çatılarına birçok detayında uygulanabilen bitümlü membranlar ile yapılan su yalıtımı, gerek gelişmiş ülkelerde, gerekse ülkemizde su yalıtımında en fazla kullanılan yalıtım malzemeleridir [9].

Polimer bitümlü membranlar “Elastomerik membran” ve “Plastomerik membran” olmak üzere ikiye ayrılırlar. Elastomerik bitümlü membranlar yüksek elastikiyetleri, plastomerik bitümlü membranlar ise yüksek sıcaklık dayanımları ile birbirlerinden ayrılırlar. Her iki tip membran da yapıların hemen hemen tüm su yalıtım detaylarında güvenle kullanılabilir [9].

Çizelge 4.1. Basınçlı zemin sularına karşı kullanılan yalıtım malzemelerinin mukayesesi [9]

Mukayese Tablosu	Çimento Esaslı Yalıtım Malzemeleri	Sürülerek Uygulanan Yalıtım Malzemeleri	Membran Şeklindeki Yalıtım Malzemeleri	Kil Esaslı Yalıtım Malzemeleri
Elastik Özellik	kötü	iyi - çok iyi	iyi	iyi
Kimyasallara Direnç	iyi	orta - iyi	iyi	kötü - orta
Uygulama Kolaylığı	orta	basit	zor	basit - orta
Onarım Kolaylığı	basit	basit	orta - zor	orta
Koruma Gerekliliği	gerekmez	gerekir	gerekir	gerekmez

Çizelge 4.2. Basınçsız zemin sularına karşı kullanılan yalıtım malzemelerinin mukayesesi [9]

Mukayese Tablosu	Çimento Esaslı Yalıtım Malzemeleri	Bitümlü Malzemeler	Buhar Kesici Örtüle
Elastik Özellik	kötü	kötü - orta	orta
Kimyasallara Direnç	iyi	kötü - orta	orta
Uygulama Kolaylığı	orta	basit - orta	zor
Onarım Kolaylığı	basit	basit - orta	zor
Koruma Gerekliliği	gerekmez	gerekir	gerekmez

4.2. Yapı Elemanlarında Yangın Yalıtımı ve Uygulama Usulleri

Endüstriyel gelişimle birlikte hayatımızın tüm alanlarında daha fazla enerji kullanmaya başladık. Daha çok enerji kullanımı, rahatlık ve konfor beraberinde getirdiği kadar çeşitli riskleri de getirmiştir. Bu risklerin en önemlilerinden biri de yangın riskidir. İnsanoğlu ateşle tanışmasının ardından 4 bin yılı aşkın süredir yangına karşı savaş veriyor. Önceleri sadece su ile yapılan ve genelde soğutmaya yönelik olan çalışmalar, 2. Dünya Savaşı sonlarına doğru bilimsel yaklaşımlara yönelim başlamıştır [10].

Bu bilimsel çalışmaların kökeninde, günümüz gelişmiş ülkelerde gerçekleştirilen endüstri devriminin hızlı ve düzensiz gelişimi yatmaktadır. Türkiye’de yangın yalıtımı en az bilinen yalıtım türleri arasında yer almaktadır. 2007 yılında yeniden düzenlenen, binaların yangından korunmasına yönelik yönetmelik sonrası projeler yangın yalıtımlı olarak uygulanmaya başlanmış ve özellikle insanların yoğun olarak bulunduğu alışveriş merkezleri, sinemalar ve ticari yapılarda yangın yalıtımına önem verilmiştir [10].

Yangın yalıtımının temel hedefi insan yaşamını korumaktır. Evlerde ve işyerlerinde kullanılan malzemelerin büyük çoğunluğu yanıcı olduğundan yangın riskini arttırır. Hiçbir ürün için yanmaz demek doğru tanımlama olmaz.

Önemli olan binaların yangına dayanıklılık süresini arttırmaktır. Müdahale süresini uzatarak soğutmaya yardımcı olmak ve oradaki insanların binadan kaçacak yeterli zamanı bulmasını sağlamaktır. Kısa bir ifadeyle yangın yalıtımı, durdurulabilen veya yavaşlatılabilen bir felaket olan yangının vereceği zararlara minimize edebilmek için uygulanır [10].

Yangın kontrolden çıkmış bir yanma olayıdır ve müdahale edilmez ise her alanda az ya da çok maddi manevi zarar verir. Can ve/veya mal kaybına sebebiyet verdiğiinden de önlenmesi, önlenemediği durumlarda en kısa zamanda söndürülmesi gerekir. Yangın yalıtımı yangının çıkmasını tamamı ile önleyecek ya da yapıya ve/veya içinde bulunanlara hiçbir zarar verilmeyecek bir çözüm değildir [10].



Resim 4.10. Çatıda ve tesisatlarda yangın yalıtım uygulaması [10]

Yangın yalıtımında temel amaçlar kısaca şöyledir

- ✓ Taşıyıcı sistemin stabilitesini koruyarak belirli bir süre ayakta kalmasını sağlamak, böylece yangın dolayısı ile bina çökmeden güvenli bir şekilde terk edilmesi için imkan ve zaman sağlamak,
- ✓ Yangının oluşturduğu çok yüksek ısı ve dumanın yayılmasını geciktirmek. Yangına dayanıklı malzemelerle yatayda veya düşeyde bölmeler yaparak yangının yayılmasını önlemek,
- ✓ Yangın ortamında belli bir süre yangından kaçış yollarının kullanılabilmesi için temiz hava, elektrik vb sistemler açısından güvenli ortamlar sağlamaktır.
- ✓ Yangına dayanıklılık ve yayılma konusunun en önemli unsuru olan yapı ve malzemeler, aşağıdaki temel nedenlerden etkilenirler. Bu nedenlerin tek tek incelenmesi yangın yalıtımına karşı en iyi uygulamayı getirir.

Yangının yayılmasına neden olan ortak alanlar

- ✓ Radyasyon (bir kaynaktan çevreye enerji taşınımı),
- ✓ Kondüksiyon (madde veya cismin bir tarafından diğer tarafına ısının iletilmesi ile oluşan ısı tranferinin bir çeşidi),
- ✓ Konveksiyon (taşıyım; katı yüzey ile akışkan arasında gerçekleşen ısı transferinin bir çeşidi),
- ✓ Hava ile absorpsiyon yüzeyinin değerlendirilmesi (enerjiyi veya diğer bir maddeyi emebilme, soğurma yeteneği olan yüzey ve temas eden havanın değerlendirilmesi),
- ✓ Hava sirkülasyonu,
- ✓ Malzemenin tutuşma sıcaklığı,
- ✓ Konstrüksiyon,
- ✓ Yükseklik,
- ✓ Birim yayılma yüzeyi,
- ✓ Projelendirme,
- ✓ Üretilen, işlenen ve depolanan maddenin özelliği,
- ✓ Kullanılan insan,

Değişik yasalar, tüzükler, yönetmelikler, yönergeler vb yangın çıkış ihtimallerini azaltmak, bir yangında yayılımı sınırlamak ve bireylere uygun kaçış yolları sağlamak suretiyle can güvenliğine yönelik gerekleri içerir. Yangın tehlikesini mümkün olduğunca aza indirmek ve yangına çabuk müdahale etmek için daha binaların tasarımı döneminde bir dizi önlem düşünmek, inşaat döneminde uygulamak ve işletme döneminde işlerliğini sağlamak gerekir [10].

İyi bir yalıtım için öncelikle yalıtacağınız yapının inşa koşul ve malzeme, bilgilerine sonrada en uç değerleri düşünerek çevre koşul bilgilerine ve detaylı kullanım bilgilerine sahip olduğunuzdan emin olunmalıdır. Yangın yalıtımı; Yangın söndürülene kadar binanın ayakta kalması için taşıyıcı kısımlara ve güvenli kaçış amacıyla oluşturulan bölümlere, dışarıdan

yangının sıçramaması için çatı ve cepheler ile kazan dairesi gibi patlama riski olan yerlere, duman ve ısıнын yayılmaması için hava kanallarına ve tesisat borularının geçtiği bölgelere uygulanır [10].

Yangın yalıtımında, yanmayan veya alevi iletmeyen taş yünü, alçı ve lifli çimento levhalar vb. malzemeler; yapının duvarlarına, tavanlarına, döşemelerine ve hava kanallarına uygulanır. Tesisatların duvar, döşeme ve tavanları deldiği yerlerde ısı ile genleşen özel mastikler kullanılarak alev ve dumanın yayılması önlenir. Yangından kaçış koridorlarında özel kapı ve cam fitilleri, pencerelerde yangına dayanıklı özel cam üniteleri kullanılır. Bir yangında ölümler çoğunlukla duman nedeniyle (zehirli gaz soluma ya da karbonmonoksit zehirlenmesi) olmaktadır. Karbon monoksit zehirlenmelerinin halk içindeki diğer adı kan zehirlenmesidir [10].

Yangın yalıtımı; yapı içerisinde yangının yayılmasını, dolayısıyla zehirli gazların çıkışını geciktirerek yangın mahallinden kaçılması için gerekli zamanı kazandırır. Yangının yayılmasının dışında, açığa çıkan ısı, yapıların tamamen veya kısmen yıkılmalarına neden olabilir.

Yangın çıkan mahalde ısınan gazların yükselmesi sonucu sıcaklık tavanda 1000°C seviyelerine ulaşır. Betonarmenin 500°C'nin üzerinde dayanımı 1/3 oranında düşer. Dolayısıyla yangın sırasında açığa çıkan ısıyla bina çökebilir. Yangın yalıtımı ile binalarımızın özellikle taşıyıcı sistemi korunur [10].

Yangın yalıtımı yaparken amacınız yangını çıktığı bölgede hapsetmek ve yangından kaynaklanan zararın artmasını engellemektir! Neredeyse tüm binalarda kondüitler, elektrik kabloları, haberleşme sistemi, (ısıtma/havalandırma/soğutma sistemi) ve plastik borular yangına dayanıklı duvar ve tavanları keserek geçerler. Tariflenen şekilde bölünen duvar veya tavanın üzerinde açılan delikler, artık o duvar yada tavanın yangına dayanıklı olma özelliğini yitirmesine sebep olur. Bu oluşturulan delikler, alev ve zehirli gazların iletilmesine neden olan en önemli kanal haline gelir. Duvar ve

tavandaki geçişlerin tamamı, bölmenin orjinal yangına dayanıklılığı ile orantılı yangın durdurucu malzemeleri ile doldurulmalıdır [10].

Duvar ve tavanlardan geçen kablo kılıfı, plastik boru ve yalıtım boruları gibi yanıcı malzemelerin açtığı boşlukların da, yangın anında bu malzemelerin erimesi ve yanması durumunda oluşacak zehirli gaz ve alevin transferinin engellenmesi için yangın durdurucu malzemelerle kaplanması gereklidir. Pasif Yangın durdurucu malzemeler olarak tanımlanan malzemeler yangını değil, duvar ve tavanlarda açılan boşluklardan alev, duman, zehirli gaz ve nemin geçişini engeller veya özelliklerine göre azaltırlar. Pasif Yangın Durdurucu Malzemelerde Kullanılan Teknolojiler [10].

Isı ile genleşme

Isı karşısında içindeki bileşenleri şişerek hacmini belli oranda artıran ve uygulandığı duvar/tavan geçiş ve boşluklarını doldurarak alev ve duman geçişini engelleyen malzemelerdir. Alev tarafından yanan ve eriyen plastik boruların ve ısıya dayanıksız kabloların açtığı boşlukları doldurmaları bu malzemelerin en büyük avantajıdır [10].

Alevsiz yanma

Aleve maruz kalması durumunda ciddi bir duman yalıtımı sağlayan malzemelerdir. Bu malzemeler, ısıyı absorbe ederek dumansız yanma sağlar, yangın duvarları ve tavandaki boşlukların dumana ve aleve karşı çok sağlıklı ve uzun süre izolasyonuna yardımcı olurlar [10].

Isı karşısında bağıl suyu serbest bırakma

Isı karşısında bünyelerinde kimyasal olarak bağıl bulunan yüksek orandaki suyu serbest bırakarak uygulandıkları yüzeyin soğumasını sağlayan malzemelerdir. Bu uygulama, ani gelişen yangınların, bir yan bölmeye sıçramasını ciddi oranda engeller. Yangın yalıtım özelliği olan ve diğer

ürünlerle beraber yangın yalıtımı özelliği için de kullanılan ürünler ana başlıkları ile: Mineral yün malzemeleri (cam yünü , taş yünü) , yanı sıra endüstriyel yapılarda kullanılan yangın önleyici ve geciktirici paneller, kablo kanallarında kullanılan yangın önleyici akrilik macunlar, vermikulit esaslı inorganik bağlayıcılı malzemeler, yangın tutucu bantlar, silikon mastikler, alçı ve cam elyafından imal plakalar, taş yünü esaslı paneller olarak sayılabilir [10].

Bu ürünler esas olarak aşağıdaki malzemelerden oluşur;

- ✓ Taşyünü,
- ✓ Kalsiyum Silikat,
- ✓ Cam Köpüğü,
- ✓ Seramik Yünü,
- ✓ Vermikulit,
- ✓ Perlit,
- ✓ Alçı Panolar (Fireboard),
- ✓ Yangın Dayanımlı Özel Harçlar,
- ✓ Cam Kumaşı,
- ✓ Yangına Dayanımlı Mastikler,
- ✓ Yangın Dayanımlı Kapı Fitiller,

4.3. Yapı Elemanlarında Ses Yalıtımı, Gürültü ve Gürültü Kontrolü

Ses; Fiziksel bir etki ile titreşen bir kaynaktan çıkan, maddesel ortam koşullarında yayılan ve insan kulağınca algılanabilen dalgalardır. Frekans; Sesi oluşturan basınç dalgalarının 1 sn' deki sayısıdır. (F) ile ifade edilir, birimi Hertz (Hz)' dir [11].

dB; Birim zamanda birim alana gelen ses enerjisinin, işitilebilen en küçük ses şiddetine logaritmik oranı ile elde edilen değerin birimidir. Bu nedenle iki ayrı şiddetteki seslerin toplamı da logaritmik bir toplamdır. Ölçümlerdeki 10 dB' lik artış ses şiddetinin 10 misli artışını gösterir [11].

Gelişmiş ülkelerdeki yapılarda canlıların, özellikle insanın, gürültüden korunması, uyulması zorunlu yönetmelik ve standartlarla güvence altına alınmıştır. Ülkemizde ise henüz, bazı önemli yapılar hariç, bu konuda ciddi ve tutarlı sayılabilecek herhangi bir yönetmelik veya standart yoktur. Gürültünün insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri yanında, günlük normal faaliyetleri (radyo dinleme, kişiler arasındaki konuşma, televizyon seyretme, telefonla konuşma, uyuma) de olumsuz yönde etkilediği saptanmıştır [11].

Diğer ülkelerde yapılan çalışmalar Avrupa 'daki bazı konutların ses yalıtım oranlarının bile uluslararası standartların altında olduğunu göstermektedir. Ancak, yeni yapılan binalarda standartlara uygun ses yalıtımının sağlanması için gereken özenin gösterildiği saptanmaktadır. Yapılan araştırmalarda; bir ofis ortamında gürültünün 75 dB' den 55 dB' e indirilmesi ile çalışanların performansında %20' ye varan artışlar saptanmıştır [11].

Endüstriyel ortamlarda ise gürültü düzeyinin 10-15 dB aşağı çekilmesi ile üretimde %8-12 düzeyinde artışlar saptanmıştır. Ülkemizdeki çalışmalarda ise konutların ses yalıtım durumlarının Avrupa 'daki konutlara göre daha kötü olduğunu göstermektedir. Hatta İstanbul ve İzmir 'deki konutların çoğunluğunda konut içi gürültü düzeyinin rahatsız edici düzeylerde olduğu bile saptanmıştır. Bu durum, konutlardaki ses yalıtımına Türkiye 'de henüz gerekli özenin verilmediğini ortaya koymaktadır [11].

Gürültü ve gürültü kontrolü

Gürültünün insan üzerindeki olumsuz etkileri tahmin edilenin tersine düşük seviyelerden itibaren başlayabilmektedir [11].

- ✓ 30-60 dB Psişik etkiler,
- ✓ 60-90 dB Psişik ve nörevejetatif etkiler,
- ✓ 90-130 dB Psişik, nörevejetatif ve otolojik etkiler,

Gürültünün genel olarak kiři üzerindeki psikolojik ve fizyolojik etkilerini ise řu şekilde sıralayabiliriz; [11].

- ✓ Yorgunluk, sinirlilik, saldırganlık hali,
- ✓ Hafıza deęiřiklikleri,
- ✓ Sosyal davranış bozuklukları,
- ✓ Geçici ve kalıcı işitme kayıpları,
- ✓ Solunum ve dolaşım sistemi bozuklukları,
- ✓ Görme ve renk algılama gúçlüęü,
- ✓ İstemli kaslarda istem dışı hareketler,
- ✓ Kadınlarda sakat, ölü ve erken doğumlar,



Resim 4.11.Gürültü ölçüm cihazı (Desibelmetre) [11]

İşyerlerinde gürültü seviyesine göre çalışma süreleri

- ✓ 80 desibelde 7,5 saat,
- ✓ 90 desibelde 4 saat,
- ✓ 95 desibelde 2 saat,
- ✓ 100 desibelde 1 saat,
- ✓ 105 desibelde 0,5 saat,
- ✓ 110 desibelde 0,25 saat,
- ✓ 115 desibelde 1/8 saat,

Çizelge 4.3.Taşıtların üst gürültü seviyeleri [11]

Taşıt Türü	Üst Gürültü Seviyesi(dBA)*
Otomobil	75
Otobüs (Şehir içi)	85
Otobüs (Şehirlerarası)	80
Ağır Araç	85
Lokomotif içi	85
Vagonlar	70

Çizelge 4.4.Yerleşim bölgeleri gürültü değerleri [11]

Bölge Tanımı	Ölçüm (dBA)*
Şehir Dışı	0
Şehir Konutları	5
Şehir Merkezi	20
Endüstri Bölgesi	25

DBA: İnsan kulağının en çok hassas olduğu orta ve yüksek frekansların özellikle vurgulandığı bir ses değerlendirmesi birimidir. Gürültü azaltılması veya kontrolünde çok kullanılan dBA birimi, ses yüksekliğinin sübjektif değerlendirmesi ile de ilişkilidir [11].

Ses yalıtımı

Gelişen teknolojiye paralel olarak yapı elemanlarının hafiflemesiyle gürültü sorunları ortaya çıkabilmektedir. Bu sebeple yapı elemanlarının ses ışınları karşısındaki davranışlarını iyi bilmek, sonradan meydana gelecek ve masraflı, telafisi zor durumlarda kalmayı önleyebilir. Yapı elemanlarında sesin iletimi ve yayılımı iki yolla olur; Hava yoğunluumlu sesin bir mekândan diğerine iletilmesi, darbe sesinin alıcı mekânda hava yoğunluumlu ses olarak yayılması ya da strüktür yoluyla uzak mekânlara taşınarak hava yoğunluumlu ses olarak yayılması, özellikle konut, okul, hastane gibi gürültüye duyarlı yapılar için yapı elemanlarının ses geçiş kaybı değerlerinin belli limitlerde olması gerekmektedir [11].

Yapı akustiği açısından en doğrusu mimari tasarım aşamasında gürültü kontrolünün yapılmasıdır. Mekânların işlevleri ve bu mekânları etkileyen gürültü kaynakları göz önüne alınarak alınabilecek bazı önlemler şu şekildedir [11].

Yapının Konumu

- ✓ Yapının otoyollardaki trafik gürültüsünden, demiryolu ve havayolu taşıtlarının gürültülerinden etkilenmemesi için yapıları mümkün olduğunca buralara uzak inşa etmek.
- ✓ Gürültü kaynağı ile seçilen yerleşim merkezleri arasına doğal tepeler, ağaçlar veya yapay setler oluşturmak.
- ✓ Yansımaya sebep olacak bina şekillerinden kaçınmak.(U tipi, avlu tipi)
- ✓ Mevcut rüzgar ve sıcaklık değişimlerini dikkate almak.

Yapı içindeki bölme elemanlarının ses yalıtımı

- ✓ Yapı elemanlarının yoğunluğunu arttırmak,
- ✓ Çift tabakalı duvar uygulaması yapmak,
- ✓ Cam alanlarında çift cam, lamine cam uygulaması yapmak,
- ✓ Kalın, ağır ve boşluksuz kapılar kullanmak,
- ✓ Duvarları delerek geçen havalandırma kanallarından, borulardan ve etrafındaki boşluklarda ses sızıntısını önlemek,
- ✓ Darbe sesine karşı yüzer döşeme uygulamaları yapmak (neopren, polietilen, taş yünü döşeme detayları) , esnek tespitli asma tavan uygulamak,



Resim 4.12. Prefabrik yapılarda ses yalıtım malzemeleri ve şekli [11]

Yapılarda kullanılan ses yalıtım malzemeleri

- ✓ Cam Yünü: Ergitilmiş camdan elde edilen ısı ve ses izolasyonunda kullanılan, bükülebilir, ateşe dayanıklı cam lifleridir.
- ✓ Taş Yünü: bazalt kayasının hamur haline getirilip, daha sonra istenilen kalınlığa göre preslenmesiyle elde edilen yalıtım malzemesidir.
- ✓ Polietilen: Boru yapımında kullanılan ve ayrıca gıda maddelerinin saklanması için üretilen maddelerin yapımında kullanılan, petrol türevidir.
- ✓ Kauçuk Köpüğü: Kauçuktan elde edilen yalıtım malzemesidir.

- ✓ Ahşap Yünü: Ahşap kökenli bir yalıtım malzemesidir.
- ✓ Poliüretan: Bir karbon bileşiğidir. Buzdolabı gibi günlük hayatımızda kullandığımız araçların yalıtımında kullanılır.
- ✓ Melamin köpüğü: Bir plastik çeşidi melaminden üretilen yalıtım malzemesidir

Ses konulu çalışmalarda öncelikle şunlara dikkat edilmelidir:

- ✓ Konu projelendirme aşamasında ele alınmalıdır,
- ✓ Problemler doğru saptanmalıdır,
- ✓ Çalışmaya konu mekân veya ortam koşulları belirlenmelidir,
- ✓ Elde edilmesi gereken sonuç belirlenmelidir,
- ✓ Doğru detaylar oluşturulmalıdır,
- ✓ Kullanılacak malzeme özellikleri bilinerek seçim yapılmalıdır,
- ✓ Tercih edilen malzeme ve detayların kullanımında sesle ilgili iyileştirmeler sağlanırken, başka sorunlara yol açılmamasına özen gösterilmelidir,
- ✓ Uygulama eğitilmiş kişiler tarafından ve titizlikle yapılmalıdır.

4.4. Yapı Elemanlarında Isı Yalıtımı

Konforlu ve sağlık yaşam koşullarının oluşturulması, ortamlar arasındaki ısı transferini minimize ederek, aktif ısıtma sistemlerinin çalıştırılma ve yakıt tüketimlerinin azaltılmasına yönelik yapılan işlemlere ısı yalıtımı denir. Aktif ısıtma sistemlerinin az kullanılması ve düşük yakıt sarfiyatı tasarruf ve ekonomiye katkı demektir. Düşük yakıt kullanımı hava kirliliğinin azaltılması ve çevrenin korunması, binanın bölümlerinin arasında olan ısı ve nem transferinin azaltılması da binaların daha sağlam ve uzun ömürlü olması anlamına gelir. Yani ısı yalıtımı ekonomik, konforlu, sağlıklı ve güvende yaşamak demektir [12].

4.4.1. Isı yalıtımının amacı

Bina yapımındaki gelişmeler ile birlikte, yapılar kalın boyutlu ve ağır malzemelerden narin-ince boyutlu hafif malzemelere geçmiştir. Bu durum, sağladığı birçok yarar yanında yapı fiziği ve ısı yalıtımı konularında daha dikkatli davranmak gereğini ortaya getirmiştir. Binanın ısı yalıtımı; yapının gerek kışın, gerekse yazın karşılaşılabilecek dış şartları güvenle karşılayabilecek şekilde düşünülmelidir [12].

Binanın ısı etkilerine karşı yalıtılmasında amaç, yapının zararlı boyutlarda ısı hareketleri ve buhar yoğunlaşması sonucu zaman içinde yapı hasarlarının (don hasarı, nem hasarı, küflenme, bozulma, demir aksamının çürümesi-korozyonu vs) ortaya çıkmasını önlemektir [12].

Dolayısıyla yapının bakım masraflarını sınırlı düzeyde tutmak, yaşanan iç ortamın konfor şartlarına uygun, kışın ısıtma, yazın soğutma enerjisinden tasarruf sağlayarak aile ve ulusal ekonomimize katkıda bulunmaktır.

Dünyadaki enerji kaynakları hızla tükenmektedir. 1973 petrol krizinden sonra enerji fiyatlarının artmasıyla ısı yalıtımı ve enerji tasarrufu konuları daha da önem kazanmıştır. Isı yalıtımın, aile ve ülke ekonomisi başta olmak üzere, yapılar ve çevre üzerinde birçok olumlu etkisi bulunmaktadır. Aşağıdaki grafikte, Almanya'daki konutlarda m² başına yıllık ortalama fuel-oil sarfiyatı örnek olarak verilmiştir. Almanya 'da 1970 'lerde izolasyonsuz binalardaki 22-27 lt/m²/yıl fuel-oil sarfiyatı, 2002 'de yeni binalarda 3-7 lt/m²/yıl sarfiyatına düşmüştür [12].

4.4.2. Isı yalıtımının faydaları

Türkiye'de konutlarda tüketilen enerjinin %80 'i ısıtma amaçlıdır. Isı kayıplarının engellenmesi ile enerji ve yakıt tasarrufu sağlanır. Bu da hem aile hem ülke bütçesi için kazanç demektir [12].

- ✓ Yeni inşa edilen yapılarda yalıtım ile ısıtma ve soğutma tesisatları daha ufak seçilebileceği için ilk yatırım ve işletme maliyetleri de düşer. Isı yalıtımına karar verdiğiniz anda kazanmaya başlarsınız.
- ✓ Isı izolasyonu olmayan konutların duvarları soğuk olduğundan odalarda hava sirkülasyonu, rutubet ve yoğuşma gibi olaylar görülür. Isı izolasyonu yapıldığında duvarların sıcaklığı yükseldiğinden sağlıklı ve konforlu yaşama alanları elde edilir.
- ✓ Yalıtım ile binanız olumsuz hava koşullarına karşı korunur. Ani ısı farklılıklarından kaynaklanan çatlama ve yıpranmalar engellenir. İç ve dış cepheleriniz korunduğu gibi, demir donatılar paslanmaz. Betonarme kısımlar depreme karşı uzun yıllar dayanıklılığını kaybetmez. Onarım masrafları azalır.
- ✓ Projelendirme aşamasında, ısı yalıtımına bağlı olarak daha ince dış duvar kesitleri seçilebilir. Bu da daha fazla iç alan yaratır.
- ✓ Daha az yakıt tüketileceği için atmosfere yayılan CO₂ ve diğer gazlar da azalacaktır. Bu şekilde hava kirliliğinin önlenmesine ve çevrenin korunmasına çok önemli bir katkı sağlanacaktır.
- ✓ TS 825 içinde iller, bulundukları coğrafi konumun iklim şartlarına göre 4 farklı derece-gün bölgesi olarak sınıflandırılmıştır [12].

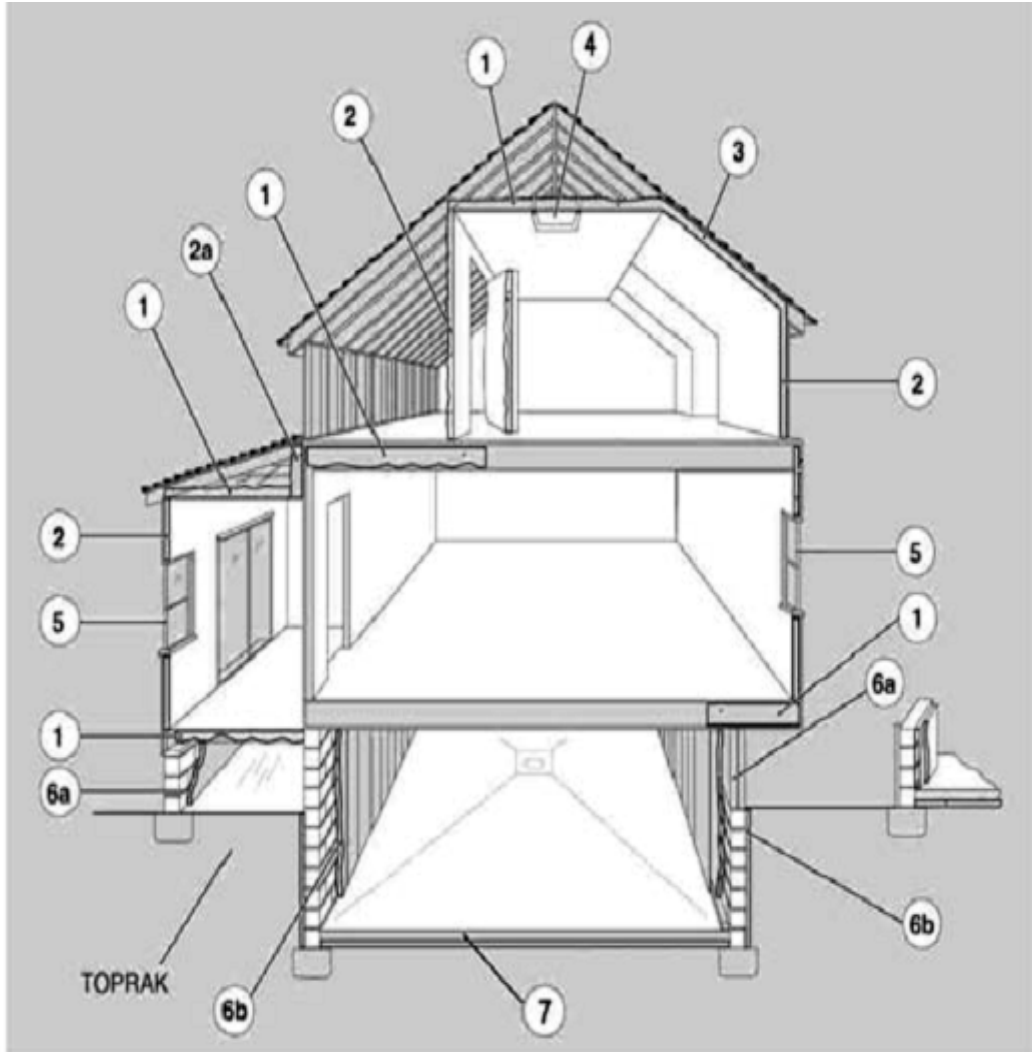
Çizelge 4.5. İllere göre derece gün bölgeleri [12]

İLLERE GÖRE DERECE GÜN BÖLGELERİ			
1.BÖLGE DERECE GÜN İLLERİ			
ADANA	AYDIN	İÇEL	OSMANİYE
HATAY	İZMİR	ANTALYA	
2.BÖLGE DERECE GÜN İLLERİ			
ADAPAZARI	ÇANAKKALE	İSTANBUL	ORDU
ADIYAMAN	DENİZLİ	KAHRAMANMARAŞ	RİZE
AMASYA	DİYARBAKIR	KİLİS	SAMSUN
BALIKESİR	DÜZCE	KOCAELİ	SİİRT
BARTIN	EDİRNE	MANİSA	SİNOP
BATMAN	GAZİANTEP	MARDİN	ŞANLIURFA
BURSA	GİRESUN	MUĞLA	ŞIRNAK
TEKİRDAĞ	TRABZON	YALOVA	ZONGULDAK
3.BÖLGE DERECE GÜN İLLERİ			
AFYON	BURDUR	KARABÜK	MALATYA
AKSARAY	ÇANKIRI	KARAMAN	NEVŞEHİR
ANKARA	ÇORUM	KIRIKKALE	NİĞDE
ARTVİN	ELAZIĞ	KIRKLARELİ	TOKAT
BİLECİK	ESKİŞEHİR	KIRŞEHİR	TUNCELİ
BİNGÖL	IĞDIR	KONYA	UŞAK
BOLU	ISPARTA	KÜTAHYA	
4.BÖLGE DERECE GÜN İLLERİ			
AĞRI	ERZURUM	KAYSERİ	ERZİNCAN
ARDAHAN	GÜMÜŞHANE	MUŞ	KASTAMONU
BAYBURT	HAKKARİ	SİVAS	YOZGAT
BİTLİS	KARS	VAN	

Her derece-gün bölgesine göre, hesaplamalarda kullanılan aylık sıcaklık ortalamaları ve güneş enerjisi ışıyım şiddetleri gibi kabul değerleri belirlenmiştir. TS 825 'de yıllık ısıtma enerjisi miktarı, yapının ısı kaybeden alanları toplamı (A top), ısıtılan brüt hacmi (V brüt) ve bulunduğu derece-gün bölgesine göre hesaplanır. Aşağıda derece-gün bölgeleri ve bu bölgeler için TS 825 'te yer alan ısı geçirgenlik katsayıları (U) verilmiştir. Bunlar yapı elemanlarının kısıtlarıdır [12].

Çizelge 4.6. TS 825'e göre tavsiye edilen U değerleri [12]

(W/m ² K)	U Duvar	U Tavan	U Taban	U Pencere
1. Bölge	0,80	0,50	0,80	2,80
2. Bölge	0,60	0,40	0,60	2,80
3. Bölge	0,50	0,30	0,45	2,80
4. Bölge	0,40	0,25	0,40	2,80



Şekil 4. 15. Yapılarda ısı yalıtımı yapılması gereken kısımlar [12]

- 1. Dış yüzeye açık tavan 2. Dış duvarlar 2a. Kısa dış duvarlar
- 3. Çatı 4. Çatıya açılan kapak 5. Pencere 6. Toprak altı ve toprak üstü temel duvarları
- 6a. Toprak üstü temel duvarları 6b. Toprak altı temel duvarları 7. Temel

4.4.3. Döşemelerde ısı yalıtımı

Zemine oturan döşemelerin, zeminle sürekli ilişki içinde olmaları nedeni ile, kapilariteyle su emmeleri kaçınılmazdır. Su ve nem emme kolayca yatay, eğik ve düşey olarak binaya yürür. Ayrıca soğuk bölgelerde, binanın iç sıcaklığı ile zemin sıcaklığı arasındaki farkın büyük olması durumunda, zemin üzerine oturan döşemelerde ısı yalıtımı yapılması gerekir [13].

Zemin kat döşemelerindeki ısı kayıplarını azaltmak için kullanılan ısı yalıtım detaylarının çözümlenmesi, yapı kabuğunun diğer bölümlerinde uygulanan ısı yalıtım detaylarından farklılık arz etmektedir. Bunun başlıca nedeni, zemine oldukça yakın ya da doğrudan ilişkili olmasından kaynaklanmaktadır. Bu nedenle, zemin kat döşemelerindeki ısı yalıtımları incelenirken döşeme ve dış duvarlardaki su, buhar yalıtımları ile ilişkilerinin kurulması kaçınılmaz olmaktadır [13].

Döşemelerin altından yapılan ısı yalıtımı genellikle döşeme elemanı boyunca yatay olarak uzanır. Burada kullanılacak yalıtım malzemesi yüksek nem direncine sahip ve basınca dayanıklı ve sert bir tabaka olmalıdır. Eğer nem geçirmeyen tabakanın altında yer alıyorsa, zemin ya da dolgunun zararlı olabilecek etkilerinden korunmalıdır. Bu uygulamada beton döşemeler yerinde yalıtılırlar ve iki yolla taşınırlar. Bunlar; Zemin ya da dolguya oturtulurlar, çevre duvarlar vasıtası ile taşınırlar [13].

Nem geçirmez tabaka beton zeminin altında veya üstünde olabilir. Eğer betonun altında ise ısı yalıtımının altında veya üstünde de olabilir.

Zeminin yüksek miktarda sülfata sahip olduğu alanlarda, nem geçirmez tabaka betonun üstünde ise, betonun zemindeki bileşenlerden etkilenmemesi için ek bir ayırıcı tabakaya ihtiyaç vardır [13].

Bu grup uygulamada oluşabilecek sorunlar

Yapısal sağlamlığın ve ısı performansının azalması,

Yapım sırasındaki zararlar,

Isı köprülerindeki olası yoğunlaşma,

Döşemedeki nemin zararı ve,

Tesisatlardaki olası sorunlardır.

Taşıyıcının üstünden yalıtılan zemin kat döşemelerindeki yalıtım uygulamaları, zemin döşemesi prekast kiriş ve blok döşemeler ile yerinde dökülen döşemelerde kullanılır. Isı yalıtım malzemesi sert ve üzerindeki yüke uygun olmalıdır. Yalıtım elemanı ahşap esaslı döşeme kaplaması veya şap altında yer alabilir. Bu tür uygulama yalıtılmış ahşap döşeme sistemleri için de uygundur [13].

Bu grup uygulamada oluşabilecek sorunlar

Uygulamadaki hatalar ve yapım sırasındaki zararlar,

- ✓ Nemden oluşan zararlar,
- ✓ Isı köprülerindeki yoğunlaşma,
- ✓ Tesisattaki olası sorunlardır.

Kenarından yalıtılan zemin kat döşemesi uygulamasında, ısı yalıtım tabakaları döşemenin kenarına, binanın boyut ve şekline ve de yalıtım kalınlığına bağlı olarak 2 m 'ye kadar yatay veya düşey olarak yerleştirilir.

Isı yalıtım tabakası döşemenin çevresinde düşey olarak üç değişik şekilde yer alabilir [14].

- ✓ Dış duvarın iç tarafına,
- ✓ Duvar tabakalarının arasındaki boşluğuna ve
- ✓ Dış duvarın dış tarafınadır.

Temellerin derinlik ve tipine bağlı olarak, ısı yalıtımı duvarlarda olduğu gibi temellerde de yapılabilir. Düşey yalıtımın dış taraftan uygulanması, binanın içindeki döşemeye uygulanmasının uygun olmadığı yerlerde faydalı olabilir. Fakat, temel derinliğinin yeterli olduğu durumlarda temel duvarlarının dış tarafına ısı yalıtımı eklenebilir. Bu uygulama özellikle yalıtım tabakasının dış duvar yalıtım tabakası ile devamlılığının sağlanması kolaylığı açısından faydalıdır. Aynı zamanda beton zemin döşemesindeki yüzey yoğunlaşmasına çare olarak kullanılabilir [14].

4.4.4. Duvarlarda ısı yalıtımı

Duvarlarda yapılacak ısı yalıtımı için malzeme seçimi ve seçilen malzemenin kalınlığı en önemli iki faktördür. Seçilecek olan malzemenin bünyesine kesinlikle su almaması, buhar difüzyon direncinin yüksek oluşu, üzerine doğrudan sıva uygulanabilirliği, basınç ve darbeye karşı dayanımın yüksek olması ve ısı iletim katsayısının çok düşük olması gerekmektedir. Ayrıca, ısı yalıtım kalınlığı seçilirken yoğuşma sorununun önlenmesi için gerekli hesapların mutlaka yapılması gerekir [13,14].

Duvarlarda ısı yalıtımı temel prensipleri ise şunlardır

- ✓ Duvarlarda dışarıdan ısı yalıtım tercih edilmelidir. Böylece hem kagir duvar malzemesinin ısı depolama kapasitesinden yararlanılır hem de ağır kütlenin yüksek sıcaklıkta kalması nedeniyle duvar iç yüzeyi ile birlikte duvar kesiti içinde de yoğuşma riski azalır,
- ✓ Kısa sürede ısıtmanın söz konusu olduğu yerlerde içten yalıtım tercih edilmelidir,
- ✓ Isı yalıtım malzemesi sudan etkilenmeyecek şekilde kapalı gözenekli ve yeterli basınç dayanımlı olmalıdır,
- ✓ Isıtılmayan bodrumların dış duvarlarında ısı yalıtım malzemesi, zeminden itibaren yer altı don seviyesi kadar, ısıtılan bodrumlarda ise temele kadar indirilir,
- ✓ Bodrum iç duvarlarında su yalıtımı var ise, ısı yalıtımı bunun üzerine konur. Isı yalıtım malzemesinin dış basınca karşı 1/2 tuğla kalınlıkta bir duvar veya özel koruma levhalarıyla korunmalıdır,
- ✓ Isı yalıtım malzemesinin cepheye kaplanması, cepheye dikine istikamette aralıklı tutturulmuş latalar arasına da yapılabilir. Lata aralıkları yalıtım malzemesi genişliği ile uyumlu olmalıdır. Lataların duvara tutturulmaları, duvara daha önce çimento harcı ile özel yerleştirilmiş takozlarla olabileceği gibi B.A. elemanlara dübel ile de yapılabilir,

- ✓ Dış duvarda ısı yalıtım değeri yüksek olan bloklarla duvar örülüp üzerine sıva yapıldığında, döşeme alını ile kolon ve kiriş yüzeyleri ısı köprüsü oluşturacaktır. Bu bakımdan söz konusu yüzeylerin yalıtılması gerekir. Yapılacak yalıtımın duvarla aynı hizaya gelmesi için de duvar yalıtım kalınlığı kadar dışarıya çıkarılır. Bu çıkmadan dolayı duvarda stabilite sorunu olmaması için duvar kalınlığı çıkma miktarı kadar artırılır,
- ✓ Isı yalıtım malzemesi ve kagir malzemenin duvar cephesinde birlikte kullanılmasından dolayı sıva sorunları çıkacaktır. Bunu bertaraf etmek için yalıtım yüzeyleri rabbitz tel veya sıva filesi ile kaplanıp üzerine özel çimento esaslı sıva yapılmalıdır,
- ✓ Duvar yüzeyinde ıslanma ve yoğunlaşmanın olduğu nemli iklim bölgelerinde ve özellikle kuzeye bakan cephelerde havalandırmalı duvar yapılmalıdır. Isı yalıtım malzemesinin kalınlığının hesaplanmasında hava tabakası da göz önünde bulundurulmalıdır. Ayrıca, iç mekândaki su buharı da hava tabakası yoluyla dışarı atılır. Hava sirkülasyonunun sağlanması için tuğla örgüde döşeme ve tavan hizasında bazı düşey derzler boş bırakılır.
- ✓ Duvarlarda ısı yalıtım uygulamaları üç şekilde olmaktadır. Bunlar, dıştan, ortadan ve içten ısı yalıtımıdır. Aşağıda bu uygulamalar kısaca açıklanmaya çalışılmıştır.

Duvarlarda Dıştan Isı Yalıtımı

Isı yalıtımı, binayı çevreleyen kabuk yani dış duvarın dış yüzeyine uygulanır. Bina dış kabuğunu ısıl gerilimlerden koruyarak bina ömrünü uzatır ve ısıtma sistemi kapatıldıktan sonra özellikle konutlarda konfor şartlarının devamını sağlar [15].

Oturulmakta olan binalarda dış duvarlara iç taraftan ısı yalıtımı yapılması daha kolay ve ekonomiktir. Radyatör arkalarına yansıtıcı ısı yalıtım levhaları konularak yaklaşık %5 yakıt tasarrufu sağlanabilir [15].

Duvarlarda Ortadan Isı Yalıtımı

İki masif yapı kabuğu ve bunların arasında yer alan ısı yalıtım katmanının oluşturduğu çift kabuk dış duvar sistemi "ortadan ısı yalıtımlı dış duvar" olarak adlandırılabilir. Ortadan ısı yalıtımlı dış duvarlar iki değişik şekilde uygulanabilir. Bunlar, birbirinden düşey hareketli bir hava katmanıyla ayrılmış iki masif duvar ve ısı yalıtım tabakasından oluşan çift kabuk dış duvar sistemi (havalandırmalı-Soğuk) ve iki masif duvar ve ısı yalıtım tabakasından oluşan, hava boşluğu içermeyen çift kabuk bir duvar sistemidir (Havalandırmaz-Soğuk) [15].



Resim 4.13. Prefabrik yapı, duvar panosunun yandan görünüşü

Havalandırmaz dış duvarlarda, sistemi oluşturan tüm malzeme katmanlarına ait nemsel ve ısı dirençler birbiri arkasından kesintisiz sıralanmaktadır. Bu tür dış duvarlarda rüzgâr etkisi altındaki yağmur suyu geçirimli dış kabuk ve derzler yoluyla konstrüksiyon'a girebilir. Bu su, hem don hasarına ve hem de dış kabuğun iç yüzeyi ile temas halinde olan ısı yalıtım malzemesinin nemlenmesine neden olabilir. Isıl konfor şartları sağlanmış bu duvarlarda soğuk dönemde iç kabuk sıcak, don bölgesinde bulunan dış kabuk ise soğuktur. İç kabuk yavaş, dış kabuk ise hızla soğur [15].

Çiğ noktası ısı yalıtım tabakasının içindedir. Sıcak dönemde ise dış kabuk çok hızla ısınır. Taşıyıcı nitelikteki iç kabuk dış kabuk tarafından korunduğu için yüksek sıcaklıkların etkisi altında değildir. Sıcak dönemde ısı akımına paralel olarak gelişen buhar akımı sonucu, su buharı ısı yalıtım tabakasında yoğunlaşır, yoğunlaşma genellikle düzlemseldir. Taşıyıcı duvar yıllık sıcaklık farkı nedeni ile çok az genişler. Dış kabuk, yüksek ısı genleşmelerinin etkisi altındadır ve iç kabuğun ısı depolama yeteneği yüksektir. Havalandırılmalı sistemde dış kabuk için kullanılacak masif yapı taşlarının don etkisine dayanıklı olması ve su geçirmez (sıkı) nitelik taşıması, buna karşılık iyi bir kılcal emicilik gücüne sahip olması, yani iyi bir nem depolayıcı olması gerekir. Bu malzemeler, buhar kesicilik özelliği de taşıyabilir. Bu durumda, kapalı ortamdan difüzyon yoluyla gelen su buharı hareketli hava katmanına erişir erişmez buradaki hava akımı ile derhal uzaklaştırılacaktır [16].

Havalandırılmalı dış duvar sistemi, her yerde kolayca kullanılamayan en hassas ısı yalıtım malzemelerinin (örneğin: son derece düşük yoğunluktaki cam yünü vb) istenilen düzeyde ısı iletkenlik değerleri içinde ve sağlıklı olarak kullanılmasına imkan vermektedir. Burada kullanılacak ısı yalıtım malzemesinin tam anlamıyla buhar geçirgen olmasında hiç bir sakınca yoktur. Ancak, bu sistemde cam köpüğü vb difüzyon direnci yüksek ısı yalıtım malzemeleri kullanılacaksa, bunlar açık derzli olarak uygulanmalı ve iç kabuk iç yüzeyine yakın bir bölgede güçlü bir buhar kesici katman ile birlikte yer almalıdır [16].

Ortadan ısı yalıtımlı ve havalandırılmalı dış duvarlarda boşluk tabanında, olasılıklı yoğunlaşma ve kabuktan sızabilecek yağmur sularının her iki kabuğa zarar vermeden serbestçe dışarı atılmasını sağlayan bir sızdırmazlık katmanı uygulanmalı ve bu katman, hava giriş delikleri ile optimum düzeyde bağdaştırılmalıdır [16].

Ortadan ısı yalıtımlı ve havalandırılmalı çift kabuk dış duvarlar, yağmur geçişinin önlenmesi ve yapı içindeki su buharının yoğunlaşmaya neden olmadan dışarı atılması yönünden uygun olan konstrüksiyonlardır [16].

Bu sistem ısı geçirgenlik direnci yüksek, buhar geçirgenlik direnci düşük ısı yalıtım malzemeleri ile kullanılmalıdır. Yapım sırasında, hava giriş ve çıkış deliklerinin bırakılmış olması ve duvar diplerinin su geçirmezlik malzemeler ile donatılması gerekir [17].

Yağmur etkisi ve difüzyon tekniği açısından problemlili olan ortadan ısı yalıtımlı ve havalandırmaz çift kabuk dış duvarlar pratikte çok ancak, bilinçsizce uygulanan bir detaydır. Bu sistemde yeterli performans ancak bir dizi önlem alınarak sağlanabilir. Yağmur ve su buharı etkilerine karşı nem emmeyen kapalı gözenekli sert köpük plak veya su itici nitelikteki yalıtım malzemeleri kullanılmalıdır [17].

Nemsel etkenlere açık dış kabuğun ısı geçirme değerinin hesaplanması ve bunun ısı korunum açısından değerlendirilmesi gerekir. Yağmur suyu etkilerine karşı duvar diplerine sağlıklı bir sudan arınım sistemi oluşturulmalı ve bu bölgeye su geçirimsiz malzeme uygulanmalıdır. Havalandırmaz duvarların farklı iç ve dış kabuk ve farklı ısı yalıtım malzemesi seçenekleri ile difüzyon kontrolü yapılmalı ve alınan sonuçlara bağlı olarak kullanım açısından bir karara varılmalıdır [17].

Dvarlarda içten ısı yalıtımı



Resim 4.14.İçten ısı yalıtım uygulaması örneği

Duvarların içten yalıtılması, yoğuşma riskinin yüksek olduğu uygulamalar olup yoğuşma kontrolü yapılmalıdır. Isı yalıtımının sıcak tarafına buhar kesici uygulanmalıdır. Buhar kesici tabakanın ek yerlerinde buhar kesici bantlar ile geçirimsizlik sağlanmalı, tespit elemanları ile delinmemelidir [18].

Isı yalıtım malzemesi sürekli olarak uygulanmalı, ısı köprüsü oluşturacak profil vb tespit elemanlarından kaçınılmalıdır. Kat döşemeleri ile birleşimlerde ısı köprüleri elimine edilecek şekilde ısı yalıtımı uygulanmalıdır [18].

Duvar bünyesinde bulunan kolon, kiriş, hatıl vb tüm yapı elemanları dıştan ısı yalıtımı ile kaplanmalıdır. Buhar kesici tabakalar mümkünse tavan ve döşemelere döndürülmelidir. Isı yalıtım malzemesinin sıcak tarafında bulunan tabakaların, buhar difüzyon direnç katsayısı (μ) soğuk tarafta bulunanlardan 5 kat daha yüksek olması durumunda yoğuşma önlenabilir ve buhar kesiciye gerek yoktur [18].

Yalıtım tabakası arkasında hava hareketi önlenmelidir. Kompozit yalıtımlı paneller kullanılıyorsa, tavan ve döşeme ile birleşme noktalarında panel arkalarına sürekli yapıştırıcı harç sürülmelidir. Ayrıca panel üzerinde yer alan priz vb elik çevreleri aynı şekilde kapatılmış olmalıdır. Mutfak ve banyo gibi yüksek buhar üreten hacimlerde yerlerde kaynağa yakın noktada su buharı pasif bir baca veya mekanik havalandırma ile dışarı atılması sağlanmalıdır. İçten ısı yalıtım uygulamalarında, kat yüksekliğindeki ekstrüde-polistren (boşluksuz) ısı yalıtım levhaları çimento bazlı yapıştırma harcı ile duvara yapıştırıldıktan sonra ek yerlerine file bant yapıştırılıp üzerine alçı sıva uygulanarak bitirilir [18].

Plastik çivili yalıtım dübelleri ile fiksaj yöntemi, duvar yüzeyinin uygun olmaması veya kat yüksekliğinin 3 m 'yi aştığı durumlarda kullanılmalıdır. İçten ısı yalıtım uygulamalarında genellikle bir yoğuşma sorunu yaşanır. Bu açıdan, yoğuşma sorununun çözümlenmesi durumunda uygulanmalıdır [18].

4.4.5. Tesisatlarda ısı yalıtımı

Yalıtımın tesisattan ayrı düşünülmesi olanaksızdır. Isıtma, soğutma iletime ilişkin hemen hemen hiç bir sistem, tesisatının yalıtımı tamamlanmadan devreye alınamaz, alınsa da verimli ve güvenli çalışamaz.

Akışkan sıcaklığına bağlı olarak malzeme ve kalınlık seçimindeki hatalar, başta yoğunlaşma olmak üzere bir çok problemi ortaya çıkarmaktadır. Tesisatta ısı yalıtımı yapılmaması nerede uygulanırsa uygulansın büyük parasal kayıplara yol açmaktadır. Yalnızca borularda değil, vana ve çeşitli cihazlarda yapılacak olan iyi bir yalıtım; çeşitli işletme problemlerini ortadan kaldırmanın yanı sıra parasal kazanç da sağlayacaktır.

Yüksek sıcaklıkların söz konusu olduğu tesisatta yalıtım daha büyük ısı kazancı ve parasal kazanç sağlamaktadır. Yalıtım kalınlığı arttıkça tasarruf artmakta, ancak yatırım maliyeti de yükselmektedir. Isı yalıtım malzemesinin cins ve kalınlığı belirlenirken, optimum yalıtım kalınlığı hesabı yapılmalıdır. Tesisat yalıtımının bina yalıtımlarından en önemli farkı; Tesisat yalıtımının bina yalıtımlarından en önemli farkı, tesisatta karşılaşılan sıcaklık seviyelerinin, binalardaki sıcaklık seviyesinden çok daha yüksek olmasıdır.

Binalarda iç ortam sıcaklığı ile dış ortam sıcaklığı arasındaki fark 30-40 Derece olmasına karşılık tesisatta karşılaşılan sıcaklıklar bunun çok üzerindedir. Dolayısıyla tesisatta yapılacak iyi bir yalıtımla binalardakinden çok daha fazla enerji tasarrufu sağlanması söz konusudur.

Bina ısıtma tesisatındaki yalıtımın, tesisata yönelik diğer bir sonucu, ilk yatırım maliyetlerinin düşmesi olarak ortaya çıkar.



Resim 4.15. Cam yünü ısı yalıtım malzeme çeşitleri

Tesisatta optimum yalıtımın uygulanması, kazan kapasitesini, radyatör sayısını ve boru çaplarını düşürür. Bu da parasal kazanç demektir. Düşük sıcaklıkların söz konusu olduğu borularda, genellikle dış ortam sıcaklığı, borunun dış yüzey sıcaklığından yüksek olmaktadır. Ortamın sıcaklık nemine bağlı olarak, boru dış yüzey sıcaklığı öyle bir kritik değere gelir ki, bu değer altındayken oluşması durumunda yüzeyde terleme başlar. Bu durumda yalıtım yapılmazsa, boru yüzeyinde yoğuşma ortaya çıkar. Eğer kullanılan yalıtım malzemesi yada kalınlığı uygun değilse, yalıtım malzemesinin dış yüzeyinde veya bünyesinde yoğuşma oluşur.

Tesisatta kullanılan yalıtım malzemesinin difüzyon direnç faktörü değeri de önem taşımaktadır. Düşük difüzyon direnç faktörlü malzeme kullanılması durumunda da malzeme içinde yoğuşma problemi ortaya çıkar. Düşük sıcaklıkların söz konusu olduğu borularda yalıtım yapılmaması durumunda ortaya çıkabilecek diğer bir problem de "donma"dır. Su sayaçlarının yalıtılmaması da kışın bunların patlamasıyla sonuçlanır. Donmaya karşı, tüm tesisat ve armatürlerin yalıtılması çok önemlidir.

Sistem devreye alındıktan sonra, yanlış uygulamalardan ve ses köprülerinden dolayı gürültü problemleri ortaya çıkmaktadır.

Tesisatlarda Yoğuşma: Isı yalıtımı yapılmaz veya yetersiz yapılırsa yüzeyde olur. Isı yalıtım malzemesinin buhar difüzyon direnç katsayısının (μ) yetersiz olması durumunda önlem alınmaz ise yalıtım malzemesinin içinde olur.

Tesisat yalıtımında kullanılan malzemeler ve bu malzemelerin ürün standartları

- ✓ Camyünü, prEN 14303
- ✓ Taşyünü, prEN 14303
- ✓ Elastomerik Kauçuk (FEF), prEN 14304
- ✓ Cam Köpüğü (CG), prEN 14305
- ✓ Kalsiyum
- ✓ Silikat (CS), prEN 14306
- ✓ Ekstrüde Polistiren (XPS), prEN 14307
- ✓ Poliüretan (PUR/PIR), prEN 14308
- ✓ Ekspande Polistiren (EPS), prEN 14309
- ✓ Polietilen Köpük (PEF), prEN 14313
- ✓ Fenolik Köpük, prEN 14314

Tesisatta kullanılan ısı yalıtım malzemesinde aranması gereken temel özellikler

- ✓ Isı iletkenlik Katsayısı
- ✓ Su Buharı Difüzyon Direnç Katsayısı
- ✓ Yangın Dayanımı
- ✓ Korozyon Riskinin Az Oluşu
- ✓ Uygulama Kolaylığı
- ✓ Ekonomiklik
- ✓ Dayanım Sıcaklığı

4.4.6. Pencereelerde ısı yalıtımı

Pencereler ve kapılar iyi yalıtılmamışlarsa, evimizdeki ısıнын dörtte birinin kaybına neden olabilirler.

Isı kayıplarının belli başlı nedenleri

- ✓ Pencere ile duvar arasındaki boşluklar
- ✓ İyi kapanmayan kanatlarla pencere arasındaki boşluklar
- ✓ Tek camlı pencereler

Pencereler ile dışa açılan kapılarda hava kaçaklarını saptamak için, yanan bir mumu pencere ve kapıların yakınında dolaştırınız. Mum alevi titreşiyorsa, orada hava kaçağı var demektir.

Evinizdeki pencerelerdeki ısı kayıplarını azaltmak için

- ✓ Pencerelerin duvar ile birleştiği yerlerdeki boşluklar silikon ve benzeri sızdırmaz malzeme ile kapatılmalıdır. Bu sızdırmazlığın, binanın yapımı aşamasında özel fitillerle sağlanması gerekmekle birlikte, yine de bazı durumlarda sızmalar olabilir.
- ✓ İyi kapanmayan kanatların çevresine bir yanı yapışkan sünger şeritler yada özel plastik fitiller çekilerek hava kaçakları önlenmelidir. Tam kapanmanın sürekli olarak sağlanması için, yapım aşamasında kalite belgesi olan ürünlerin seçilmesinde yarar vardır.
- ✓ Pencerelerde tek cam yerine çift cam kullanılmalıdır. Isı kayıpları, çift camlı pencerelerde tek cama göre yarı yarıya azdır.

Bir pencereden istenilen nitelikleri şöyle sıralayabiliriz

- ✓ Ucuz olmalı,
- ✓ Dayanıklı ve uzun ömürlü olmalı,
- ✓ Renk değiştirmemeli bakım istememeli,
- ✓ Isıyı iletmemeli enerji tasarrufu sağlamalı,
- ✓ Sesi taşımamalı absorbe etmeli konfor sağlamalı,

- ✓ Kullanım kolaylığı sağlamalı,
- ✓ Sağlıklı ortam oluşturmali,
- ✓ Estetik olmalı güzel görünmeli,
- ✓ Mimari şekli temizlik için uygun olmalı,

Pencerelerin imalatında ilk olarak kullanılan malzeme doğal olarak ahşaptır, daha sonra sanayinin gelişmesi sırasıyla demir alüminyum sert PVC ve kompozit malzemeleri pencere imalatında kullanmaya yönelmiştir. Bunlardan ahşap alüminyum ve PVC dünyada pencere imalatında kullanılan malzemelerin %95'inden yüksek bir kısmını oluşturmaktadır. Avrupa ülkelerinde sert PVC büyük bir oranla başı çekmektedir.

Tüm gelişmiş ülkelerde göze çarpan husus şudur. Fiyat olarak en pahalı durumdaki alüminyum iş yeri ofis ve kamu binalarında özellikle giydirme cephe çatı şıklığı ve özel-tasarım pencerelerin, mimariye uygun olarak yapılmasında kullanılır. Alüminyum'un konutlarda kullanımı yok. Denecek kadar azdır. Eskiyen pencerelerin yenilenmesi işinde önceleri kullanılan alüminyum bu pazarı daha çok PVC ve ahşap kompozit malzemelere bırakmıştır.

Alüminyum - Ahşap - PVC Pencere Sistemleri "K" Katsayısı Değerleri

Basit Alüminyum Pencere Sistemi $K = 5,6 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

Contalı Ahşap Pencere Sistemi $K = 3,0 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

PVC Pencere Sistemi $K = 2,6 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

Doğrama Malzemelerinin Isı Yalıtım Değerleri (DIN 4108)

Ahşap $0,12 \text{ k.cal/m}^2 \text{ h}^{\circ}\text{C}$

Plastik $0,13 \text{ k.cal/m}^2 \text{ h}^{\circ}\text{C}$

Demir $50 \text{ k.cal/m}^2 \text{ h}^{\circ}\text{C}$

Alüminyum $175 \text{ k.cal/m}^2 \text{ h}^{\circ}\text{C}$

4.4.7. Çatılarda ısı yalıtımı

Binaların çatıları ülkemizde en fazla sorun yaratan bina parametrelerinden biridir. Bu nedenle binaların en üst katları ekonomik olarak aynı değere mal edilmesine karşılık satın almak veya satmak aşamasında daha düşük bedellerle tanımlanmaktadır. Bina Çatıları bir bina yapımında belki en az görülüyor olması nedeniyle en az özenin gösterildiği binanın dış görünümü, mutfak, banyo gibi üniteleri kadar özen gösterilmeyen bir ünite sidir [20].

Çatılarda kullanılan malzeme içinde benzer değerlendirmeler yapılabilir. Çatı tavanı kışın, çatı tavanından geçerek yukarı doğru yönelik olan ısı ve su buharı akımları etkisindedir. Buna karşın, yaz mevsimlerinde ise çatıda yüksek sıcaklıklar oluşmaktadır. Bu durumda, yukarıdan aşağıya doğru ısı ve buhar akımı olur. Bu fiziksel oluşumlar, yalnızca atmosfer ortamındaki sıcaklık değişimine bağımlı olmamakta, diğer taraftan çatı tavanında kullanılan malzemenin veya yapı elemanı tabakalarının ısı yalıtım karakteristiğine bağımlı olmaktadır [20].

Eğer ısı yalıtımı açısından olumlu malzeme kullanılmış ise, gerek yaz ve gerekse kış aylarında, yapı için sıcaklık değeri dengelenebilecek veya ayarlanabilecektir. Yapılan inceleme ve irdelemeler göstermiştir ki, çatı konstrüksiyonu veya çatı örtüsünde hangi sıcaklığın meydana geleceği şu faktör ve parametrelere bağımlı olmaktadır: [20].

- ✓ Yapının bölgesel konumu,
- ✓ Yapının yüksekliği,
- ✓ Dış hava sıcaklığı ve güneş ışıması,
- ✓ Yön lere göre konumu,
- ✓ Çatı yüzeyinin eğimi ve rüzgar şartları,
- ✓ Çatı yüzeyinin yapısı ve rengi,
- ✓ Işık emme-yansıtma özelliği,
- ✓ Isı yalıtım tabakası,
- ✓ Çatı tabakasının ısı depolama yeteneği veya ısı ışınlama yeteneği,

- ✓ Çatı tabakasının kalınlığı,
- ✓ Çatı tavanının tabaka sıralaması,
- ✓ Çatı altındaki oda sıcaklığı vs 'dir.

Çatılar, % 5 eğime kadar “teras çatı” – “düz çatı” %5 in üzerinde olan eğimlerde ise “ Eğimli Çatı” olarak adlandırılır. Çatılar, kullanım şekillerine, eğimlerine, kaplama ve taşıyıcı sistemine göre farklı alt sınıflara ayrılırlar [20].

Döşeme üstü ısı yalıtımlı çatı

Soğuk çatı olarak tanımlanan bu çözümde çatı hacmi ısıtılmadan ısı yalıtımı döşeme üzerine serilir. Saçak (ve mahya) boyunca sürekli havalandırma sağlanması gerekir. Eğim azaldıkça havalandırma aralığı alanının büyümesi beklenir. Uygulama kolaylığı bulunmaktadır [20].



Şekil 4.16. Döşeme üstü ısı yalıtımlı çatı görünüşü [20]

Mertek arası veya altı ısı yalıtımlı çatı

Her iki konumda da havalandırma mertekler arasında gerçekleştirilmiş olur. Isı yalıtımının mertek arasında bulunması durumunda çatı kesitinin kalınlığı azalmış olur. Yalıtımın mertek açıklıklarını tam olarak doldurabilmesi amacıyla mertek mesafeleri yalıtım modülüne uygun olmalıdır. Isı yalıtımı ve mertek üst kenarı arasında havalandırma sağlayabilecek en az 5 cm boşluk kalmalıdır [20].



Şekil 4.17. Mertek altı ısı yalıtımlı çatı görünüşü [20]

Mertek üstü ısı yalıtımlı çatı

Isı yalıtımı üzerine su kesici örtü ve üzerine su boşaltılmasını sağlayacak eğim yönünde latolar ve üzerine saçak yönünde kiremitlerin oturtulacağı latolar konulur. Isı yalıtımı latoların altında sürekli olabileceği gibi aralarına da boşluk bırakmama koşuluyla yerleştirilebilir [20].

Çatı düzleminde eğime paralel boşluk yapılması kiremitler arasından sızabilecek suların uzaklaştırılması açısından yarar sağlar. Yoğuşma riskinin bulunduğu durumlarda ısı yalıtımının iç yüzünde buhar kesici örtü kullanılmaktadır [20]



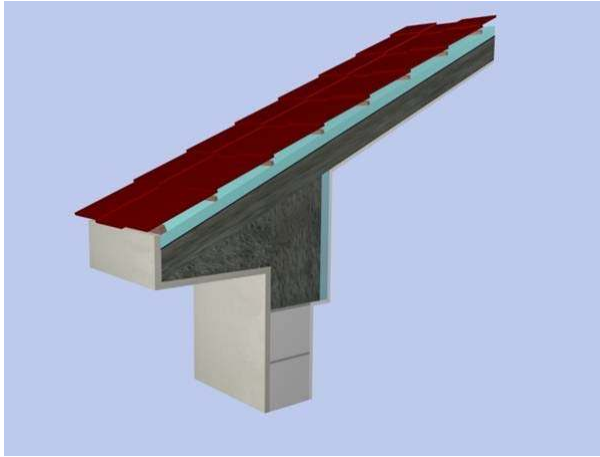
Şekil 4.18. Mertek üstü ısı yalıtımlı çatı görünüşü [20]

Plaklı çatılarda ısı yalıtım usulleri

Son kat döşemesi üzerine mertekler yerleştirmek yerine bu döşemeyi eğimli dökerek çatıyı oluşturmak yeğlenebilir [20].

Dış ısı yalıtımlı çatı, havalandırmaz çatı

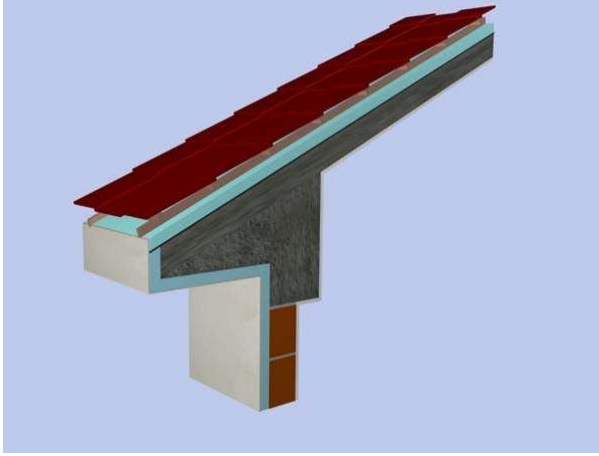
Eğimli plak üzerindeki ısı yalıtımının saçak etrafını sarması ısı köprülerini engeller, ancak saçığın dar tutulması daha rasyonel olmaktadır. Ayrıca plağın ısı depolama kapasitesinden yararlanılır. Buna karşılık kaplama tespiti yapılırken su kesici örtüyü delmeden veya sızdırmazlık contaları kullanarak yapılmalıdır [20].



Şekil 4.19. Dış ısı yalıtımlı çatı görünüşü [20]

Havalandırılmalı çatı

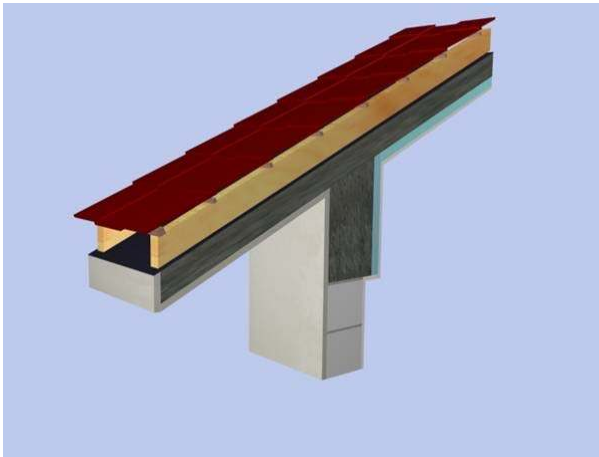
Önceki çözüm geliştirilerek ısı yalıtımı düzlemi üzerinde eğime paralel doğrultuda kadronlar yardımıyla bir hava katmanı oluşturulabilir. Kaplamadan sızan suların veya iç hacimden ulaşan nemli havanın böylece uzaklaşması sağlanır. Saçakların dar tutulması veya metal eklenti şeklinde yapılması kolaylık sağlar [20].



Şekil 4.20. Havalandırılmalı çatı görünüşü [20]

İç ısı yalıtımlı çatı

Geniş saçakların ısı yalıtımına sarılmasını önlemek ve iç hacmin kısa sürede ısınmasını sağlamak üzere ısı yalıtımı çatı plağının alt yüzünde olabilir. Havalandırma ve su boşaltma plak üzerindeki mertekler arasında yapılır ve bunların üzerine kaplama gelir. Ancak iç yüzeyde bir buhar kesici örtü veya boya kullanma zorunluluğu doğmaktadır [20].



Şekil 4.21. Isı yalıtımlı çatı görünüşü [20]

4.4.8. Isı yalıtım malzemeleri

Çağımızın zorlu şartları ise artık hayatımızın her alanında tasarruf yapmamızı gerektirdiği gibi enerji kaynaklarımızın azlığı ve çevre kirliliği de yaşamlarımızı ciddi olarak etkilemektedir. Bu nedenle ısı yalıtımı bugün için olduğu kadar gelecek için de vazgeçilmezdir [21,22].

Farklı sıcaklıktaki iki ortam arasındaki ısı transferini azaltmak için yapılan işleme ısı yalıtımı denir. Bunu sağlayan malzemelere ısı yalıtım malzemesi adı verilir. Isı yalıtım malzemelerinin en temel özelliği (λ) ısı iletim katsayısıdır [21,22].

Isı iletim katsayısı: Bir malzemenin birbirine paralel iki yüzeyinin sıcaklıkları arasındaki fark 1 °C olduğunda, yüzeyin, birim alanından (1 m²) ve bu alana dik yöndeki birim kalınlıktan (1 m), 1 saatte geçen ısı miktarıdır. Bu özellik malzemenin ısı yalıtım özelliğini belirler. Isı iletim katsayısı yükseldikçe malzemenin ısı yalıtım özelliği azalır. ISO ve CEN Standardına göre ısı iletim katsayısı 0,065 W/mK değerinden küçük olan malzemeler ısı yalıtım malzemesi olarak tanımlanır. Diğer malzemeler yapı malzemesi olarak kabul edilir [21, 22].

Uzun yıllar yapılan uygulamalar 50 cm ve üzeri bir kalınlığın optimum yalıtım kalınlığı olduğu kabul edilmiştir. Bugün, Avrupa'daki pek çok yönetmelik ve standart, çatı ve duvarlarda $U=0,2$ W/m²K değeri aramaktadır. Bu da yaklaşık 20 cm yalıtım kalınlığına tekabül eder. Ancak, yapılarda 20 ila 50 cm arasında değişen yalıtım kalınlıkları ihtiyacı, mimarlık çalışmalarını, alan kısıtı ve yüksek maliyet nedeni ile oldukça kısıtlamaktadır. Bu nedenlere bağlı olarak, bina yapımındaki gelişmelerle birlikte, yapılar kalın boyutlu ve ağır malzemelerden narin-ince boyutlu hafif malzemelere geçmiştir. Bu durum, sağladığı birçok yarar yanında yapı fiziği ve ısı yalıtımı konularında daha dikkatli davranmak gereğini ortaya getirmiştir [21, 22].

Binanın ısı yalıtımı; yapının gerek kışın, gerekse yazın karşılaşacağı dış şartları güvenle karşılayabilecek şekilde düşünülmelidir. Binanın ısı etkilerine karşı yalıtılmasında amaç, yapının zararlı boyutlarda ısı hareketleri ve buhar yoğunlaşması sonucu zaman içinde yapı hasarlarının (don hasarı, nem hasarı, küflenme, bozulma, demir aksamının çürümesi-korozyonu vs) ortaya çıkmasını önlemektir [21, 22].

Dolayısıyla yapının bakım masraflarını sınırlı düzeyde tutmak, yaşanan iç ortamın konfor şartlarına uygun, kışın ısıtma, yazın soğutma enerjisinden tasarruf sağlayarak aile ve ulusal ekonomimize katkıda bulunmaktır [21, 22].

Isı Yalıtım Malzemelerinde Uygulamaya Göre Aranması Gereken Özellikler

- ✓ *Isı İletim Katsayısı (W/mK):* 0,065 W/mK değerinden küçük olmalıdır.
- ✓ *Yoğunluk (kg/m^3):* Malzemenin birim hacminin (1 m³) kütlesine yoğunluk adı verilir. Isı yalıtım malzemelerinde yoğunluk ısı iletim katsayısını pek etkilememekle birlikte malzemenin stabil itesi ve mekanik dayanımı yoğunlukla direkt ilgilidir. Genellikle ısı yalıtım malzemelerinin yoğunlukları geniş bir skalada değişken üretilebilir. Ancak ideal olan, boyutsal kararlılık ve mekanik dayanım açısından en uygun yoğunlukların kullanılmasıdır. Dolayısıyla malzeme seçimi yapılırken konuda uzman kişilere danışılmalıdır.
- ✓ *Yangın Sınıfı (DIN 4102, BS476):* Yapı ve yalıtım malzemelerinin yangın sırasındaki davranışlarını ölçmek için çeşitli deney metotları geliştirilmiştir. Bu deneylere tabi tutulan malzemenin davranışı ölçülür ve sınıflandırılır. Bu deneylerin ve sınıflandırmaların tarif edildiği Almanya 'da DIN 4102, İngiltere'de BS 476 standartları bulunmaktadır.
- ✓ *Sıcaklık Dayanımı (°C):* Her ısı yalıtım malzemesinin özelliklerini kaybetmeye başlayıp deforme olmaya başladığı bir sıcaklık noktası bulunur. Bu nedenle malzemenin uygulandığı yerde maruz kalacağı sıcaklık önceden belirlenmeli ve bu sıcaklığa uygun malzeme seçilmelidir.

- ✓ *Mekanik Dayanım (kPa)*: Isı yalıtım malzemelerinin mekanik dayanımları genellikle, malzemedeki %10 deformasyon oluşturan basma gerilmesi değeri olarak kabul edilir. Bunun yansıya bazı malzemelerin çekme gerilmeleri de basma gerilmeleri ile birlikte mekanik dayanım özelliği olarak verilebilir.
- ✓ *Buhar Difüzyon Direnci*: Bir malzemenin bünyesinden buhar geçişine gösterdiği direnç, o malzemenin buhar difüzyon direncidir. Buhar difüzyon direnci yükseldikçe malzemenin içinden geçebilecek buhar miktarı azalır. Isı yalıtım malzemelerinde, detaya göre değişmekle birlikte, genellikle buhar difüzyon direnci yüksek olması idealdir.
- ✓ *Su Emme*: Isı yalıtım malzemelerinin en temel özelliği ısı iletim katsayılarının düşük olmasıdır. Bu özellik malzemelerin bünyesinde bulunan durgun hava veya gaz içeren kılcal aralıklar veya gözeneklerdir. Isı yalıtım malzemeleri su ile temas ettiklerinde bünyelerine bir miktar su emebilirler. Bunun sonucunda malzemelerin ısı iletim katsayıları düşer, yani ısı yalıtım özellikleri bozulur. Su emme miktarları çeşitli testler uygulanarak belirlenir. Isı yalıtım malzemelerinde su emme oranlarının sıfır veya sıfıra yakın olması idealdir.
- ✓ *Boyutsal Kararlılık*: Isı yalıtım malzemelerinin boyutsal kararlılıkları olmalıdır. Yani malzeme uygulandığı andaki boyutlarını zaman içerisinde veya termal ve mekanik etkilerle kaybetmemelidir. Başka bir ifadeyle, malzemelerin sıcaklık veya basınçla şekil değiştirmeleri çok az olmalıdır.

Başlıca ısı yalıtım malzemeleri ve standart numaraları

- ✓ Cam Yünü (TS 901 EN 13162)
- ✓ Taş Yünü (TS 901 EN 13162)
- ✓ Ekstrude-Polistren (XPS) (TS 11989 EN 13164)
- ✓ Expande-Polistren (EPS) (TS 7316 EN 13163)
- ✓ Poliüretan (PUR) (TS EN 13165)
- ✓ Ahşap Yünü Levhalar (TS EN 13168)
- ✓ Cam Köpüğü (TS EN 13167)
- ✓ Fenol Köpüğü (TS EN 13166)
- ✓ Genleştirilmiş Mantar Levhalar (TS EN 13170)

Isı iletim katsayısı düşük olan ancak ısı yalıtım malzemesi olmayan yapı malzemeleri

Perlit ve perlitli sıva, Zotugla, Gazbeton, Ponza taşı, Bims bloklar

Malzemelerde, genel olarak, yalıtımı sağlayan havadır. Dolayısıyla, yalıtım malzemesinin performansı, havanın ısı iletim katsayısı olan 25 mW/mK değeri ile sınırlıdır. Bu sınırlamayı aşabilmek için, aşağıdaki teknolojilerin esas alındığı yeni teknikler geliştirilmiştir [21,22].

- ✓ Mikro gözenekli yapılar,
- ✓ Vakum teknolojileri,
- ✓ Özel gaz dolgular,

Isı yalıtım malzemelerinin ısı iletim katsayılarına göre sınıflandırılması

- ✓ Alışlagelmiş Yalıtım Malzemeleri: : $\lambda > 20$ mW/mK
- ✓ Mikro Gözenekli Yalıtım Malzemeleri: $10 < \lambda < 20$ mW/mK
- ✓ Vakum Paneller: $\lambda < 10$ mW/mK

Cam yünü



Resim 4.16. Camyününden mamul yalıtım malzemeleri [21]

Silis kumunun yüksek sıcaklıklarda ergitilerek elyaf haline getirilmesi ile elde edilen bir ısı yalıtım malzemesidir. Şilte ve levha halinde kullanılabilir [21].

Isı iletkenlik hesap değeri: 0,04 W/mK

Kullanım sıcaklığı: max. 250 °C

Yoğunluk: 14-100 kg/m³ arası yoğunluklarda üretilir.

Yanma sınıfı: DIN 4102 'ye göre A sınıfı yanmaz

Buhar difüzyon direnç katsayısı: 1

Su emme: hacimce % 3-10

Mekanik dayanım: 1,5-6.5 ton/m² basma dayanımı

Taş yünü



Resim 4.17. Taşyünü levhaları [21]

Bazalt veya diabez tasının yüksek sıcaklıklarda ergitilerek elyaf haline getirilmesi ile elde edilen bir ısı yalıtım malzemesidir [21].

Isı iletkenlik hesap değeri: 0,04 W/mK

Kullanım sıcaklığı: max.750 °C

Yoğunluk: 30 - 200 kg/m³ arasında üretilir.

Yanma Sınıfı: DIN4102 'e göre A sınıfı yanmaz

Buhar difüzyon direnç katsayısı:1

Su emme: hacimce % 2,5-10

Mekanik dayanım: 1,5-6,5 ton/m² basma dayanımı

Ekstrude polistren köpük (XPS)



Resim 4.18. Ekstrude polistren köpük plakaları [22]

XPS levha, polistiren hammaddesinin ekstrüzyonla levha halinde çekilmesiyle üretilen bir ısı yalıtım malzemesidir [22].

Üretim tekniği dolayısıyla kapalı gözenekli ve bünyesine su almayan bir ısı yalıtım malzemesidir [22].

Isı iletkenlik hesap değeri: yüzeyi pürüzsüz iken 0,028 yüzeyi pürüzlü iken 0,031 W/Mk

Kullanım sıcaklığı: -50 ila +75/+80 °C

Yanma sınıfı: B1 sınıfı zor alev alan

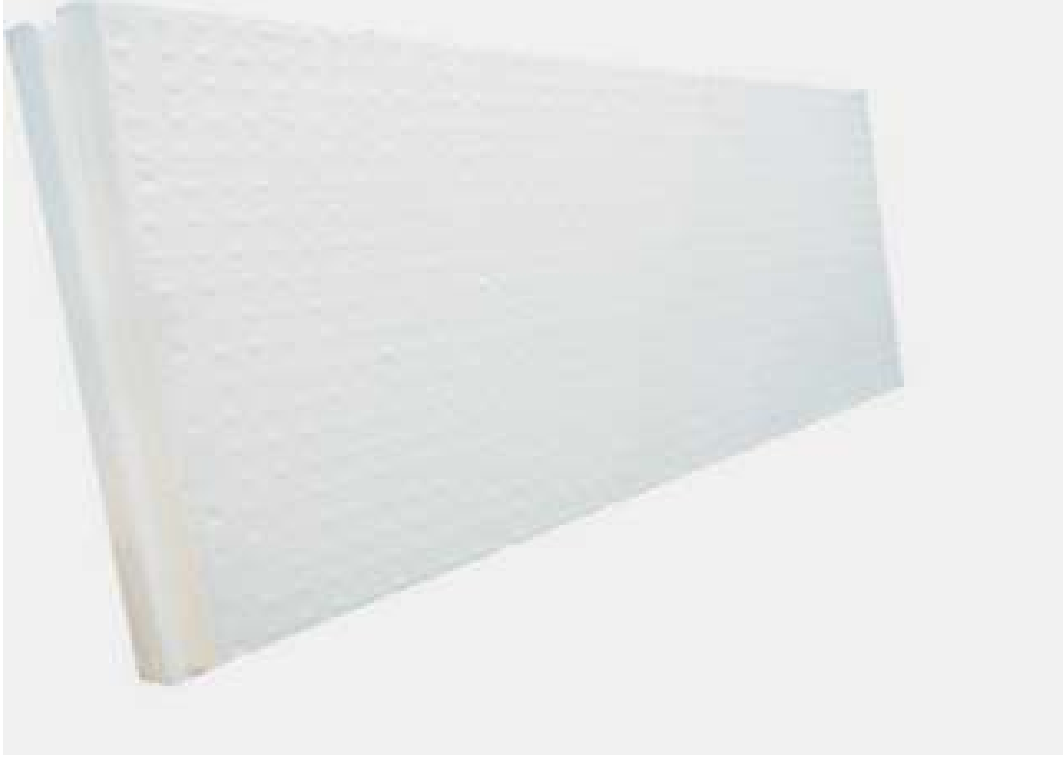
Yoğunluk: ~ 25 - 45 kg/m³

Buhar difüzyon direnç katsayısı: 80 - 250

Su emme: hacimce %0 - 0.5 max.

Mekanik dayanım: 100 - 500 kPa (10 - 50 ton/m²) max. basma dayanımı

Expand  polistren köpük (EPS)



Resim 4.19. Expand  polistren köpük plakası [22]

EPS, polistren hammaddesinin genleştirilerek blok halinde ve kesilme suretiyle levha haline getirilen bir ısı yalıtım malzemesidir. Ayrıca levha seklinde kalıp içinde genleştirilerek de üretilebilir [22].

Isı iletkenlik hesap değeri: ortalama 0,04 W/mK

Kullanım sıcaklığı: -180 / +75 'dır.

Yanma sınıfı: DIN 4102'e göre B1 sınıfı zor alev alan, B2 sınıfı normal alev alan bir ısı yalıtım malzemesidir.

Yoğunluk: 15 - 30 kg/m³ olmalıdır.

Buhar difüzyon direnç katsayısı: 20 - 80

Su emme: hacimce % 0-5 arası

Mekanik dayanım: 50 - 150 kPa (5-15 ton/m²) max. basma dayanımı

Poliüretan



Resim 4.20. Terasta poliüretan yalıtımı uygulaması [21,22]

Poliüretan, iki ayrı kimyasal komponentin bir araya getirilmesi ile üretilir. Levha, sandviç panel ve püskürtme yöntemiyle kullanılan bir ısı yalıtım malzemesidir [21,22].

Isı iletkenlik hesap değeri 0,035 W/mK

Kullanım sıcaklığı: -200 / +110 °C

Yanma sınıfı: B1 - B2 - B3 sınıfı zor, normal ve kolay alev alan

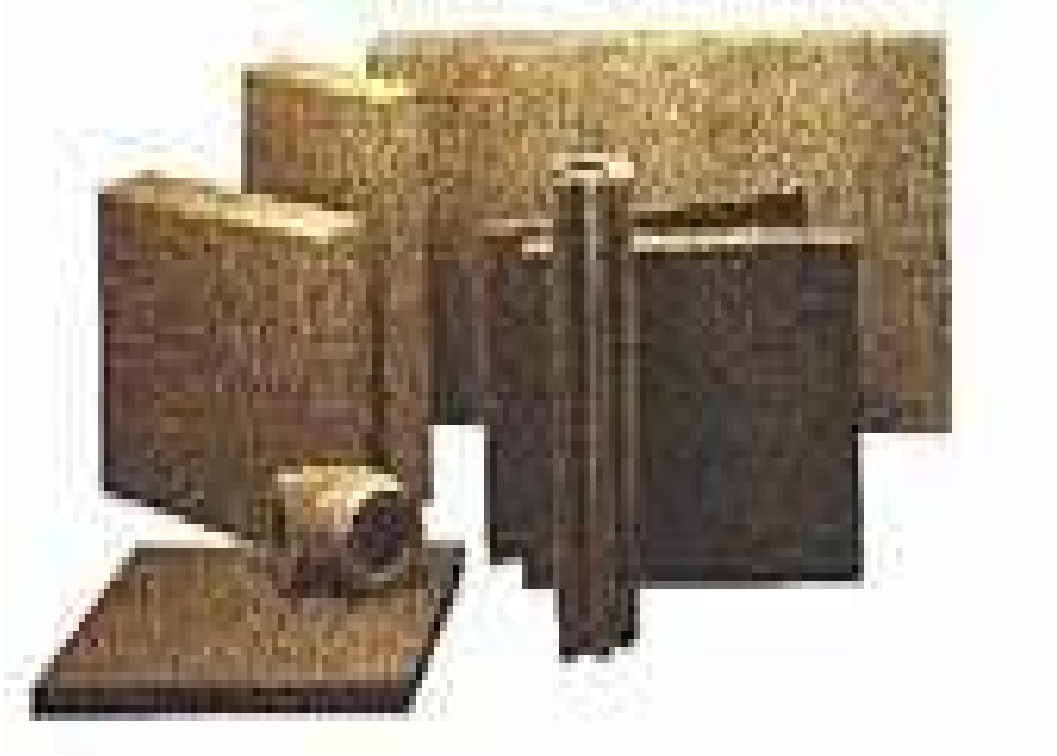
Yoğunluk: 30 - 40 kg/m³

Buhar difüzyon direnç katsayısı: 30-100

Su emme: hacimce %3-5 arası

Mekanik dayanım: 100 - 400 kPa (10 - 40 ton/m²)

Odun talaşı



Resim 4.21.Odun talaşı levhalar [21,22]

Ahşap talaşının bir bağlayıcı ile sıkıştırılarak levha halinde üretilen bir ısı yalıtım malzemesidir [21,22].

Isı iletkenlik hesap değeri: 0,09 - 0,15 W/mK

Kullanım sıcaklığı: max. +110 °C

Yanma sınıfı: BS476 standardına göre Class1

Yoğunluk: 360-570 kg/m³

Buhar difüzyon direnç katsayısı: 2 - 5

Su emme: ~ %10

Basma dayanımı: 200 kPa (20 ton/m²) basma dayanımı

Cam köpüğü



Resim 4.22. Cam köpüğü levhaları [21,22]

Isı iletkenlik hesap değeri: 0,052 W/mK

Kullanım sıcaklığı: -260 / +430°C

Yoğunluk: 100-200 kg/m³

Yanma sınıfı: BS476 standardına göre Class0.

Buhar difüzyon direnç katsayısı: 10000

Su emme: Su emmez

Mekanik dayanım: 430 - 8800 kPa (48 - 880 ton/m²) basma dayanımı

Fenol köpüğü



Resim 4.23. Fenol köpüğü ile yalıtım uygulaması [21,22]

Isı iletkenlik hesap değeri 0.04 W/mK

Kullanım sıcaklığı : -180 / +120 °C arasındadır.

Yoğunluk: 30-35 kg/m³

Yanma sınıfı: BS476 / Class1

Buhar difüzyon direnç katsayısı: 10 - 50

Su emme: N/A

Mekanik dayanım: 100-150 kPa basma dayanımı

Mantar



Resim 4.24. Mantar levha plakaları [21,22]

Isı iletkenlik hesap değeri: 0,04 - 0,055 W/mK

Kullanım sıcaklıkları: 180 / +100 °C

Yoğunluk: 80 - 500 kg/m³

Buhar difüzyon direnç katsayısı: 10 - 35

Yanma sınıfı: BS476 / Class3

Su emme: N/A

Mekanik dayanım: N/A

5. ARAŞTIRMA ALANI VE YÖNTEM

5.1. Araştırma Alanı

Bu araştırmanın alanı, çelik prefabrik yapıları oluşturan yapı elemanlarının 2010 yılı birim fiyatlarını esas alarak, yapı maliyet analizinin yapılması, uygun prefabrik tipinin ve yapı elemanlarının oluşturulmasını kapsamaktadır. Bu hesaplamalarda esas olan kaplama malzemelerinin birim fiyatlarıdır. Yalıtım malzemeleri ve birim fiyatları hesaplamalarda dikkate alınmayacaktır.

5.2. Yöntem

5.2.1. Hesaplamalarda dikkate alınan hususlar

Piyasada çoğunlukla uygulanmakta olan prefabrik yapı elemanları tespit edilerek, her bir yapı elemanında kullanılması muhtemel, kaplama ve yalıtım malzemelerinin piyasa fiyatları araştırılmış ve her bir yapı elemanının 1 m² si için malzeme maliyetini tespit edilmiştir.

Seçilen kaplama malzemelerinin fiyatları, kendi içerisinde çok çeşitlilik göstermekte olduğundan ortalama yaklaşık maliyet esas alınmıştır.

Bu birim maliyetlere göre fiyat açısından en uygun çelik prefabrik yapı kaplaması ve tipi belirlenmiştir.

En uygun kaplama belirlenirken duvarlarda ısı yalıtım malzemesi kalınlığı 5 cm ile kısıtlanmıştır. Yalıtım malzemesi olarak çoğunlukla camyünü türleri kullanılmıştır. Kaplama malzemelerinin kalınlıkları seçilirken piyasada sürekli uygulanmakta olan malzeme kalınlıkları esas alınmıştır.

Yapı elemanları maliyetlerine göre tasnif edildikten sonra, en ucuz ve en pahalı yapı ve kaplama malzemeleri de belirlenmiş olacaktır.

5.2.2. Taşıyıcı konstrüksiyon maliyetinin hesaplanmaması

Prefabrik yapıları oluşturan, taşıyıcı çelik konstrüksiyon maliyetlerinin hesaplara dahil edilmemiş olmasının sebebi; Taşıyıcı sistemlerin hesaplarında çok fazla parametre (zemin çeşidi, kar yükü, rüzgar yükü, deprem bölgesi vb.) olması ve tezin çerçevesinin aşılmış olacağından dolayı, maliyet analizlerinde, çelik konstrüksiyon taşıyıcı sistem maliyetleri dikkate alınmamıştır.

5.2.3. Belirlenen yapı tipleri ve yapı elemanı özellikleri

Yapı tipleri belirlenirken, prefabrik yapı sektöründe yaygın uygulama alanının olması, kullanışlı olmaları, kolay temin edilebilir ve kolay uygulanabilir olması dikkate alınmıştır. Ayrıca seçim yapılırken sektörde deneyimli firma yetkilileriyle görüşmeler de yapılmıştır.

Çelik prefabrik yapı tipleri;

Tip 1: Shingle çatılı, siding cephe kaplamalı, laminant parke zemin kaplamalı çelik prefabrik yapı

Tip 2: Ondulin çatılı, betopan cephe kaplamalı, PVC karo zemin kaplamalı çelik prefabrik yapı

Tip 3: Trapez sac çatılı, trapez sac cephe kaplamalı, granit seramik zemin kaplamalı çelik prefabrik yapı

Tip 4: Sandwich panel çatılı, Sandwich panel cephe kaplamalı, PVC rulo zemin kaplamalı çelik prefabrik yapı

5.2.4. Malzeme birim fiyatlarının hesaplanması

Malzeme birim fiyatları Ocak 2010 piyasa fiyatları olup, fiyatlar tespit edilirken, internet den ve malzeme temin eden firmalarda teklif alınması suretiyle hazırlanmıştır. Hesaplamalarda malzeme m² birim fiyatları esas alınmıştır [23].

6. BULGULAR VE DEĞERLENDİRİLMESİ

6.1. Birinci Tip Yapının Maliyet Analizi

Tip 1: Shingle çatı kaplamalı, siding cephe kaplamalı, laminant zemin kaplamalı, çelik prefabrik yapı malzemelerinden oluşmaktadır [23].

Çizelge 6.1. Tip 1 Çelik prefabrik yapının, yapı elemanlarına ait maliyet analizi [23]

Çelik prefabrik yapı elemanları maliyet analiz tablosu					
Prefabrik yapı elemanlarında kullanılan kaplama ve yalıtım malzemeleri		Yapı elemanı kalınlığı d (mm)	Miktarı (m ²)	Birim Fiyatı (TL/m ²)	Birim Maliyeti (TL)
Duvar	Siding	8	1	10,00 TL	10,00 TL
	OSB	10	1	6,25 TL	6,25 TL
	Camyünü	50	1	2,50 TL	2,50 TL
	Alçıpan	12,5	1	3,20 TL	3,20 TL
Duvar Birim Maliyeti (1 m ²)					21,95 TL
Zemin	L.Parke	15	1	20,00 TL	20,00 TL
	OSB	1	1	6,25 TL	6,25 TL
	XPS	30	1	4,80 TL	4,80 TL
Zemin Birim Maliyeti (1 m ²)					31,05 TL
Çatı ve Tavan	Alçıpan	12,5	1	3,20 TL	3,20 TL
	Camyünü	80	1	1,87 TL	1,87 TL
	OSB	10	1	6,25 TL	6,25 TL
	Membran	3	1	4,00 TL	4,00 TL
	Şingle	3	1	10,00 TL	10,00 TL
Çatı Birim Maliyeti (1 m ²)					25,32 TL

6.2. Birinci Tip Yapının Maliyet Analizinin Grafikselle İncelenmesi

Çizelge 6.2. Tip 1 Çelik prefabrik yapının, yapı elemanlarına ait maliyet



Çizelge 6.3. Tip 1 Çelik prefabrik yapının, yapı elemanlarının genel içerisindeki dağılımı

Yapı Elemanı	Çatı ve Tavan	Duvar	Zemin
Yapı Elemanının genel içerisindeki % dağılımı	% 32	% 28	% 40

Çizelgelerden de anlaşılacağı üzere 1.Tip çelik prefabrik yapılarda yapı maliyetinin büyük bir kısmını zemin maliyeti oluşturmakta olup, maliyet büyüklüğü açısından sırasıyla çatı ve duvar gelmektedir.

6.3. İkinci Tip Yapının Maliyet Analizi

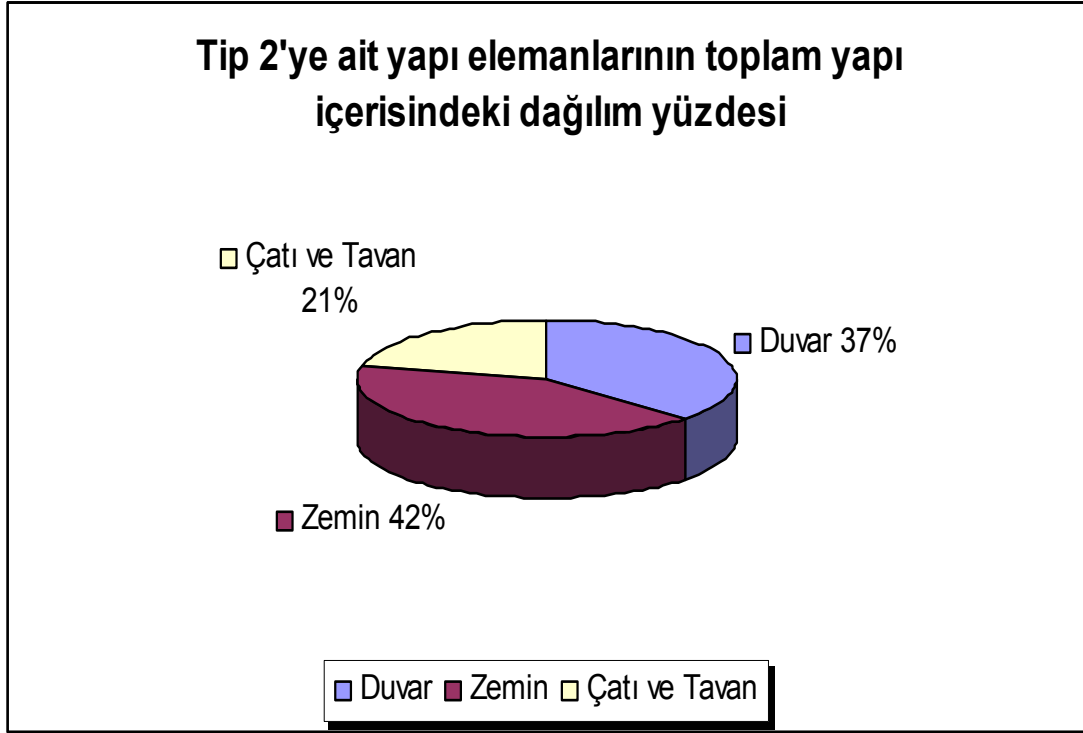
Tip 2: Ondulin çatı kaplamalı, betopan cephe kaplamalı, PVC karo zemin kaplamalı, çelik prefabrik yapı malzemelerinden oluşmaktadır [23].

Çizelge 6.4. Tip 2 Çelik prefabrik yapının, yapı elemanlarına ait maliyet analizi [23]

Çelik prefabrik yapı elemanları maliyet analiz tablosu					
Prefabrik yapı elemanlarında kullanılan kaplama ve yalıtım malzemeleri		Yapı elemanı kalınlığı d (mm)	Miktarı (m ²)	Birim Fiyatı (TL/m ²)	Birim Maliyeti (TL)
Duvar	Betopan	10	1	8,20 TL	8,20 TL
	Camyünü	50	1	2,50 TL	2,50 TL
	Betopan	12	1	9,85 TL	9,85 TL
Duvar Birim Maliyeti (1 m ²)					20,55 TL
Zemin	PVC Karo	1,6	1	8,50 TL	8,50 TL
	Betopan	12	1	9,85 TL	9,85 TL
	XPS	30	1	4,80 TL	4,80 TL
Zemin Birim Maliyeti (1 m ²)					23,15 TL
Çatı ve Tavan	Taşıyünü asma tavan	13	1	5,00 TL	5,00 TL
	Camyünü	80	1	1,87 TL	1,87 TL
	Ondulin	1	1	5,00 TL	5,00 TL
Çatı Birim Maliyeti (1 m ²)					11,87 TL

6.4. İkinci Tip Yapının Maliyet Analizinin Grafiksel İncelenmesi

Çizelge 6.5. Tip 2 Çelik prefabrik yapının, yapı elemanlarına ait maliyet analizinin grafiksel incelenmesi



Çizelge 6.6. Tip 2 Çelik prefabrik yapının, yapı elemanlarının genel içerisindeki dağılımı

Yapı Elemanı	Çatı ve Tavan	Duvar	Zemin
Yapı Elemanının genel içerisindeki % dağılımı	% 21	% 37	% 42

Çizelgelerden de anlaşılacağı üzere 2.Tip çelik prefabrik yapılarda yapı maliyetinin büyük bir kısmını zemin maliyeti oluşturmakta olup, maliyet büyüklüğü açısından sırasıyla duvar ve çatı gelmektedir.

6.5. Üçüncü Tip Yapının Maliyet Analizi

Tip 3: Trapez sac çatı kaplamalı, trapez sac cephe kaplamalı, granit seramik zemin kaplamalı, çelik prefabrik yapı malzemelerinden oluşmaktadır [23].

Çizelge 6.7. Tip 3 Çelik prefabrik yapının, yapı elemanlarına ait maliyet analizi [23]

Çelik prefabrik yapı elemanları maliyet analiz tablosu					
Prefabrik yapı elemanlarında kullanılan kaplama ve yalıtım malzemeleri		Yapı elemanı kalınlığı d (mm)	Miktarı (m ²)	Birim Fiyatı (TL/m ²)	Birim Maliyeti (TL)
Duvar	Trapez sac	0,5	1	11,00 TL	11,00 TL
	Camyünü	50	1	2,50 TL	2,50 TL
	Suntalam	8	1	6,00 TL	6,00 TL
Duvar Birim Maliyeti (1 m ²)					19,50 TL
Zemin	Granit Seramik	6	1	12,00 TL	12,00 TL
	Betopan	12	1	9,85 TL	9,85 TL
	XPS	30	1	4,80 TL	4,80 TL
Zemin Birim Maliyeti (1 m ²)					26,65 TL
Çatı ve Tavan	Suntalam	12,5	1	6,00 TL	6,00 TL
	Camyünü	80	1	1,87 TL	1,87 TL
	Trapez sac	0,5	1	11,00 TL	11,00 TL
Çatı Birim Maliyeti (1 m ²)					18,87 TL

6.6. Üçüncü Tip Yapının Maliyet Analizinin Grafikselle İncelenmesi

Çizelge 6.8. Tip 3 Çelik prefabrik yapının, yapı elemanlarına ait maliyet analizinin grafikselle incelenmesi



Çizelge 6.9. Tip 3 Çelik prefabrik yapının, yapı elemanlarının genel içerisindeki dağılımı

Yapı Elemanı	Çatı ve Tavan	Duvar	Zemin
Yapı Elemanının genel içerisindeki % dağılımı	% 29	% 30	% 41

Çizelgelerden de anlaşılacağı üzere 3.Tip çelik prefabrik yapılarda yapı maliyetinin büyük bir kısmını zemin maliyeti oluşturmakta olup, maliyet büyüklüğü açısından sırasıyla duvar ve çatı gelmektedir.

6.7. Dördüncü Tip Yapının Maliyet Analizi

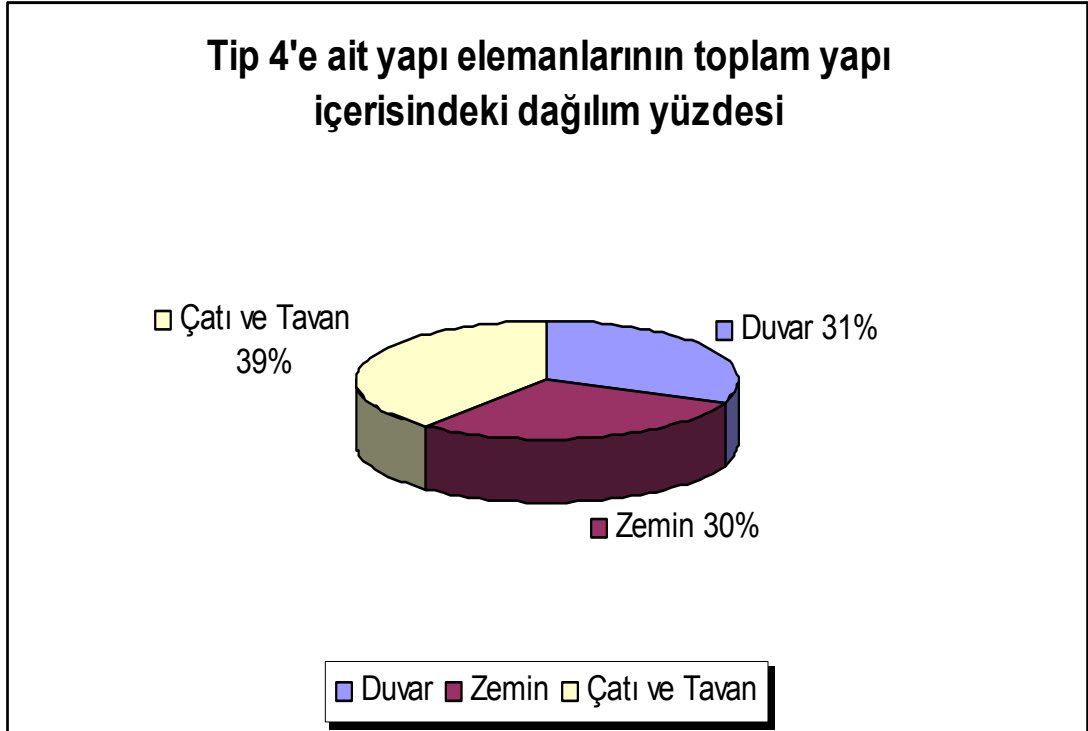
Tip 4: Sandwich panel çatı kaplamalı, sandwich panel cephe kaplamalı, PVC rulo zemin kaplamalı, çelik prefabrik yapı malzemelerinden oluşmaktadır [23].

Çizelge 6.10. Tip 4 Çelik prefabrik yapının, yapı elemanlarına ait maliyet analizi [23]

Çelik prefabrik yapı elemanları maliyet analiz tablosu					
Prefabrik yapı elemanlarında kullanılan kaplama ve yalıtım malzemeleri		Yapı elemanı kalınlığı d (mm)	Miktarı (m ²)	Birim Fiyatı (TL/m ²)	Birim Maliyeti (TL)
Duvar	Sandwich panel	45	1	28,00 TL	28,00 TL
Duvar Birim Maliyeti (1 m²)					28,00 TL
Zemin	PVC Rulo	2,5	1	12,00 TL	12,00 TL
	Betopan	12	1	9,85 TL	9,85 TL
	XPS	30	1	4,80 TL	4,80 TL
Zemin Birim Maliyeti (1 m²)					26,65 TL
Çatı ve Tavan	Sandwich panel	45	1	28,00 TL	28,00 TL
	Camyünü	50	1	1,25 TL	1,25 TL
	Suntalam	12,5	1	6,00 TL	6,00 TL
Çatı Birim Maliyeti (1 m²)					35,25 TL

6.8. Dördüncü Tip Yapının Maliyet Analizinin Grafikselle İncelenmesi

Çizelge 6.11. Tip 4 Çelik prefabrik yapının, yapı elemanlarına ait maliyet analizinin grafiksel incelenmesi



Çizelge 6.12. Tip 4 Çelik prefabrik yapının, yapı elemanlarının genel içerisindeki dağılımı

Yapı Elemanı	Çatı ve Tavan	Duvar	Zemin
Yapı Elemanının genel içerisindeki % dağılımı	% 39	% 31	% 30

Çizelgelerden de anlaşılacağı üzere 4.Tip çelik prefabrik yapılarda yapı maliyetinin büyük bir kısmını diğerlerinden farklı olarak çatı maliyeti

oluşturmakta olup, maliyet büyüklüğü açısından sırasıyla duvar ve zemin gelmektedir.

6.9. Yapı Elemanlarının Yapı Tiplerine Göre Maliyet Analizi

Çizelge 6.1, Çizelge 6.4, Çizelge 6.7 ve Çizelge 6.10'da detaylı olarak hesaplanmış malzemeler tek bir çizelge 6.13'te verilmiştir [23].

Çizelge 6.13. Çelik prefabrik yapı elemanlarının, tiplere göre maliyet analizi

Prefabrik yapı tiplerine göre yapı elemanları birim (m ²) maliyet tablosu				
Yapı Tipi	Tip 1	Tip 2	Tip 3	Tip 4
Yapı Elemanı	m ² Maliyeti	m ² Maliyeti	m ² Maliyeti	m ² Maliyeti
Duvar	21,95 TL	20,55 TL	19,50 TL	28,00 TL
Zemin	31,05 TL	23,15 TL	26,65 TL	26,65 TL
Çatı ve Tavan	25,32 TL	11,87 TL	18,87 TL	35,25 TL

Yukarıda oluşturulmuş olan çizelgede yapı tiplerine göre, yapı elemanlarının incelemesi yapılarak, sonraki aşamada, burada oluşan birim maliyetler üzerinden en ucuz, ucuz, pahalı ve en pahalı yapı elemanlarından oluşacak yeni yapı tiplerine referans teşkil edecektir.

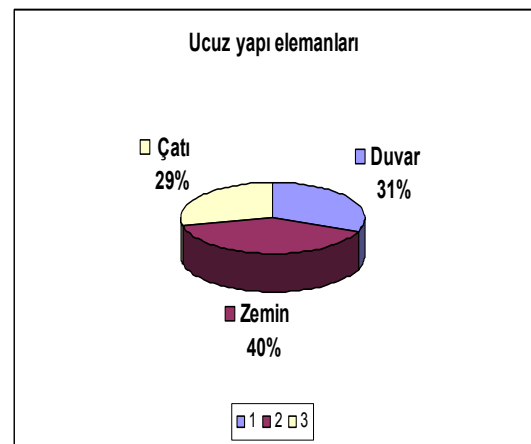
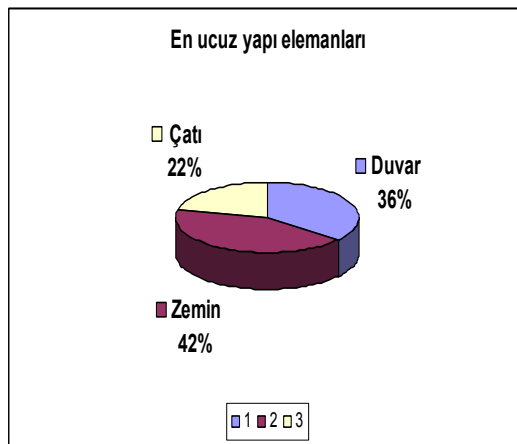
6.10. Yapı Elemanlarının Birim Maliyet Mukayeselerinin Yapılması

Fiyat açısından dört farklı şekilde isimlendirmek suretiyle yapı elemanları Çizelge 6.14’de verilmiştir [23].

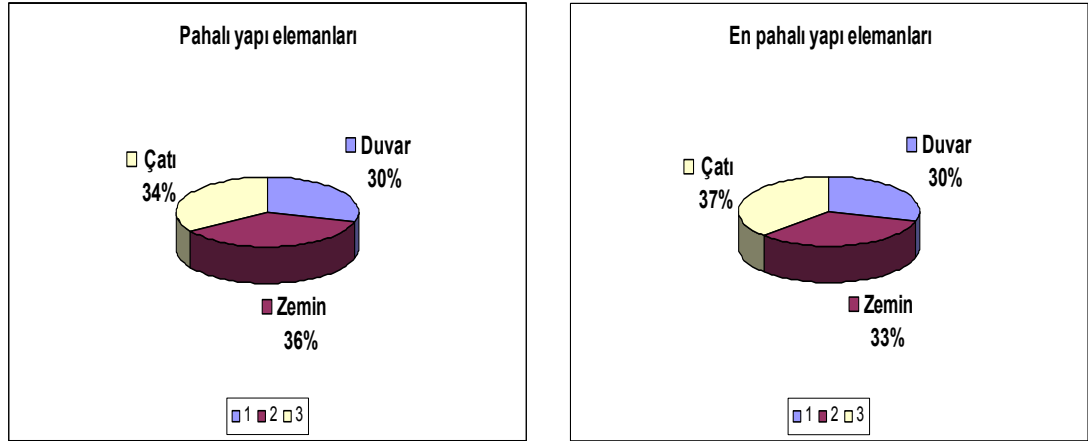
Çizelge 6.14. Çelik prefabrik yapı elemanlarının, ucuz ve pahalılık açısından sıralama tablosu [23]

Fiyat Mukayesesi	Duvar m ² Birim Fiyatı	Zemin m ² Birim Fiyatı	Çatı m ² Birim Fiyatı
En ucuz yapı elemanları	19,50 TL	23,15 TL	11,87 TL
Ucuz yapı elemanları	20,55 TL	26,65 TL	18,87 TL
Pahalı yapı elemanları	21,95 TL	26,65 TL	25,32 TL
En pahalı yapı elemanları	28,00 TL	31,05 TL	35,25 TL

Çizelge 6.15. Çelik prefabrik yapı elemanlarının, ucuz olanlarının genel yapı içerisindeki dağılım yüzdeleri



Çizelge 6.16. Çelik prefabrik yapı elemanlarının, pahalı olanlarının genel yapı içerisindeki dağılım yüzdeleri



Çizelge 6.17. Çelik prefabrik yapının, yapı elemanlarının ucuz ve pahalı olanların genel içerisindeki dağılımı

Yapı Elemanının genel içerisindeki % dağılımı	Çatı ve Tavan	Duvar	Zemin
En ucuz yapı elemanları	% 22	% 36	% 42
Ucuz yapı elemanları	% 29	% 31	% 40
Pahalı yapı elemanları	% 34	% 30	% 36
En pahalı yapı elemanları	% 37	% 30	% 33

Yukarıdaki çizelgeden de anlaşılacağı üzere yapı elemanının kalitesi arttıkça, çatı maliyeti artmakta, duvar ve zemin maliyeti azalmaktadır.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

7.1. Sonuç

Yapılan hesaplamalar doğrultusunda tabloda, belirlenmiş yapı elemanlarının farklı şekilde dizilmeleri neticesinde, isteğe bağlı olarak farklı prefabrik yapı tipleri teşekkül ettirilebilir. Bu sayede çelik prefabrik yapı seçerken bütçeye en uygun veya en kaliteli sistemi belirleyebilme imkânı sağlanmış olacaktır. Buda ülke kaynaklarının ekonomik kullanımına katkı sağlayacaktır. Bunun yanı sıra yapı elemanlarının seçiminde etkin bir yaklaşım oluşturulabilmesi sağlanacaktır.

Çizelge 7.1. Çelik prefabrik yapı elemanlarının, maliyete göre yeniden belirlenmesi

Analizi sonucu, yeni oluşturulmuş prefabrik yapı elemanlarının ucuz ve pahalılık durumu, mukayese çizelgesi			
Fiyat Mukayesesi	Duvar	Zemin	Çatı ve Tavan
En ucuz yapı elemanı	Trapec Sac (dış) Suntalam (iç)	PVC Karo	Ondulin (dış) Taşyünü Asma Tavan (iç)
Ucuz yapı elemanı	Betopan (dış) Betopan (iç)	PVC Rulo	Trapez Sac (dış) Suntalam (iç)
Pahalı yapı elemanı	Siding (dış) Alçıpan (iç)	Granit Seramik	Shingle (dış) Alçıpan (iç)
En pahalı yapı elemanı	Sandwich Panel (dış-iç)	Laminant Parke	Sandwich Panel (dış-iç)

7.2. Öneriler

Bu çalışmanın daha kapsamlı olarak ele alınması gerekmektedir. Kaplama malzemelerinin çok fazla olması, uygulanan yapı tekniklerinin imalatçı firmalara göre farklılık arz etmesi, sebebiyle çalışma kapsamı sınırlı tutulmak zorunda kalınmıştır.

Yapı elemanlarının statik olarak boyundandırılması, yalıtım hesaplarının, belirtilen tipler için ayrı ayrı yapılmasının çalışmaya ayrı bir derinlik katacağı düşünülmektedir.

Kapsamlı inceleme yapılmaya müsait bir alan olmasına rağmen bu alanda yeterince çalışma bulunmamaktadır. Yapmış olduğumuz çalışmanın bu bilince katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

1. İnternet: “Çelik yapı türleri, tarihsel gelişimi ve imalat yöntemleri”, <http://www.metadenizcilik.com> (2010).
2. Susam, M. “Hafif çelik konutların konstrüksiyon özelliklerinin irdelenmesi ve bir uygulama örneği”, Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara,1-2 (2003).
3. Sağlamkaya, A. “Çelik prefabrik yapıların avantajları, imalat ve montaj usulleri”, **Vefa Prefabrike Yapılar San.Tic.A.Ş.,Tanıtım Katalogu**, 3-33 (2008).
4. TS 648, “Çelik yapıların hesap ve yapım kuralları”, **TSE**, 1-51, (1980).
5. TS 498, “Yapı elemanlarının boyutlandırılmasında alınacak yüklerin hesap değerleri” **TSE**, 1-24 (1997).
6. Ünlü, M., “Prefabrik yapıların özellikleri, imalat, montaj ve yalıtım usulleri”, **İmece Prefabrik Yapı A.Ş.,Tanıtım Katalogu**, 2-27 (2009)
7. İnternet: Yalteks Yalıtım Malzemeleri Üretim ve Pazarlama A.Ş. “Su ve ısı yalıtımı teknolojileri” <http://www.yalteks.com/tr/profil/index.html> (2010).
8. İnternet: “Su ve ısı yalıtımı teknolojileri”, <http://www.isiyalitim.com>, (2010).
9. İnternet: İzoder Isı, Su, Ses ve Yangın Yalıtımcıları Derneği “Yapılarda su yalıtımı”, <http://www.izoder.org.tr/izoder.asp?ID=172&ID2=181> (2010).
10. İnternet: İzoder Isı, Su, Ses ve Yangın Yalıtımcıları Derneği “Yapılarda yangın yalıtımı”, <http://www.izoder.org.tr/izoder.asp?ID=174&ID2=187> (2010).
11. İnternet: İzoder Isı, Su, Ses ve Yangın Yalıtımcıları Derneği “Yapılarda ses yalıtımı”, <http://www.izoder.org.tr/izoder.asp?ID=173&ID2=184> (2010).
12. Serkan, S. “Mimari projeden uygulamaya TS 825”, **İzocam Tic. ve San.A.Ş.** , Kocaeli, 1-3 (2009).
13. Arısoy A., Çetegen E., “Binalarda ısı yalıtımı ve ısıtma sisteminin birlikte optimizasyonu”, **5.Uluslararası Yapıda Tesisat Teknolojisi Sempozyumu**, İstanbul, 1-14 (2002).
14. Kaynaklı, O., “Konutlarda ısıtma enerjisi gereksinimi ve optimum yalıtım kalınlığı”, **Uludağ Üniversitesi Müh. Mim. Fakültesi**, Bursa, 1-3 (2007).

15. Karakoç, H., “Kalorifer tesisatı hesabı”, **Demir Döküm Teknik Yayınları**, Ankara, 238-308 (2007).
16. İnternet: İzoder Isı, Su, Ses ve Yangın Yalıtımcıları Derneği “Yapılarda ısı yalıtımı”, <http://www.izoder.org.tr/izoder.asp?ID=171&ID2=175> (2010).
17. Morgül M., “Binalarda ısı kaybı ve maliyet analizi ile yalıtımın belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara,1 (2004)
18. Aygün, K.H., “Binalarda ısı yalıtım yöntemleri”, Doktora Tezi, **İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Bölümü**, Salzburg,1-35 (1994).
19. Şenkal, S.F., “Türkiye’de ısı yalıtımının gelişimi ve konutlarda uygulanan dış duvar ısı yalıtım sistemleri”, **Uludağ Üniversitesi Müh. Mim. Fakültesi Dergisi** , Bursa, (10) 2: 33-47 (2005).
20. İnternet: “Çatı kaplama malzemeleri”
<http://www.fyminsa.com.tr/saife.asp?saifegetir=bolum2&safha=8>, (2010).
21. TS 11989 EN 13164, “Isı yalıtım mamulleri, binalar için fabrikasyon olarak ekstrüzyonla imal edilen polistiren köpük (XPS), özellikler”, **TSE**, 1-31 (2004).
22. TS 901 EN 13162, “Binalarda kullanılan ısı yalıtım mamulleri, fabrika yapımı mineral yün (MW) mamuller”, **TSE**, 5-10 (2005).
23. İnternet: Oskay Yapı Malzemeleri Ltd.Şti. “Yalıtım ve kaplama malzemeleri satışı”, <http://www.oskay.com.tr> (2010).

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : ÖZTÜRK, Vedat
 Uyuğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 01.05.1981 Yozgat
 Medeni hali : Evli
 Telefon : 0 (312) 280 87 15
 Faks : 0 (312) 280 87 34
 E posta : vozturk66@hotmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi/Yapı Eğitimi Bölümü	2010
Lisans	Kırıkkale Üniversitesi/İnşaat Mühendisliği	2003
Lise	Gülveren Lisesi	1997

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2004-2010	İmece Prefabrik Yapı A.Ş.	Fabrika Müdürü
2003-2004	Özşen Mim. Müh. Ltd.Şti.	Proje Mühendisi
2003-2004	Semka-Eska İnş.Tic.Ltd.Şti.	Şantiye Şefi

Yabancı Dil

İngilizce

Hobiler

Kitap okuma, İnternet, Yurt içi ve yurt dışı seyahat, Futbol