YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

EĞİMLİ ÇATILARDA YALITIM SORUNLARI ve ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Mimar Dilşad SERDAROĞLU

FBE Mimarlık Anabilim Dalı Yapı Programında Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Erkan AVLAR

İSTANBUL, 2008

İÇİNDEKİLER

Sayfa

SİMGE LİSTESİ v

KISALTMA LİSTESİ vi

ŞEKİL LİSTESİ vii

ÇİZELGE LİSTESİ xii

ÖNSÖZ xiii

ÖZET xiv

ABSTRACT xv

1. GİRİŞ 1

1.1 Sorunun Belirlenmesi 1
1.2 Amaç 2
1.3 Önem 3
1.4 Varsayım 3
1.5 Sınırlılıklar 3
1.6 Yöntem 3

2. EĞİMLİ ÇATILARIN OLUŞUMU 4

2.1 Tanımlar 4
2.2 Eğimli Çatıların Oluşumundaki Ölçütler 9
2.2.1 Bölgesel Koşullar 9
2.2.2 Taşıyıcılık 11
2.2.3 Çatı Kaplamasının Özellikleri 12
2.2.4 Estetik 13
2.2.5 Yalıtım 14
2.2.6 Çatı Arası Kullanım Koşulları 16
2.2.7 Yönetmelikler 17
2.3 Eğimli Çatılarda Eğimin Düzenlenmesi 20
2.3.1 Oransal Düzenleme 20
2.3.2 Yüzdesel Düzenleme 20
2.3.3 Açısal Düzenleme 21
2.4 Eğimli Çatıların Sınıflandırılması 21
2.4.1 Eğimlerine Göre Eğimli Çatılar 21
2.4.2 Biçimlerine Göre Eğimli Çatılar 22
2.4.3 Çatı Kaplama Türüne Göre Eğimli Çatılar 26
2.4.4 Taşıyıcı Sistemine Göre Eğimli Çatılar 27
2.4.5 Havalandırılmasına Göre Eğimli Çatılar 29

3. EĞİMLİ ÇATILARDA YALITIM SORUNLARI 32

3.1 Tasarım Aşamasından Kaynaklanan Sorunlar 32
3.1.1 Ürün Seçiminden Kaynaklanan Sorunlar..... 33
3.1.2 Detay Çözümünden Kaynaklanan Sorunlar..... 35
3.2 Uygulama Aşamasından Kaynaklanan Sorunlar..... 38
3.2.1 Yalıtımın Uygulanmamasından Kaynaklanan Sorunlar 38
3.2.2 Depolama Hatalarından Kaynaklanan Sorunlar..... 42
3.2.3 İşçilik Hatalarından Kaynaklanan Sorunlar 42
3.2.4 Denetim Eksikliğinde Kaynaklanan Sorunlar..... 44
3.3 Kullanım Aşamasından Kaynaklanan Sorunlar 45
3.3.1 Kullanıcı Hatalarından Kaynaklanan Sorunlar 45
3.3.2 Bakım Eksikliğinden Kaynaklanan Sorunlar..... 46
3.3.3 Onarım Hatalarından Kaynaklanan Sorunlar..... 48
3.4 Eğimli Çatılarda Yalıtım Uygulanmadığında Ortaya Çıkan Sonuçlar 49

4. EĞİMLİ ÇATILARDA KULLANILAN YALITIM ÜRÜNLERİ VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ..... 54

4.1 Eğimli Çatılarda Kullanılan Yalıtım Ürünleri..... 54
4.1.1 Su Yalıtım Ürünleri 55
4.1.1.1 Bitüm Esaslı Ürünler 57
4.1.1.2 Polimer Bitüm Esaslı Ürünler 64
4.1.1.3 Plastik Esaslı Ürünler..... 67
4.1.1.4 Özel Su Yalıtım Levhaları 71
4.1.2 Isı Yalıtım Ürünleri..... 73
4.1.2.1 Kökenlerine Göre Isı Yalıtım Ürünleri..... 77
4.1.2.2 Bünye Yapısına Göre Isı Yalıtım Ürünleri 101
4.1.3 Buhar Kesiciler..... 103
4.1.4 Ses ve Yangın Yalıtım Ürünleri 104
4.2 Eğimli Çatılarda Yalıtım Yerinin Belirlenmesi..... 105
4.2.1 Çatı Arası Kullanılmayan Eğimli Çatılarda Yalıtım Yerinin Belirlenmesi..... 105
4.2.2 Çatı Arası Kullanılan Eğimli Çatılarda Yalıtım Yerinin Belirlenmesi..... 109
4.3 Eğimli Çatılarda Kullanılan Çatı Kaplama Ürünleri ve Uygulanmalarında Yalıtım Çözümleri..... 113
4.3.1 Pişmiş Toprak Esaslı Çatı Kaplama Ürünleri 114
4.3.1.1 Pişmiş Toprak Esaslı Çatı Kaplama Ürünlerinin Özellikleri 114
4.3.1.2 Pişmiş Toprak Esaslı Çatı Kaplama Ürünlerinin Türleri..... 116
4.3.1.3 Pişmiş Toprak Esaslı Çatı Kaplama Ürünlerinin Uygulanmasında Yalıtım Çözümleri..... 120
4.3.2 Metal Esaslı Çatı Kaplama Ürünleri..... 128
4.3.2.1 Metal Esaslı Çatı Kaplama Ürünlerinin Özellikleri 128
4.3.2.2 Metal Esaslı Çatı Kaplama Ürünlerinin Türleri 129
4.3.2.3 Metal Esaslı Çatı Kaplama Ürünlerinin Uygulanmasında Yalıtım Çözümleri... 140
4.3.3 Bitüm Esaslı Çatı Kaplama Ürünleri 151
4.3.3.1 Bitüm Esaslı Çatı Kaplama Ürünlerinin Özellikleri..... 152
4.3.3.2 Bitüm Esaslı Çatı Kaplama Ürünlerinin Türleri..... 152
4.3.3.3 Bitüm Esaslı Çatı Kaplama Ürünlerinin Uygulanmasında Yalıtım Çözümleri .. 155
4.3.4 Lifli Çimento Esaslı Çatı Kaplama Ürünleri..... 164
4.3.4.1 Lifli Çimento Esaslı Çatı Kaplama Ürünlerinin Özellikleri 165
4.3.4.2 Lifli Çimento Esaslı Çatı Kaplama Ürünlerinin Türleri 165
4.3.4.3 Lifli Çimento Esaslı Çatı Kaplama Ürünlerinin Uygulanmasında Yalıtım

Çözümleri 167
4.3.5 Plastik Esaslı Çatı Kaplama Ürünleri 174
4.3.5.1 Plastik Esaslı Çatı Kaplama Ürünlerinin Özellikleri 176
4.3.5.2 Plastik Esaslı Çatı Kaplama Ürünlerinin Türleri 176
4.3.5.3 Plastik Esaslı Çatı Kaplama Ürünlerinin Uygulanmasında Yalıtım Çözümleri . 183

5. SONUÇ VE ÖNERİLER 188

KAYNAKLAR 194

ÖZGEÇMİŞ 202

SİMGE LİSTESİ

Cal/g°C	Özgül ısı birimi
cm	Santimetre, uzunluk ölçüsü birimi
°C	Santigrat derece, sıcaklık ölçüsü birimi
g/cm³	Birim hacim kütlesi
J/Kg.k	Özgül ısı birimi
m	Metre, uzunluk ölçüsü birimi
m²	Metrekare, yüzölçümü birimi
mm	Milimetre, uzunluk ölçüsü birimi
N/mm²	Mekanik dayanım birimi
kg	Kilogram, ağırlık ölçüsü birimi
kg/dm³	Birim hacim kütlesi
kg/m²	Mekanik dayanım birimi
kg/mm²	Mekanik dayanım birimi
kg/m³	Birim hacim kütlesi
kN/cm²	Mekanik dayanım birimi
kPa	Kilopaskal, basma dayanımı birimi
Ph	Power of hydrogen
Ton/ m²	Mekanik dayanım birimi
W/mK	Isı iletkenlik değeri
μ	Buhar difüzyon dayanım kat sayısı
λ	Isı iletkenlik kat sayısı
%	Yüzde simgesi
~	Yaklaşık simgesi
°	Derece simgesi
>	Büyüktür işareti

KISALTMA LİSTESİ

APP	Atactic Polipropilen
BA	Betonarme
CTP	Cam Takviyeli Polyester
ÇATIDER	Çatı Sanayici ve İş Adamları Derneği
ÇATISEM	Çatı Sistemleri Eğitim Merkezi ve İş Kulübü
DIN	Alman Standardı
EN	Avrupa Standardı
EPB	Genleştirilmiş Perlit Levha (Expanded Perlite Board)
EPDM	Etilen Propilen Dien Monomer
EPS	Genleştirilmiş Polistren (Expanded Polystyrene)
ICB	Genleştirilmiş Mantar Levha (Expanded Cork Board)
İYEDAM	İzoder Yalıtım Eğitim ve Danışma Merkezi
İZODER	Isı, Ses ve Su Yalıtımcıları Derneği
LPG	Likit Petrol Gazı
OSB	Yönlendirilmiş Yonga Levha (Oriented Strand Board)
PE	Polietilen
PF	Fenolformaldehit
PIB	Poliizobitülen
PMMA	Polimetil metakrilat- pleksiglas
PS	Polistren
PUR	Poliüretan (Polyurethane Foam)
PV	Photovoltaics sistem
PVC	Polivinilklorür
SBS	Stryene Butadiene Stryene
TS	Türk Standardı
UV	Ultraviyole
XPS	Ekstrüzyonla İmal Edilmiş Polistren Köpük (Exdruded Polystyrene)

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1a Koruma görevini yerine getiren çatı örnekleri (Turgay, 2003) 4
Şekil 2.1b Mimari bütünlüğe ve estetiğe sahip çatı örnekleri **[1],[2]** 4
Şekil 2.2 Düşey yüklerin aşık sistemi ile döşemeye iletilmesi (Toydemir vd., 2006) 5
Şekil 2.3 Düşey yüklerin makas sistemi ile mesnetlere iletilmesi (Toydemir vd., 2006) 5
Şekil 2.4 Eğimli çatılarda aşık ve mertek 6
Şekil 2.5 Eğimli çatılarda örtü altı kaplaması 6
Şekil 2.6 Eğimli çatıda yatay ve eğik mahya 7
Şekil 2.7 Altı düz ve eğimli olarak düzenlenmiş çatı saçağı **[3]** 7
Şekil 2.8 Örtü altı kaplamalı soğuk çatıda buhar kesici kullanımı **[4]** 7
Şekil 2.9 Eğimli çatıda ısı yalıtım örtüsü **[5], [6]** 8
Şekil 2.10 Eğimli çatıda su yalıtım örtüsü **[7]** 8
Şekil 2.11 Soğuk ve sıcak çatı kesiti **[8]** 9
Şekil 2.12 Eğimli çatılarda iç ve dış etkenler **[9]** 10
Şekil 2.13 Çatılarda rüzgâr yükü (Aker, 1998) 11
Şekil 2.14 Yapı kabuğu olarak çatı **[2]**, **[10]** 13
Şekil 2.15 Çatı arası kullanılmayan çatıda ısı yalıtımının yeri **[4]** 17
Şekil 2.16 Isı yalıtımının mertek üzerinde ve mertekler arasında yer aldığı eğimli çatı uygulaması **[4]** 17
Şekil 2.17 Çatı eğiminin oransal olarak düzenlenmesi **[11]** 20
Şekil 2.18 Çatı eğiminin yüzdesel olarak düzenlenmesi **[11]** 20
Şekil 2.19 Çatı eğiminin açısal olarak düzenlenmesi **[11]** 21
Şekil 2.20 Az eğimli çatılar **[12]** 21
Şekil 2.21 Orta eğimli çatılar **[13]** 22
Şekil 2.22 Dik eğimli çatılar **[14]** 22
Şekil 2.23 Tek yüzeyli çatı örneği **[15]** 23
Şekil 2.24 Beşik çatı örneği **[16]** 23
Şekil 2.25 Kırma çatı örneği **[17]** 24
Şekil 2.26 Mansard çatı örneği **[18]** 24
Şekil 2.27 Şed çatı örneği **[19]** 24
Şekil 2.28 Sivri çatı örneği **[20]** 25
Şekil 2.29 Kubbe çatı örneği 25
Şekil 2.30 Tonoz çatı örneği **[21]** 26
Şekil 2.31 Çatı kaplama malzemeleri–2005 yılı pazar dağılımı **[22]** 26
Şekil 2.32 Betonarme taşıyıcı sistemli çatı 27
Şekil 2.33 Çelik taşıyıcı sistemli çatı **[23]** 28
Şekil 2.34 Ahşap taşıyıcı sistemli çatı **[24]** 28
Şekil 2.35 Havalandırmasız ve havalandırmalı çatı **[8]** 30
Şekil 2.36 Havalandırmasız ve havalandırmalı çatıda sıcaklık farkı (Onduline Avrasya A.Ş. teknik dosya, 2005) 30
Şekil 2.37 Soğuk çatılarda hava giriş çıkışı **[8]** 31
Şekil 3.1 Birbiriyle uyumsuz ürün kullanımından meydana gelmiş hasar 34
Şekil 3.2 Çatı kesitine giren suyun neden olduğu sorun 35
Şekil 3.3 Havalandırmalı ve havalandırmasız eğimli çatıda karın erimesi **[8]** 36
Şekil 3.4 Yağmur oluğunun zarar görmesi sonucu yapı cephesinde meydana gelen hasar 37
Şekil 3.5 Yağmur suyu iniş borusunun zarar görmesi sonucu yapı cephesinde meydana gelen hasar **[25]** 38
Şekil 3.6 Eğimli çatıda yoğuşma **[26]** 41

Şekil 3.7 Yerine hatalı tespit edilmiş kiremit **[27]**..... 43
Şekil 3.8 Baca dibinde su yalıtım ürününde meydana gelmiş açılma **[28]**..... 43
Şekil 3.9 Antenin montajı sırasında eğimli çatıda oluşan hasar **[29]** 45
Şekil 3.10 Kuşların çatı örtüsüne verdikleri zarar **[29]**..... 46
Şekil 3.11 Kuş artıklarının temizlenmediği çatı 47
Şekil 3.12 Yaprak, kum gibi artıklarla tıkanmış yağmur oluğu **[30]**..... 47
Şekil 3.13 Yırtılmaya ve açılmaya başlamış çatı örtü kaplaması **[31]**..... 48
Şekil 3.14 Çimlenme meydana gelmiş çatı örtüsü..... 48
Şekil 3.15 Çatı saçağı altında oluşmuş çiçeklenme 49
Şekil 3.16 Çatı taşıyıcı sisteminde meydana gelen korozyon **[25]**..... 50
Şekil 3.17 Mantar ve küflenme sonucunda tavanda oluşan görüntü bozukluğu **[32]**..... 51
Şekil 3.18 Tavanda meydana gelen kabarma ve dağılma 52
Şekil 3.19 Örtü altı kaplaması çürümüş çatı **[31]** 52
Şekil 4.1 Normal örtme yöntemiyle su yalıtımı serme şekli (Ekinci, 2003)..... 60
Şekil 4.2 İki kat ve üç kat sargı yöntemiyle su yalıtımı serme şekli (Ekinci, 2003) 60
Şekil 4.3 Fırtına örtüsü yöntemiyle su yalıtımı serme şekli (Ekinci, 2003)..... 60
Şekil 4.4 Bir kat yapılan su yalıtımı (İyedam, 2007)..... 61
Şekil 4.5 İki kat yapılan su yalıtımı (İyedam, 2007) 61
Şekil 4.6 Şaşırtılarak yapılan su yalıtım uygulaması (İyedam, 2007) 62
Şekil 4.7 Çatı eğimine dik yönde serilen su yalıtım örtüleri (İyedam, 2007) 62
Şekil 4.8 Noktasal yapıştırma **[34]** 63
Şekil 4.9 Şeritsel yapıştırma (İyedam, 2007) 63
Şekil 4.10 Tam yapıştırma **[34]** 64
Şekil 4.11 Polimer bitüm esaslı su yalıtım ürünlerinin yapıştırılması (İyedam, 2007) 67
Şekil 4.12 Özel kiremit altı su yalıtım levhaları **[56]** 71
Şekil 4.13 Özel kiremit altı su yalıtım levhalarında yapılan şaşırtma **[56]**..... 72
Şekil 4.14 Kiremitlerin istiflenme şekli **[56]**..... 73
Şekil 4.15 Sektörlere göre enerji tüketimi (Akıncı, 2007)..... 73
Şekil 4.16 Isı kaybının gerçekleştiği bölümler **[41]**..... 74
Şekil 4.17 Ahşap talaşı levhalar **[35]** 78
Şekil 4.18 Mantar levhalar (Akıncı, 2007)..... 78
Şekil 4.19 Cam yünü **[36]** 80
Şekil 4.20 Cam yünü ısı iletkenlik kat sayısının sıcaklıkla değişim grafiği (Akıncı, 2007).... 81
Şekil 4.21 Şilte ve levha halindeki taş yünü **[36], [37]**..... 83
Şekil 4.22 Şilte ve levha halindeki kaya yünü **[38], [39]**..... 86
Şekil 4.23 Cam köpüğü **[40]**..... 87
Şekil 4.24 Eğimli çatılarda kullanılan perlit **[41]** 88
Şekil 4.25 Eğimli çatılarda perlit kullanımı **[41]**..... 89
Şekil 4.26 Eğimli çatılarda selüloz yünü kullanımı **[42]** 90
Şekil 4.27 Poliüretan köpük **[40]**..... 92
Şekil 4.28 Ekspanded polistren köpük (EPS) **[36], [43]**..... 93
Şekil 4.29 Ekstrude polistren köpük (XPS) **[43]**..... 95
Şekil 4.30 Ekstrude polistren köpüğün hücre yapısı **[44]**..... 96
Şekil 4.31 Ekstrude polistren köpüğün ısıl iletkenlik değeri ile yoğunluk değişimi grafiği **[44]** 96
Şekil 4.32 Ekstrude polistren köpüğün yoğunluk basma dayanımı ilişkisi **[44]**..... 97
Şekil 4.33 Ekstrude polistren köpüğün yoğunluk sünme dayanımı ilişkisi **[44]**..... 97
Şekil 4.34 Polivinilklorür (PVC) köpük (Akıncı, 2007)..... 99
Şekil 4.35 Polietilen (PE) levha **[46]** 100
Şekil 4.36 Fenol köpüğü **[47]**..... 100
Şekil 4.37 Çatı arası kullanılmayan eğimli çatılarda ısı yalıtımının uygulanması **[48]**..... 106

Şekil 4.38 Havalandırma yapılmış kullanılmayan çatı arası mekânı (Çatısem, 2007) 107
Şekil 4.39 Havalandırma yapılmamış kullanılmayan çatı arası mekânı (Çatısem, 2007) 107
Şekil 4.40 Çatı arası kullanılmayan eğimli çatılarda ısı ve su yalıtımlarının yeri **[48]** 108
Şekil 4.41 Çatı arası kullanılan eğimli B.A. çatılarda ısı ve su yalıtımlarının yeri **[48]**..... 109
Şekil 4.42 Çatı arası kullanılan eğimli çatılarda mertek arası ısı yalıtım uygulaması **[34], [48]** 110
Şekil 4.43 Çatı arası kullanılan eğimli çatılarda havalandırma boşluğu bırakılan mertek arası ısı yalıtım uygulaması (Çatısem, 2007) 111
Şekil 4.44 Çatı arası kullanılan eğimli çatılarda mertek üstü ısı yalıtım uygulaması (Çatısem, 2007) 112
Şekil 4.45 Çatı arası kullanılan eğimli çatılarda mertek altı ısı yalıtım uygulaması (İyedam, 2007) 112
Şekil 4.46 Marsilya kiremidi **[51]**, **[53]** 116
Şekil 4.47 Alaturka kiremit **[53]** 117
Şekil 4.48 Düz kiremit **[53]** 118
Şekil 4.49 Roman kiremidi **[53]** 119
Şekil 4.50 Oluklu kiremit **[55]** 119
Şekil 4.51 Kiremit altı kaplama tahtasının kullanıldığı kiremit uygulaması (Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, 2008) 121
Şekil 4.52 Kiremit altı kaplama tahtasının kullanılmadığı kiremit uygulaması **[57]** 121
Şekil 4.53 Tek latalı sistem uygulaması (Braas Teknik Kılavuzu, 2002) 122
Şekil 4.54 Betonarme ve ahşap taşıyıcılı çatıda çift lata uygulaması (Çatısem, 2007) 123
Şekil 4.55 Çift latalı sistem uygulaması (Braas Teknik Kılavuzu, 2002) 123
Şekil 4.56 Eğimli çatılarda su yalıtım levhası üzerine kiremit uygulaması **[56]** 124
Şekil 4.57 Eğimli çatılarda su yalıtım levhası üzerine kiremit uygulaması **[56]** 125
Şekil 4.58 Saçak latasına dere kelepçesinin tespiti (Braas Teknik Kılavuzu, 2002) 125
Şekil 4.59 Saçak havalandırma elemanı (Braas Teknik Kılavuzu, 2002) 126
Şekil 4.60 Mahya hattının uygulanması (Braas Teknik Kılavuzu, 2002) 126
Şekil 4.61 Mahya kiremitlerinin çatıya tespiti (Braas Teknik Kılavuzu, 2002) 127
Şekil 4.62 Mail dere uygulaması **[57]** 127
Şekil 4.63 Baca dibi uygulaması **[57]** 128
Şekil 4.64 Kurşun çatı uygulaması **[58]** 130
Şekil 4.65 Kurşun çatı kaplaması detayları (Çatısem, 2007) 131
Şekil 4.66 Çinko çatı kaplaması **[59]** 131
Şekil 4.67 Bakır çatı kaplaması **[61]** 132
Şekil 4.68 Tek kat (ısı yalıtımsız) trapez panelleri **[62]** 134
Şekil 4.69 Membranlı trapez çatı panelleri (Çatısem, 2007) 134
Şekil 4.70 Sandviç paneller **[62]** 135
Şekil 4.71 Kenetli metal çatı profili **[64]** 137
Şekil 4.72 Kenetli metal çatı klipsi **[65]** 138
Şekil 4.73 Metal kiremit kesiti **[66]** 139
Şekil 4.74 Metal kiremit çatı örneği **[66]** 139
Şekil 4.75 Galvanize saç sandviç panel **[62]** 140
Şekil 4.76 Levha biçimindeki metal esaslı çatı kaplama ürünlerinin çıtalı olarak uygulanması (Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, 1985) 141
Şekil 4.77 Levha biçimindeki metal esaslı çatı kaplama ürünlerinin çıtalı olarak uygulanması (Avlar, 2006) 141
Şekil 4.78 Çıtalı uygulamalarda kalkan duvarı saçak detayı (Toydemir vd., 2006) 142
Şekil 4.79 Kenetli birleşmelerde kullanılan sabit kenet ve genleşme kenedi (Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, 1985) 143
Şekil 4.80 Levha biçimindeki metal esaslı çatı kaplama ürünlerinde kenetli birleşme (Avlar,

2006) 143
Şekil 4.81 Kenetli metal çatı uygulaması **[69]** 144
Şekil 4.82 Kenetli metal çatıda kullanılan mahya profili **[69]** 145
Şekil 4.83 Kenetli metal çatıda kullanılan saçak ve dere profilleri **[69]**, **[65]** 145
Şekil 4.84 Kenetli metal çatıda kullanılan oluk kenar profili **[69]** 145
Şekil 4.85 Metal kiremit uygulamaları (Çatısem, 2007) 146
Şekil 4.86 Metal kiremit çatı kaplamasında mahya uygulaması **[70]** 147
Şekil 4.87 Metal kiremit çatı kaplamasında mail dere uygulaması **[67]** 147
Şekil 4.88 Metal kiremit çatı kaplamasında duvar dibi uygulaması **[67]** 148
Şekil 4.89 Metal kiremit çatı kaplamasında baca dibi uygulaması **[67]** 148
Şekil 4.90 Tek kat metal trapez panel uygulaması (İzoder, 2006) 149
Şekil 4.91 Çok katlı metal trapez panel uygulaması (İzoder, 2006) 150
Şekil 4.92 Metal sandviç panel çatı uygulaması (Çatısem, 2007) 150
Şekil 4.93 Metal panel çatıda mahya profili **[76]**, **[77]** 151
Şekil 4.94 Metal panel çatıda saçak ve harpuşta profili **[76]** 151
Şekil 4.95 Bitümlü membran çatı kaplama ürünü **[72]** 153
Şekil 4.96 Oluklu bitümlü çatı kaplama ürünü **[56]** 153
Şekil 4.97 Asfalt shingle çatı kaplama ürünü **[56]** 154
Şekil 4.98 Bitümlü membran çatı kaplamasının uygulanması **[72]** 156
Şekil 4.99 Oluklu bitümlü çatı kaplama ürünlerinin eğim ve aks açıklıklarına göre levha bindirme ölçüleri **[73]** 156
Şekil 4.100 Oluklu bitümlü çatı kaplama ürünlerinin ısı yalıtımlı ve ısı yalıtımsız uygulanması **[56]** 157
Şekil 4.101 Oluklu bitümlü çatı kaplama ürünlerinin çatıya uygulanması **[56]** 158
Şekil 4.102 Oluklu bitümlü çatı kaplama ürünlerinin mahya parçası **[73]** 159
Şekil 4.103 Oluklu bitümlü çatı kaplama ürünlerinin kenar parçası **[73]** 159
Şekil 4.104 Eğimin % 20'nin altında olduğu çatılarda asfalt shingle uygulaması **[56]** 160
Şekil 4.105 Eğimin % 20- % 30 arasında olduğu çatılarda asfalt shingle uygulaması **[56]** .. 160
Şekil 4.106 Eğimin % 30'dan fazla olduğu çatılarda asfalt shingle uygulaması **[56]** 161
Şekil 4.107 Asfalt shingle levhalarının uygulama şekli **[56]** 161
Şekil 4.108 Asfalt shingle kaplı çatılarda havalandırma detayı **[56]** 162
Şekil 4.109 Asfalt shingle kaplı çatılarda hava giriş ve çıkışı **[56]** 162
Şekil 4.110 Asfalt shingle kaplı çatılarda havalandırma elemanı ve havalandırma bacası **[56]** 163
Şekil 4.111 Shingle kaplı çatılarda duvar dibi detayı **[56]** 164
Şekil 4.112 Lifli çimento esaslı oluklu levha çatı kaplamaları **[75]** 166
Şekil 4.113 Beton kiremit çatı kaplama ürünleri **[78]** 167
Şekil 4.114 Çelik taşıyıcı sistemli çatıda çimento esaslı oluklu levha uygulaması (Çatısem, 2007) 168
Şekil 4.115 Betonarme taşıyıcı sistemli çatıda çimento esaslı oluklu levha uygulaması (Toydemir vd., 2006) 169
Şekil 4.116 Ahşap taşıyıcı sistemli çatıda çimento esaslı oluklu levha uygulaması (Çatısem, 2007) 169
Şekil 4.117 Çimento esaslı oluklu levhaların rüzgar yönüne göre dizilmesi (Toydemir vd., 2006) 170
Şekil 4.118 Çimento esaslı oluklu levhaların döşenme detayı (Toydemir vd., 2006) 170
Şekil 4.119 Lifli çimento esaslı oluklu levha çatı kaplama ürünlerinde mafsallı mahya **[79]** 172
Şekil 4.120 Lifli çimento esaslı oluklu levha çatı kaplama ürünlerinde tek parçalı mahya ve şed mahya **[79]** 172
Şekil 4.121 Beton kiremitlerin ısı yalıtım levhası üzerine uygulanması **[57]** 173
Şekil 4.122 Beton kiremitlerin latalı olarak uygulanması (Çatısem, 2007) 174

Şekil 4.123 PVC esaslı çatı kaplaması **[86]** 176
Şekil 4.124 Polikarbonat esaslı çatı kaplaması **[83]** 177
Şekil 4.125 Tek katlı polikarbonat esaslı çatı kaplaması **[82]**..... 178
Şekil 4.126 Çok katlı polikarbonat esaslı çatı kaplaması **[82]** 179
Şekil 4.127 Trapez kesitli polikarbonat esaslı çatı kaplaması **[82]** 179
Şekil 4.128 Ondüle kesitli polikarbonat esaslı çatı kaplaması **[82]**..... 180
Şekil 4.129 Akrilik cam esaslı çatı kaplaması (Toydemir vd., 2006)..... 181
Şekil 4.130 Cam takviyeli polyester çatı kaplaması **[81]**..... 182
Şekil 4.131 Plastik esaslı kiremit **[87]** 183
Şekil 4.132 Levha biçimindeki plastik esaslı çatı kaplama malzemelerinin ahşap ve metal aşıkla bağlantısı **[81]**..... 184
Şekil 4.133 Levha biçimindeki plastik esaslı çatı kaplama ürünlerinin uygulanma şekli **[81]**..... 185
Şekil 4.134 Levha biçimindeki plastik esaslı çatı kaplama ürünlerinin mahya detayı **[82]**... 185
Şekil 4.135 Levha biçimindeki plastik esaslı çatı kaplama ürünlerinin oluk ve saçak detayları **[82]**..... 186
Şekil 4.136 Kiremit biçimindeki plastik esaslı çatı kaplama ürünlerinin uygulanma detayı **[87]**..... 186
Şekil 4.137 Kiremit biçimindeki plastik esaslı çatı kaplama ürünlerinde mahya detayı **[87]** 187

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 4.1 Su yalıtım ürünlerinin sınıflandırılması 56
Çizelge 4.2 Isı yalıtım ürünlerinin sınıflandırılması 76
Çizelge 4.3 Ahşap talaşı levhaların özellikleri **[35]** 78
Çizelge 4.4 Genleştirilmiş mantar levhaların (ICB) özellikleri **[35]** 79
Çizelge 4.5 Bakalitli cam yününün sıcaklık ve yoğunluğa göre ısı iletim kat sayılarının değişimi (Akıncı, 2007) 81
Çizelge 4.6 Bakalitsiz cam yününün sıcaklık ve yoğunluğa göre ısı iletim kat sayılarının değişimi (Akıncı, 2007) 82
Çizelge 4.7 Cam yünü ısı yalıtım ürününün özellikleri 83
Çizelge 4.8 Düşük yoğunluklu tam yününün sıcaklığa ve yoğunluğa bağlı ısı iletim kat sayıları (Akıncı, 2007) 84
Çizelge 4.9 Yüksek yoğunluklu tam yününün sıcaklığa ve yoğunluğa bağlı ısı iletim kat sayıları (Akıncı, 2007) 84
Çizelge 4.10 Taş yünü ısı yalıtım ürününün özellikleri 85
Çizelge 4.11 Kaya yünü ısı yalıtım ürününün özellikleri 86
Çizelge 4.12 Cam köpüğünün özellikleri 87
Çizelge 4.13 Perlitin özellikleri 89
Çizelge 4.14 Selüloz yününün özellikleri 90
Çizelge 4.15 Poliüretan köpüğün özellikleri 93
Çizelge 4.16 Ekspanded polistren (EPS) köpüğün özellikleri 95
Çizelge 4.17 Ekstrude polistren (XPS) köpüğün özellikleri 98
Çizelge 4.18 Polietilen (PE) köpüğün özellikleri 100
Çizelge 4.19 Fenol köpüğünün özellikleri 101
Çizelge 4.20 Isı yalıtım ürünleri ürün standartları 103
Çizelge 4.21 Eğimli çatılarda kullanılan çatı kaplama ürünleri 115
Çizelge 4.22 Değişik kiremit türlerine göre eğim değerleri 120
Çizelge 4.23 Çimento esaslı oluklu çatı kaplamalarının eğime ve levha boyuna bağlı aşık aralıkları (Toydemir vd., 2006) 168
Çizelge 5.1 Eğimli çatılarda meydana gelen sorunlar, sonuçları ve çözüm önerileri 190

ÖNSÖZ

Tez çalışmama yön ve destek veren, bilgi ve tecrübelerini benden esirgemeyen değerli hocam ve tez danışmanım Yrd. Doç. Dr. Erkan AVLAR'a, çalışmam sırasında göstermiş oldukları sabır ve özveriden dolayı sevgili babam Mimar İsa SERDAROĞLU'na, annem Emel SERDAROĞLU'na ve kardeşlerime, ayrıca kaynak araştırması aşamasında bana fazlasıyla yardımcı olan arkadaşım C. Semih AKARSU'ya teşekkür ederim.

İstanbul, 2008

Mimar Dilşad SERDAROĞLU

EĞİMLİ ÇATILARDA YALITIM SORUNLARI VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

ÖZET

Yapıların en üst bölümünde yer alarak son katta bitişini sağlayan çatı, bilindiği gibi dış ortam koşullarından en çok etkilenen ve yapı karakteristiğinin de önemli bir parçasını oluşturan yapı elemanıdır. Bu nedenle çatılar, bir yandan dış ve iç ortamdan gelebilecek olumsuz etkenlere karşı dayanıklılık ve geçirimsizlik gibi özellikler gösterirken, diğer yandan yapı bütününde görsel konforu bozmayacak özelliklere sahip olmalıdır. Bir çatının bu görevleri yerine getirebilmesi de, tasarım aşamasından uygulama aşamasına kadar iyi bir şekilde detaylandırılması, ürün seçiminin ve işçiliğin doğru yapılması ile mümkün olmaktadır. Öte yandan, çatıdaki ısı, su ve diğer yalıtımların tam ve doğru olarak yapılması, gerek kullanıcı ve yapı sağlığının korunması, gerekse çevrede olumsuz etkilerin oluşmaması açısından büyük önem taşımaktadır.

Günümüzde gelişen ürün teknolojileri ile birlikte çatılarda kullanılan su ve ısı yalıtım ürünlerinin çeşitliliğinin artması, kaplama türüne göre farklı yalıtım ürünü ve uygulama yöntemi seçme olanaklarını sağlamıştır. Buna bağlı olarak da, kaplama ile yalıtım ürünlerinin birleşimlerinde özel ayrıntılar geliştirilmiştir. Tüm bunlara karşın doğru ürün seçilmemesi ve uygulama yöntemi konusundaki bilgi eksiklikleri nedeniyle oluşan sorunlar, zaman içinde yapıda çeşitli şekillerde kendini göstermektedir. Yapılarda çeşitli şekillerde ortaya çıkan bu sorunlar ise uygulama ve kullanım maliyetlerinin artmasına, olumsuz sağlık koşullarına, çevre kirliliğine ve enerji kaybına yol açmaktadır.

Bu çalışmada; eğimli çatılarda meydana gelen su ve ısı yalıtım sorunları ve çözüm önerileri incelenmektedir. Çalışma içerisinde; eğimli çatılarla ilgili tanımlamalar, tasarım, uygulama ve kullanım aşamalarında meydana gelen yalıtım sorunları ve çözüm önerileri yer almaktadır. Çalışmada, günümüzde gelişen ürün teknolojilerine karşın ürün seçimi, detay çözümü ve uygulama yöntemleri konusunda tasarımcı, uygulayıcı ve kullanıcıların yeterli bilgi, deneyim ve bilince sahip olmadığı, Türkiye'de uygulamaların doğruluğunu denetleyen firmaların bu konudaki eksiklikleri ve tüm bunların insan ve yapı sağlığına, ekonomiye ve çevreye olan olumsuz etkileri anlatılmak istenmiştir.

Anahtar kelimeler: Çatı, eğimli çatı, yalıtım, su yalıtımı, ısı yalıtımı, çatı kaplaması

INSULATION PROBLEMS IN SLOPE ROOFS AND SOLUTION SUGGESTIONS

ABSTRACT

The roof of a building, places on the top and provides coverage, is one of the most important elements of building characteristics and mostly effected from external conditions. Therefore, roof structures shall be water proof and resistant to all kinds of internal or external effects also shall be environmentally conscious. In order to fulfill these functions, the roof shall be effectively designed and managed throughout the construction process. It is important that all necessary insulations as heat, water and others have to be done to eliminate adverse affects to environment and maintain structural integrity.

The increase in product diversity about water and heat insulation with the progressing product technologies have led to facility of selection on different insulation product and method of application depending on type of covering which result special details on connections of covering and insulation products. Upon all these, problems arising from a miss choice of products and lack of information on method of application shall be seen within structure in some forms. Such arising different problems in structures led up to increase in cost of application and method of usage, adverse health conditions, environmental pollution and loss of energy.

In this study, problems and solutions on water and heat insulation are discussed in slope roofs. In the study, there exist definitions, design, practices and problems and solutions on insulation through usage on slope roofs. It shall tried be stated that designers, executives, and users do not have sufficient knowledge, experience and consciousness on product choice, detailing and method of application in spite of progressing product technologies and also defects of business firms inspecting such applications in Turkey and adverse effects of all these on structural health, economy and environment shall tried to be explained.

Keywords: roof, sloping roofs, insulation, water insulation, thermal insulation, roof covering

1. GİRİŞ

1.1 Sorunun Belirlenmesi

Çatı, yapının son katta bitişini sağlayarak, üstünü örten ve yağmur, kar, rüzgâr, radyasyon, ısı, buzlanma gibi doğal etkenlerden koruyan önemli bir yapı elemanıdır. Dış hava koşullarına açık olan bu yapı elemanı, yalıtım açısından da büyük bir önem taşımaktadır. Özellikle yağmur suyunun doğrudan etkili olduğu çatılarda, suyun yapıya zarar vermeden uzaklaştırılması gerekmektedir.

Çatılar, bir yandan kendilerine etkiyen dış ve iç etmenlere karşı yapıyı korurken, diğer yandan da kışın ısı kayıplarının önlenmesine, yazın ise iç mekânlarda serin havanın oluşturulmasına yardımcı olmaktadır. Bir çatının bu görevlerini yerine getirebilmesi, tasarım aşamasından uygulama aşamasına kadar iyi bir şekilde detaylandırılması ve ürün seçiminin doğru yapılması ile mümkün olmaktadır. Isı, su ve diğer yalıtımların tam ve doğru olarak yapılması, gerek kullanıcı ve yapı sağlığı gerekse çevrede olumsuz etkilerin oluşmaması açısından büyük önem taşımaktadır.

Yalıtım yapılmamış bir çatı ne kadar işlevsel, sağlam, ekonomik ve estetik olursa olsun, bunu bir çatı olarak tanımlamak ve kullanıcıların hizmetine sunmak doğru olmamaktadır. Çünkü gerekli yalıtım yapılmayan çatılarda, bu tür etkenlerin oluşturacağı sorunlar doğrultusunda konforsuz iç ortamlar oluşmasının yanı sıra, hem yapının servis süresi kısalmakta hem de insan sağlığı olumsuz yönde etkilenmektedir.

Yapılan araştırmalar, yapılarda oluşan yalıtım sorunlarının büyük çoğunluğunun çatılarda oluştuğunu ve bunun da % 65 gibi bir orana sahip olduğunu göstermektedir (Patterson vd., 1994).

Çatılarda oluşan yalıtım sorunları;

- Tasarım aşamasında doğru ürün seçilmemesi ve/veya yanlış ayrıntı çözümü,
- Uygulama aşamasında yalıtım yapılmaması, uygulama eksiklikleri veya hatalı uygulamalar ve niteliksiz ürün kullanımı,
- Kullanım aşamasında bilinçsiz kullanım ve bakım eksikliği gibi nedenlerden kaynaklanmaktadır (Avlar,2004).

Su yalıtımının hatalı yapılması veya hiç yapılmaması sonucunda çatı kesitine ve/veya çatı arasına giren su, içinde bulunduğu ürünün ve ortamın özelliklerine bağlı olarak ürünler üzerinde nemlenme, ıslanma, çiçeklenme, küflenme, erime, çatlama, korozyon gibi hasarlara

neden olmaktadır. Bu tür hasarlar, kullanıcı sağlığını olumsuz bir yönde etkilemekle birlikte, yapı ürünlerinin ve yapıların kullanım ömrünü kısaltmakta, dolayısıyla yapı kullanım maliyetini de büyük ölçüde yükseltmektedir. Çatı kesitinde yer alan ürünlerin kullanım ömründen verimli bir şekilde yararlanabilmek için, suyun çatı kesitine girişi önlenmeli ve yapı içinde oluşan su buharının yapı dışına çıkışı sağlanmalıdır.

Gerek yapıların kullanım ömrü gerekse kullanıcı sağlığı açısından önemle ele alınması gereken bir diğer konu da, su ve ısı yalıtımı arasındaki ilişkidir. Yalıtım yapılmamış veya hatalı ve eksik yalıtım uygulanmış çatılarda, çatı kesitine giren su, kesitte yer alan ısı yalıtım ürünlerini ıslatarak suya karşı dayanıksız ısı yalıtım ürünlerinin yalıtım özelliklerini etkisiz hale getirmektedir. Bu durum, enerji kaybına neden olmanın yanı sıra, ısınma giderlerinin ve çevre kirliliğinin artmasına da yol açmaktadır.

Eğimli çatılarda su ve ısı yalıtımı yapılmamasının yanı sıra, mutfak, banyo gibi mekânlardan atmosfere doğru yükselerek çatı kesitine ulaşan ve gizli bir tehlike oluşturan su buharına karşı da gerekli önlemlerin alınmadığı görülmektedir. Suyun çatılarda sıvı veya gaz halinde bulunması, yapının veya yapı ürünlerinin özelliklerini kaybetmesine neden olan etkenlerden bir diğerini oluşturmaktadır. Bu nedenlerle, çatıda yoğuşma riskinin azaltılması veya oluşan yoğuşmanın yapıdan uzaklaştırılması için yapı ürünlerinin içinden geçen su buharının sınırlandırılması büyük önem taşımaktadır.

Günümüzde gelişen ürün teknolojileri ile birlikte çatılarda kullanılan su ve ısı yalıtım ürünlerinin çeşitliliğinin artması, kaplama türüne göre farklı yalıtım ürünü ve uygulama yöntemi seçme olanaklarını sağlamıştır. Buna bağlı olarak da, kaplama ile yalıtım ürünlerinin birleşimlerinde özel ayrıntılar geliştirilmiştir. Tüm bunlara karşın doğru ürün seçilmemesi ve uygulama yöntemi konusundaki bilgi eksiklikleri nedeniyle oluşan sorunlar, zaman içinde yapıda çeşitli şekillerde kendini göstermekte ve bu da maddi kayıplara, olumsuz sağlık koşullarına, çevre kirliliğine ve enerji kaybına yol açmaktadır.

1.2 Amaç

Bu araştırmanın amacı, çatı oluşumunda gerek tasarım gerekse uygulama sırasında yalıtım konusunda ne gibi sorunların meydana geldiğini ve bu sorunların bina ve kullanıcı sağlığını ne şekilde etkilediğini belirlemek, çatılarda kullanılan çatı kaplama, su ve ısı yalıtım ürünlerini tanıyarak uygulama yöntemlerini öğrenmektir. Böylece, çatılarda suyun ve ısının etkilerinden korunmak için alınacak yalıtım önlemlerinin temelini oluşturan yalıtım katmanlarının, doğru ayrıntı çözümleri ve ürünleriyle oluşturulmasına katkı sağlanmaya

çalışılacaktır.

1.3 Önem

Araştırma; çatı örtüsü olarak seçilen kaplama ve bu kaplamanın uygulanmasında kullanılan yalıtım ürünlerinin seçiminin doğru olup olmadığının belirlenmesi, yapı ömrü, insan sağlığı, ekonomi ve konfor ölçütlerinin korunması ve yeni yapılacak binaların çalışma kapsamında yer alan ölçütlere göre doğru bir şekilde yapılması bakımından önem taşımaktadır.

1.4 Varsayım

Yapılan bu çalışma ile eğimli çatılarda tasarım, uygulama ve kullanım aşamalarından kaynaklanan sorunların oluşmaması veya oluşan sorunların giderilebilmesi amacıyla, tasarımcı ve uygulayıcıların ürünler ve kullanım şekilleri hakkında bilgilendirileceği, kullanıcıların ise bilinçlendirileceği varsayılmaktadır.

1.5 Sınırlılıklar

Çatılar konusu çok geniş bir içeriğe sahip olduğundan bu araştırmada sadece eğimli çatılar ele alınacak ve eğimli çatılarda da su ve ısı yalıtım sorunları ile çözüm önerilerine yer verilecektir.

1.6 Yöntem

Yapılan bu çalışmada kaynak taraması ve gözleme dayalı bir yöntem izlenecek olup, bu doğrultuda, öncelikle sorun belirlenmiş, daha sonra amaç, önem, varsayım ve sınırlılıklar ele alınarak izlenecek olan yöntem açıklanmıştır.

Araştırmanın ikinci bölümünde çatılarla ilgili tanımlamalara yer verilerek eğimli çatıların oluşumu üzerinde durulacaktır. Daha sonraki bölümde ise, eğimli çatılarda tasarım, kulanım ve uygulama aşamalarında meydana gelen yalıtım sorunları irdelenecektir.

Araştırmanın dördüncü bölümünde eğimli çatılarda kullanılan yalıtım ürünleri tanınarak, kullanılan çatı kaplama türlerine göre yalıtım çözümleri konusuna değinilecektir. Son olarak da sonuç ve öneriler bölümüyle çalışma bitirilecektir.

2. EĞİMLİ ÇATILARIN OLUŞUMU

2.1 Tanımlar

Çatı, yapının en üst bölümünde yer alarak, yapıyı üstten sınırlayan ve atmosferden ayıran, koruyucu özelliğinin yanı sıra estetik özelliği de olan örtü niteliğindeki bir yapı elemanıdır.

Çatı sözcüğü, Türk Dil Kurumu sözlüğünde, "yapıları dış etkilerden korumak amacıyla üzerlerine yapılan çoğu kiremit kaplı bölüm" olarak açıklandığı gibi ayrıca,

- Birbirine çatılmış, çakılmış şeylerin topu,
- Yapıların üstünü meyilli bir şekilde örten kiremit, çinko gibi şeylerle, bunların dayandığı ağaç iskelet gibi farklı anlamları da içermektedir.

Çatı kavramı, yapıyı ve dolayısıyla içinde yaşayan insanları iklimsel etkilerden ve doğal hayatın neden olduğu çeşitli tehlikelerden korumak üzere insanlık tarihinde uzun bir süreden beri var olan bir kavramdır. Eskiden sadece koruma görevini yerine getiren çatı, günümüzde gelişen ürün teknolojileri ile klasik çatı kalıplarının dışına çıkarak, estetik gereksinimlere de cevap verecek birer yapı elemanı olmuştur (Şekil 2.1a). Bu nedenle çatı, her ne kadar binanın üzerini örten bir yapı elemanı olsa da, yapı kavramını bütünleyici; mimari bütünlüğün sağlanmasındaki ana elemanlardan birini oluşturmaktadır (Şekil 2.1b).

Şekil 2.1a Koruma görevini yerine getiren çatı örnekleri (Turgay, 2003)

Şekil 2.1b Mimari bütünlüğe ve estetiğe sahip çatı örnekleri **[1],[2]**

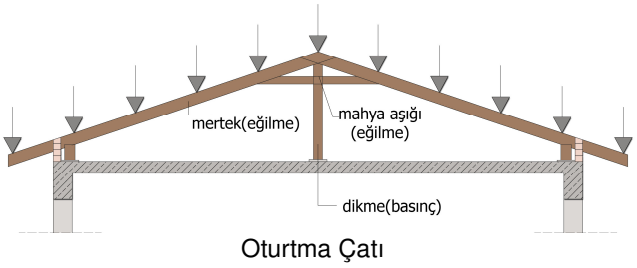
Binayı üstten örten ve yapıyı tamamlayan çatılar, örtü ve taşıyıcı olmak üzere iki alt sistemden oluşmaktadır. Çatıyı dış etkilere karşı koruyan örtü, çatının en üstteki bölümünü oluştururken; örtü katmanını yerleştirebilmek için gerekli olan örtünün oturabileceği bir örtü altı sistemi de taşıyıcı bölümü meydana getirmektedir.

Bir çatıda örtü sistemi, üzerine oturtulabileceği taşıyıcı bir sistem ile oluşturulabilmektedir. Belirli bir açıklığı geçen bir taşıyıcı sistem olmadan, örtü sisteminin uygulanması mümkün değildir. Örtü sistemi, kullanılan farklı örtü ürünlerine ve bunların özelliklerine göre değişik çözüm şekilleri ve ayrıntıları içermektedir.

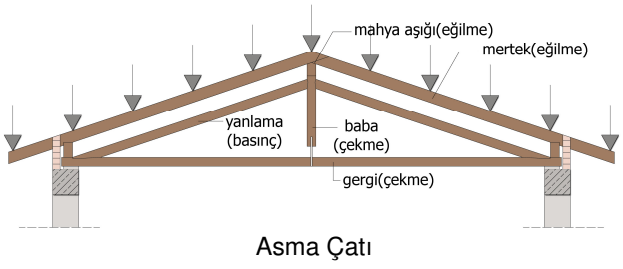
Örtü ürününün büyüklüğü hem çatı eğimini, hem de örtü sisteminin yüklerini örtü taşıyıcı sistemine iletilmesini etkiler. Bu bakımdan, farklı örtü ürünlerine bağlı olarak örtü taşıyıcı sistemi de değişiklik göstermektedir (Toydemir vd., 2006).

Çatılarla ilgili olarak yapılan bu çalışmada, çalışmanın diğer bölümlerine geçmeden önce çatılara ilişkin bazı temel kavramların açıklanmasının yararlı olacağı düşünülmüştür. Bu bağlamda yapılan tanımlamalar aşağıda yer almaktadır.

Aşık: Merteklerin üzerine oturtulduğu çatı taşıyıcı sistem elemanıdır. Aşıklar, merteklerin yüklerini eğilmeye çalışarak oturtma çatılarda dikmelere, asma çatılarda ise babalara iletirler (Toydemir vd., 2006). Aşıkların kesiti 10/10, 12/14, 12/16 cm boyutlarındadır. 3.75- 4.00 metre aralıklarla bir dikmeye veya babaya otururlar (Şekil 2.2,2.3).



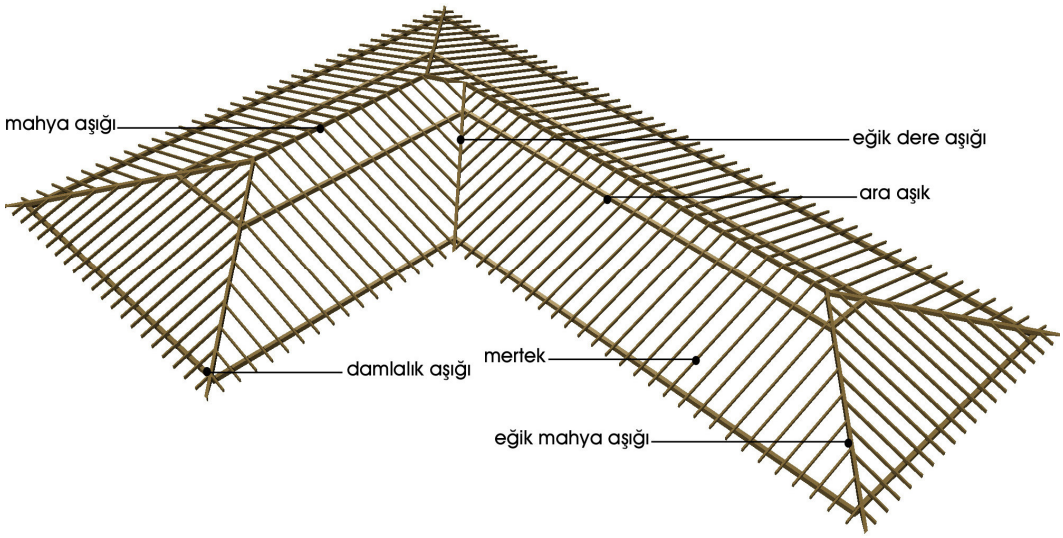
Şekil 2.2 Düşey yüklerin aşık sistemi ile döşemeye iletilmesi (Toydemir vd., 2006)



Şekil 2.3 Düşey yüklerin makas sistemi ile mesnetlere iletilmesi (Toydemir vd., 2006)

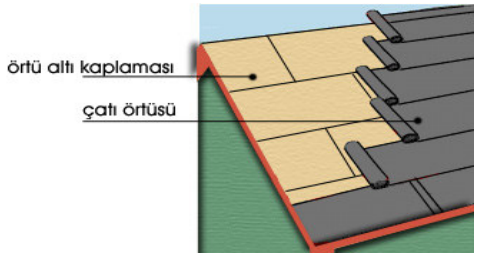
Saçak üzerine oturana **damlalık aşığı**, saçakla mahya arasında olana **ara aşık**, mahyadakine ise **mahya aşığı** denir. Mahya aşığı düz değil de eğimli olursa **eğik mahya aşığı** veya **eğik dere aşığı** adını alır (Şekil 2.4).

Mertek: Eğimli çatılarda örtü altı kaplamasının üzerine oturduğu ve yaklaşık 50 cm aks aralıklı olarak aşıklara oturan örtü taşıyıcı sistemine ait çatı elemanıdır. Mertekler 2.75- 3.00 metre açıklıkta mesnetlendirilerek eğilmeye çalışırlar ve kesitleri 5/10, 6/12 cm 'dir (Şekil 2.4), (Toydemir vd., 2006).



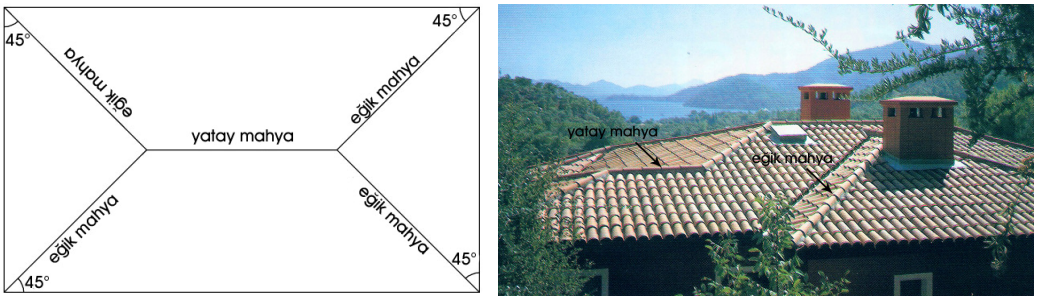
Şekil 2.4 Eğimli çatılarda aşık ve mertek

Örtü Altı Kaplaması: Eğimli çatılarda, çatı örtüsünün altında yer alan ve örtü ürününün üzerine oturduğu kaplamadır. Bu kaplama, kendisine dik doğrultudaki mertekler üzerine oturur (Toydemir vd., 2006). Örtü altı kaplamaları, kalınlığı 2- 2,5 cm; genişliği 20 cm olan tahtaların belirli aralıklarla yerleştirilmesiyle oluşturulabileceği gibi, bu tahtaların sürekli bir şekilde yan yana çakılmasıyla veya aynı kalınlıklarda levha biçimindeki OSB, kontrplak gibi ürünlerin mertekler üzerine monte edilmesiyle de oluşturulabilmektedir (Şekil 2.5).



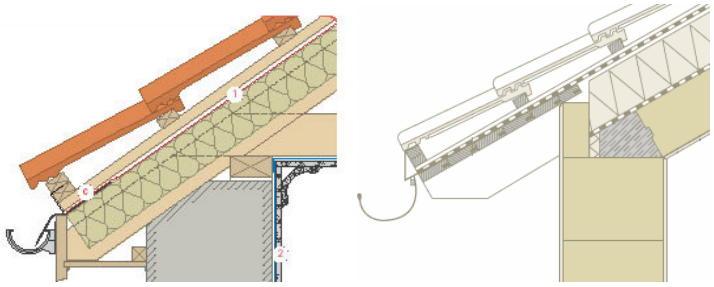
Şekil 2.5 Eğimli çatılarda örtü altı kaplaması

Mahya: Beşik ve kırma çatılarda eğik çatı yüzeylerinin, yatay bir doğru boyunca kesiştiği ara kesittir (Şekil 2.6). Mahya yatay bir doğru üzerinde ise **yatay mahya**, eğik bir doğru üzerinde ise **eğik mahya** adını almaktadır.



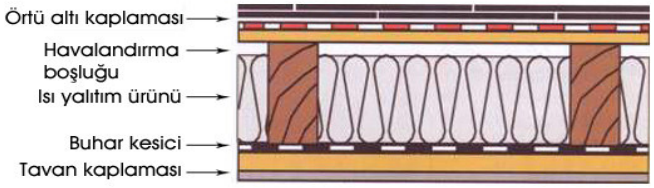
Şekil 2.6 Eğimli çatıda yatay ve eğik mahya

Saçak: Çatılarda, çatı yüzeyinin binanın dışına taşan bölümüdür. Saçağın ana görevi, suyu temelden uzağa akıtmak ve yapıyı güneşten korumaktır (Çelebi, 2001). Saçak alt yüzeyi eğimli olabileceği gibi, düz olarak da uygulanabilmektedir (Şekil 2.7). İstanbul İmar Yönetmeliğince belirlenen saçak genişliği en fazla 60 cm 'dir. Saçaklar, belirlenen bu ölçüyü geçmeyecek şekilde düzenlenmelidir.



Şekil 2.7 Altı düz ve eğimli olarak düzenlenmiş çatı saçağı **[3]**

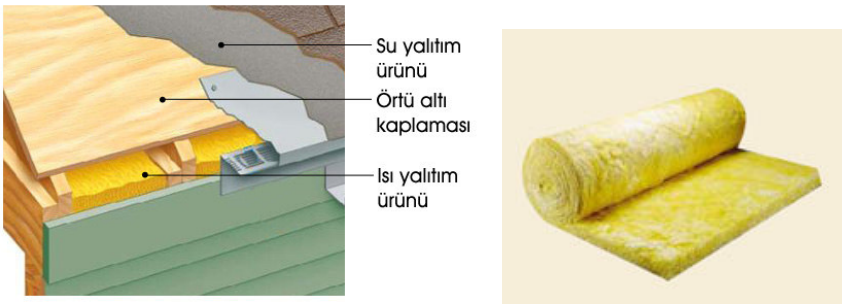
Buhar Kesici: Genelde polimer veya bitümlü ürünlerden üretilen su ve buharı geçirmeyen örtü biçimindeki malzemedir (Toydemir vd., 2006), (Şekil 2.8).



Şekil 2.8 Örtü altı kaplamalı soğuk çatıda buhar kesici kullanımı **[4]**

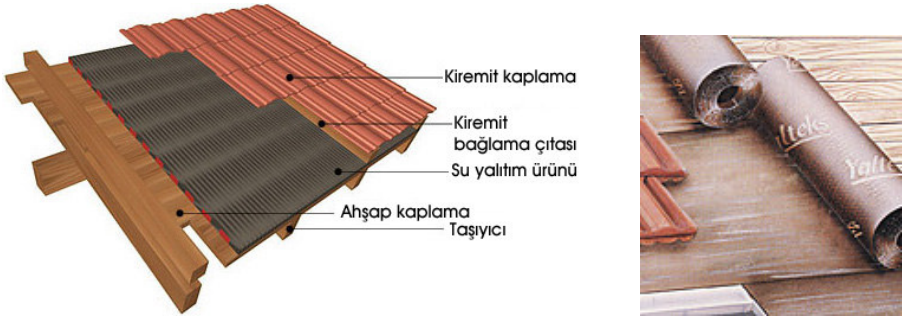
Hava Yastığı: Özellikle soğuk çatılarda taşıyıcı sistem ile örtü ürünü arasında bulunan ve alttan gelen su buharının dışarı atılmasına olanak veren katmandır (Toydemir vd., 2006).

Isı Yalıtım Örtüsü: Herhangi bir mekândaki ısı enerjisinin bu mekânın dışına akışını azaltmak amacıyla kullanılan ve içinde hareketsiz hava bulunduran organik veya inorganik yalıtım ürünüdür (Toydemir vd., 2006), (Şekil 2.9).



Şekil 2.9 Eğimli çatıda ısı yalıtım örtüsü **[5], [6]**

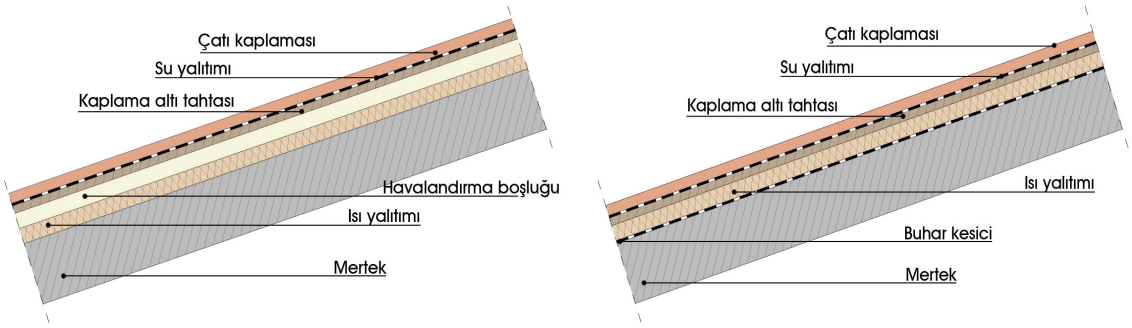
Su Yalıtım Örtüsü: Çatıda, suyun yapı elemanına girmesini önlemek amacıyla polimer-kopolimer ve bitümlü ürünlerden üretilen su geçirimsiz yalıtım ürünüdür (Toydemir vd., 2006), (Şekil 2.10).



Şekil 2.10 Eğimli çatıda su yalıtım örtüsü **[7]**

Soğuk Çatı: Eğimli veya az eğimli bir çatıda örtü sistemi ile taşıyıcı sistem arasında havalandırmayı sağlayan bir hava yastığının bulunduğu iki katmanlı bir çatı türüdür. Bu çatıda alttan gelen su buharı döşeme ve ısı tutucuyu geçerek hava yastığı yoluyla dışarı atılır ve buhar kesici gerekmez (Toydemir vd., 2006), (Şekil 2.11).

Sıcak Çatı: Çatıyı oluşturan tüm katmanların belirli bir sıra ile sıralandıkları bu tür çatıda, taşıyıcı ile koruyucu katmanlar arasında bir hava yastığı olmaksızın tek bir kabuk oluşturulur (Toydemir vd., 2006), (Şekil 2.11).



Şekil 2.11 Soğuk ve sıcak çatı kesiti **[8]**

2.2 Eğimli Çatıların Oluşumundaki Ölçütler

Çatılar bir yandan dışardan gelebilecek olumsuz çevre koşullarına karşı yapıyı korurken diğer yandan da iç ortamda uygun yaşam koşullarının oluşturulmasına yardımcı olur. Bu nedenle eğimli çatılar planlanırken bazı ölçütler göz önünde bulundurulmalıdır. Göz önünde bulundurulması gereken bu ölçütleri;

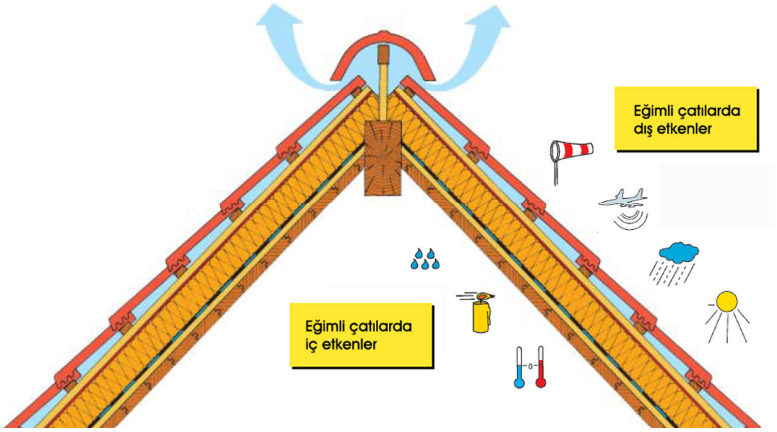
- Bölgesel koşullar,
- Taşıyıcılık,
- Çatı kaplamasının özellikleri,
- Estetik,
- Yalıtım,
- Çatı arası kullanım koşulları,
- Yönetmelikler olarak sıralamak mümkündür.

2.2.1 Bölgesel Koşullar

Bölgesel koşullar çatıların oluşumundaki en önemli ölçütlerden biridir. Dünyanın değişik iklim ve coğrafik bölgelerine bakıldığında, çatıların bulundukları yerlerdeki bölgesel koşullara bağlı olarak farklılıklar gösterdiği görülmektedir. Yağmur, kar, rüzgâr, dolu, ışınım gibi atmosferik olaylar bölgesel koşulları meydana getirmektedir (Şekil 2.12).

Bölgesel koşullardan olan yağmur, şiddeti, miktarı ve içinde bulundurduğu kimyasal maddelerin olumsuz etkileri ile çatı örtüsünü etkilemektedir. Buna ek olarak, yağmur, çatı üzerine esen rüzgârın şiddetine ve yönüne bağlı olarak da etkisini artırarak veya azaltarak, çatı

yüzeyini daha az veya daha fazla etkileme gücüne sahiptir.



Şekil 2.12 Eğimli çatılarda iç ve dış etkenler **[9]**

Yağışın yağmur biçiminde ve yağış miktarının çok olduğu iklim bölgelerinde, çatılardan yağmur suyunun hemen uzaklaştırılması büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle de çatılar, yağmur suyunu yüzeyden uzaklaştırabilmek amacıyla oldukça eğimli yapılmaktadır. Ayrıca bu bölgelerde çatı örtü ürünlerinin küçük parçalı olması yerine büyük parçalı ürünler şeklinde olması, suyun birleşim yerlerinden içeriye sızmasını önlemek açısından daha faydalı olmaktadır.

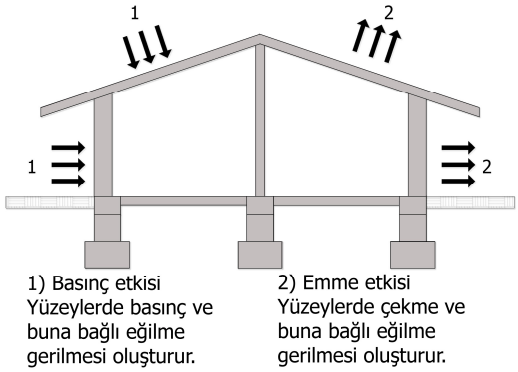
Yağış miktarının az olduğu iklim bölgelerinde ise, bina çatıları düz, teras çatı şeklinde yapılmaktadır. Türkiye'de Güneydoğu ve Orta Anadolu Bölgelerinde bu tür çatılara rastlanmaktadır.

Kar yağışının fazla olduğu iklim bölgelerinde, kar ağırlığının çatıyı zorlamasını önlemek amacıyla çatı eğimi artırılmakta, buna ek olarak örtü ürünlerinden karı tutmayan özelliğe sahip olan türler tercih edilmektedir. Dünyada Orta Avrupa ve Türkiye'de de Doğu Anadolu iklim bölgelerinde çok eğimli çatılara rastlamak mümkündür.

Bölgesel koşullar içinde yer alan rüzgâr etkeni de, büyük ölçüde çatı tasarımını etkilemektedir. Rüzgâr yükü çatı eğimine bağlı olarak değişiklik göstermektedir.

Çatı üzerinden esen rüzgâr, atmosfere açık olan çatı yüzeyinde genellikle basınç kuvveti oluştururken, rüzgâra doğrudan açık olmayan çatı yüzeyinde ise emme kuvveti meydana getirmektedir (Şekil 2.13). Bu nedenle çatıların taşıyıcıları hesaplanırken rüzgâr yükünün de hesaba katılması gereklidir. Standartlarda, yapının geometrisi, yüksekliği, coğrafi konumu,

deniz seviyesinden olan yüksekliği, çevredeki yapılar gibi etkenlere bağlı olarak rüzgâr yükünün nasıl hesaplanacağı belirlenmiştir.



Şekil 2.13 Çatılarda rüzgâr yükü (Aker, 1998)

Bölgesel koşullardan bir diğeri olan dolunun çatı kaplamasına etkisi, çatı üzerine düşen buz parçacıklarının hızına ve büyüklüğüne bağlı olarak değişmektedir. Orta ve küçük şiddetteki dolular çatı ürünlerinin yüzey kaplamalarının bozulmasına, daha şiddetli dolular ise kırılmasına bile yol açabilmektedir. Bunun dışında dolu sonrası çatı üzerinde yüksek ağırlıklı buz kümeleri veya su sızıntılarının meydana gelmesi de olasıdır (Braas Teknik Kılavuzu, 2002).

Güneş ışınımları, çatılarda zamanla kendisini gösteren bir başka etkendir. Çatıya farklı zamanlarda farklı açılarla gelen güneş ışınımları, bu ışınımlara dayanıksız olan çatı ürünlerinin erimesine, aşınmasına ve delinmesine neden olabilmektedir. Bu tür ürünlerin doğrudan güneş ışığından korunması için önlemler alınması ve koruyucu bir katmanın oluşturulması gereklidir. Bunun dışında güneş ışınları karşısında genleşmeye çalışan çatı ürünlerinin çatlamaması için de yeterli derz boşlukları oluşturulmalıdır.

2.2.2 Taşıyıcılık

Örtü ve taşıyıcı olmak üzere iki alt sisteme sahip olan çatılarda, taşıyıcı sistemin yapısı büyük bir önem taşımaktadır. Çatının taşıyıcı yapısı, çatı örtüsüne ve ısı, su yalıtımlarına da alt yapı oluşturacağı için tüm bunları taşıyabilecek özellikte, sabit ve stabil olmalıdır.

Çatı taşıyıcı sistemi, betonarme, çelik veya ahşap gibi farklı yapım malzemeleriyle uygulanabilmektedir. Ancak taşıyıcı sistem türü ne olursa olsun diğer elemanları taşıması için, gerekli ve uygun bir ortam sağlayabilecek güçte özelliklere sahip olmalıdır.

Çatılar yüklenmeleri açısından;

- Statik yükler
- Dinamik yükler
- Yatay yükler
- Diğer yüklerin etkisi altında kalırlar.

Çatının kendi ağırlığı ile ortaya çıkan statik yükler; çatı sistem kurgusu ve malzemesi ile çatı kaplama malzemesinin ağırlığını içeren sabit yüklerdir.

Dinamik yükler; yağmur, kar ve insan yükleri olup, çatıların bu hareketli yükleri taşıyabilecek şekilde tasarlanması gerekmektedir. Çatıya etki eden kar yükü, yapının bulunduğu bölgesel özelliklere bağlı olarak farklılık gösterir. Bu nedenle çatılar, bölgesel kar yüklerine dayanabilecek şekilde tasarlanmalıdır.

Yatay yükler ise rüzgâr ve deprem yüklerinden oluşmaktadır. Çatıya etkiyen diğer yüklere karşı olduğu gibi deprem ve rüzgâr yüklerine karşı da önlem alınmalı, çatıya gelebilecek etkiyi en aza indirgeyebilmek için çatı tasarımı ve hesaplamaları doğru bir şekilde yapılmalıdır.

Ayrıca statik, dinamik ve yatay yüklerin yanı sıra, çatı üzerine yerleştirilen su depoları, güneş enerjisi kolektörleri, antenler ve reklâm panoları da çatılarda yük oluşturmaktadır.

2.2.3 Çatı Kaplamasının Özellikleri

Çatı alt sistemlerinden olan çatı kaplaması, çatının en üstünde yer alan ve dış hava koşullarına doğrudan açık olan son kat çatı ürünleridir. Ayrıca, çatı kaplama ürünleri, bölgesel koşullara, çatı eğimine ve türüne, statik yükleme durumuna, binanın kullanım ömrüne, ekonomik etkenlere ve mimari oluşuma bağlı olarak değişkenlik göstermektedir.

Bir çatı kaplamasının, kendisinden beklenen bazı özelliklere sahip olması gerekir. Bunlar;

- Çatı kaplamasının estetik beklentileri karşılaması ve yapı bütünü ile bir uyum içinde bulunması,
- Atmosferik olaylara karşı iç ortamdaki konforu sağlaması,
- Statik, dinamik, yatay ve diğer yüklere karşı dayanımlı olması,
- Kullanılan ürünlerin standartlarda belirtilen teknik özelliklere sahip olması,
- Dış ortamdaki sesin iç ortama geçişinde yeterli yalıtımı sağlaması,

- Dış veya iç ortamda oluşabilecek yangının yapıyı etkilemesini veya yayılmasını önleyici özellik göstermesi,
- Yapım sırasında ve sonrasında insan sağlığına zarar verici maddelerin çatı bünyesine girmesine izin vermemesi (Çakır, 2000),
- Ürün maliyeti düşük, yapımı kolay, uzun ömürlü, bakım ve onarım maliyeti düşük olması şeklinde sıralanabilmektedir.

Çatı taşıyıcı sistemi içerisinde kullanılacak çatı kaplamasının taşıyıcı sistem ile uyumlu olması büyük önem taşımaktadır. Aksi takdirde iki uyumsuz ürünün birlikte kullanılması, çatlama, yırtılma, soyulma gibi sorunlara neden olabilmektedir (Çatak, 1997).

Günümüz gelişen ürün teknolojileri ile çatı kaplama ürünleri çok çeşitli olmakla birlikte çatı formuna ve eğimine uygunluk göstermesi açısından da dikkatle seçilmelidir.

2.2.4 Estetik

Çatılar, yapıyı atmosfer koşullarından koruyan üst kabuk elemanı olmalarının yanı sıra, yapı karakteristiğinin de önemli bir parçasını oluşturmaktadır.

Eski çağlarda sadece koruma amacı ile barınakların üstünü örtmeye yarayan çatılar, günümüzde kendilerine verilen biçim ve örtü ürünleriyle yapının görsel bakımdan da tamamlayıcı birer elemanı olmuştur. Bugün yapılan birçok yapı, çatı tasarımı ile kendisinden söz ettirebilme gücüne sahiptir.

Ayrıca gelişen yapı malzemesi ve yapı teknolojileri de, çatılarda tasarım ve uygulamada kullanıcıya farklı renk ve dokularda çatı yüzeyleri oluşturabilme imkânı sunmaktadır. Tüm bunlar, çatıların yapı örtüleri olmaktan çıkıp bütünüyle bir yapı kabuğu haline gelmelerini sağlamış, çatıda var olan görsel işlevin daha da güçlenmesine yardımcı olmuştur (Turgay, 2003), (Şekil 2.14).

Şekil 2.14 Yapı kabuğu olarak çatı **[2]**, **[10]**

Farklı yüksekliklerde çatıların bir arada bulunduğu bölgelerde, yüksek binalarda yaşayan insanların görsel konforunu bozmaması amacıyla yüksekliği daha az olan yapıların çatı örtü ürünlerinin rengi, ışığı yansıtma miktarı, fiziksel ve estetik açıdan da büyük önem taşımaktadır (Esen, 1991).

2.2.5 Yalıtım

Kullanıcı gereksinimleri doğrultusunda inşa edilen yapıların, etkisi altında kalacakları iç ve dış etkenler karşısında kendisinden beklenen işlevleri yerine getirebilmeleri için yapılan uygulamalara **"yalıtım"** denir (İzoder, 2006).

Yalıtım; yapıyı kullanan kişilere, sağlıklı, konforlu, güvenli, enerji verimli ortamlar sağlamak, su, yangın, ısı, toz ve gürültü gibi zararlı etkenlerden yapıyı korumak için bazıları dayanım, bazıları ise geçirimsizlik sağlayan ürünler ve bu ürünlerin uygulama kurallarını içermektedir.

Tanımından da anlaşılacağı üzere yalıtımın amacı; kullanıcılar için sağlıklı, konforlu ve güvenli mekânlar oluşturmak, çatıların verimlilik süresinden en iyi şekilde yararlanmak, bakım-onarım masraflarını düşürmek ve enerjiyi koruyarak çevre kirliliğini azaltmaktır.

Tasarımdan, uygulamaya kadar tüm yönleri ile bir uzmanlık dalı olan yalıtımın ana ölçütleri doğru detay çözümü, nitelikli malzeme seçimi ve doğru uygulamadır (Bonfil vd., 2006).

Tüm bunlara göre gerek yapı gerekse kullanıcı sağlığını korumak açısından çatılarda yalıtım yapılması gereken başlıca etmenler su/buhar, ısı, yangın, toz ve sestir.

- **Su/Buhar yalıtımı**

Çatılara etki eden en önemli etmenlerden biri sudur. Su, yağmur, kar veya dolu biçiminde çatıyı dış yüzeyinden etkileyebileceği gibi, bina iç hacminde oluşan yoğuşma nedeniyle buhar biçiminde de çatı kesitinde etkili olabilmektedir.

Su, çatı kesitinde, içinde bulunduğu ürünün özelliklerine göre, ürünün bozulmasına, erimesine sebep olabilmesinin yanı sıra soğuk mevsimlerde donarak, sıcak mevsimlerde ise buharlaşarak ürün bütünlüğünün bozulmasına veya ürünlerde çatlakların oluşmasına yol açabilmektedir.

Bu nedenlerle canlılar için son derece önemli, fakat yapılar için tehlikeli olan suyun çatılardan uzak tutulması gerekmektedir. Bu amaçla çatı eğiminin doğru düzenlenmesiyle birlikte suyun çatıya girişini engelleyici su yalıtımı yaparak ve su buharının ise kolayca çatıdan dışarı çıkmasını sağlayarak çatının zarar görmesi önlenmektedir.

- **Isı yalıtımı**

Çatılarda ve tüm yapılarda ısı kayıp ve kazançlarının sınırlandırılması için yapılan işleme **"ısı yalıtımı"** denir. Teknik olarak ısı yalıtımı farklı sıcaklıktaki iki ortam arasında ısı geçişini azaltmak için uygulanmaktadır (İzoder, 2006).

Çatılarda ısı yalıtımı yaparak kullanıcılara sağlıklı ve konforlu ortamlar oluşturmak, çatının kullanım ömründen en verimli şekilde yararlanmak ve yapının kullanım süresi boyunca ısınma ve soğutma giderlerinden büyük kazanım sağlamak mümkündür.

Yapılan hesaplamalar, etkin bir ısı yalıtımı ile yapılarda ortalama % 50 enerji tasarruf edilebileceğini ortaya koymaktadır (İzoder, 2006).

Isı, iletim, taşınım ve ışınım yolu ile transfer edilmektedir. Ülkemizde genellikle ısı yalıtımı yapılırken iletim ve taşınım yolu ile yayılan ısının yalıtımı esas alınmakta ışınım yolu ile yayılan ısının yalıtımına ise önem verilmemektedir (Ildız, 2004).

İletim yoluyla ısının yayılmasını önlemek için yapı ürünleri arasında hava boşlukları oluşturmak veya ürünlerin birbiriyle temasını kesmek gibi detaylar oluşturulmaktadır. Taşınım yolu ile ısının yayılmasını önlemek için ise yine içlerinde hava boşlukları bulunan ve birbirleriyle temas etmeyen polistren, poliüretan gibi sentetik esaslı köpükler ve cam yünü, taş yünü gibi mineral lif esaslı ısı yalıtım ürünleri kullanılmaktadır.

Işınım yolu ile ısının geçişini engellemenin en kolay yolu, o hava boşluğunun önüne yansıtıcı bir malzeme olan alüminyum folyo gibi malzemeler koymaktır (Ildız, 2004).

Isı yalıtım ürünlerinin kullanım yeri eğimli çatılarda çatının biçimine ve çatı arası mekânının kullanılıp kullanılmamasına göre değişmektedir. Isı yalıtımı nerede kullanılırsa kullanılsın, mutlaka TS 825 Isı Yalıtım Kurallarına uygun biçimde seçilmelidir.

- **Yangın yalıtımı**

Her ne kadar günümüzde bir yapının oluşturulmasında su ve ısı yalıtımları kullanılıyorsa da, yangına karşı gerekli önlemler alınmamakta ve yangın yalıtımının önemi henüz anlaşılamamaktadır.

Gerek çatılarda gerekse tüm yapıda kullanılan ürünlerin birçoğunda yangına karşı dayanıklılık standardı yer almamaktadır. Oysaki kullanılan ürünlerin birçoğu yangına karşı son derece dayanıksız olmakta ve yalıtım ürünleri açısından çoğu zaman yanıcı ve kolay tutuşan nitelikteki malzemelerden üretilmektedir.

Çatılarda yangının oluşturduğu hasarların azaltılması ve yangının büyümesinin önlenebilmesi için yangın geçirmeyen veya geciktiren bölmelerin oluşturulması yapı güvenliği için önemlidir (Turgay, 2003).

- **Ses yalıtımı**

Gürültü, düzensiz yapılı, farklı frekans bileşenlerine sahip olan ve genellikle zamana göre değişken olan istenmeyen ses topluluğudur (İzoder, 2006).

Genel olarak ses yalıtımı, gürültünün insan üzerinde oluşturacağı zararlı etkileri en aza indirmek için alınacak önlemleri kapsar.

Döşemelerde ses sorunu, ortam veya darbe seslerinin yalıtılması sorunu olarak anlaşılabilmektedir. Sıcak çatılar üzerindeki farklı çatı ürünlerini ve hareketli yükleri taşıyacak şekilde hesaplandığı için, bu tür çatı döşemelerinde ortam sesi sorun oluşturmamaktadır. Ancak, üzerinde gezilebilir sıcak çatılarda darbe sesinin rahatsızlık vermemesi için yüzer şap şeklinde bir uygulama olumlu sonuçlar vermektedir.

Soğuk çatılarda genel olarak kaplama ve taşıyıcı döşeme arasında hava yastığı bulunması, ses yalıtımı açısından olumlu bir etki yapmaktadır. Bu tür çatılarda, çatı üzerinde gezilemeyeceği için darbe sesi de söz konusu olmamaktadır (Toydemir vd., 2006).

2.2.6 Çatı Arası Kullanım Koşulları

Eğimli çatılarda eğimden dolayı oluşan, bir alt katın tavan döşemesi ile sınırlandırılmış ve kullanılan veya kullanılmayan mekânlara "**çatı arası mekânı"** adı verilmektedir.

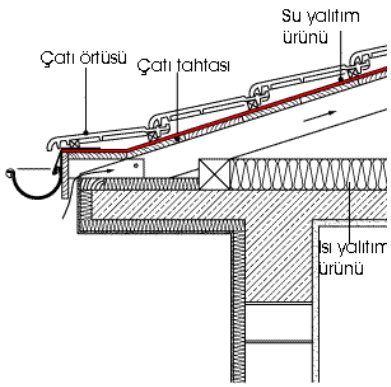
Çatı arası mekânları,

- Kullanılmayan çatı arası mekânları
- Kullanılan / yaşanabilir çatı arası mekânları olmak üzere iki şekilde sınıflandırılabilmektedir.

Kullanılmayan çatı arası mekânlarının olduğu çatılarda, bu mekânlara genellikle su deposu, asansör kulesi, doğalgaz yönetmeliğine uygun kazan dairesi gibi işlevler yüklenmektedir. Bu tür çatılarda, çatı arası mekânının ısıtılması önem taşımadığı için, ısı yalıtımının genellikle kat döşemesi üzerine serilmesi tercih edilir (Şekil 2.15). Su yalıtımı ise çatı örtü kaplamasının altında yer almaktadır.

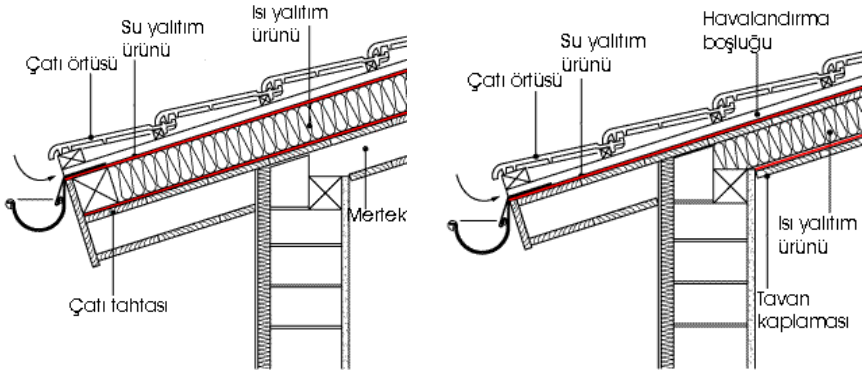
Çatı arası kullanılacak ise çatı sisteminin de bu amaca göre seçilmesi ve gerekli ısı ve su

yalıtımının yapılarak konforlu ve sağlıklı mekânlar haline getirilmesi gerekmektedir.



Şekil 2.15 Çatı arası kullanılmayan çatıda ısı yalıtımının yeri **[4]**

Çatı arası kullanılan çatılarda ısı yalıtımının yeri mertek altı, arası veya üzeri olacak şekilde düzenlenmektedir. Su yalıtımı ise genellikle ısı yalıtımının üzerinde yer almaktadır (Şekil 2.16).



Şekil 2.16 Isı yalıtımının mertek üzerinde ve mertekler arasında yer aldığı eğimli çatı uygulaması **[4]**

2.2.7 Yönetmelikler

Dünya üzerinde verimsiz enerji kullanımını önlemek, inşaat yapım kalitesini artırmak, doğal afetlerin zararını en aza indirmek ve böylece insanların yaşadığı mekânların konfor düzeyini artırmak üzere birçok yönetmelik ve standart oluşturulmuştur. Bu yönetmelik ve standartların hepsi de insanların yaşam kalitesini artırmayı ve doğayı korumayı amaçlamaktadır.

Yönetmelikler en genel anlamıyla bakanlıkların veya kamu tüzel kişilerinin kendi görev alanlarını ilgilendiren, kanunların ve tüzüklerin uygulanmasını sağlamak üzere çıkardıkları

hukuk kurallarıdır. Yapı sektöründe standartlar ise; üzerinde anlaşma sağlanmış olan, kabul edilmiş bir kuruluş tarafından onaylanan, mevcut koşullar altında en uygun seviyede bir düzen kurulmasını amaçlayan, ortak ve tekrar eden kullanımlar için ürünün özellikleri, işleme ve üretim yöntemleri, bunların ilgili terminolojileri, sembol, paketleme, işaretleme, etiketleme ve uygunluk değerlendirmesi işlemleri konularından biri veya birkaçını belirten ve uyulması mecbur olan düzenlemeyi ifade etmektedir.

Yapı sektöründe yönetmelikler bir yapının bir yere inşa edilmesi sırasında hangi kurallara uyulması gerektiğini, kullanılan malzemelerin seçiminde hangi ölçütlere dikkat edilmesi gerektiğini, çevre ve doğayı korumak açısından nelerin yapılmasının önemli olduğunu göstermektedir.

Yapı sektöründe kullanılan başlıca yönetmelik ve standartlar şunlardır;

- İmar Kanunu,
- İmar Yönetmelikleri,
- Yapı Malzemeleri Yönetmeliği,
- Binaların Enerji Performansına Dair Yönetmelik,
- Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği,
- Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik,
- Binalarda Isı Yalıtım Yönetmeliği,
- T.S. 825: Binalarda Isı Yalıtımı Kuralları Standardı,
- Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik,
- Enerji Verimliliği Kanun Tasarısı vb.

Yukarıda adı geçen kanun ve yönetmeliklerin amaçlarını kısaca açıklamak gerekirse;

İmar Kanunu: Bu kanunun amacı; yerleşme yerleri ile bu yerlerdeki yapılaşmaların; plan, fen, sağlık ve çevre koşullarına uygun teşekkülünü sağlamaktır (İmar Kanunu, 1985).

İmar Yönetmelikleri: İl Büyükşehir belediyesi sorumluluk alanı, belediye ve mücavir alan sınırları içerisindeki yerleşme yerleri ile yapılaşmaların imar planları ve mevzuat hükümleri ile sosyal ve teknik altyapı, fen, sağlık ve çevre koşullarına uygun teşekkülünü sağlamak

amacıyla hazırlanmıştır (İstanbul Büyükşehir Belediyesi İmar Yönetmeliği, 2007).

Yapı Malzemeleri Yönetmeliği: Bu yönetmeliğin amacı; bina ve diğer inşaat mühendisliği işleri dâhil olmak üzere tüm yapı işlerinde daimi olarak kullanılmak amacıyla üretilecek yapı malzemelerinin taşıması gereken temel gerekleri, bu malzemelerin tabi olması gereken uygunluk değerlendirme prosedürleri, piyasa gözetimi ve denetimi işlemleri ile ilgili usul ve esasları belirlemektir (Yapı Malzemeleri Yönetmeliği, 2002).

Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği: Bu yönetmelik; kişilerin beden ve ruh sağlığını, huzur ve sükûnunu gürültü ile bozmayacak bir çevrenin geliştirilmesi için, çevresel gürültüye maruz kalmanın etkileriyle mücadele etmeye yönelik esas ve ölçütleri belirlemek ve bu ölçütlerin gürültü kaynakları bazında uygulanması için bir takım araştırma, bilgilendirme ve önlemlerin alınması amacıyla hazırlanmıştır (Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği, 2002) .

Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik: Kamu ve özel kurum ve kuruluşlar ile gerçek kişilerce kullanılan her türlü yapı, bina, tesis ve işletmelerin, tasarımı, yapımı, işletimi, bakımı ve kullanımı aşamalarında, herhangi bir şekilde çıkan yangının, can ve mal kaybını en aza indirerek söndürülmesini sağlayacak yangın öncesinde ve sırasında alınacak önlemler ile organizasyon, eğitim ve denetimi sağlamayı amaçlamaktadır (Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik, 2004).

Binalarda Isı Yalıtım Yönetmeliği: TS 825'in amacı, Türkiye'deki binaların ısıtılmasında kullanılan enerji miktarlarını sınırlamayı, dolayısıyla enerji tasarrufunu artırmayı ve enerji ihtiyacının hesaplanması sırasında kullanılacak standart hesap yöntemi ve değerlerini belirlemektir. Ayrıca standart; yeni yapılacak bir binaya ait çeşitli tasarım seçeneklerine bu standartta açıklanan hesaplama yöntemini ve değerlerini uygulayarak, ideal enerji ve performansını sağlayacak tasarım seçeneğini belirlemek, mevcut binaların net ısıtma enerjisi tüketimlerini belirlemek ve mevcut bir binaya yenileme projesi uygulamadan önce, uygulanabilecek enerji tasarruf önlemlerinin sağlayacağı tasarruf miktarlarını belirlemek için de kullanılabilir (Binalarda Isı Yalıtım Yönetmeliği, 2000).

Enerji Verimliliği Kanun Tasarısı: Bu kanunun amacı; enerjinin etkin kullanılması, israfın önlenmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi ve çevrenin korunması için enerji kaynaklarının ve enerji kullanımında verimliliğin artırılmasıdır (Enerji Verimliliği Kanun Tasarısı, 2007) .

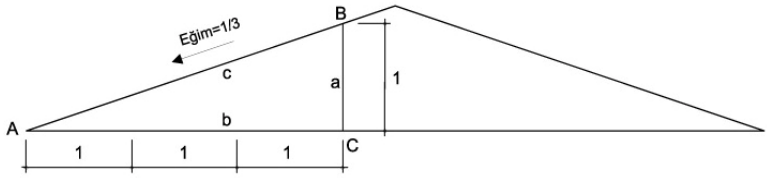
2.3 Eğimli Çatılarda Eğimin Düzenlenmesi

Eğimli çatıların oluşturulmasında bölgesel koşulların, estetik, yalıtım ve taşıyıcılığın, çatı kaplamasının türü ve özelliklerinin yanı sıra, çatı eğiminin düzenlenmesi de büyük önem taşımaktadır.

Eğimli çatılarda eğimin düzenlenmesi oransal düzenleme, yüzdesel düzenleme ve açısal düzenleme olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır.

2.3.1 Oransal Düzenleme

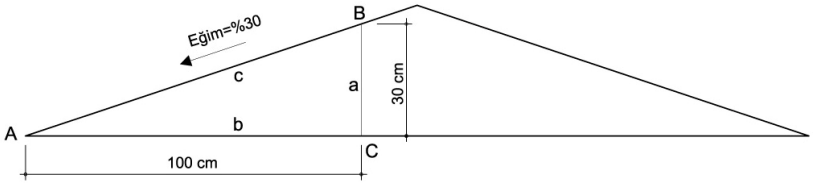
Eğimli çatılarda çatı eğiminin oransal düzenlemeye göre belirlenmesinde, bir dik üçgendeki birbirine dik olan iki kenarın birbiriyle ilişkisinin, oran cinsinden ifade edilmesinden yararlanılır. Buna göre; çatı eğimi düşey dik kenarın yatay dik kenara oranı olarak belirlenmektedir (Şekil 2.17).



Şekil 2.17 Çatı eğiminin oransal olarak düzenlenmesi **[11]**

2.3.2 Yüzdesel Düzenleme

Eğimli çatılarda çatı eğiminin belirlenmesinde en çok kullanılan yöntem olan yüzdesel düzenlemeye göre çatı eğiminin belirlenmesinde de, oransal düzenlemede olduğu gibi bir dik üçgenin birbirine dik olan iki kenarın birbirine oranından yararlanılır. Ancak bu düzenlemede, iki kenarın birbirine oranı yüzde cinsinden ifade edilir. Örnek olarak yatay dik kenarı 100 cm, düşey dik kenarı 30 cm olan bir üçgenin eğimi 30/ 100 olacağından çatı eğimi % 30 olarak belirlenir (Şekil 2.18). Günümüzde hem yönetmeliklerde hem de pratikte en çok kullanılan yöntemdir.



Şekil 2.18 Çatı eğiminin yüzdesel olarak düzenlenmesi **[11]**

2.3.3 Açısal Düzenleme

Çatı eğimi, eğimli yüzeyin yatay döşeme düzlemiyle yaptığı açı ile düzenlenmektedir. Eğimli çatıların eğiminin düzenlenmesinde günümüzde sık kullanılan bir yöntem değildir (Şekil 2.19).

Şekil 2.19 Çatı eğiminin açısal olarak düzenlenmesi **[11]**

2.4 Eğimli Çatıların Sınıflandırılması

Eğimli çatıların tasarımında birçok etmen göz önünde bulundurulduğu için, bu tür çatıların sınıflandırılmasını da tek bir başlık altında toplamak mümkün değildir.

Eğimli çatılar genel olarak; eğimlerine göre, biçimlerine göre, çatı kaplama türüne göre, taşıyıcı sistemine göre ve havalandırmasına göre sınıflandırılırlar.

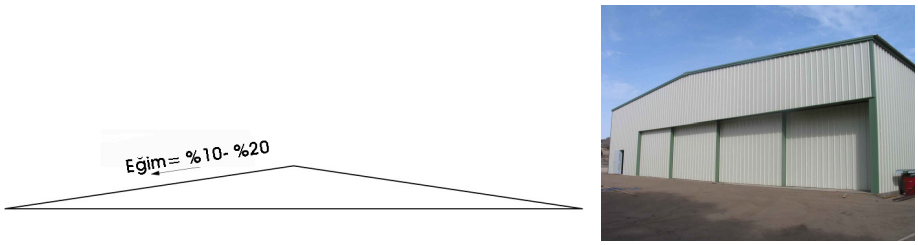
2.4.1 Eğimlerine Göre Eğimli Çatılar

Eğimli çatılarda oluşturulacak eğim; bölgesel koşullara, kullanılan çatı örtüsünün türüne ve büyüklüğüne, çatı arasının kullanılıp kullanılmamasına ve estetik görünüşüne bağlı olarak farklılıklar göstermektedir.

Eğimli çatılar eğimlerine göre; az eğimli çatılar, orta eğimli çatılar ve çok eğimli çatılar olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır.

- **Az Eğimli Çatılar**

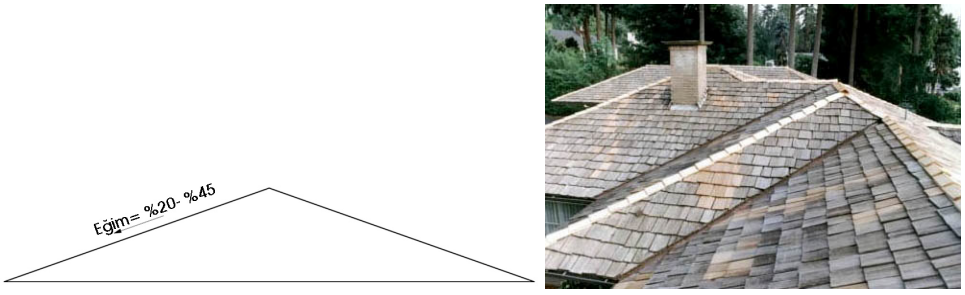
Eğimleri % 10 ile % 20 arasında olan çatılara az eğimli çatılar denir (Şekil 2.20). Eğimin az olması nedeniyle, bu tür çatılarda küçük parçalardan oluşan çatı örtüleri yerine genelde trapez sac, oluklu levha, sandviç panel gibi büyük parçalı çatı kaplama ürünleri kullanılmaktadır.



Şekil 2.20 Az eğimli çatılar **[12]**

- **Orta Eğimli Çatılar**

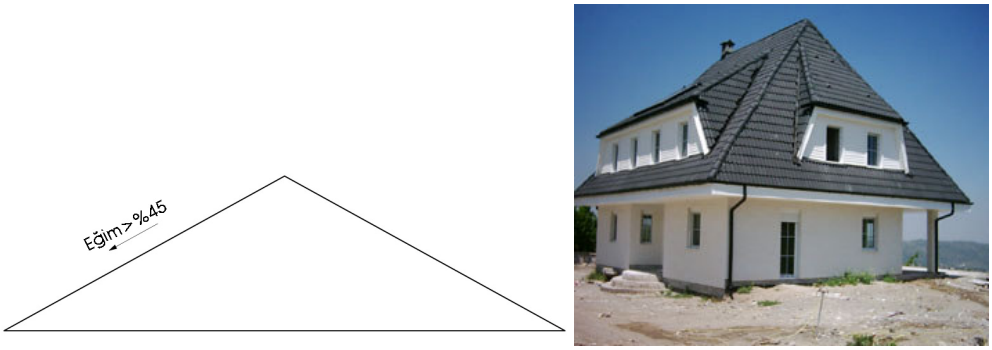
Eğimleri % 20 ile % 45 arasında olan çatılar orta eğimli çatılardır (Şekil 2.21). Günümüzde en fazla kullanılan çatı eğimi grubudur. Bu grupta en fazla kullanılan çatı kaplaması ise kiremittir.



Şekil 2.21 Orta eğimli çatılar **[13]**

- **Dik Eğimli Çatılar**

Eğimleri % 45 veya daha fazla olan çatılar ise dik eğimli çatılar sınıfını oluştururlar. (Şekil 2.22). Bu sınıfta yer alan çatılara çok eğimli çatılar da denilmektedir.



Şekil 2.22 Dik eğimli çatılar **[14]**

Çok yağışlı ve kar yağışının etkin olduğu iklim bölgelerinde özellikle de Avrupa ülkelerinde bu tür çatılara rastlamak mümkündür.

Çatı eğimi çok büyük olduğu için büyük parçalı çatı örtü ürünleri yerine küçük parçalı çatı örtü ürünlerinin kullanılması gerekmektedir.

2.4.2 Biçimlerine Göre Eğimli Çatılar

Biçimlerine göre eğimli çatılar; tek yüzeyli çatılar (sundurma çatı), iki yüzeyli çatılar (beşik çatı), çok yüzeyli çatılar (kırma çatı), mansard çatılar, şed çatılar, sivri çatılar, kubbe çatılar ve

tonoz çatılar olarak sınıflandırılmaktadır.

- Tek yüzeyli çatılar (sundurma çatılar); duvarlar üzerine oturan tekil eğik düzlemlerden oluşmaktadır (Şekil 2.23). Bu tür çatıların geçtiği açıklık az olmakla birlikte, yapımı kolay ve maliyeti de oldukça düşüktür.

Şekil 2.23 Tek yüzeyli çatı örneği **[15]**

- İki yüzeyli çatılar (beşik çatılar); bir mahya boyunca iki eğik düzlemin birleşmesiyle meydana gelen çatılardır (Şekil 2.24). Binanın ön ve arka duvarlarının oluşturduğu üçgen yüzeyler, kalkan duvarlar ile kapatılır. Çatı eğiminin fazla alınması durumunda, çatı arası mekânının kullanılmasına da olanak sağlar **[10]**.

Şekil 2.24 Beşik çatı örneği **[16]**

- Çok yüzeyli çatılar (kırma çatılar); yüzeylerinin eğimi dört yöne eşit veya farklı değerlerde bulunabilen çatılardır (Şekil 2.25). Tüm saçaklar, yatay ve genellikle aynı düzlem üzerinde olmaktadır. Yüzeyler birbirine düz mahya, eğik mahya ve dereler ile bağlanmaktadır **[10]**.

Şekil 2.25 Kırma çatı örneği **[17]**

- Mansard çatılar, çatı arası kullanımını sağlamak amacıyla kenarlarda yüksek eğimli çatı yüzeylerinden, ortada ise daha az eğimli çatı yüzeylerinden yararlanılan çatılardır (Şekil 2.26). Türkiye'de yaygın olmayan ancak Fransa, Orta Avrupa bölgelerinde sıkça görülen bir çatı sistemidir (Turgay, 2003).

Şekil 2.26 Mansard çatı örneği **[18]**

- Şed çatılar; fabrika, sanat galerileri gibi parıldamayan ışık gereksinimine sahip, katlanmış bir plağa veya bir testerenin dişlerine benzeyen görünümü olan, beşik çatıların yan yana dizilmesiyle meydana gelen çatılardır (Şekil 2.27).

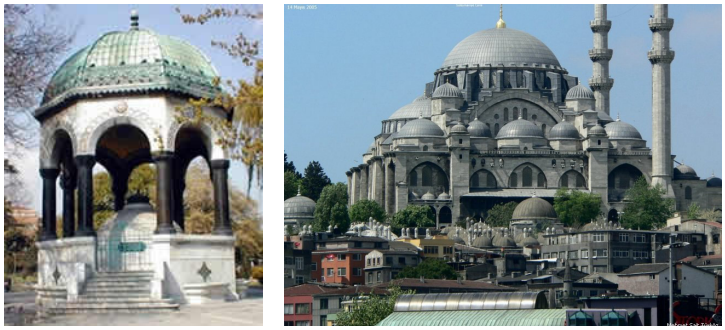
Şekil 2.27 Şed çatı örneği **[19]**

Cam gibi ışık geçirgen bir malzemenin bulunduğu düşey veya hafif eğik bir düzlemden oluşan şed çatılar genellikle kuzeye doğru yönlendirilirler. Böylece içeriye gerekli doğal aydınlatma parıltısız bir ışıkla sağlanırken, eğik diğer yüzey suya ve diğer dış etkilere karşı da yalıtılmaktadır (Turgay, 2003).

- Sivri (topuz) çatılar; kare, altıgen veya sekizgen gibi alanları piramit benzeri bir geometrik biçim ile örten çatılardır (Şekil 2.28). Çatı yüzeyleri ve eğik mahyaları, tepede bir noktada birleşir.

Şekil 2.28 Sivri çatı örneği **[20]**

- Kubbe çatılar; binaların üzerini örtmek için kullanılan bir kemer yayının tepe noktasından inen dikin çevresinde dönmesiyle meydana gelen yarım küre şeklindeki çatı örtüsüdür (Şekil 2.29).



Şekil 2.29 Kubbe çatı örneği

- Tonoz çatılar; biçimi alttan iç bükey olmak üzere taş veya harçla örülmüş yarım silindir biçiminde tavan ve bir kemerin aralıksız olarak devam etmesi ile meydana gelen örtüdür (Şekil 2.30).

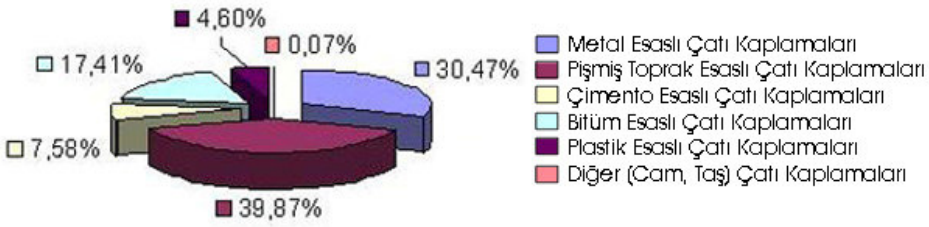
Şekil 2.30 Tonoz çatı örneği **[21]**

2.4.3 Çatı Kaplama Türüne Göre Eğimli Çatılar

Eğimli çatılarda, çatı kaplaması seçilirken, çatı eğimi ve biçimi, bölgesel koşullar, yapının kullanım ömrü, estetik değerler ve ekonomik özellikler göz önünde bulundurularak en uygun çatı kaplaması seçilir. Çatı kaplamalarına göre eğimli çatıların sınıflandırılması kaplama malzemesine göre yapılmaktadır. Buna göre çatı kaplamaları;

- Pişmiş toprak esaslı çatı kaplamaları
- Metal esaslı çatı kaplamaları
- Bitüm esaslı çatı kaplamaları
- Çimento esaslı çatı kaplamaları
- Plastik esaslı çatı kaplamaları
- Ahşap çatı kaplamaları
- Cam çatı kaplamaları olarak sınıflandırılabilmektedir.

Türkiye'de % 39.87'lik bir oranla en çok kullanım alanına sahip olan çatı kaplamaları, pişmiş toprak esaslı çatı kaplamalarıdır. Bunu % 30.47'lik oranla metal esaslı çatı kaplamaları , % 17.41'lik oranla bitüm esaslı çatı kaplamaları ve % 7.58'lik oranla da çimento esaslı çatı kaplamaları izlemektedir (Şekil 2.31) **[22]**.



Şekil 2.31 Çatı kaplama malzemeleri–2005 yılı pazar dağılımı **[22]**

Eğimli çatılarda kullanılan çatı kaplama malzemeleri dördüncü bölümde ayrıntılı bir şekilde açıklanacağı için bu bölümde sınırlı bilgi verilmektedir.

2.4.4 Taşıyıcı Sistemine Göre Eğimli Çatılar

Çatılarda, seçilecek örtü sisteminin belirlenebilmesinde çatı taşıyıcı sisteminin türü önem taşımaktadır. Dolayısıyla bu taşıyıcı sistem, hem kendi ağırlığını, hem de üzerine gelecek örtü ürünlerini ve ısı, su yalıtımlarını güvenle taşıyabilecek özellikte olmak zorundadır.

Eğimli çatılar, günümüzde kullanılan taşıyıcı sistemlere göre dört sınıfa ayrılırlar. Bunlar;

- Betonarme taşıyıcı sistemli çatılar
- Çelik taşıyıcı sistemli çatılar
- Ahşap taşıyıcı sistemli çatılar
- Kompozit taşıyıcı sistemli çatılardır.

Betonarme taşıyıcı sisteme sahip olan eğimli çatılarda, betonarme taşıyıcı sistemin uygulanması üç farklı şekilde gerçekleşebilmektedir. Bunlardan ilki çoğunlukla tekil yapıların üretiminde kullanılan ve en yüksek seviyede kaliteye sahip olan geleneksel üretim sistemleriyle yapılan uygulamadır. Bu uygulama yönteminde, öncelikle çatı biçimine ve eğimine göre eğimli çatının çatı kalıpları oluşturulur. Daha sonra beton pompası yardımıyla beton dökülerek istenilen biçimde ve eğimde çatı taşıyıcı sistemi meydana getirilir (Şekil 2.32).

Şekil 2.32 Betonarme taşıyıcı sistemli çatı

İkinci sistem olan geliştirilmiş geleneksel sistemlerde, betonarme taşıyıcı sistem elemanları şantiye ortamında seri şekilde üretilerek yerine taşınmakta ve uygulaması gerçekleştirilmektedir. Bu yöntemdeki amaç, seri bir biçimde ve aynı kalitede taşıyıcı sistem

elemanları elde ederek çoklu üretimi gerçekleştirebilmektir.

Betonarme taşıyıcı sisteme sahip eğimli çatılarda, taşıyıcı sistem oluşturulmasında kullanılan son sistem ise, endüstrileşmiş sistemlerdir. Bu sistemlerde, betonarme taşıyıcı sistem elemanları fabrikalarda üretilerek, sonradan yapının çatı eğimine ve biçimine göre yerine uygulanmaktadır. Bu sistemlerde kullanılan çatı taşıyıcı sistem elemanları hazır elemanlardan oluşmaktadır.

Çelik taşıyıcı sisteme sahip olan eğimli çatılarda ise, gereken hesaplamalara göre çelik taşıyıcı sistem elemanlarının boyutları belirlenerek çatının eğimine ve biçimine göre çelik çatı taşıyıcı sistemi oluşturulmaktadır. Çelik taşıyıcı sistemli çatılar hem büyük açıklıklı hem de küçük açıklıklı çatılarda sıkça kullanım alanı bulmaktadır (Şekil 2.33).

Şekil 2.33 Çelik taşıyıcı sistemli çatı **[23]**

Ahşap taşıyıcı sisteme sahip çatılar, aşık, mertek, dikme, göğüsleme ve diğer ahşap çatı elemanlarıyla oluşturulan, doğrudan bir duvara veya döşemeye oturan oturtma çatılar veya çatının düşey yüklerini taşıyıcı mesnetlere ileten asma çatılardan meydana gelmektedir (Şekil 2.34). Çoğunlukla çatı arası mekânının kullanılmayacağı çatılarda, çatı taşıyıcı sistemi ahşap sistem olarak yapılmaktadır.

Şekil 2.34 Ahşap taşıyıcı sistemli çatı **[24]**

Kompozit taşıyıcı sisteme sahip çatılar ise, betonarme, çelik veya ahşap taşıyıcı sistemlerin en az ikisinin birlikte kullanılmasıyla oluşan çatılardır.

2.4.5 Havalandırılmasına Göre Eğimli Çatılar

Eğimli çatılarda etkin ve devamlı bir havalandırma yapılması çatı sistemlerinin işlevlerini sürdürebilmeleri açısından çok önemlidir. Kışın yapı içinde ısınan hava çatıya doğru yükselirken nemi de beraberinde taşımaktadır. Bu şekilde nem, çatı kesitine buhar olarak girip çıkabildiği gibi, iç ve dış ortam sıcaklık farklarından dolayı çatı kesiti içinde kendiliğinden de yoğuşabilmektedir. Bunun sonucu olarak hem ısı yalıtım ürününü ıslatarak, ürünün ısı değerini kaybetmesine hem de taşıyıcı sistemin çürümesine, korozyona uğramasına, böceklerin üremesine ve küflenmesine neden olmaktadır (Südor, 1997). Bu tür olumsuzlukların meydana gelmemesi için yeterli bir havalandırmayla çatı arasındaki nemli hava dışarı atılmalıdır. Böylece, nem çatı boşluğundan uzaklaştırılarak taşıyıcı sistemin, kaplama ve yalıtım ürünlerinin zarar görmesi önlenecek, çatının kullanım ömürlerinin uzatılması ve ısıtma ve soğutma yükünün düşürülerek, soğuk dönemdeki yapı konforunun artırılması sağlanacaktır (Avlar, 2005).

Tüm bunlara göre eğimli çatılar havalandırmalı (soğuk) çatılar ve havalandırmasız (sıcak) çatılar olarak ikiye ayrılmaktadır.

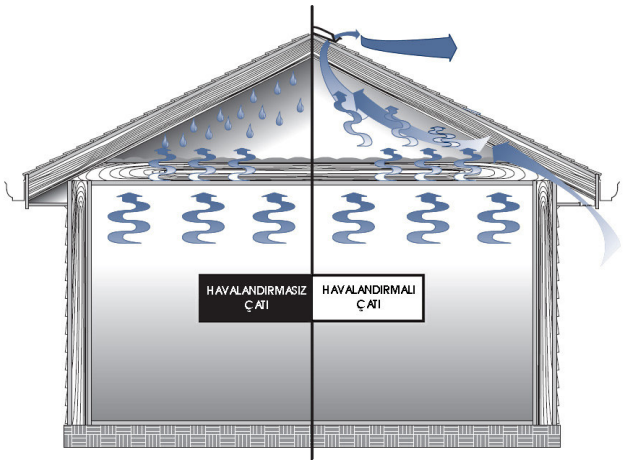
- **Havalandırmalı çatılar**

Bu tür çatılarda çatı örtü sistemi ile taşıyıcı sistem arasında bir hava tabakası bulunur. Hava yastığı da denilen bu hava tabakası sayesinde çatının örtü ve taşıyıcı bölümleri birbirinden ayrılmış olmakla birlikte, taşıyıcı sistem de dış etmenlere karşı kendiliğinden korunmuş olur (Toydemir vd., 2006).

Sıcak aylarda çatı araları havlandırılmadığı durumlarda, çatı arasındaki sıcaklık artar ve yaşanılan iç mekânlara geçerek bu mekânların sıcaklığını artırır. Soğuk aylarda ise çatı arasının sıcaklığı, dış ortamın sıcaklığından fazla olduğu için, çatı yüzeyinde eriyen karlar nedeniyle, çatı ek ve bini yerlerinde akmalar meydana gelir (Altınışık, 2006). Gerek dış sıcaklık ile çatı arası sıcaklığının dengeye getirilmesi için gerekse nemin çatı boşluğundan uzaklaştırılması ve soğutma yükünün düşürülmesi için çatı katmanlarının havalandırılması büyük önem taşır (Şekil 2.35).

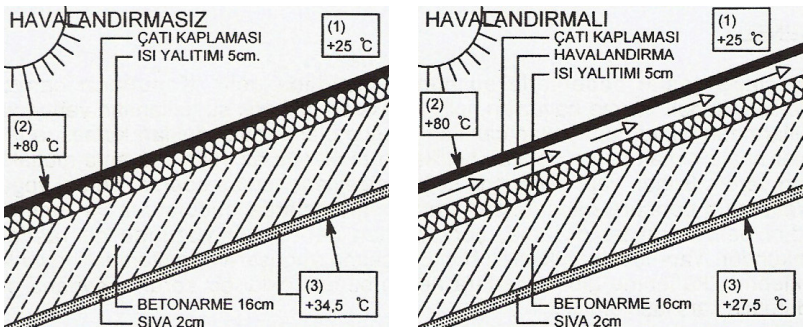
Ayrıca çatılarda yapılan havalandırma ile taşıyıcı sistem elemanlarının, örtü ve yalıtım ürünlerinin zarar görmesi önlenebildiği gibi, çatıyı soğuk tutarak örtü ürünlerinin kullanım

ömürlerinin uzatılmasına da yardımcı olur.



Şekil 2.35 Havalandırmasız ve havalandırmalı çatı **[8]**

Örneğin, ısı yalıtımı uygulanmış ama havalandırılmayan ve yakıcı güneş altında dış yüzeyi +80˚C'ye kadar ısınan bir betonarme çatıda, tavan iç sıcaklığı +34,5˚C olurken, bu sıcaklık iyi bir havalandırma ile +25,5˚C'ye kadar düşürülebilmektedir (Kamil, 2002), (Şekil 2.36).

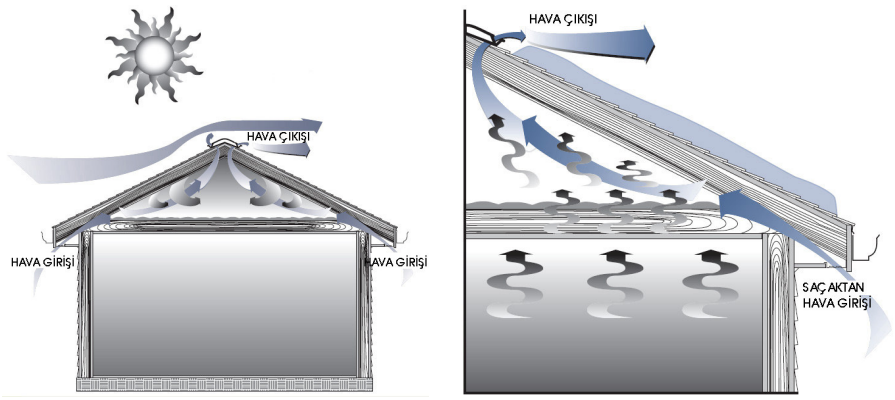


Şekil 2.36 Havalandırmasız ve havalandırmalı çatıda sıcaklık farkı (Onduline Avrasya A.Ş. teknik dosya, 2005)

Havalandırmalı çatılarda, çatı taşıyıcı sistemi ısınmadığı ve ısıl genleşmelere karşı korunduğu için **soğuk çatılar** olarak da bilinmektedir. Soğuk çatılarda, havalandırmanın yeterli olabilmesi için çatı kesitine göre havalandırma yapılır. Ayrıca çatı arasında hava giriş ve çıkışları çatı kesitine göre seçilmeli ve havalandırma boşlukları da yeterli boyuta sahip olmalıdır.

Isınan havanın yükselmesi kuralına bağlı olarak soğuk çatılarda, hava girişleri saçak seviyesinden, hava çıkışları ise mahya seviyesinden düzenlenir (Şekil 2.37). Çatı arasının

kullanılmadığı durumlarda ise çatı yüzeyinde belirli aralılarla noktasal havalandırma yapılarak çatının havalandırılması sağlanır.



Şekil 2.37 Soğuk çatılarda hava giriş çıkışı **[8]**

- **Havalandırmasız çatılar**

Çatı örtüsü ile taşıyıcı sistem arasında hava tabakasının bulunmadığı çatılardır. Çatıyı oluşturan tüm katmanlar aralıksız ve ardışık olarak birbirleri üzerine otururlar (Toydemir, 2006). Havalandırmasız çatılarda genel kural oluşan nemi çatı kesitinden uzaklaştırmak değil, nemin çatı kesitinde oluşumuna engel olmaktır.

Havalandırmasız çatılarda örtü sistemi ve taşıyıcı sistem korunmadığı, taşıyıcı sistem ısıl genleşmelere açık olduğu için bu tür çatılara **sıcak çatılar** da denilmektedir. Sistemin iyi çalışması için yapı kabuğu sızdırmaz bir şekilde tasarlanmalı, hava ve buhar bariyerleriyle çatı içine nem ve hava girişi önlenmelidir **[26]**.

Sıcak çatı uygulamaları özellikle çok sıcak veya nemli iklimlerde, dışarıdaki havanın içeriye girip, çatı boşluğundaki sıcaklığın daha da artmasının önlenmesinde önemlidir. Bu gibi durumlarda, çatı döşemesinin hava geçirmezliği sağlanıp havalandırmasız çatı uygulamaları yapılmaktadır (Küskü, 2005).

Ayrıca sıcak çatılarda çatı boşluğu, alt katta ısınan mekândan gelen ısı nedeniyle sıcak ve kuru bir mekân haline geldiği için, bu mekânlar yaşama mekânı olarak da değerlendirilebilmektedir.

3. EĞİMLİ ÇATILARDA YALITIM SORUNLARI

Binayı dış atmosfer koşullarına karşı koruyan ve kendi yükünün yanı sıra, rüzgâr, deprem, kar, insan vb. yüklerin de etkisi altında kalan çatıların, koruyuculuk görevini tam ve doğru olarak yerine getirebilmesi için bazı önlemlere ve düzenlemelere gerek duyulmaktadır. Özellikle de yağmur, kar ve dolu etkisine doğrudan açık olan bu yapı elemanlarında, suyun çatıya zarar vermeden uzaklaştırılması büyük önem taşımaktadır.

Çatıya etki eden dış ortam koşullarının yanı sıra, çatı kesitinde soğuk- sıcak farkı ile oluşan veya iç ortamdan yükselen su buharının da gerekli önlemler alınmadığı durumda çatıda sorunlara neden olduğu bilinmektedir. Çatılarda, gerek dış ortam gerekse iç ortam koşullarından meydana gelen bu sorunlar **"çatılarda yalıtım sorunları"** kavramını ortaya çıkarmaktadır.

Eğimli çatılarda meydana gelen sorunlar, tasarım aşamasında mimar/ mühendisin çatıyı yanlış çözümlemesinden ve/ veya yanlış ürün seçiminden kaynaklanabileceği gibi, uygulama aşamasında yalıtım uygulanmaması, denetim eksikliği, depolama ve işçilik hatalarından da kaynaklanabilmektedir. Bununla birlikte, çatıların kullanım aşamasından kaynaklanan sorunlar, kullanıcı hatalarından, bakım eksikliğinden veya onarım hatalarından kaynaklanan sorunlar olarak ele alınabilmektedir.

Eğimli çatılarda meydana gelen sorunlar hangi aşamadan kaynaklanırsa kaynaklansın, çatının yararlılık süresi boyunca, hem çatı ve iç ortam koşulları hem de insan sağlığı açısından büyük sorunlara neden olabilmektedir. Bunun yanı sıra, çatılarda meydana gelen sorunların ekonomiye verdiği zarar ve oluşturduğu çevre kirliliği de dikkate alınması gereken diğer olumsuzlukları oluşturmaktadır.

Eğimli çatılarda yalıtım sorunlarının açıklanacağı bu bölümde, meydana gelen sorunlar tasarım, uygulama ve kullanıcı aşamalarından kaynaklanan sorunlar olarak ayrıntılı bir şekilde açıklanacaktır.

3.1 Tasarım Aşamasından Kaynaklanan Sorunlar

Tasarım aşamasında, öncelikli olarak yapılması gereken, çatıya etki edebilecek tüm iç ve dış etmenlerin belirlenerek, tasarım sırasında bu etmenlerin göz önünde bulundurulmasıdır. Tasarımı etkileyecek bölgesel koşullar, kullanıcı istekleri, mekanik etkiler, ekonomik veriler gibi etmenlerin bilinmesi, doğru ve sağlıklı çatıların oluşturulmasında uygulanması gereken bir zorunluluktur. Tüm bunların dikkate alınmaması, tasarlanacak olan çatıda, kullanım

aşamasında olumsuzlukların ortaya çıkmasına neden olabilmektedir.

Tasarım aşamasında, tasarımcının bilgi eksikliği ile ortaya çıkan ürünlerin özelliklerinin yeterince tanınmaması ve yanlış kullanması da çatıda sorunlara yol açabilmektedir. Öte yandan ucuz malzeme kullanımı ve işçilik ile maliyeti düşürme çabası ve uygulama projesi hazırlanırken yapılan hata ve eksiklikler çatılarda sorunlara yol açabilen diğer etmenleri oluşturmaktadır.

Tasarım aşamasında yapılan bu hatalar, yapının kullanım aşamasında bir takım sorunların ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Yapılan bu hatalar, çatı kesitinde ürünlerin bozulmasına yol açabileceği gibi, iç ortam konfor koşullarının bozulmasına dolayısıyla da insan sağlığının olumsuz yönde etkilenmesine neden olabilmektedir.

Tasarım aşamasından kaynaklanan sorunlar; ürün seçiminden kaynaklanan sorunlar ve detay çözümünden kaynaklanan sorunlar olmak üzere iki alt başlıkta incelenebilmektedir.

3.1.1 Ürün Seçiminden Kaynaklanan Sorunlar

Tasarım aşamasında, çatı örtü ve yalıtım ürünü seçiminde, yapının bulunduğu bölgenin bölgesel koşulları, çatı örtü ürününün estetiği, taşıyıcılık, ürün özelikleri, çatı arasının kullanılıp kullanılmadığı ve daha birçok etmen etkili olmaktadır. Öte yandan, yağmur, kar, rüzgâr, nem, güneş ışınları gibi dış ortam koşulları ile ısı değişimlerine bağlı olarak çatı örtüsü veya yalıtım ürünlerinde meydana gelen genleşme ve büzülmeler de çatı örtü ve yalıtım ürünü seçiminde dikkate alınması gereken diğer etmenleri oluşturmaktadır. Tüm bu etmenler, tasarlanacak çatı özelliğine uygun çatı örtüsü ve yalıtım ürünlerinin kullanılmasını gerektirmektedir. Çatı özelliğine uygun örtü veya yalıtım ürünü kullanılmaması, yapının kullanım aşamasında çeşitli sorunlar şeklinde kendini göstermektedir. Ürünlerin bozulması, kırılması, çatlaması şeklinde oluşabilecek bu sorunlar, ürünlerin servis ömürlerinin kısalmasına neden olabildiği gibi, zararlı ürünlerin seçilerek insan sağlığını bozması da söz konusu olabilmektedir.

Eğimli çatılarda ürün seçiminden kaynaklanan sorunlardan biri de yan yana ve bir arada kullanılan farklı ürünlerin birbirleriyle etkileşime girebildiğinin ve bozulmalara neden olabildiğinin unutularak bir arada kullanılmasıdır. Birbirleriyle uyumsuz olan ürünlerin bir araya getirilemeyeceği gerçeği, uygulama aşamasında ürünler yerine tespit edilirken ortaya çıkabileceği gibi, daha sonra kullanım aşamasında meydana gelen çeşitli sorunların oluşmasıyla da anlaşılabilmektedir (Şekil 3.1). Ortaya çıkan bu sorunlar, uygulama

aşamasında yapım, kullanım aşamasında ise kullanım giderlerinin artmasına neden olarak ekonomik açıdan istenmeyen durumlara yol açmaktadır. Ekonomik olumsuzlukların yanı sıra iç ortam konfor koşullarının bozulması ile ortaya çıkan, estetik ve insan sağlığı açısından olumsuzlukların da unutulmaması gereklidir.

Şekil 3.1 Birbiriyle uyumsuz ürün kullanımından meydana gelmiş hasar

Eğimli çatılarda ürün seçiminden kaynaklanan bir başka sorun ise çatı örtüsü veya yalıtım ürünlerinin belirlenmiş olan standartlarda seçilmemesidir. Standartlara uygun olarak seçilmeyen çatı örtüsü veya yalıtım ürünlerinde, kullanım aşamasında bozulmalar meydana gelmekte ve bu etki yapı içine suyun geçişine neden olmaktadır. Çatı örtüsü veya yalıtım ürünlerinde oluşan çatlaklardan, deliklerden veya açıklıklardan çatı kesitine giren su, çatı kesitinde ve kat döşemesinde çiçeklenme, küflenme, kabarma ve benzeri birçok soruna yol açabilmekte, bu da çatının ve diğer yapı elemanlarının servis ömrünü kısaltmaktadır (Şekil 3.2).

Bir çatı, teknik ve fiziksel açıdan ne kadar doğru yapılmış olursa olsun çatı sisteminde kullanılan ürünlerin standartlara uymaması, çatının kısa süre içinde işlevini kaybetmesine neden olmaktadır. Buradaki hata üretici firmaların standartlara uymayan ürünler üretmesi olduğu gibi, müteahhit veya kullanıcıların da bu ürünleri kullanmasıdır. Üretimde veya maliyette ucuz olma çabası ile yapılan bu standart dışı ve kalitesiz ürünlerle yapılan uygulamalar, çatının kullanım aşamasında çeşitli şekillerde ortaya çıkarak hiç de ucuz olmayan sonuçlara neden olmaktadır.

Şekil 3.2 Çatı kesitine giren suyun neden olduğu sorun

3.1.2 Detay Çözümünden Kaynaklanan Sorunlar

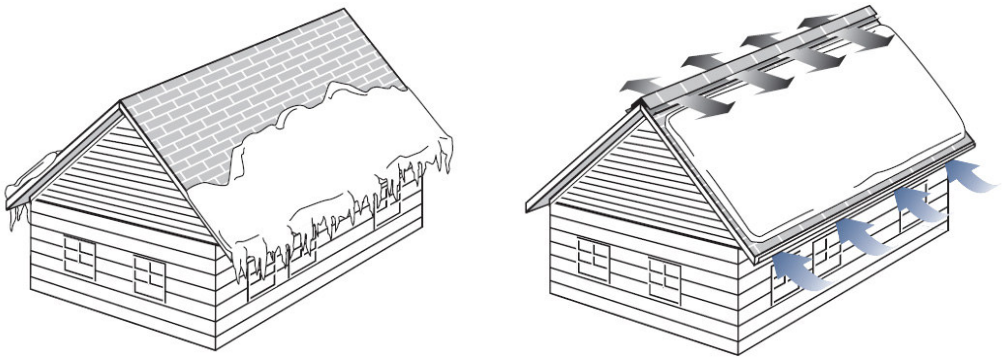
Eğimli çatılarda detay çözümünden kaynaklanan sorunlar, tasarım aşamasında mimar veya mühendisin uygulama projesi hazırlanırken, eğimli çatıda sorun oluşturabilecek noktaları doğru bir şekilde belirleyemeyerek, hatalı veya eksik detaylandırmasından meydana gelmektedir. Eğimli çatılarda çatının kullanım süreci boyunca meydana gelen sorunların büyük bir bölümünü tasarım aşamasında yapılan bu hata ve eksiklikler oluşturmaktadır.

Tasarım aşamasında detay çözümünden meydana gelen sorunlar, ısı ve su yalıtımının yanlış detaylandırılmasından kaynaklanabileceği gibi, çatı örtü ürünlerinin veya diğer çatı ürünlerinin birbirleriyle bağlantısından da kaynaklanabilmektedir. Yalıtım ürününün yanlış kesitte uygulanması sonucunda, yalıtım ürünü kısa bir süre içinde bozularak işlevini tam olarak yerine getirememekte ve alt katmanlarda bulunan çatı ürünlerine zarar vermektedir. Benzer olarak çatı örtü ürünlerinin, birbirlerine veya altlarında bulunan katmanlara yanlış tespit edilmesi, buhar kesicinin, örtü altı kaplamasının veya çatı taşıyıcı sisteminin detay çözümünde hata yapılması da çatının zarar görmesine neden olabilmekte ve kullanım aşamasında çeşitli sorunların meydana gelmesine ortam hazırlamaktadır.

Eğimli çatılarda kullanım aşamasında meydana gelen sorunların bir bölümü de tasarım aşamasında çatılarda, etkin bir havalandırma sistemi düşünülmemesinden kaynaklanmaktadır. Eğimli çatılarda devamlı ve etkin bir havalandırma yapılması hem çatı sisteminin devamlılığı açısından hem de kullanım aşamasında oluşacak hasarların önlenmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Eğimli çatılarda havalandırma yapılmaması, nem ve nemin hareketinin denetim altına alınmasını zorlaştırmaktadır. Oysaki nem kontrolü, yapı içi ve dışı nem kaynaklarının bilinerek, bu nem kaynaklarıyla tüm çatı ürünlerini koruyacak şekilde baş etmeyi amaçlamaktadır. Nemin hareketi ve çatı kesitindeki etkileri, tasarım aşamasında düşünülmesi gereken bir tasarım ölçütü olmalıdır (Küskü, 2005).

Tasarım aşamasında, eğimli çatılarda havalandırma sistemi düşünülmemiş olması, çatının kullanım aşamasında çeşitli sorunlar olarak ortaya çıkmaktadır. Bunlardan ilki, nemin çatı boşluğundan, taşıyıcı sistem elemanlarından, örtü ve yalıtım ürünlerinden uzaklaştırılamamasıdır. Çatının fazla ısınması ve çatı örtü ürünlerinin kullanım ömrünün azalması, ısıtma ve soğutma yükünün artması, yapı konforunun bozulması ve karın yapı içinden gelen sıcak havayla ısınarak erimesine bağlı olarak buzdan barajlar oluşması da eğimli çatılarda havalandırma eksikliğinden kaynaklanan diğer sorunları oluşturmaktadır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3 Havalandırmalı ve havalandırmasız eğimli çatıda karın erimesi **[8]**

Eğimli çatılarda detay çözümü sırasında karşılaşılan sorunlardan biri de, kiremit örtülü çatılarda, baca dibi, parapet, saçak veya oluk detaylarında kullanılan çinko levhaların, altlarında bulunan çatı ürününe çiviyle tespit edilmesidir. Çiviyle tespit edilen çinko levhalarda oluşan delik, zamanla genişleyerek çatı kesitine suyun girmesine ve buna bağlı olarak da yapı ürünlerinin bozulmasına yol açmaktadır.

Tasarım aşamasında metal örtülü çatıların detay çözümünde en çok karşılaşılan sorun ise metal levhaların çatıya tespit edilme şeklinden meydana gelmektedir. Çatı örtü altı kaplamasına özel vidalarla tespit edilmesi gereken metal çatı örtü ürünlerinin çiviyle tespit edilmesi, zamanla meydana gelen korozyon nedeniyle çivinin oluşturduğu deliği genişletmekte ve bu deliklerden suyun çatı kesitine girişine izin vermektedir. Ayrıca kenetli

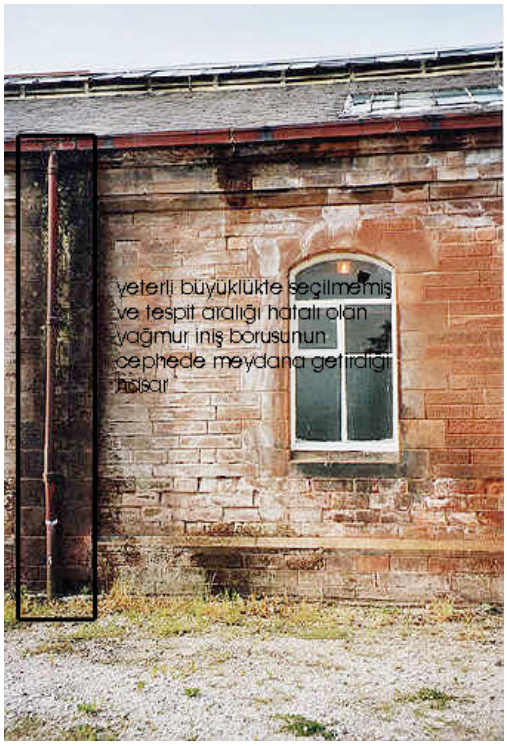
metal çatılarda kenet yerlerinin doğru düzenlenememesi de metal çatıların kullanım aşamasında bozularak çatıya suyun girişine neden olmaktadır.

Eğimli çatılarda tasarım aşamasında eksik veya hatalı yapıldığı için kullanım aşamasında sorunlara neden olan bir diğer konu da, yağmur suyu iniş boruları ve oluklarının boyutları ve tespit aralığıyla ilgilidir. Yeterli ölçülerde seçilmeyen yağmur suyu iniş boruları ve olukları çatıya gelen yağmur ve kar sularını taşıyamayacağından taşmalara ve olukların kırılmasına neden olmakta, yapının cephesinde nem ve yosunlanma gibi istenmeyen görüntüler meydana getirmektedir (Şekil 3.4).

Şekil 3.4 Yağmur oluğunun zarar görmesi sonucu yapı cephesinde meydana gelen hasar **[25]**

Öte yandan, belirli aralıklarla duvara tespit edilmesi gereken yağmur suyu iniş borularının daha geniş aralıklarla tespit edilmesi, çok yoğun su akışı olduğu durumlarda su basıncı nedeniyle borularda kelepçe yerlerinden kopmalara ve taşmalara neden olmaktadır. Kontrol altına alınamayan su, duvarlarda veya çatıda bulduğu çatlak ve deliklerden iç mekâna sızarak veya yapının cephesini ıslatarak nem oluşumuna yol açmaktadır (Şekil 3.5).

Eğimli çatılarda tasarım aşamasında çatı örtü ürününün türüne, uygulama tekniklerine göre değişen tespit kurallarına uyulmaması ve çatı ürünlerinin derz aralıklarına, ürün uygulama boyutlarına, ürün türüne uygun tespit ürünlerinin seçilmesine dikkat edilmemesi de çatının kullanım süreci içinde sorunların oluşmasına neden olabilmektedir.



Şekil 3.5 Yağmur suyu iniş borusunun zarar görmesi sonucu yapı cephesinde meydana gelen hasar **[25]**

3.2 Uygulama Aşamasından Kaynaklanan Sorunlar

Eğimli çatılarda tasarım aşamasından sonra gelen ve en çok dikkat isteyen aşama uygulama aşamasıdır. Eğimli çatılarda meydana gelen sorunların büyük bir bölümünü uygulama aşamasında yapılan hata ve eksiklikler oluşturmaktadır. Uygulama aşamasından kaynaklanan sorunları,

- Yalıtımın uygulanmamasından kaynaklanan sorunlar,
- Depolama hatalarından kaynaklanan sorunlar,
- İşçilik hatalarından kaynaklanan sorunlar,
- Denetim eksikliğinden kaynaklanan sorunlar olmak üzere dört grupta incelemek mümkündür.

3.2.1 Yalıtımın Uygulanmamasından Kaynaklanan Sorunlar

Eğimli çatıların kesitinde ısı ve su yalıtımlarının hiç kullanılmaması veya eksik / hatalı kullanılması eğimli çatılarda uygulama aşamasından kaynaklanan sorunların ilkini

oluşturmaktadır.

Eğimli çatılarda su ve su buharına karşı alınan önlemler çoğu kez, ülke genelinde yapılan uygulamalarda, yapım maliyetini artırması nedeni ile göz ardı edilebilmektedir. Göz ardı edilen bu durum çatının kullanım aşamasında çeşitli sorunlar şeklinde ortaya çıkarak sağlık, ekonomik ve görsel açıdan istenmeyen durumların oluşmasına yol açmaktadır.

Devlet İstatistik Enstitüsü tarafından yapılmış olan bir araştırmaya göre, Türkiye'de var olan 16 milyon binanın % 95 gibi büyük bir oranında tam olarak yalıtım uygulanmamıştır. Ayrıca aynı araştırmaya göre yalıtım uygulanmış olan binaların sadece % 10'unun çatısında ısı yalıtımı bulunmaktadır. Bu araştırma sonuçlarına göre, Türkiye'de yalıtım bilincinin tam olarak gelişmediği söylenebilmektedir.

Öte yandan, 1999 yılında Türkiye'de yaşanan Marmara depremi sonrasında yapılan incelemelerde, hasarların büyük bir bölümünün yetersiz su yalıtımı uygulanmasından veya hiç uygulanmamasından kaynaklandığı görülmüştür. Bunun sonucu olarak su yalıtımı, çıkarılan kanunlarla zorunlu hale getirilmiş ve mimarların bu konuda bilgilendirilmesi ve bilinçlendirilmesi için eğitim seminerleri düzenlenmeye başlanmıştır. Benzer şekilde ısı yalıtımı konusundaki yetersizlikler de Mayıs 2000 tarihinde yayımlanan "Binalarda Isı Yalıtımı Yönetmeliği"nin zorunlu hale getirilmesiyle giderilmeye çalışılmaktadır.

Eğimli çatılarda su ve ısı yalıtımı uygulanmamasından kaynaklanan sorunları kendi içinde, su yalıtımı uygulanmamasından kaynaklanan sorunlar ve ısı yalıtımı uygulanmamasından kaynaklanan sorunlar olarak iki grupta toplamak mümkündür.

a) Su Yalıtımı Uygulanmamasından Kaynaklanan Sorunlar

Doğadaki tüm canlı varlıkların yaşamlarını sürdürebilmesi için gerekli olan su, çatıların ve tüm yapı elemanlarının korunmasını gerektiren tehlikeli bir maddedir. Eğimli çatılarda su yalıtımı uygulanmaması, suyun çatı kesitine girerek çatı ürünlerini bozmasına ve istenmeyen durumların oluşmasına neden olmaktadır. Oysaki çatılarda su yalıtımı uygulanması, suyun hangi miktarda, hangi durumda ve nereden gelirse gelsin çatı kesitine girerek çatı ürünlerine dolayısıyla da çatıya ve tüm yapıya zarar vermesini önlemek için yapılmalıdır.

Eğimli çatılarda su yalıtımı uygulanmaması, çatı ürünlerine zarar verdiği gibi, çatı taşıyıcı sistemlerini de olumsuz yönde etkilemektedir. Betonarme veya çelik taşıyıcı sistemli çatılarda, su, taşıyıcı sistem kesitine girerek donatıların veya çelik profillerin korozyona uğramasına neden olmaktadır. Korozyona bağlı olarak donatı veya çelik profillerin kesitinde

oluşan kayıp, donatının ve çelik profillerin hesaplanan değerlerini karşılayamamasına, buna bağlı olarak da çatının taşıma gücü bakımından güvenirliğini kaybetmesine yol açmaktadır. Öte yandan, ahşap taşıyıcı sistemli çatılarda da su yalıtımı uygulanmaması, ahşap taşıyıcıların çürümesine ve taşıyıcılığını kaybetmesine neden olmaktadır.

Eğimli çatılarda su yalıtımı uygulanmamasından kaynaklanan bir başka sorun ise, su ve nemin çatı ürünlerinde yol açtığı küf, mantar ve çeşitli mikroorganizmalardır. Çatı kesitine suyun girmesiyle niteliğini kaybeden çatı ürünleri, ortama bozulmuş ürün tozları yaymaktadır (Avlar, 2005). Ortama yayılan bu bozulmuş ürün tozları böceklerin, küf ve mantarların üremesine ve yapı içi hava kirliliğine neden olmakla birlikte insan vücuduna yerleşerek vücut direncinin azalmasına ve çeşitli hastalıkların oluşmasına da ortam hazırlamaktadır. Öte yandan, küf ve mantarlar, insanı rahatsız eden kötü kokuların oluşmasına da neden olmaktadır.

Günümüzde, ekonomik değerleri giderek artan yapıların servis ömürlerinin uzun olması büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle yapıların son derece sağlıklı ve güvenilir şekilde yapılması gerekmektedir. Çatılarda su yalıtımı uygulanmaması ise çatıların ve yapıların servis ömrünü azaltarak, ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Oysaki çatıların sağlamlığı için göz önünde bulundurulması gereken en önemli ölçütlerden biri su yalıtımı olmalıdır.

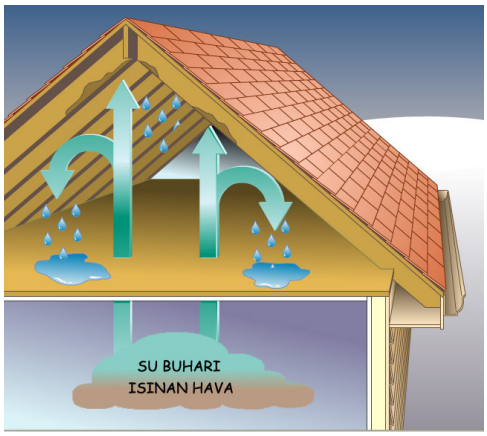
b) Isı Yalıtımı Uygulanmamasından Kaynaklanan Sorunlar

Eğimli çatılarda su yalıtımının yanı sıra ısı yalıtımının uygulanmaması da, çatı ve insan sağlığı açısından çeşitli sorunların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Eğimli çatılarda ısı yalıtımı, iç ve dış ortam sıcaklık farklılıklarının çatı kesitini en az etkilemesi ve enerji korunumunun sağlanması gibi başlıca iki önemli görevi yerine getirmektedir. Isı yalıtımı uygulanmamış eğimli çatılarda bu görevler yerine getirilemeyeceği için kullanım aşamasında sorunların oluşması kaçınılmazdır.

Sıcak dönemlerde çatı kesitinde, yüksek ısı derecesi ve güneş etkisi ile dış ortamdan iç ortama doğru bir ısı geçişi meydana gelirken, soğuk dönemlerde iç ortamdan dış ortama doğru bir ısı geçişi gerçekleşmekte ve buna paralel olarak da nem akımları oluşmaktadır (Sunguroğlu, 1972). Bu ısı geçişleri sonucunda, eğimli çatı kesitinde ısı yalıtımı uygulanmamışsa, çatı örtü ürünü, taşıyıcı sistemi ve diğer ürünler değişik şekillerde ve çoğu zaman ters yönde etkilenerek, çatı kabuğunun hasara uğramasına neden olmaktadır.

Öte yandan, soğuk dönemlerde iç ortamdan dış ortama doğru ısı geçişinin gerçekleşmesi ve

nem akımlarını da beraberinde taşıması, eğimli çatılarda ısı yalıtımı uygulanmadığı durumlarda çatı kesitinde veya yüzeyinde yoğuşmaya neden olmaktadır. Yoğuşma, havanın su buharına doyduğu noktadan itibaren sahip olduğu fazla su buharının sıvı hale dönüşmesi olarak tanımlanmaktadır. Hava sahip olduğu sıcaklığa bağlı olarak su buharı taşımaktadır. Belli bir sıcaklıkta ve bağıl nemdeki havanın sıcaklığının artması bağıl nemi düşürecektir. Sıcaklık azaldıkça bağıl nem artacak, % 100'e ulaşacaktır. Bu noktadan sonra sıcaklık düşmeye devam ederse, su buharı su şekline dönüşecek ve yoğuşma gerçekleşecektir (Şekil 3.6), (Küskü, 2005).



Şekil 3.6 Eğimli çatıda yoğuşma **[26]**

Yoğuşma, çatı yüzeyinde gözle görülebilir olarak terleme şeklinde meydana gelebileceği gibi, ürünlerin içerisinde gizli olarak da oluşabilmektedir. Çatı kesiti içinde iç ortam ve dış ortam sıcaklık farkı ile yoğuşan su buharı, kesitte bulunan ürünlere zarar vererek çürüme, mantar, küf gibi olaylara ortam oluşturmaktadır. Öte yandan, yoğuşma süresi sonunda kesitte biriken suyun donma derecesine ulaştığı zaman hacmi artarak çatı ürünlerinde çekme ve gerilemelere neden olmaktadır. Bunun sonucu olarak da çatı örtü ürünlerinde, yalıtım ve taşıyıcı sistemde çatlama ve kırılmalar meydana gelmektedir.

Eğimli çatılarda ısı yalıtımı uygulanmaması kışın ısınma, yazın ise soğutma giderlerinin artmasına yol açarak hem yapı kullanım maliyetini artırmakta hem de ekonomiye zarar vermektedir. Bunun yanı sıra artan enerji kullanımı ile hava kirliliği meydana gelmekte, küresel ısınma ve iklim değişiklikleriyle dünyanın dengesinin bozulmasına da neden olmaktadır.

3.2.2 Depolama Hatalarından Kaynaklanan Sorunlar

Uygulanacak olan çatı örtüsü, yalıtım veya diğer çatı ürünlerinin hatalı depolama sistemleri sonucunda verimliliğinin düşmesi söz konusu olabilmektedir. Uzun süreli depolamaların kapalı alanlarda yapılmaması, dış ortam koşullarına açık kalmış olması eğimli çatılarda depolama hatalarından kaynaklanan sorunların ilkini oluşturmaktadır. Yağmur, kar veya dolu nedeni ile ıslanan ürünlerin, uygulama sırasında nemli olup olmadığına dikkat edilmeyerek uygulanması da depolama hatalarından kaynaklanan sorunlardan bir diğerini oluşturmaktadır.

Depolama yapılan yerlerin tabanının düzgün olmayışı, ambalajların üzerindeki depolama işaretlerine uyulmayışı veya depolama alanının yeterli genişlikte olmayarak çok katlı depolama yapılması sonucu en alttaki ürünlerin zedelenmesi gibi nedenlerle de sorunlar oluşabilmektedir (Çatak, 1997).

3.2.3 İşçilik Hatalarından Kaynaklanan Sorunlar

Tasarım aşamasında düşünülmüş olan detayların birçoğunun uygulama sırasında dikkate alınmaması, ilk anda maliyeti artırıcı bir etken olarak görünen uygun ve nitelikli ürün seçiminin yapılmaması, gerekli iş aletlerinin kullanılmaması ve yeni uygulama yöntemleri bulunmasına karşın işçilerin klasik yöntemlerle kendilerini geliştirmeden uygulama yapması gibi nedenlerle niteliksiz işçilik ortaya çıkmaktadır. Uygulama aşamasında işçilikte yapılan bu hatalar da, kullanım aşamasında çeşitli şekillerde ortaya çıkarak sorunlara neden olmaktadır.

Günümüzde çatı örtü ürünü olarak en fazla kiremit, metal ve asfalt shingle türü ürünlerin seçildiği bilinmektedir. Bu ürünlerin yetkili kişiler veya firmalar tarafından yapılmayıp, teknik bilgisi olmayan kişiler tarafından yapılması, çatının işlevini tam olarak yerine getirebilmesini engellemektedir. Ayrıca hangi tür çatı ürünü olursa olsun, işçilikte yapılan hata veya eksiklikler kullanım aşamasında oluşacak sorunları da beraberinde getirmektedir.

Kiremit örtülü çatılarda işçilik hatası olarak en fazla yapılan hata, kiremitlerin örtü altı kaplamasına doğru bir şekilde tespit edilememesidir. Yerine eksik veya hatalı tespit edilen kiremitler, çatıda dolaşan hayvanlar veya herhangi bir nedenle çatıya çıkan kullanıcılar tarafından fark edilmeyerek yerinden çıkabilmekte ve kırılabilmektedir (Şekil 3.7). Böylece çatı yüzeyine gelen yağmur veya kar suyunun çatı kesitine girişi kolaylaşmakta, çatı ürünleri zarar görmektedir.

Şekil 3.7 Yerine hatalı tespit edilmiş kiremit **[27]**

Eğimli çatılarda işçilik hatasından kaynaklanan sorunlardan biri de su yalıtım ürünlerinin eğimli çatı yüzeyine tam olarak uygulanmamasıdır. Kullanılan su yalıtım ürününün gerektirdiği uygulama şekli ile yapılmayan yalıtım ürünü zamanla tutuculuğunu kaybetmekte ve açılmalara neden olmaktadır (Şekil 3.8). Su yalıtım ürününün açılmaya başladığı noktalardan da çatı kesitine su girişi olmakta, çatı ürünlerinde hasarlar meydana gelmektedir.

Şekil 3.8 Baca dibinde su yalıtım ürününde meydana gelmiş açılma **[28]**

Öte yandan eğimli çatılarda su yalıtım ürünlerinin sürekliliğinin sağlanamaması da katmanlar arasında yer yer sıcak hava boşlukları oluşturarak su yalıtım ürününün bozulup parçalanmasına neden olabilmektedir (Esen, 1991).

Metal örtülü çatılarda işçilik hatası olarak en çok karşılaşılan sorun ise bu ürünlerin ek yerlerinin veya kenet noktalarının yanlış yapılmasından kaynaklanmaktadır. Tasarım aşamasında verilen detaya uyulmaması veya ürünün gerektirdiği tespit şekline göre yapılmaması, metal örtülü çatılarda zamanla birleşim noktalarında açılmaya neden olmakta ve bu noktalardan çatı kesitine su girişi gerçekleşmektedir.

Eğimli çatılarda uygulama aşamasında işçilik hatasından kaynaklanan bir başka sorun da yağmur iniş borularının ve oluklarının tespitinde yapılan hata ve eksikliklerdir. Belirli aralıklarla kelepçelenmesi gereken yağmur iniş boruları ve olukları, bu kelepçeler yanlış yapıldığı için zamanla deforme olmakta ve birbirinin içinden çıkarak suyun dışarıya akmasına neden olmaktadır. Bu durum, yapı cephesinde kabarma, dağılma ve yosunlaşma gibi görsel kirlilik oluşturduğu gibi yapı içine girerek benzer şekilde çeşitli sorunların oluşmasına ve yapının servis ömrünün kısalmasına da neden olmaktadır.

3.2.4 Denetim Eksikliğinde Kaynaklanan Sorunlar

Bir yapının uygulama projesi hazırlandıktan sonraki sürecini oluşturan resmi kuruluşlardan onay süreci sırasında, projenin yürürlükte olan kanun ve standartlara uygunluğunun yeterince incelenmeyerek hata ve eksikliklerinin belirlenmemesi, uygulama aşamasında kontrolörün şantiyede bulunmayarak yapının kontrolünü gerçekleştirmemesi gibi nedenlerle eğimli çatılarda denetim eksikliğinden kaynaklanan sorunlar ortaya çıkmaktadır.

Öte yandan, eğimli çatılarda kullanılan çatı örtüsü, yalıtım ve diğer çatı ürünlerinin fabrikada üretimi sırasındaki kontrollerinin yapılmayarak standartlara uygunluğunun denetlenmemesi, depolama sırasında ürünlerin saklama ve yerleştirme koşullarının kontrol edilmemesi sonucunda ürünlerin hasar görmesi de denetim eksikliğinden kaynaklanan sorunların bir diğer bölümünü oluşturmaktadır.

Uygulama aşamasında, yapının gerçekleştirilmesi sırasında kontrolörün şantiyeye gelen ürünlerin uygunluğunu, detay çözümlerinin projeyle aynı olup olmadığını, işçilerin doğru aletler kullanıp kullanmadığını ve yaptıkları işin kalitesini kontrol etmemesi sonucunda yapıda birtakım hata ve eksiklikler meydana gelebileceğinden, yapının kullanım aşamasında çeşitli sorunların ortaya çıkması mümkün olmaktadır. Bunun yanı sıra, yapı denetim firmaları tarafından, yapıların uygulama sırasında denetimlerinin yapılmaması veya gelişigüzel yapılması da bir takım hata ve eksikliklerin gözden kaçmasına neden olmaktadır. Denetimin eksik veya hatalı yapılması sonucunda ise yapının kullanım aşamasında insan ve yapı sağlığı, ekonomik ve görsel konfor açılarından istenmeyen durumlar ortaya çıkabilmektedir.

3.3 Kullanım Aşamasından Kaynaklanan Sorunlar

Çatıda oluşan sorunlar, tasarım aşamasında veya uygulama aşamasından kaynaklanabileceği gibi kullanım aşamasında da kaynaklanabilmektedir. Kullanım aşamasında eğimli çatılarda meydana gelen bu sorunlar, kullanıcı hatalarından, bakım eksikliğinde ve onarım hatalarından kaynaklanan sorunlar olmak üzere üç grupta toplanabilmektedir.

3.3.1 Kullanıcı Hatalarından Kaynaklanan Sorunlar

Yapılan çatının yararlılık ömrünün olabildiğince uzun olması ve az bakım gerektirmesi o yapıda oturan kullanıcıların çatıya ne kadar özen gösterdiklerine bağlıdır. Bilinçli bir kullanıcı çatısını düzenli olarak kontrol ettirir ve gerekli önlemleri alır. Oysaki günümüzde çatısının kontrolünü yaptıran kullanıcı sayısı yok denecek kadar azdır. Kullanıcı hatalarından kaynaklanan sorunların ilkini de bu bilinçsizlik ve bilgisizlik oluşturmaktadır.

Öte yandan, bakım ve onarım sırasında, kullanıcıların ürün seçimi konusundaki bilgisizlikleri, estetik açıdan göze daha hoş görünen ürünlerin seçilerek ürün özelliklerine ve standartlara uygunluğuna dikkat edilmemesi ve maliyette ucuz olma çabası gibi nedenlerle çoğu kez yanlış ürün seçilmektedir. Bu durum çatılarda kısa süre içerisinde tekrar onarıma ve hatta ürün değişikliğine yol açacağından hem ekonomik olarak kullanıcılara zarar verecek hem de çatıda sürekli hasarlar oluştuğu için çatının servis ömrünü kısaltacaktır.

Çatıda kullanıcı hatalarından kaynaklanan sorunlardan bir diğerini ise çatı üzerinde yer alan anten, depo, kolektör gibi donanımların kullanımı veya montaj işlemi sırasında çatıya çıkan kişilerin gerekli dikkati göstermeyerek çatı ürünlerine zarar vermesi oluşturmaktadır (Şekil 3.9). Çoğu zaman kiremit kaplı çatıya çıkıldığında, çatı ürünleri, üzerinde yürüdükçe kişinin ağırlığını taşıyamayarak çatlamakta veya kırılmaktadır.

Şekil 3.9 Antenin montajı sırasında eğimli çatıda oluşan hasar **[29]**

Çatı arası yaşanılabilir bir mekân olarak kullanılmayan çatılarda, kullanıcıların bu bölümleri depo amaçlı kullanarak ısı yalıtım ürünlerine zarar vermesi de mümkün olabilmektedir. Isı yalıtım ürünleri bu tür çatılarda doğrudan döşeme üzerine serildiği için kullanıcıların bu ürünleri ezmesi sonucu ısı yalıtım ürünleri bozularak tam olarak işlevini yerine getirememektedir.

Kuş, kedi gibi hayvanların çatı ürünleri üzerinde gezmesi veya kuşların gagalarıyla çatı ürünlerine zarar vermesi de çatıda hasarlara yol açan bir başka sorundur (Şekil 3.10). Çatının bakımı sırasında bu hasarların tespit edilmemesi ve gereken önlemlerin alınmaması ise kullanıcı hatasını oluşturmaktadır. Bu hasarlar zamanında tespit edilmediği için çatı ürününde oluşan deliklerden çatıya su girişi gerçekleşmekte ve çatı ürünleri zarar görmektedir.

Şekil 3.10 Kuşların çatı örtüsüne verdikleri zarar **[29]**

3.3.2 Bakım Eksikliğinden Kaynaklanan Sorunlar

Bir çatının, yapı kullanılmaya başlandıktan sonra kısa ve uzun süreli düzenli bakımlarının yapılması gerekliliği, çatıların yararlılık süresini etkileyen önemli ölçütlerden birini oluşturmaktadır. Düzenli bakım yapılmadığı durumda hasar gören bölüm çevresini de etkileyerek hasarın hızla büyümesine yol açmaktadır. Bu nedenle yapılacak bakımlar, çatıda oluşması muhtemel hasarların önüne geçmektedir.

Bakım için yapılacak en önemli çalışma yağmur oluklarının ve süzgeçlerinin kontrol edilmesi, çatıda oluşmuş zararlı artıkların çatı yüzeyinden temizlenmesidir. Yaprak birikmesi, rüzgârla taşınan kum veya hayvanların ağızlarıyla taşıdıkları bir takım artıklar çatıyı kirleten ve tıkanmaya neden olan başlıca etkenlerdir (Şekil 3.11, Şekil 3.12). Çatı bu atıklardan temizlenmediği durumda, yalıtım ürünleri üzerinde devamlı bir su basıncı oluşmakta ve alt

katmanlara doğru su sızıntılarına neden olmaktadır. Böylece çatı ürünleri bozularak çatıda çeşitli sorunların oluşmasına izin vermektedir.

Şekil 3.11 Kuş artıklarının temizlenmediği çatı

Şekil 3.12 Yaprak, kum gibi artıklarla tıkanmış yağmur oluğu **[30]**

Öte yandan, çatı bakımı sırasında çatı yüzeyinde kabarma, kırılma, açılma oluşan yerlerin tespitinin yapılmaması ve duvar, parapet, baca dibi gibi özel birleşim noktalarının sağlıklı yapıda olup olmadığının kontrol edilmemesi de çatıda bakım hatalarından kaynaklanan sorunların bir diğerini oluşturmaktadır (Şekil 3.13). Çatıda bu kontrollerin yapılmaması kısa süre içinde çatı kesitinde sorunların oluşmasına yol açmaktadır. Ayrıca buhar basıncı nedeniyle yalıtım ürünlerinde oluşan kabarmalar gerekli bakım yapılmadığı durumda bu örtülerin yırtılmasına da neden olmaktadır.

Şekil 3.13 Yırtılmaya ve açılmaya başlamış çatı örtü kaplaması **[31]**

Eğimli çatılarda düzenli bakım yapılmamasından kaynaklanan bir başka sorun ise çatı yüzeyinde meydana gelen bitkisel parazitlerdir. Düzenli bakım yapılmadığı ve çatı yüzeyi zararlı artıklardan temizlenmediği için bitkisel parazitler kendilerine uygun yaşam alanı bulmaktadır (Şekil 3.14). Bu durum hem görsel açıdan istenmeyen bir duruma yol açarken hem de çim köklerinin çatı kesitine zarar vermesine ve çatı yüzeyinden su akışının engellenmesine neden olmaktadır.

Şekil 3.14 Çimlenme meydana gelmiş çatı örtüsü

3.3.3 Onarım Hatalarından Kaynaklanan Sorunlar

Onarım hatalarından kaynaklanan sorunların birçoğu kullanıcı dikkatsizlikleri ve bakım sırasında yapılan hata ve eksikliklerinden meydana gelmektedir.

Çatı üzerinde yer alan asansör kulesi, depo, anten gibi donanımların montaj-demontaj, bakım ve işletilmesi sırasında çatıya çıkan kişilerin yeterince özen göstermeyerek çatı ürünlerine zarar vermesi onarım hatalarından kaynaklanan sorunların ilkini oluşturmaktadır.

Ayrıca çatının düzenli bakımları sırasında tespit edilen hasarların giderilmemesi, bakım sırasında hatalı veya eksik ürün seçilmesi, ürün özelliklerinin bilinmemesi, yanlış detay çözümü, ürünlerin montajının doğru yapılmaması ve hatalı işçilik onarım hatalarından kaynaklanan sorunları oluşturmaktadır.

3.4 Eğimli Çatılarda Yalıtım Uygulanmadığında Ortaya Çıkan Sonuçlar

Eğimli çatılarda tasarım, uygulama ve kullanım aşamalarından kaynaklanan yalıtım sorunları çatı kesitinde ve / veya yüzeyinde istenmeyen bazı sonuçların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Çiçeklenme, korozyon, küf ve mantarlar, tavan kaplamalarında kabarma ve dağılmalar, bakteri ve böceklerin üremesi şeklinde sıralanabilen bu olumsuz sonuçlar çatının servis ömrünün kısalmasına, yapı iç konforunun ve görsel konforun bozulmasına neden olduğu gibi insan sağlığını da olumsuz yönde etkilemektedir.

- **Çiçeklenme:**

Çiçeklenme, buharlaşmanın yavaş olduğu kış aylarında veya yoğun yağmur sonrası sıcaklık düşüşlerinde, gerekli yalıtım önlemleri alınmadığı durumlarda, suyun, çatı örtü yüzeyinden çatı kesitine girerek içerisindeki tuzları çözmesi ve suyun buharlaşması sırasında suda çözülebilen tuzların çatı yüzeyinde veya döşemesinde birikmesinden kaynaklanan beyaz pudramsı kristalleşme olarak tanımlanabilmektedir (Limoncu, 1998; Avlar vd., 2000) (Şekil 3.15).

Şekil 3.15 Çatı saçağı altında oluşmuş çiçeklenme

- **Korozyon:**

Korozyon, metallerin ortam ile kimyasal veya elektrokimyasal reaksiyonu sonucu ürün özelliklerinin olumsuz yönde etkilenmesidir. Kimyasal reaksiyon, metalin içinde bulunduğu ortamdaki diğer bir elementle doğrudan elektron alışverişinin söz konusu olduğu bir reaksiyondur (Şekil 3.16). Bütün metaller korozyona uğrayabilirler. *"Korozyonun zararlı olup olmaması metalin ve korozyonun türüne bağlıdır"* (Limoncu, 1998).

Şekil 3.16 Çatı taşıyıcı sisteminde meydana gelen korozyon **[25]**

Üründe korozyona bağlı hasar, genel korozyon, noktasal korozyon ve korozyon çatlağı olmak üzere üç şekilde gerçekleşmektedir. Genel korozyon bütün yüzeyi etkilemektedir ve metal çözünmesi yavaştır. Ortaya çıkan korozyonun neden olduğu maddelerden ötürü kolayca fark edilir ve önlem alınabilir. Ancak ulaşılamayan iç bölümlerdeki bozulma fark edilemeyeceğinden tehlikeli olabilmektedir. Noktasal korozyonda krater veya iğne şeklinde çukurluklar oluşmaktadır. Ortaya çıkan korozyonun neden olduğu maddeler fark edilemeyecek kadar azdır, bu nedenle parça delinip sızma gibi bir belirti görülmeden fark edilemez. Korozyon çatlakları ise en tehlikeli korozyon şekli olup, noktasal korozyon gibi çok zor fark edilir (Sarıtaş Paslanmaz Çelik Teknik Katalogu, 2007).

Metallerde bozulmaya yol açan korozyonun etkileri ise şu şekilde sıralanabilmektedir;

- Çatı taşıyıcı sisteminde zayıflığa neden olur,
- Diğer çatı ürünlerinde ayrışma ve çatlamaya yol açar,
- Metalde oluşturduğu çatlak ve deliklerden suyun çatı kesitine ve yapıya girmesine olanak sağlar,
- İstenmeyen görüntülere neden olur.

- **Küf ve Mantarlar:**

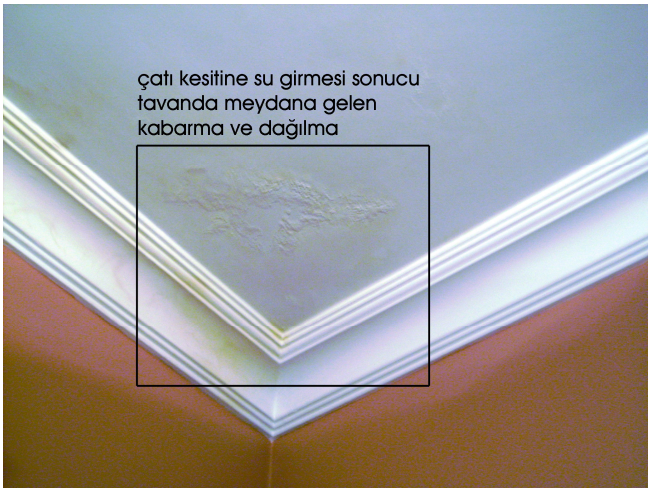
Mantarlar, çatı ürünlerinde kendiliğinden bulunan veya herhangi bir yolla yağmur suyuna karışarak tüm organik maddelerin ve özellikle de ahşabın bozulmasına, çürümesine ve küflenmesine neden olan zararlı canlı organizmalardır. Küf ise, sıcak, rutubetli ve karanlık ortamlarda üreyen bir mantar türüdür. Küf ve mantarların her ikisi de yapı ve insan sağlığı açısından son derece zararlıdır.

Özellikle organik yapı ürünlerinde ıslanma sonucunda meydana gelen mantarlaşmanın önlenmesi daha zordur ve oluşan bu mantarlar ürünü ayrıştırmakta, yapısını bozmakta, istenmeyen bir takım kokulara ve görüntü bozukluklarına neden olmaktadır (Şekil 3.17). Mantar veya küflenme sonucu yapısı bozulan çatı ürünleri çatının işlevini kaybetmesine yol açarak hem kullanıcı giderlerinin artmasına hem de insan sağlığını bozarak çeşitli hastalıkların oluşmasına neden olmaktadır.

Şekil 3.17 Mantar ve küflenme sonucunda tavanda oluşan görüntü bozukluğu **[32]**

- **Tavan kaplamalarında kabarma ve dağılmalar:**

Buharlaşmanın hızlı olmadığı eğimli çatı kesitlerinde, çatı kesitine giren su kimyasal yapı ürünlerini çözerek, duvar veya tavanda yüzeye yakın yerlerde tuzların çökmesine ve şişmesine neden olmaktadır. Çöken tuzlar duvar veya tavan yüzeyine basınç uygulayarak tavan kaplamasının altında yüzeyle bağlantısız kabuklar meydana getirmektedir. Bunun sonucu olarak da tavan kaplamalarında veya tavan duvar kesişimlerinde kabarma ve dağılmalar oluşmaktadır (Şekil 3.18), (Avlar vd., 2000).



Şekil 3.18 Tavanda meydana gelen kabarma ve dağılma

- **Bakterilerin ve Böceklerin Üremesi:**

Bakteriler ve böcekler nemli ortamlarda yaşama alanı bulmakta ve bu tür ortamlarda kolaylıkla üreyerek sayılarını artırmaktadırlar. İç ortamda nem oranının fazla olduğu veya yapı ürünlerinin bünyesinde suyun biriktiği ortamlar, bakteri ve böceklerin üremesi için uygun ortamlar oluşturmaktadır. Böylece çatı kesitine yerleşen bakteri ve böcekler çatı ürününe zarar vererek, ürünün bozulmasına, çürümesine ve delinmesine neden olmaktadır(Şekil 3.19).

Şekil 3.19 Örtü altı kaplaması çürümüş çatı **[31]**

- **Çatı Taşıyıcı Sisteminde Hasar Oluşması:**

Eğimli çatı kesitine giren su, ahşap taşıyıcı sistemli çatılarda ahşap taşıyıcıları çürüterek çatı

taşıyıcı sistemine zarar verirken, betonarme ve çelik taşıyıcı sistemli çatılarda ise donatı ve çelik taşıyıcı elemanları korozyona uğratarak çatı taşıyıcı sisteminin zarar görmesine ve buna bağlı olarak da çatının güvenirliğini kaybetmesine neden olabilmektedir.

- **Çatı Ürünlerinin Servis Ömrünün Kısalması:**

Eğimli çatılarda tasarım aşamasında, çevresel koşulların yeterince belirlenmemesi, çatı kaplama veya yalıtım ürünlerinin tanınmaması, tasarımcının ürün ve detay konusundaki bilgisizliği gibi nedenlerden dolayı çatının kullanım aşamasında çeşitli sorunlar ortaya çıkmaktadır.

Öte yandan, uygulama aşamasında su ve ısı yalıtım ürünlerinin uygulanmaması, hatalı işçilik, hatalı depolama, denetim eksikliği ve kullanım aşamasında ise, kullanıcıların ve çatı bakımını yapan kişilerin bilgisizliği ve bilinçsizliği sonucunda meydana gelen sorunlar, çatı ürünlerinde farklı biçimlerde olumsuz durumlara yol açmaktadır. Yukarıda açıklanan çiçeklenme, küf ve mantar oluşumu, korozyon, böceklerin üremesi ve benzeri şekillerde ortaya çıkan bu olumsuz durumlar çatının kullanım süreci içinde kendini göstermekte ve çatı ürünlerinin dolayısıyla da çatının servis ömrünün kısalmasına neden olmaktadır.

Çatı ürünlerinin servis ömrünün kısalması kullanıcı açısından ekonomik giderlerin artmasına neden olurken diğer yandan ülke ekonomisine zarar vermektedir. Öte yandan, çatı ürünleri zarar gören bir çatının oluşturduğu enerji tüketimi ve çevre kirliliği de unutulmaması gereken bir diğer olumsuz sonuçtur.

4. EĞİMLİ ÇATILARDA KULLANILAN YALITIM ÜRÜNLERİ VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

4.1 Eğimli Çatılarda Kullanılan Yalıtım Ürünleri

Çatıyı ve tüm yapıyı, iç ve dış ortamdan gelebilecek olumsuz etkenlerden korumak, yapı içerisindeki kullanıcıların sağlıklı, konforlu ve güvenli bir ortam içerisinde yaşamlarını sürdürebilmelerini sağlamak amacıyla çatının belirli bölümlerinde yapılan uygulamalara "**yalıtım"** denir (İzoder, 2006).

Yalıtım; yapıyı kullanan kişilere, sağlıklı, konforlu ve güvenli ortamlar sağlarken, öte yandan çatıların verimlilik süresinden en iyi şekilde yararlanmayı ve enerjiyi koruyarak çevre kirliliğinin azalmasına da yardımcı olmaktadır.

Eğimli çatılarda yapılan yalıtım uygulamaları sırasında, bazıları dayanım, bazıları ise geçirimsizlik sağlayan bu yalıtım ürünlerinin seçiminde dikkat edilmesi gereken bazı ölçütler bulunmaktadır. Bu ölçütleri aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür.

- Kullanılan yalıtım ürünlerinin her türlü iç ve dış etkenler karşısında niteliklerini koruması, sıcakta akmaması ve soğukta kırılmaması,
- Donma, oturma ve genleşmelerden dolayı oluşabilecek hareketlere ve üzerlerine gelen yüklere dayanıklı olması,
- Kimyasal etkenler karşısında bozulmaması,
- UV ışınlarından etkilenmemesi,
- Yapısında mikroorganizma, küf ve mantar oluşumuna izin vermemesi,
- İnsan sağlığını bozacak maddeler içermemesi,
- Uygulamasının kolay olması ve her türlü detayda uygulanabilir olması,
- Tek parçalı olması veya ek yerlerinin sağlam olması,
- Uzun ömürlü ve ekonomik olmasıdır (Avlar vd., 2000).

Bu özellikleri taşıyan yalıtım ürünlerinin kullanıldığı durumlarda hem çatı ve çatı ürünleri iç ve dış ortam koşullarından kaynaklanan olumsuz etkenlerden korunarak çatının kullanım ömründen en verimli şekilde yararlanılabilmekte hem de kullanıcı sağlığı korunmuş olmaktadır. Bunun yanı sıra yalıtım uygulanmış bir çatının, ısıtma ve soğutma için harcayacağı enerji miktarı azalacağından, çevreye verebileceği zarar da önlenmiş olmaktadır.

Eğimli çatılarda kullanılan yalıtım ürünleri suya, neme, ısıya, yangına ve sese karşı kullanılan yalıtım ürünlerinden oluşmaktadır.

4.1.1 Su Yalıtım Ürünleri

Çatı ömrü ve dayanıklılığı bakımından en büyük tehdit sudur. Çatı kesitine giren su; çatıların taşıyıcı bölümlerindeki ürünleri korozyona uğratarak veya çürüterek, kesitlerin azalmasına ve yük taşıma kapasitesinin büyük oranda düşmesine neden olmaktadır. Öte yandan, çatı ürünleri içine giren su, soğuk mevsimlerde donarak, sıcak mevsimlerde ise buharlaşarak ürünlerin bozulmasına ve çatlakların oluşmasına yol açmaktadır. Ayrıca su, çatılarda insan sağlığı bakımından zararlı küf, mantar gibi organik maddelerin oluşumuna da neden olmaktadır.

Suyun çatılar üzerindeki en büyük etkisi çatı ömrü ve güvenliğiyle ilgilidir. "*Bu durum su yalıtımının yaşamsal bir önemi olduğunu ortaya koymaktadır"* **[33]**. Bu amaçla çatıların sudan korunması gerekliliği, tasarım aşamasında ele alınmalı, çatıda hangi tür ürünlerin kullanılacağı ve çatı sisteminin ne olacağı bu aşamada belirlenmelidir. Çatının uygulanması sırasında da belirlenen sisteme uyularak çatının yapımı gerçekleştirilmelidir.

Yapının kullanılmaya başlanmasından sonra çatıda yalıtım kaynaklı ortaya çıkabilecek herhangi bir sorunun giderilmesi çalışmaları her zaman iyi sonuçlar verememektedir. Yapılan bu onarımlar, kullanım giderlerinin artmasına ve yapılan uygulamanın yetersizliğine neden olabileceği gibi, çatının yararlılık süresinin kısalmasına ve hizmet dışı kalmasına da neden olabilmektedir.

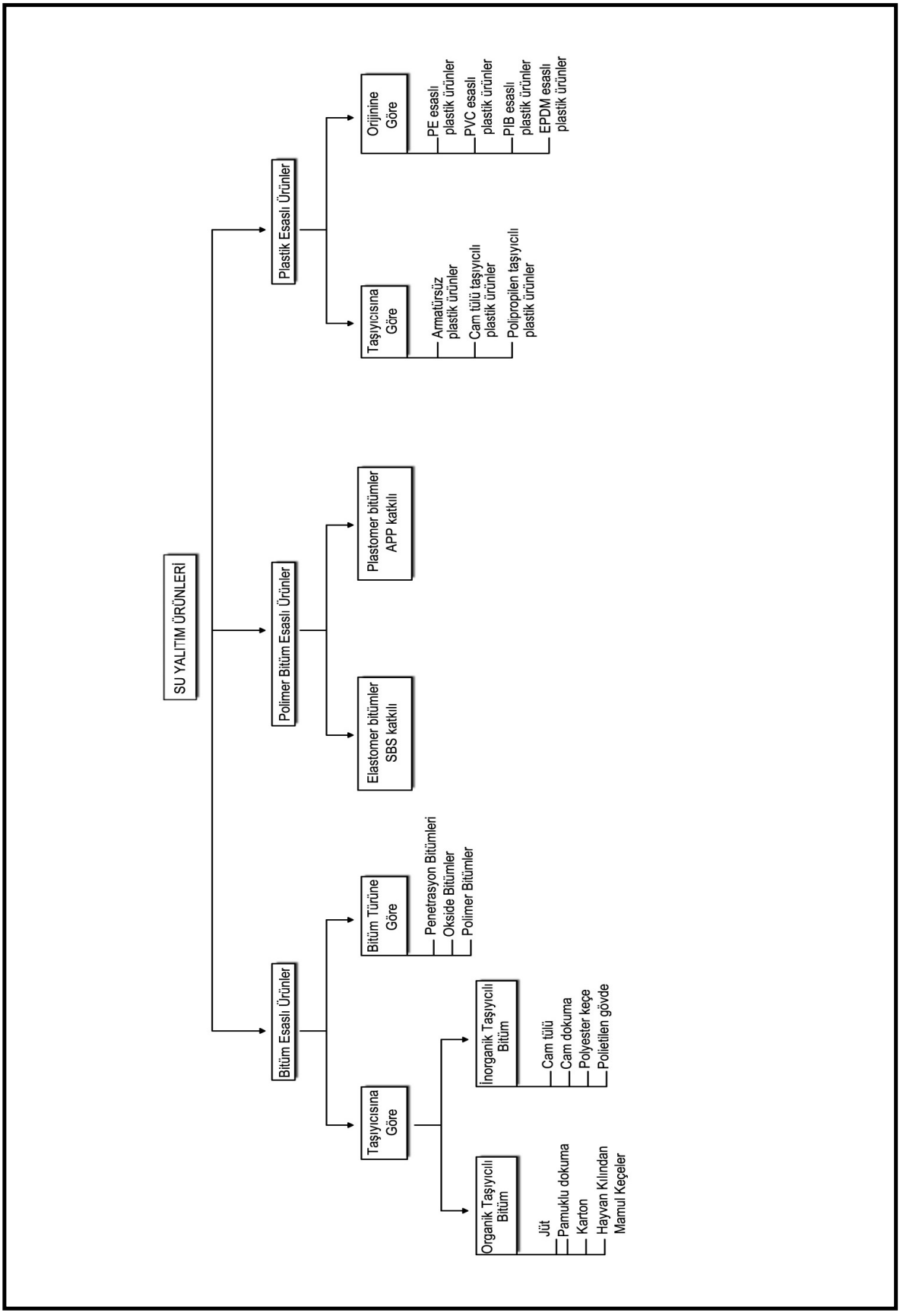
Çatının kullanım aşamasında bu tür sorunların ortaya çıkmasını önlemek için tasarım aşamasında her türlü çevresel veri göz önünde bulundurulmalı ve detay çözümleri doğru yapılmalı, uygulama aşamasında ise bu ürünlerin doğru ve eksiksiz uygulanmasına dikkat edilmelidir. Seçilen ürünlerin özellikleri, güvenilirliği, ekonomikliği ve uzun ömürlü olması da unutulmaması gereken diğer ölçütler olmalıdır.

Çatıda hangi tür su yalıtım ürününün kullanılması gerektiği, çatının taşıyıcı sistemine, eğimine ve çatıda kullanılacak çatı örtü türüne bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Eğimli çatılarda kullanılan su yalıtım ürünlerini nitelikleri bakımından üç grupta toplamak mümkündür (Avlar, 2006). Bunlar;

- Bitüm esaslı ürünler,
- Polimer bitüm esaslı ürünler,
- Plastik esaslı ürünler olarak sıralanabilmektedir (Çizelge 4.1).

Ayrıca bu sınıflandırmanın dışında yer alan özel su yalıtım profilleri de bulunmaktadır.

Çizelge 4.1 Su yalıtım ürünlerinin sınıflandırılması



4.1.1.1 Bitüm Esaslı Ürünler

Geçmişten günümüze kadar en çok kullanılan ve bilinen en eski su yalıtım ürünü olan bitüm, ham petrolün damıtılmasından elde edilen, yüksek yapışma özelliğine sahip yüksek moleküllü bir hidrokarbonlar karışımıdır. Parlak siyah ve katı görünümlü olup, su ve elektriği geçirmeyen, yapıştırıcı ve yalıtıcı özelliklere sahiptir (Lufsky, 1980; Turgay, 2003).

Bitümler, doğada tabii olarak bitüm kayaları ve bitüm gölleri şeklinde bulunabildiği gibi, ham petrolün damıtılmasından ve kömür katranından da elde edilebilmektedir (İyedam, 2007).

Bitüm, çok iyi bir su geçirmez ürün olmasına karşın termoplastik özellik göstermektedir. Sıcaklık etkisiyle katı halden sıvı hale dönüşmekte ve mekanik özelliklerinde de belirgin bir azalma olmaktadır. Bu nedenle bitüm ile yapılan uygulamalarda zamanla çatlama, akma gibi sorunların ortaya çıkması, bunların taşıyıcılar ile desteklenmesini gerektirmiştir (Avlar, 2006; Şahal, 1992). Yalıtım ürünlerinin gelişim süreci içinde bitüm ile taşıyıcının ayrı katlar halinde üst üste uygulandığı bilinmektedir. Zamanla taşıyıcı ile birleştirilen yalıtım ürünleri de üst üste yapıştırılarak hem yalıtımın uygulaması daha kontrollü hale getirilmiş hem de yapıdaki hareketler karşılanmıştır (Avlar, 2006). Armatürlü (taşıyıcılı) yalıtım ürünleri de denilen bu türde, ürünler bitümlenmiş olarak kullanılmaktadır.

Bitümlü ürünler taşıyıcılarına göre organik taşıyıcılı ve inorganik taşıyıcılı bitümlü ürünler olmak üzere iki grupta toplanmaktadır (Bonfil, 1988).

Organik taşıyıcılı bitümlü ürünler; bitkisel ve hayvansal esaslı olan yalıtım ürünleridir. Jüt kanaviçe (TS 107), pamuklu dokuma (TS 109), karton (TS 114) ve hayvan kılından mamul keçeler bu gruba girmektedir.

Bu gruptaki taşıyıcıların ısıl genleşmeleri sınırlıdır ve taşıyıcı ürünün içerdiği nem, geçirimsiz tabaka için olumsuz bir durumdur. Bu tür taşıyıcılar, bitüm malzemenin kuruma olayını hızlandırmaktadır. Nem nedeniyle oluşabilecek mikroorganizmalar ürünlerin bozulmasına yol açmaktadır. Ayrıca nem miktarındaki değişimler bitümlü ürünün uzayıp kısalmasına ve hasar görmesine neden olmaktadır (Mütevellioğlu, 1994). UV ışınları da organik ürünlerde bozulmalara yol açan diğer olumsuzluklardır (Martin, 1971).

İnorganik taşıyıcılı bitümlü ürünler; lifli yapı gösteren taşıyıcıları olan yalıtım ürünleridir. Taşıyıcıların yapısal karakterleri nedeniyle bitüme doyurulmadan, çok kademeli olarak gerçekleştirilen bitümle kaplama işlemlerinin sonunda hazırlanırlar (Dağ, 2001). Bu taşıyıcı grubuna cam tülü (TS 191), cam dokuma (TS 2988), polyester keçe ve polietilen gövde

taşıyıcılar girmektedir.

İnorganik taşıyıcılar yapısal özellikleri sebebiyle kimyasal ve fiziksel etkilere karşı oldukça dayanıklıdır. Mikroorganizma ve ultraviyole ışınlarından etkilenmez, bitümün yağ kaybedip, kurumasına neden olmazlar. Nem miktarındaki değişimler ile boyut değişikliği meydana gelmez, organik taşıyıcılı bitümlü ürünlerde olduğu gibi çekme dayanımını büyük ölçüde değiştirmezler (Mütevellioğlu, 1994).

Bitümlü yalıtım ürünlerinde kullanılan taşıyıcıların belirli özelliklere sahip olması gereklidir. Bu özellikler;

- Bünyesine bitüm alma özelliğine sahip olması,
- Bitümün veya kendi bünyesinin bozulmasına sebep olacak fiziksel ve kimyasal olaylara karşı dayanıklılık gösterebilmesi,
- Bünyesinde su ve nem bulundurmaması,
- Mikroorganizmalardan etkilenmemesi,
- Uygulama sırasında gereken çekme dayanımına sahip olabilmesi,
- Sıcaklık karşısındaki genleşme özelliği diğer çatı ürünlerinin genleşmesiyle uyum gösterebilmesi,
- Sıcak bitüm uygulamalarında kavrulmaması şeklinde sıralanabilmektedir (Avlar, 2006, Mütevellioğlu, 1994).

Bitümlü su yalıtım ürünlerini taşıyıcılarından başka bitüm türüne göre de sınıflandırmak mümkündür (Bonfil, 1988). Bitüm türlerine göre bitümlü ürünler;

a) Penetrasyon bitümleri,

b) Okside bitümler,

c) Polimer bitümler olmak üzere üç grupta toplanmaktadır.

a) Penetrasyon bitümleri

Penetrasyon bitümler, petrolün rafinesi sonucu elde edilen bitümlerdir ve penetrasyon değerleriyle belirlenirler. Belirli bir ağırlığı olan standart bir iğnenin 25 °C sıcaklıkta ve 100 gr yük altında, 5 saniyede bitümün içine batma miktarı milimetrenin onda biri cinsinden o malzemenin penetrasyon değerini vermektedir (Özer, 1974; Gel, 1999). Penetrasyonu az olan bitümler yüksek ısılarda, penetrasyonu yüksek olan bitümler ise düşük ısılarda yumuşamaktadır.

Penetrasyon bitümleri genellikle su yalıtım ürünlerinin yapışma yüzeyinin hazırlanmasında kullanılan astarların üretiminde ve karton taşıyıcılı su yalıtım ürünlerinde kullanılmaktadır (Bonfil, 1988).

b) Okside bitümler

Okside bitümler, bitümün özel kulelerde ısıtılarak ve içinden hava geçirilerek özelliklerinin değiştirilmesi sonucu elde edilen bitümlerdir **[33]**. Özellikleri penetrasyon bitümlerden üstündür. Sıcaklık değişimlerine karşı duyarlılığı az ve penterasyon noktaları düşük olan bu ürünlerin yumuşama noktaları, 80- 115 ˚C arasındadır (Avlar, 2006). Bu nedenle de çok geniş bir ürün yelpazesine sahiptirler.

Okside bitümler, TS 2191, TS 2988 ve TS 2989 standartlarına göre üretilmektedir. Kat başına metrekareye 2 kg olacak şekilde, çok katlı örtü sistemlerinde sıcak yapıştırma bitümü olarak veya karton ve cam tülü taşıyıcılı su yalıtım ürünlerinin üretiminde kullanılmaktadır (Bonfil, 1988).

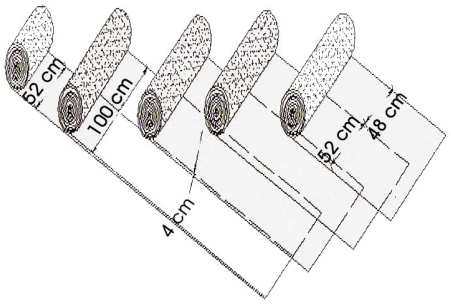
c) Polimer bitümler

Bitüm türlerine göre bitümlerin alt sınıfını oluşturan polimer bitümler su yalıtım ürünlerinin de alt grubunu oluşturduğu için bu ürünler hakkında daha sonra bilgi verilecektir.

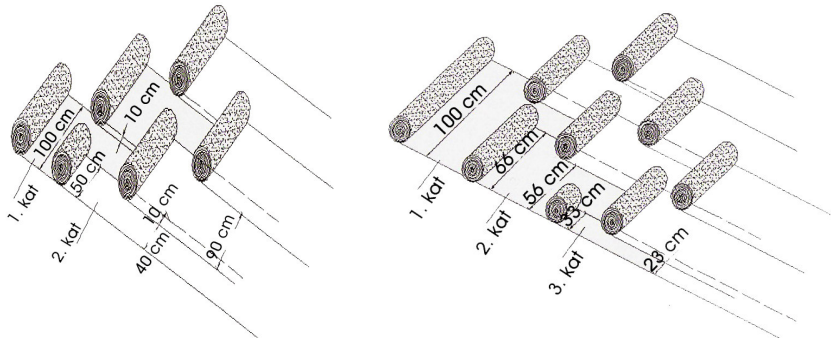
Eğimli çatılarda kullanılan bitüm esaslı su yalıtım ürünleri, eğimli çatı yüzeyine uygulama biçimlerine göre örtü biçiminde sererek veya yapıştırarak uygulanan su yalıtım ürünlerinden oluşmaktadır. Eğimli çatılarda örtü biçiminde sererek uygulanan su yalıtım ürünlerinin, çatı yüzeyine serilmesi normal örtme, sargı örtüsü ve fırtına örtüsü olmak üzere üç farklı şekilde gerçekleştirilmektedir (Ekinci, 2003).

Normal örtme; farklı türlere sahip iki veya üç kat örtünün kullanılması halinde uygulanmaktadır. Bu uygulamada örtüler kat adedine göre 50 cm (iki katlı yalıtım) veya 66+33 cm'lik (üç katlı yalıtım) kattan kata kaydırma ile geçiş yapılmaktadır (Şekil 4.1), (Ekinci, 2003).

Sargı örtüsü; aynı türlere sahip iki veya üç kat örtünün kullanılması halinde uygulanmaktadır. Bu yöntemde tek bir uygulama ile 52 cm'lik bindirme (iki katlı yalıtım) veya 33+68 cm'lik bindirme (üç katlı yalıtım) gerçekleştirilmektedir (Şekil 4.2), (Ekinci, 2003).

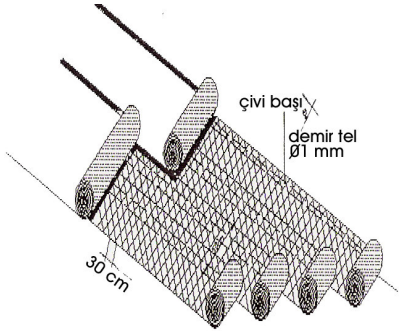


Şekil 4.1 Normal örtme yöntemiyle su yalıtımı serme şekli (Ekinci, 2003)



Şekil 4.2 İki kat ve üç kat sargı yöntemiyle su yalıtımı serme şekli (Ekinci, 2003)

Fırtına örtüsü; çok rüzgârlı bölgelerde çatı örtüleri normal yapıştırmaya ek olarak rüzgâr yüklerine karşı da takviye edilirler. Yapıştırılarak uygulanan örtülerin mekanik tespit ürünleri ile de güvenliğe alınması şeklinde gerçekleştirilen bu uygulamada genellikle ilk yalıtım katmanı üzerine çivi çakılmakta ve çiviler arasına tel dolanmaktadır (Şekil 4.3), (Ekinci, 2003).

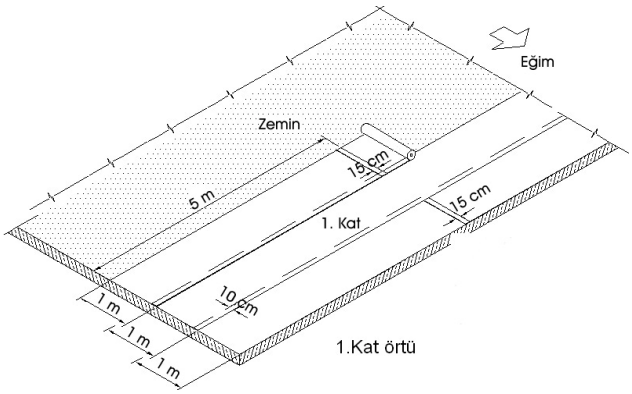


Şekil 4.3 Fırtına örtüsü yöntemiyle su yalıtımı serme şekli (Ekinci, 2003)

Eğimli çatılarda sererek uygulanan su yalıtım ürünlerinin başarıya ulaşabilmesi için dikkat

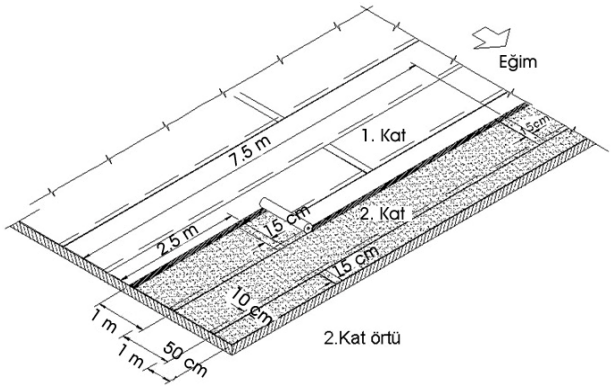
edilmesi gereken bazı ölçütler bulunmaktadır. Bunları aşağıdaki gibi özetlemek mümkündür.

- Uygulamalar genelde yağışsız havalarda ve kuru zeminlerde yapılmalıdır. Mevsim koşullarının uygun olmaması durumunda gerekli önlemler alınarak aranan koşullar oluşturulmalıdır (İyedam, 2007).
- Beton yüzeyi düzgün olmalı, yüzey kirden, tozdan, yağ ve mazot lekelerinden temizlenmiş olmalıdır. Tercihen yüzey basınçlı su veya hava ile temizlenmelidir.
- Islak yüzeylerde uygulama yapılmamalıdır.
- Amaca uygun bitümler seçilmelidir.
- Su yalıtım örtülerinin enine bindirmeleri en az 10 cm, boyuna bindirmeleri ise, en az 15 cm olmalıdır (Şekil 4.4).



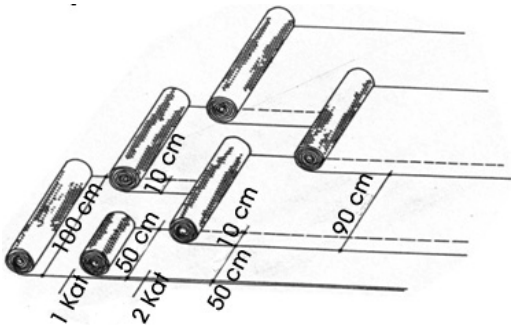
Şekil 4.4 Bir kat yapılan su yalıtımı (İyedam, 2007)

- Birden çok kat uygulamasında, ürünler ikinci kat genişliğin 1/3'ü veya 1/2'si kadar şaşırtılarak her kat ayrı olarak uygulanmalı veya birkaç katın bir arada döşendiği serimler seçilmelidir (Şekil 4.5).



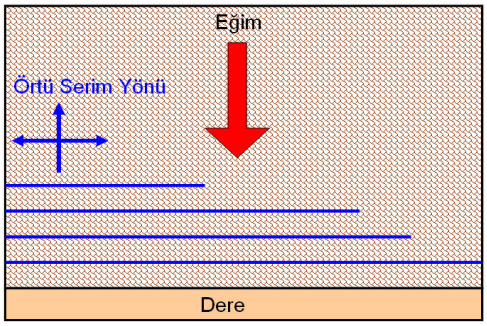
Şekil 4.5 İki kat yapılan su yalıtımı (İyedam, 2007)

- Ek yerindeki mineral kaplı yüzey şalümo alevi ile ısıtılıp, mineral üstüne mala sürülerek minerallerin bitüm içerisine gömülmesi sağlandıktan sonra ek yeri yapıştırması yapılmalıdır.
- Tüm örtü katmanları aynı yönde açılmalıdır. Birinci kat örtülerin enlemesine olan ek yerleri, şaşırtmalı olarak yapılmalı, üste gelecek olan ikinci kat örtülerde, birinci kat örtünün boyuna ve enine ek yerleri ortalanmalıdır (Şekil 4.6).



Şekil 4.6 Şaşırtılarak yapılan su yalıtım uygulaması (İyedam, 2007)

- Çatılarda su yalıtım örtüleri, eğimin en düşük olduğu noktalardan (su iniş noktaları, dere ağızları gibi) eğime dik olarak serilmelidirler (Şekil 4.7).



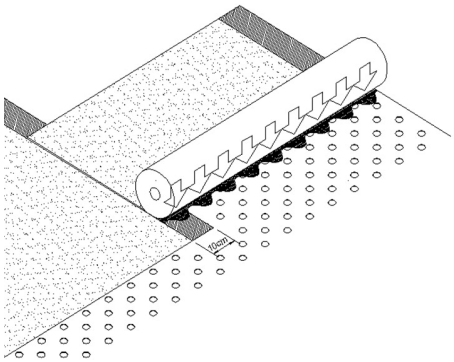
Şekil 4.7 Çatı eğimine dik yönde serilen su yalıtım örtüleri (İyedam, 2007)

- Mevcut bitümlü örtü üzerine uygulama yapılacaksa örtü yüzeyindeki hava kabarcıklarının açılıp içinin kurutulması ve karbonize olmuş yüzeyin temizlenmesi gereklidir (İyedam, 2007).

Eğimli çatılarda kullanılan ve örtü biçiminde yapıştırılarak uygulanan, bitümlü su yalıtım ürünleri ise, çatı yüzeyine noktasal, şeritsel ve tam yapıştırma olmak üzere üç farklı şekilde uygulanmaktadır.

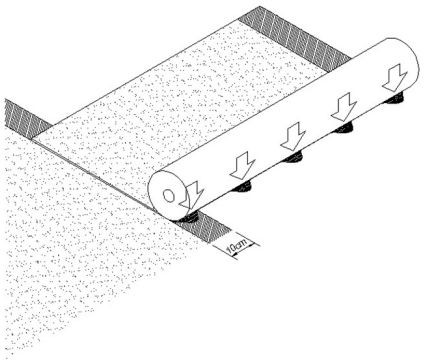
Noktasal yapıştırma; eğimi % 40'ı geçmeyen eğimli çatılarda uygulanmaktadır. Bu

uygulamalarda, su yalıtım ürünü belirli noktalardan alttaki yüzeye yapıştırılır. Bu teknik ile yalıtım ürünüyle çatı yüzeyi arasındaki havanın dolaşımına izin verilmekte, bölgesel olarak oluşabilecek kabarmaların da önüne geçilmektedir. Yapışma noktaları su yalıtım ürününe ve çatı yüzeyine bağlıdır. Ayrıca yapıştırılacak alan toplam su yalıtım ürünü alanının % 50'sinden az olmamalıdır. Kenar hatlarda su yalıtımının sağlıklı olabilmesi için en az 1 m eninde tam yapışma uygulanmalıdır (Şekil 4.8), **[34]**.



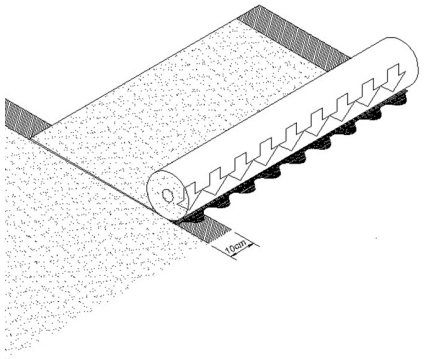
Şekil 4.8 Noktasal yapıştırma **[34]**

Şeritsel yapıştırma; noktasal yapıştırmada olduğu gibi eğimi % 40'ı geçmeyen çatılarda uygulanmaktadır. Su yalıtım örtüsünün örtü eni boyunca 10 cm'lik bir yapıştırılmış bir yapıştırılmamış şeritler halinde alttaki tabakaya yapıştırılması şeklinde gerçekleşmektedir (Şekil 4.9), **[33]**.



Şekil 4.9 Şeritsel yapıştırma (İyedam, 2007)

Tam yapıştırma; eğimi % 40'dan fazla olan eğimli çatılarda uygulanmaktadır. Su yalıtım ürününün üst bölümleri, düşeyde veya çok eğimli yüzeylerde etek (flashing) olarak adlandırılan metal baskı çıtaları ile sabitlenmekte ve baskı çıtasının üzeri derz dolgu macunu ile doldurulmaktadır (Şekil 4.10), **[34]**.



Şekil 4.10 Tam yapıştırma **[34]**

Bitümlü ürünün taşıyıcısı veya bitüm türü ne olursa olsun bu yalıtım ürünlerinin yapıştırma yöntemiyle uygulanmalarının da başarıya ulaşabilmesi için dikkat edilmesi gereken bazı ölçütler bulunmaktadır. Bunları;

- Serilerek uygulanan su yalıtım ürünlerinde olduğu gibi yalıtım yapılacak olan yüzeyin düzgün ve temiz olması (İyedam, 2007),
- Yalıtım için hazırlanan yüzeyde iyi bir yapışmanın sağlanabilmesi için bitüm esaslı astar uygulamasının önceden yapılmış olması (Ekinci, 2003),
- Yapıştırıcı bitümlerin uygulama anındaki sıcaklığının özenle kontrol edilmesi ve bitümün özelliğini kaybetmemesi için sıcaklık kontrollü kapalı kazanlarda saklanması şeklinde sıralamak mümkündür (Avlar, 2006).

4.1.1.2 Polimer Bitüm Esaslı Ürünler

Polimer bitüm esaslı su yalıtım ürünleri, TS 11758-1'e göre üretilen, taşıyıcının polimer bitüm ile belirli kalınlıklarda kaplanmasıyla elde edilen ve belirli fiziksel ve kimyasal özellikleri olan su yalıtım ürünleridir (İyedam, 2007).

Bitümün niteliğindeki sınırlamalardan dolayı yapısına bazı katkı ürünleri ilave edilerek oluşturulan polimer bitümler, su yalıtım ürünlerinde, bitümlü yapıştırıcı ve derz dolgu mastiklerinde kullanım alanı bulmaktadır (Avlar, 2006; Gel, 1999). Bitümün içinde yüksek sıcaklıkta eriyen ve daha düşük sıcaklıkta şekil alan polimerler, elastiklikleri nedeniyle çokça tercih edilmektedirler.

Polimer bitümlü su yalıtım ürünleri esas olarak polimer bitümlü karışım, taşıyıcı ve yüzey kaplaması olmak üzere üç bölümden oluşmaktadır. Su yalıtım ürününü oluşturan bu üç bölümün fiziksel özellikleri bir araya gelerek, ürün bütününün genel fiziksel özelliklerini de belirlemektedir (Gel, 1999).

Taşıyıcılar su yalıtım ürününe dayanım sağlamakla birlikte, bitümün yüksek ısılardaki akışkanlığını da önlemekte ve ürüne su yalıtım ürününe şeklinin verilmesinde esas teşkil etmektedir. Polimer bitümlü su yalıtım ürünlerinde cam tülü, cam dokuma, polyester keçe ve polietilen gövdeli taşıyıcı tipleri kullanılmaktadır.

Polimer bitümlü su yalıtım ürünlerinden beklenen bazı fiziksel özellikler vardır. Bunlar;

- Yumuşama veya akma noktası,
- Soğukta kırılganlık veya bükülme,
- Kalınlık,
- Birim ağırlık,
- Taşıyıcı ve taşıyıcı çekme dayanımı,
- Taşıyıcı kopma uzama yüzdesi,
- Yüzey kaplama,
- Yırtılma dayanımı,
- Su geçirimsizlik gibi genel fiziksel özellikleridir (Gel, 1999).

Polimer bitüm esaslı su yalıtım ürünleri katkı olarak kullanılan polimer malzemenin kökenine göre elastomerik (SBS katkılı) bitümler ve plastomerik (APP katkılı) bitümler olmak üzere iki grupta toplanmaktadır.

a) Elastomerik (SBS katkılı) polimer bitümler

Elastomerik polimer bitümler, inorganik taşıyıcılı, SBS ve diğer termoplastik ürünlerle iyileştirilmiş elostomerik polimer bitüm kaplı, alt ve üst yüzeyi eriyebilen film örtülü, şalümo alevi veya sıcak asfalt tekniği ile uygulamaya yönelik su yalıtım ürünleridir (Dağ, 2001). İçeriğindeki SBS (Stryene Butadiene Stryene) sebebiyle “elastomerik bitümler” olarak adlandırılmaktadır.

SBS ile iyileştirilmiş bitümde, bitümün geleneksel özellikleri iyileştirilmekte, uzaması büyük oranda artırılmaktadır. Düşük sıcaklık esnekliğini de artırarak bitümün daha düşük sıcaklıklara kadar dayanabilmesi sağlanabilmektedir. SBS ile iyileştirilen bitümlü ürünler – 30 ile + 120 ˚C sıcaklıkları arasında kullanım olanağına sahiptirler (Çakır, 2000).

Taşıyıcı olarak kullanılan polyester keçe veya cam tülü sayesinde yüksek çekme-kopma dayanımına sahiptirler ve ürün üzerindeki ince kum kaplama her türlü yüzey ve kaplama ürününe mükemmel dayanım sağlarlar. Arduaz kaplı su yalıtım ürünleri ayrıca koruyucu tabaka gerektirmediği için bu tip ürünler güneşin zararlı UV ışınlarına karşı da dayanıklıdır.

Nemden, bakteriden etkilenmezler ve çürümezler, her türlü iklim bölgesinde uygulanabilirler **[49]**.

Elastomerik polimer bitümlü ürünler, elastikiyetinin yüksek olması istenen hareketli yapılarda, teras ve eğimli çatılarda, tüm yapıların su ve buhar yalıtım detaylarında kolayca uygulanabilmektedir.

b) Plastomerik (APP katkılı) polimer bitümler

Plastomerik polimer bitümler, inorganik taşıyıcılı, APP ve diğer termoplastiklerle iyileştirilmiş polimer bitüm kaplı, alt ve üst yüzeyi eriyebilen, şalümo alevi ile uygulamaya yönelik su yalıtım ürünleridir **[49]**. İçeriğindeki APP (Atactic Polipropilen) sebebiyle "plastomerik bitümler" olarak adlandırılmaktadır.

Plastomerik polimer bitümler, taşıyıcı olarak kullanılan polyester keçe veya cam tülü sayesinde yüksek çekme-kopma dayanımına sahiptirler, nemden ve bakterilerden etkilenmezler. APP katkı ile bitümün mor ötesi ışınımlara karşı dayanıklılığı artmakta, -10 ˚C'ye kadar düşük sıcaklıklarda esnekliğini korumaktadır. Öte yandan, yağların kaçışını engellemekte, az da olsa örtünün uzamasını artırmaktadır. Düşük sıcaklık esnekliği – 15 ˚C'ye kadar dayanıklı olması gereken ürün + 10 ˚C'de kırılgan duruma gelebilmektedir (Çakır, 2000).

Bünyesindeki APP ve polimer bitüm nedeniyle her türlü iklim bölgesinde özellikle de ılıman iklim bölgelerindeki tüm yapıların su ve buhar yalıtım detaylarında kullanılabilmektedir.

APP ve SBS esaslı bitümlü su yalıtım ürünlerinin kalınlıkları 2 ile 5 mm arasında değişkenlik göstermektedir.

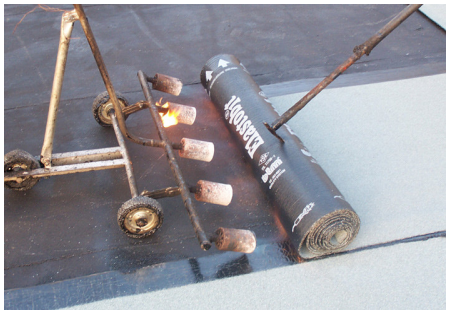
Polimer bitümlü su yalıtım ürünleriyle yapılan yalıtım; bazı üstünlükleri de beraberinde getirmektedir.

- Asfalt eritme kazanına gerek olmadığı için iş güvenliği bakımından üstündür.
- Sabit kalınlık, yalıtımın her noktasında sabit kesit kalınlığı getirir.
- Katlar arasında yapılan şaşırtmalar garantili sistem sağlar.
- Yalıtımın en önemli noktaları olarak bilinen baca dibi, parapet, su giderleri gibi detaylarda yerine göre ek ürünler kullanılarak sızdırmazlık garanti altına alınmış olur.
- Üstün fiziksel özellikleri sayesinde diğer su yalıtım ürünlerinden daha uzun ömürlüdürler (Gel, 1999).

Eğimli çatılarda polimer bitüm esaslı su yalıtım ürünleriyle yapılan su yalıtım uygulamalarında da, bitüm esaslı su yalıtım ürünlerinde olduğu gibi yüzey hazırlığının yapılmış olması ve uygulama sırasındaki yapıştırma kurallarına dikkat edilmesi büyük önem taşımaktadır.

Polimer bitüm esaslı su yalıtım ürünlerinden elastomerik bitümlü ürünler sıcak asfalt veya şalümo yöntemiyle yapıştırılırken, plastomerik bitümlü ürünler sadece şalümo yöntemiyle yapıştırılmaktadır.

Bitüm esaslı su yalıtım ürünlerinin uygulanmasında olduğu gibi, yüzey düzgün ve temiz hale getirilip, astarlandıktan sonra polimer bitüm esaslı su yalıtım ürünleri birbiri üzerine 10 cm bindirme yapacak şekilde açılarak düzeltilir. Daha sonra su yalıtım ürünleri geri sarılır ve LPG gazı ile çalışan şalümo yardımıyla örtünün yüzeyindeki bitümün eriyerek yapışma kıvamına gelmesi sağlanır (Şekil 4.11), (Ekinci, 2003). Yine bitüm esaslı su yalıtım ürünlerinde olduğu gibi polimer bitüm esaslı su yalıtım ürünlerinin çatı yüzeyine yapıştırılması noktasal, şeritsel veya tam yapıştırma yöntemleriyle gerçekleştirilmektedir.



Şekil 4.11 Polimer bitüm esaslı su yalıtım ürünlerinin yapıştırılması (İyedam, 2007)

Polimer bitüm esaslı su yalıtım ürünlerinde de, ikinci kat örtü, birinci katın ek yerlerini ortalayarak aynı yönde ve eğime dik olarak yapıştırılmalıdır. Mineralli örtülerde boyuna yapıştırmaların ek yerleri ise 15 cm olmalıdır (Ekinci, 2003). Tüm örtü katmanları aynı yönde açılmalı, örtülerin serilmesi eğimin en düşük olduğu oluk, dere, saçak gibi noktalardan en yüksek olduğu mahya noktasına doğru gerçekleştirilmelidir (İyedam, 2007).

4.1.1.3 Plastik Esaslı Ürünler

Plastik esaslı ürünler, endüstri artıklarının değerlendirilmesi ve bulunamayan bir maddenin yerini tutabilecek yeni bir malzeme üretmek amacı ile yapılan araştırmalar ve çalışmalar sonucunda ortaya çıkmıştır. Yüksek polimerler ve makro moleküller olarak da tanımlanabilen

plastik ürünler, yüksek molekül ağırlığı olan organik maddelerden oluşan, sıcaklık ve basınç altında, sentetik veya organik maddelerin yapı değişikliğine uğratılmasıyla meydana getirilen en son hali katı ve istenilen biçimlerde elde edilebilen yapay ürünlerdir (Avlar, 2006).

Plastik ürünün su geçirimsizlik özelliğinin ve uygulama kolaylığının yanı sıra hafifliği, boyutsal kararlılığı, yaşlanmaya karşı dayanımı, kaynakla birleştirilebilmeleri, ısı ve mekanik etkilere dayanımı gibi nedenlerle çatılarda geniş bir kullanım alanına sahiptir. Öte yandan, plastik esaslı su yalıtım ürünleri, ultraviyole ve ozondan etkilenmez, eskimez, çürümez, yüksek kimyasal dayanıklılık gösterirler. Ancak ısı karşısında dayanıklılıkları sınırlı olduğundan 100 ˚C'nin üzerinde yapıları kimyasal olarak çözülmeye başlar ve benzin, mazot, benzol gibi maddelere karşı da dayanıklı değildir (Dağ, 2001).

Plastik ürünler yapılarında bulunan taşıyıcılarına (armatürlerine) ve orijinlerine göre iki ayrı şekilde sınıflandırılmaktadırlar.

Taşıyıcılarına göre plastik ürünler;

- Armatürsüz plastik ürünler,
- Cam tülü taşıyıcılı plastik ürünler,
- Polipropilen taşıyıcılı plastik ürünler olmak üzere üç şekilde sınıflandırılmaktadır (Bonfil, 1988).

Orijinlerine göre ise plastik ürünler;

- Polietilen (PE) esaslı plastik ürünler,
- Polivinilklorür (PVC) esaslı plastik ürünler,
- Poliizobitülen (PIB) esaslı plastik ürünler
- Etilen propilen dien terpolimer (EPDM) esaslı plastik ürünler olarak dört grupta toplanmaktadır (Bonfil, 1988).

a) Polietilen (PE) esaslı plastik ürünler

Polietilen esaslı plastik ürünler, genel olarak plastik ürünlerin tüm özelliklerine sahiptir. Bu tür ürünlerin ömrü çok uzundur. Solventler dışında birçok organik malzemelerle eriyiklere, kimyasal dayanımları mükemmeldir. Suya, gaza ve mikroorganizmalara karşı dayanıklıdır ve darbelere karşı dayanım gösterir. Ancak oldukça düşük sıcaklıklarda yumuşamaya başlayarak

mekanik özelliklerini kaybederler. Bu nedenle 60 ˚C'nin üzerindeki sıcaklıklarda kullanılmamalıdır (Özer, 1974). PE esaslı plastik örtüler genleşme göstermeleri ve bitümle olan yapışma yeteneğinin yetersizliği nedeniyle koşullara bağlı olarak gerekli önlemlerin alınmasını gerektirmektedir.

Kalınlığı 1 mm ile 2,5 mm arasında değişen polietilen esaslı plastik ürünler rulolar şeklinde üretilmektedir. Eni 5.00- 6.00 m arasında olan bu ruloların uzunlukları 80 m'den 200 m'ye kadar çıkabilmektedir (Avlar, 2006).

b) Polivinilklorür (PVC) esaslı plastik ürünler

PVC, vinil klorid esaslı termoplastik bir polimerdir. Plastifiyanların katılmasıyla yüksek esneklikte bir ürün haline getirilmektedirler. Sıradan PVC örtüler karasızdır, bu nedenle ısı etkisinde kolayca bozulurlar. Plastikleştirici etkisiyle ve özel formülü ile PVC malzeme elastomerik özellik kazanmakta ve dış hava koşullarına dayanıklılık göstermektedir. Böylece, sıcaklık karşısında çabuk yumuşayıp akıcı hale gelmezler. Rijit PVC'nin mekanik dayanımı polietilenden daha yüksektir (Özer, 1974). Polietilen ve poliizobitülen esaslı plastik ürünlere göre ısı dayanımları daha yüksektir, ancak ısı limitleri -20 ˚C ile +80 ˚C arasında yer almaktadır (Çakır, 2000).

Asitlere, alkalilere ve oksitlenmeye karşı kimyasal dayanıklılıkları çok yüksek olan PVC esaslı plastik ürünlerin kalınlıkları 0,5 mm ile 2 mm arasında değişmektedir. Genellikle 1 m eninde, 10- 25 m uzunluğunda rulolar halinde üretilmektedirler.

c) Poliizobitülen (PIB) esaslı plastik ürünler

Örtünün ham maddesi olan poliizobitülen normal ve yüksek sıcaklıklarda oksijen, hava, su ve kimyasal maddelere dayanıklılık gösteren, ısı farklarına şekil değişikliği göstermeden dayanabilen bir maddedir (Avlar, 2006).

Poliizobitülen esaslı plastik ürünler, yüksek ısı karşısında en fazla % 1 oranında boyut değişikliği göstermektedir. Ayrıca poliizobitülen ürünler yumuşak olduğundan mekanik dayanımları da pek yüksek değildir (Özer, 1974). Uygulamadaki limitleri – 30 ˚C ile + 70 ˚C arasında olmakla birlikte, 180 ˚C' ye kadar deformasyon göstermezler ve – 50 ˚C' de sertleşirler (Dağ, 2001).

Rulolar halinde üretilen PIB esaslı plastik ürünlerin kalınlıkları 1 mm ile 2 mm arasında değişmektedir. Enleri 1 m olan bu ürünlerin boyları ise 10- 20 m arasında olmaktadır.

d) Sentetik kauçuk/ Etilen propilen dien terpolimer (EPDM) esaslı plastik ürünler

EPDM, kauçuk esaslı, örtü halinde bulunan, elastomerik bir su yalıtım ürünüdür. Normalde siyah renkli olan EPDM ürünlerin piyasada beyaz renkte olanları da bulunmaktadır. En önemli özellikleri 800 m²' ye kadar tek parça halinde üretilebilme olanakları olan EPDM esaslı plastik ürünler, daha büyük yüzeylerde birden fazla parça ile birbirlerine kaynaklanırlar. Darbeler karşısında büyük bir dayanım gösterirler ve aşırı ısı farklarından, yapı hareketlerinden etkilenmezler. Ozon ve yaşlanmaya karşı da iyi bir dayanım gösteren EPDM ürünler güneş ışınımından uzun süre etkilendiklerinde mekanik özelliklerinde bozulmalar görülmektedir. Su buharı ve gaz geçirgenliği düşüktür. Aşındırıcı kimyasallara, mineral asitlere ve bitkisel yağlara karşı dayanıklılığı da yüksektir (Çakır, 2000).

EPDM esaslı plastik ürünlerin kalınlıkları 1,15 mm ile 1,20 mm arasında değişiklik gösterirken, eni 1,70- 15,00 m arasındadır. Rulolar halinde üretilen bu ürünlerin boyları ise 15 m.den 60 m.ye kadar değişiklik göstermektedir.

Plastik ürünler çatıya, serbest serme veya mekanik tespit yöntemi ile uygulanmaktadırlar. Polietilen ve polivinil klorür esaslı plastik ürünler çatıya mekanik tespit ile uygulanırken, poliizobitülen esaslı plastik ürünler sıcak asfalt ile de uygulanabilmektedir (Ekinci, 2003).

Mekanik tespit; plastik esaslı su yalıtım ürünlerinin pul ve vidadan oluşan raptetler ile noktasal olarak veya özel lama ve vidayla şeritsel olarak sabitlenmesiyle gerçekleştirilen uygulama yöntemidir. Mekanik tespit yoğunluğunu ve yerleştirme planını, binanın yüksekliği, bölgenin hâkim rüzgâr şiddeti, bina planının geometrik formu ve en boy oranları belirlemektedir. Mekanik tespit planında köşe bölgesi, kenar bölgesi ve orta bölge olmak üzere üç ayrı yoğunluk bölgesi ön görülmektedir (Ekinci, 2003).

Plastik esaslı ürünlerin mekanik olarak çatı yüzeyine tespit edilmeleri sırasında rüzgârdan çatı yüzeyinde oluşacak basınç ve emme kuvvetlerinin etkileri de göz önünde tutulmalı, köşe ve kenarlarda ortalara nazaran daha fazla tespit elemanı kullanılmalıdır (Bonfil, 1988). Mekanik tespitlerin belirlenmesinde pratik bir formül olarak, hava burgacı oluşan köşe bölgelerinde m²'ye 8 adet, kenar bölgelerinde 6 adet ve orta bölgelerinde 4 adet tespitten daha az olmamasına dikkat edilmelidir. Noktasal tespitler dar enli olan örtülerde bini altında kalacak şekilde kullanılırken, özel lama ile şeritsel tespitler geniş enli örtülerde, örtü boyunca ve üstten uygulanmaktadır (Ekinci, 2003).

Mekanik tespit yönteminde, tespit elemanı sayısı m²'ye en az 3 adet olacak şekilde

uygulanırken, tespit elemanlarının arasındaki en az mesafe 18 cm, en fazla mesafe ise 45 cm olmalıdır (İyedam, 2007).

Plastik esaslı ürünlerin uygulanması sırasında uyulması gereken bazı kurallar vardır. Bunları aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür.

- Plastik esaslı ürünlerin uygulanacağı yüzey tamamen düzgün ve pürüzsüz olmalıdır.
- Plastik esaslı ürünlerin temasta olacakları betonların Ph değerine göre, beşten az olan betonlarda polyester keçe, beşten fazla olan betonlarda ise polipropilen keçelerin kullanılması gerekliliğidir. Bu keçeler eğimli beton çatı yüzeyi ile plastik su yalıtım ürünü arasına serilmelidir (Ekinci, 2003).
- Sıcaklığın etkisi ile plastik üründe devamlı bir genleşme ve büzülme olacağı için, plastiğe genleşme olanağı verme bakımından, plastik ürünün bir buhar ayarlayıcı üzerine uygulanması tavsiye edilmektedir (Dağ, 2001).

4.1.1.4 Özel Su Yalıtım Levhaları

Pişmiş toprak esaslı kiremit örtülü çatılarda, kiremit türü ne olursa olsun kullanılabilen özel kiremit altı su yalıtım levhalarıdır (Şekil 4.12). Çatı kesitine suyun girişini engelleyen bu ürünler, istenildiğinde ısı yalıtımlı olarak da kullanılabilmektedir. Özel kiremit altı su yalıtım levhalarının altında bulunan hava boşlukları ile ısı yalıtım ürünlerinin üzerinde hava dolaşımı sağlanmakta ve bu şekilde yapı içinde oluşan buharın dışarı atılmasına yardımcı olunmaktadır. Öte yandan, kiremitler ile bu levhalar arasında oluşan hava akımı kiremitlerin çabuk kurumasına da olanak sağlamaktadır **[56]**.

Şekil 4.12 Özel kiremit altı su yalıtım levhaları **[56]**

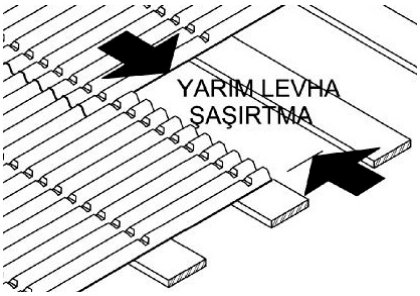
TS 12349 standardına uygun olarak üretilen özel kiremit altı su yalıtım levhalarının eni 102 cm, boyu ise alaturka kiremitler için 200 cm, diğer türdeki kiremitler için 182 cm'dir. Ağırlıkları 3,3- 3,6 kg/m² arasında değişen bu ürünlerin oluk yükseklikleri de alaturka kiremitler için 2,6 cm, diğer türdeki kiremitler için 2,4 cm'dir **[56]**.

Özel kiremit altı su yalıtım levhalarının kullanıldığı çatılarda, kiremitler yalıtım levhalarının özel girintilerine takılarak döşenmektedir. Böylece kiremitlerin kayması önlendiği gibi üzerine basıldığında oynamaması ve kırılmaması da sağlanmış olmaktadır. Öte yandan, aralıklı tahtalar üzerine kaplanabilme özelliğine sahip olan özel kiremit altı su yalıtım levhaları, kaplama tahtası maliyetinden de % 70'in üzerinde tasarruf sağlamaktadır **[56]**.

Özel kiremit altı su yalıtım levhaları ahşap taşıyıcı sistemli çatılara galvanizli, plastik rondelalı çivilerle tespit edilmektedir. Betonarme taşıyıcı sistemli çatılarda ise, geliştirilmiş olan özel çivilerle, hiç ahşap kullanmadan uygulama yapmak mümkündür. Matkapla açılan çivi deliğine sıkışacak şekilde tasarlanan beton çivileri, kaplamanın en sert rüzgârlara karşı dayanıklı olmasını sağlamaktadır. Isı yalıtım ürünleriyle birlikte tespiti için farklı boylarda ahşap ve beton çivileri de bulunmaktadır **[56]**.

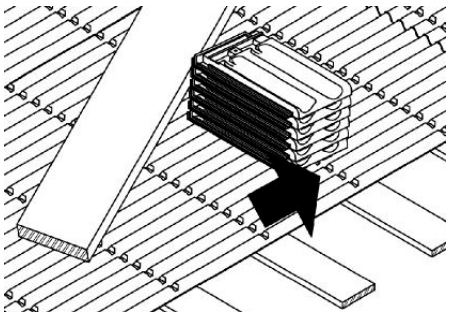
Özel su yalıtım levhalarının çatıya uygulanmasında uyulması gereken bazı kurallar bulunmaktadır. Bunları aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür.

- Özel su yalıtım levhaları altında bulun kaplama tahtaları en az 10 cm eninde olmalı ve 34 cm arayla çakılmalıdır. Marsilya tipi kiremitler için kullanılan su yalıtım levhasının uygulanması durumunda özel profilli çukur bölümlerin kaplama tahtaları üstüne gelmesine dikkat edilmelidir.
- Özel kiremit altı su yalıtım levhaları arasında yarım levha şaşırtma yapılmalı, enine ve boyuna bindirmelerde üst üste gelen levhalar aynı çiviyle çakılarak birlikte tespit edilmelidir (Şekil 4.13).



Şekil 4.13 Özel kiremit altı su yalıtım levhalarında yapılan şaşırtma **[56]**

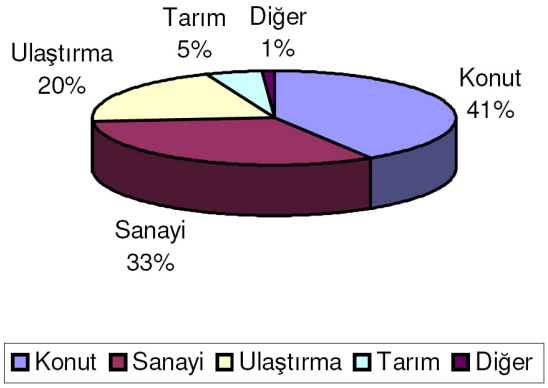
- Her levhada en az 10 çivi kullanılmalı, % 75'in üzerindeki eğimlerde çivi sayısı artırılmalıdır. Çiviler oluk tepelerine çakılmalıdır.
- Yatay ve eğik mahyalar en az 10 cm eninde su geçirimsiz bant ile kapatılmalıdır. Eğik dereler için de metal dereler yapılmalıdır.
- Kiremitler çatıya taşınırken ana yürüyüş yollarında kalas kullanılmalı, çukur profilinin üzerine gelmek koşuluyla oluk yönüne dik olacak şekilde istiflenmelidir (Şekil 4.14), **[56]**.



Şekil 4.14 Kiremitlerin istiflenme şekli **[56]**

4.1.2 Isı Yalıtım Ürünleri

Yeryüzünde enerji kaynaklarının hızla azalıyor olması ve küresel ısınma, bütün dünya ülkelerinin enerji gereksinimlerini kontrol altına almalarını ve enerji etkin kullanım yöntemleri geliştirmelerini de beraberinde getirmiştir. Türkiye'de de her geçen yıl artış göstermekte olan enerji tüketiminde konut sektörü % 41'lik oranla ilk sırayı almaktadır. Bu oranı % 33'lük oranla ise sanayi sektörü izlemektedir (Şekil 4.15), (İzoder, 2006).

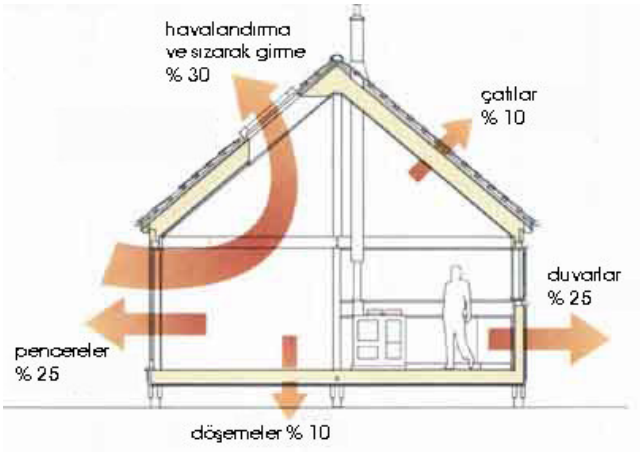


Şekil 4.15 Sektörlere göre enerji tüketimi (Akıncı, 2007)

Yapılarda kullanılan enerjinin büyük bir bölümü ısıtma ve soğutma amaçlı olarak

tüketilmektedir. Enerjinin etkin kullanılması ise ısı yalıtımı ile sağlanabilmektedir. Bu amaç doğrultusunda sağlıklı yaşam koşullarının oluşturulması, yakıt tüketiminin azaltılarak daha düşük yakıt giderleri ile ısıtma ve soğutma yapılabilmesi, buna bağlı olarak da hava kirliliğinin azaltılmasının sağlanması, binanın iç ve dış etkenlerden korunarak servis ömrünün uzatılması ve ısı kaybının azaltılması için yapılan işlemlere **"ısı yalıtımı"** denilmektedir (İzoder, 2006).

Yapılarda duvarlardan ve pencerelerden sonra en fazla ısı kaybının gerçekleştiği bölümler çatılardır (Şekil 4.16). Çatılarda, çatının kullanım durumu, eğimi, taşıyıcı sistemi, yük taşıma gücü gibi etkenler göz önüne alınarak uygun ısı yalıtım ürünü seçilmeli ve buna göre yalıtım yapılmalıdır. Böylece seçimi doğru yapılmış ve doğru uygulanmış bir ısı yalıtımı sayesinde kullanıcılar için konfor koşulları sağlanmış ve yoğuşma riski önlenmiş olmaktadır.



Şekil 4.16 Isı kaybının gerçekleştiği bölümler **[41]**

Isı yalıtım ürünleri, ısı kayıplarının azaltılmasında kullanılan, düşük kalınlıklarda enerji tasarrufu sağlamak amacıyla üretilmiş, yüksek ısıl dirence sahip özel ürünlerdir. Genellikle heterojen yapılı malzemelerin bir karışımı olarak elde edilmektedir ve havayla dolu hücreleri saran katı bir çeperden oluşan bir iskelete sahiptir (Toydemir vd., 2006). Bu sebeplerden dolayı da hafif yapılıdır.

Isı yalıtım ürünleri üretimleri sonucunda veya kimyasal bileşimlerinden dolayı kapalı veya açık boşluklu özellik göstermektedir. Kapalı gözenekli ısı yalıtım ürünleri, yapıları süreklilik gösterdiği için gaz ve buharı geçirmezken; açık gözenekli ısı yalıtım ürünleri böyle bir sürekliliğe sahip olmadığından her türlü gaz ve buharın geçişine açıktır. Bunun yanı sıra gözeneklerin çok olması ısı tutuculuk değerini artırırken, basınç dayanımını azaltmaktadır. Bu

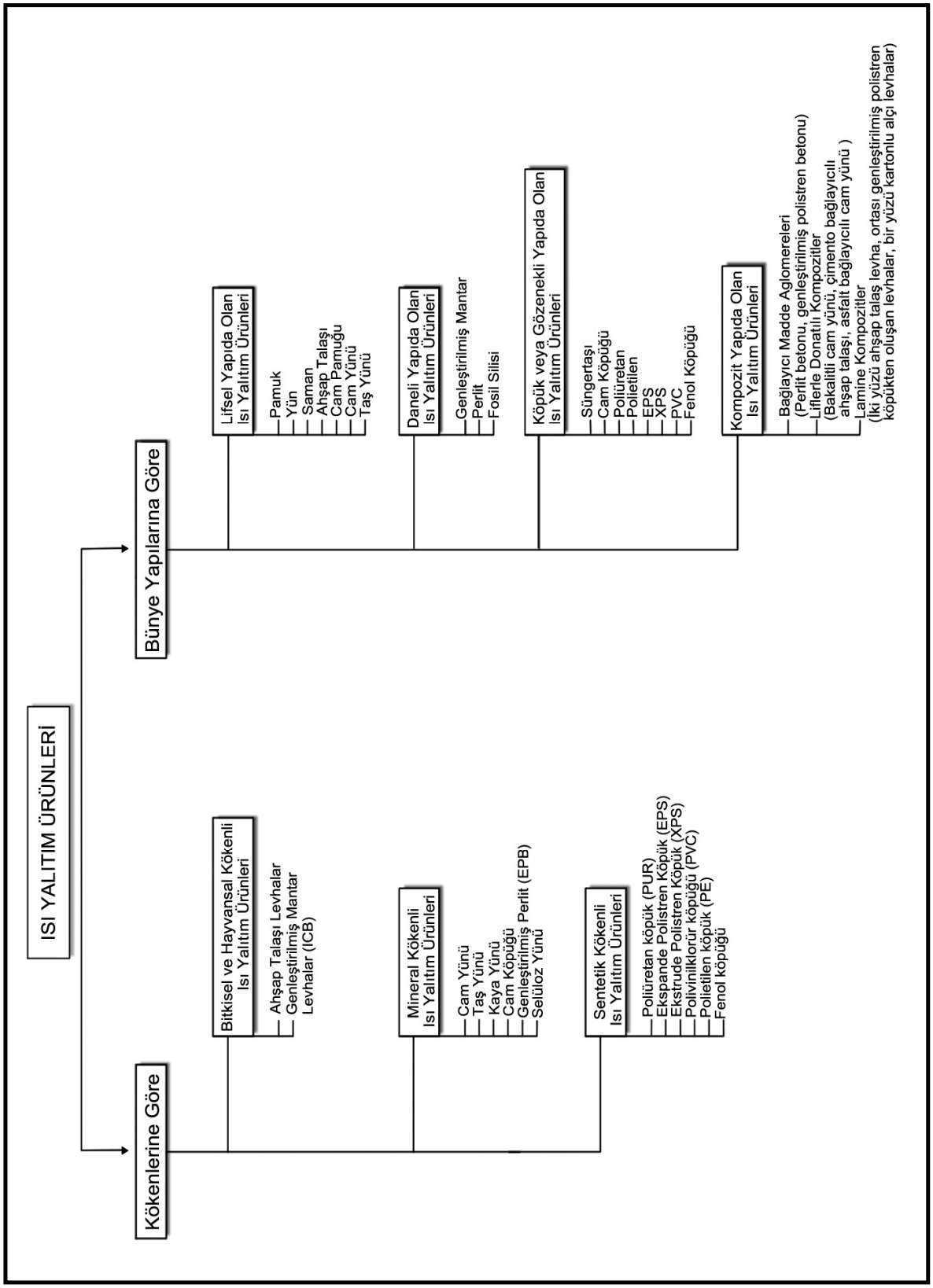
sebeple, ısı yalıtım ürünlerinden beklenen en önemli özellik olan ısı iletkenlik değerinin küçük olmasının yanında bazı özelliklere de sahip olması gerekmektedir (Toydemir vd., 2004). Bu özellikler şu şekilde sıralanabilmektedir:

- Isı yalıtım ürünleri statik ve dinamik yükler karşısında yeterli basınç dayanımına sahip olmalı, zamanla çökme ve yığılma yapmamalıdır.
- Isı farkları sonucunda meydana gelen genleşme karşısında dayanıklılık göstermeli, eğilme karşısında da çekme gerilmelerini karşılayabilmelidir.
- Buhar difüzyon dayanımları, ısı yalıtım ürününün kullanılacağı yerin özelliklerine göre belirlenmelidir.
- Yalıtım görevlerini tam olarak yerine getirebilmeleri için hafif olmalıdır.
- Isı tutuculuk seviyesi kullanım yerinin koşullarına bağlıdır.
- Isı yalıtım ürünleri boyutsal kararlılığa sahip olmalı, iç ve dış etkenler karşısında hacim ve şekil değişikliğine uğramamalıdır.
- Kimyasal etkenler karşısında dayanıklı olmalıdır.
- Yalıtım ürünlerinin yerine uygulanması sırasında değişik aletlerle, kesme, delme, çakma, yapıştırma gibi işlemlerin kolayca yapılabilmesine olanak vermelidir.
- Yalıtım ürünleri yanmayan ve alev geçirmeyen özelliklere sahip olmalıdır.
- Bünyesine su almamalı ve yalıtım değerini bina ömrü boyunca korumalıdır.
- Yapılarında mikroorganizma barındırmamalı, kaşınma ve alerji yapmamalıdır.
- Çeşitli etkenler karşısında çürümemeli veya çözülmemelidir.
- Kokusuz olmalı, kanserojen madde içermemelidir.
- Uygulanması ve işçiliği kolay olmalı, fire vermemelidir.
- Zehirli gaz içermemeli, insan sağlığına zarar vermemelidir.
- Detay bazında ekonomik olmalıdır (Toydemir vd., 2004; Akıncı, 2007).

Tüm bu özelliklere sahip olan ısı yalıtım ürünleri ile yapılan ısı yalıtım uygulamaları konforlu bir ortamı ve sağlıklı bir yaşamı da beraberinde getirmektedir.

Eğimli çatılarda kullanılan ısı yalıtım ürünleri; cam yünü, taş yünü, kaya yünü, selüloz yünü, EPS, XPS, poliüretan, fenol köpüğü, cam köpüğü, ahşap yünü levhalar, EPB, ICB ve ahşap lifli levhalardır. Bu ürünlerin sınıflandırılmaları değişik şekillerde yapılabilmektedir. En çok kullanılan sınıflandırma şekli ise ısı yalıtım ürünlerinin kökenlerine göre ve bünye yapılarına göre yapılan sınıflandırmadır (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2 Isı yalıtım ürünlerinin sınıflandırılması



4.1.2.1 Kökenlerine Göre Isı Yalıtım Ürünleri

Bu grupta yer alan ısı yalıtım ürünleri;

- Bitkisel ve hayvansal kökenli ısı yalıtım ürünleri,
- Mineral kökenli ısı yalıtım ürünleri,
- Sentetik kökenli ısı yalıtım ürünleri olmak üzere üç grupta incelenebilmektedir (Toydemir vd., 2004; Akıncı, 2007).

a) Bitkisel ve hayvansal kökenli ısı yalıtım ürünleri

Bitkisel ve hayvansal kökenli ısı yalıtım ürünleri lifli, taneli veya köpük şeklinde olabilmektedir. Lif şeklindeki ısı yalıtım ürünleri pamuk, yün, ipek, yumuşak ahşap lif, keten, palmiye lifleri, jüt, tahta ve turptur. Tane şeklinde olan ısı yalıtım ürünleri, mantar ve toz halinde olan talaştır. Köpük şeklinde olan ısı yalıtım ürünleri ise sertleştirilmiş yapay melamin reçinesidir (Toydemir vd., 2004).

Bitkisel ve hayvansal kökenli ısı yalıtım ürünlerinde bağlayıcı olarak genellikle katran, asfalt, alçı, çimento ve yapay reçine kullanılmaktadır (Akıncı, 2007). Anorganik bağlayıcı elemanların ısı iletim katsayısı organik bağlayıcılı elemanlara göre daha yüksektir.

Günümüzde artık çok fazla kullanım alanı bulamayan bitkisel ve hayvansal kökenli bu ısı yalıtım ürünlerinden eğimli çatılarda kullanılanları ahşap talaşı levhalar ile genleştirilmiş mantar levhalardır.

- **Ahşap Talaşı Levhalar**

Ahşap rende talaşının, mineral bağlayıcıların bağlama özelliğine zararlı etki yapan maddelerin etkisiz duruma getirilmesi için yapılan işlemden sonra magnezit, alçı ve çimento gibi mineral bağlayıcı maddelerle bulanarak veya tozlandırılarak yüksek sıcaklıklarda preslenmesi yoluyla elde edilen bir ısı yalıtım ürünüdür (Şekil 4.17), (Özer, 1974; Ünal, 2002). Değişik kalıplara basılarak istenilen şekiller verilebilmektedir.

Kesilip, çivilenebilen, kendi kendini taşıyabilen, kolay uygulanan ve sıva için uygun bir yüzey oluşturan ahşap talaşı levhalar, doğal yapısı gereği çevre dostu ürünlerdir. Güneşin ultraviyole ışınlarından etkilenmemesine karşın, organik kökenli bir ürün olması nedeniyle çeşitli böcek ve organizmalardan zarar görebilmektedir (Ünal, 2002). Basınç ve ses yalıtımı özelliği iyi olan bu ürünler aynı zamanda ses yalıtımı özelliği de göstermektedir. Yapılarda kullanılan ahşap talaşı levhalar TS 305 standardına göre seçilmelidir (Çizelge 4.3).

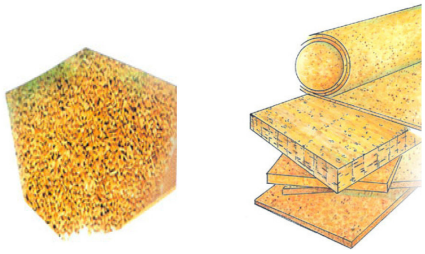
Şekil 4.17 Ahşap talaşı levhalar **[35]**

Çizelge 4.3 Ahşap talaşı levhaların özellikleri **[35]**

Isı iletkenlik değeri	0,09- 0,15 W/ mK
Kullanım sıcaklığı	+ 110 ºC
Yoğunluk	360- 570 kg/m³
Buhar difüzyon dayanım kat sayısı	2- 5
Su emme	~ % 10
Mekanik dayanımı	20 ton/m²

- **Genleştirilmiş Mantar Levhalar (ICB)**

Mantar levhası, doğal mantarın kırılması veya öğütülmesi ile meydana gelen parçacıkların fırınlanması ve bunların bitüm, reçine vb. bağlayıcılar kullanılarak veya kendi yapısındaki doğal yapıştırıcı maddeler ile ısı ve basınç altında birleştirilmesiyle elde edilen ürünlerdir (Özer, 1974), (Şekil 4.18). Kuzey Afrika kıyıları ile Sicilya, Korsika, Sardunya adalarında yetişen ağaçların kabuklarından elde edilmektedir.



Şekil 4.18 Mantar levhalar (Akıncı, 2007)

Mantar levhalara basınçla zift emdirme yöntemiyle istenilen şekli vermek mümkündür. Bu şekilde elde edilen levha veya şekillendirilmiş haldeki mantarın yoğunluğu 120- 150 kg/m³ arasında değişmekte ve ısı iletim kat sayıları da 0,051- 0,065 W/mK değerine ulaşmaktadır

(Akıncı, 2007). Şayet yalıtım yapılacak bölümde hava geçirgenliği de önlenmek isteniyorsa, yoğunluk 250 kg/m³ olacak şekilde preslenmekte, böylece mantar en fazla 110 ºC 'ye kadar kullanılabilmektedir. Uygulanan pişirme yöntemi yanında bağlayıcıların türüne göre katkısız, katranlı ve kazeinli mantar olmak üzere üç grupta toplanabilmektedir (Kahraman, 1999).

Homojen gözenekli bir yapıya sahip olan mantar levhalar, nispeten pahalı olan, genel özellikleri açısından da yapıştırılması, çivilenmesi, kesilmesi kolay olan ancak Türkiye'de çok fazla kullanılmayan bir yalıtım ürünüdür. Çürümeyen, zor yanan, yanarken de is çıkaran bir yapıya sahip olan bu ısı yalıtım ürünleri kimyasal maddelere karşı da dayanıklı bir özellik göstermektedir. Öte yandan, halojenlere, amonyağa ve eter yağlarına karşı dayanıksızdır (Sözer, 2005). Mantar ısı yalıtım levhaları genellikle 20, 30, 40, 50, 100, 150 ve 200 mm kalınlıklarında üretilirler. Yapılarda ısı yalıtımında kullanılacak olan genleştirilmiş mantar levhalar TS EN 13170 standardına göre seçilmelidir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4 Genleştirilmiş mantar levhaların (ICB) özellikleri **[35]**

Isı iletkenlik değeri	0,040- 0,055 W/mK
Kullanım sıcaklığı	- 180 / +100 ºC
Yoğunluk	80- 500 kg/m³
Buhar difüzyon dayanım kat sayısı	10- 35
Su emme	Su emmez.
Mekanik dayanımı	Mekanik dayanımı yoktur.

b) Mineral kökenli ısı yalıtım ürünleri

Mineral kökenli ısı yalıtım ürünleri, lif, tane ve toz halindeki anorganik maddelerden meydana geldiği için anorganik ısı yalıtım ürünleri olarak da bilinmektedir. Cam yünü, taş yünü, kaya yünü, perlit, cam köpüğü, fosil silis, cam pamuğu, genleştirilmiş mika, genleştirilmiş kil ve cüruf yünü gibi ürünler mineral kökenli ısı yalıtım ürünlerini oluşturmaktadır (Toydemir vd., 2004).

Mineral kökenli ısı yalıtım ürünlerinin kullanılabilmesi için bazı işlemlerden geçirilmesi gereklidir. Taş yünü, fosil silis gibi mineral kökenli ısı yalıtım ürünleri basit işlemlerden geçirilerek kullanılırken diğer mineral kökenli ısı yalıtım ürünleri daha karışık işlemlerden geçirilerek kullanılabilmektedir. Bunun yanı sıra mineral kökenli ısı yalıtım ürünlerinde bağlayıcı olarak çimento ve alçı kullanılmaktadır (Toydemir vd., 2004).

Mineral kökenli ısı yalıtım ürünleri içerisinde eğimli çatılarda kullanılanları cam yünü, taş yünü, kaya yünü, cam köpüğü, perlit ve selüloz yünüdür.

- **Cam yünü**

Cam; yüksek sıcaklıkta değişik malzemelerin bir arada erimesi ve aralarında kimyasal bir bağ bulunmaması esasına dayanmaktadır. Yalıtım ürünü olarak ise cam, silis kumun 1200- 1250 ºC gibi yüksek sıcaklıklarda ergitilerek elyaf haline getirilmesi ile elde edilen, çapları 3- 5 mikron boyutunda olan ince liflerden oluşan bir ısı yalıtım ürünüdür (Özer, 1974, Sözer, 2005), (Şekil 4.19). Ayrıca cam yünü, lifli yapıda olduğu için kapiler emicilikleri yüksektir. Isı yalıtım ürünü olarak cam yünü, eğimli çatılarda şilte, levha veya dökme ürünler şeklinde kullanılmaktadır.

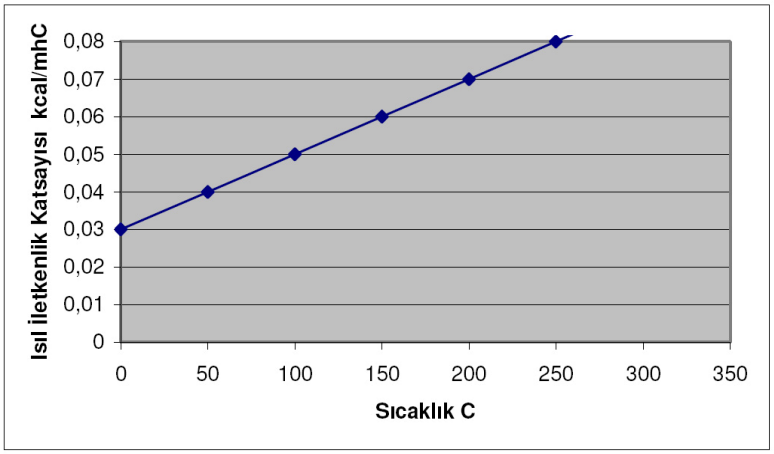
Şekil 4.19 Cam yünü **[36]**

Cam yününün bakalitli (sarı) ve bakalitsiz (beyaz) olmak üzere iki tipi bulunmaktadır. Bakalitsiz olanları genellikle kümes teline veya oluklu mukavva gibi ürünlere tel ile dikilerek şilte halinde kullanılmaktadır (Akıncı, 2007). Kullanım sıcaklığı en fazla + 250 ºC olan bakalitli cam yünleri genellikle yapıların ısı yalıtımlarında kullanılmaktadır. Bakalitsiz cam yünleri ise daha çok sanayi ısı yalıtımlarında - 100 ºC ile + 550 ºC sıcaklıkları arasında kullanılmaktadır (Özer, 1974). Bakalitsiz cam yünleri 5- 25 mm kalınlıklarda üretilirken bakalitli cam yünleri 20- 150 mm kalınlıklarda üretilmektedir.

Bakalitsiz cam yününde su, ürünün gözeneklerini kapayarak ısı köprüsü oluşturacağından ısı yalıtım ürününün etkisini azaltmakta veya yok etmektedir. Bakalitli cam yününde ise, suyun etkisi ile cam yününde bağlayıcılık görevi gören bakalit çözünmekte ve böylece bakalitin bağlayıcılık görevi kalmayacağı için ürünün yalıtkanlık özelliği azalmaktadır (Akıncı, 2007).

Genellikle bakalitsiz cam yünleri + 550 ºC 'den daha yüksek ısılarda eriyerek cam topakçığı haline gelmekte ve ürünün yalıtım özelliği kalmamaktadır. Bakalitli cam yünlerinde ise, + 250 ºC 'de bakalit koku çıkararak yanmaya başlamakta ve ürünün yalıtım özelliği kalmamaktadır.

Yanma sonucunda bakalitin bağlayıcılık görevi yapmamasından dolayı liflerin bağlayıcılığı yok olur. Sıcaklığın daha da artması durumunda cam yününün sarı rengi önce kahverengiye dönüşür, sıcaklığın +500 - 550 ºC 'yi bulması halinde ise bakalit tamamen yok olur ve rengi de beyaz haline gelir. Cam topakçığı haline gelen bu ürünlerin artık yalıtım özelliği kalmamış olur. Cam yününün ısı iletim kat sayıları 0 ºC sıcaklıkta 0,048 W/ mK değerinde iken + 450 ºC sıcaklıkta 0,193 W/ mK değerine kadar artabilmektedir (Reman, 2000, İzoder, 2006), (Şekil 4.20), (Çizelge 4.5, Çizelge 4.6).



Şekil 4.20 Cam yünü ısı iletkenlik kat sayısının sıcaklıkla değişim grafiği (Akıncı, 2007)

Çizelge 4.5 Bakalitli cam yününün sıcaklık ve yoğunluğa göre ısı iletim kat sayılarının değişimi (Akıncı, 2007)

Ortalama Sıcaklık (ºC)	Yoğunluğa Göre Isı İletkenlik Katsayıları (W/ mK)		
	16 kg/m³	48 kg/m³	80 kg/m³
-20	0,031	0,028	0,028
10	0,037	0,030	0,031
20	0,040	0,032	0,032
50	0,047	0,035	0,035
100	0,065	0,044	0,042

Cam yünü DIN 4102 standartlarına göre A sınıfı yanmaz bir ürün olarak tanımlanmaktadır. Suyun ısı iletkenliği cam yününden 14 kat daha kötü olduğu için, cam yünü içindeki boşlukların su ile dolması durumunda cam yününün ısı iletkenlik özelliği kaybolmaktadır. Ancak ıslanan cam yünü kurutulduğunda eski özelliğini tekrar kazanabilmektedir. Cam

yününün kullanım ömrü normal çevresel koşullar altında 40- 50 yıl arasındadır (İzoder, 2006).

Çizelge 4.6 Bakalitsiz cam yününün sıcaklık ve yoğunluğa göre ısı iletim kat sayılarının değişimi (Akıncı, 2007)

Ortalama Sıcaklık (ºC)	Yoğunluğa Göre Isı İletkenlik Katsayıları (W/ mK)
	130 kg/m³
0	0,035
50	0,045
100	0,056
250	0,073
350	0,096
500	0,141

Diğer ısı yalıtım ürünlerine göre daha çok kullanım alanı bulan cam yünü aşağıdaki özelliklere sahiptir.

- Atmosfer koşullarına dayanıklıdır.
- Kimyasal olarak nötrdür.
- Higroskopik değildir.
- Dış kuvvetlerin etkisi ile kolayca şekil değişikliğine uğrarlar.
- Asitlere karşı dayanıklıdır.
- Küf tutmaz, haşerelerin yuvası olmaz.
- İşçiliği kolaydır, bıçak gibi kesici aletlerle kolayca istenilen şekilde kesilebilir.
- Sarsıntı ve ufalanmaya karşı dayanıklıdır.
- Deri ile temas edince kaşındırır, bu sebeple eldiven giyilmesi gereklidir **[48]**.

Bu özelliklerinin dışında, cam yününün kapalı çatılarda mertek aralarında kullanımı, buhar kesici kullanılması koşulu ile mümkün olmaktadır. Ayrıca basınç dayanımı az olduğu için yürünen çatılarda kullanılması doğru değildir (Özer, 1974).

Cam yünü ekonomik yapısıyla ve yüksek ısı yalıtım özelliği ile genel olarak ekonomik olan ısı yalıtım ürünleri içerisinde yer almaktadır. Ürünün maliyeti yoğunluğuyla doğrudan ilgili olduğu için az yoğunluklu rulo ürünler oldukça ekonomiktir. Ancak yoğunluğun artması ile maliyeti de yükselmektedir. Öte yandan, cam yünü ısı yalıtım ürünlerinin TS 901-1 ve EN 13162 standartlarında yer alan özelliklere göre seçilmesi gerekliliği de unutulmamalıdır (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7 Cam yünü ısı yalıtım ürününün özellikleri

Isı iletkenlik değeri	0,04 W/mK
Kullanım sıcaklığı	+ 250 ºC
Yoğunluk	14- 100 kg/m³
Buhar difüzyon dayanım kat sayısı	1
Su emme	% 3- 10
Mekanik dayanımı	1,5- 6,5 ton/m²

- **Taş yünü**

Taş yünü, yerli olarak elde edilen inorganik hammadde bazalt veya diabaz taşının 1350- 1400 ºC gibi yüksek sıcaklıklarda ergitilerek merkezkaç yöntemi ile elyaf haline getirilmesiyle elde edilen bir ısı yalıtım ürünüdür (Sözer, 2005), (Şekil 4.21). İlk defa 1897'de Amerika'da yapılmış ve yalıtım amacı ile kullanılmaya başlanmıştır. Elyaf haline getirme işleminde ham madde, kireç taşı ile karıştırılır ve 1600 ºC 'de ergitilir. Eriyik kaya çok hızla dönen bir diskin üzerine damlatılır. Buradan lif çapları 5 mikron civarında olan çok uzun iplikçikler halinde çıkar. İplikler toplandıktan sonra yapıştırıcı özellikteki sentetik reçine ve yağ ilavesi ile kaya yünü malzemeleri şilte haline getirilir. Rengi koyu gri renkte olup şiltelerin özellikleri şekillerine bağlı olarak değişiklik gösterir (Akıncı, 2007).

Şekil 4.21 Şilte ve levha halindeki taş yünü **[36], [37]**

Taş yünleri; kükürt esaslı ve kalsiyum esaslı olmak üzere iki çeşittir. Kalsiyum esaslı taş yünleri sert asitlere karşı dayanıklılık gösterirken, kükürt esaslı taş yünleri temas ettikleri yüzeylerde korozyon yaparlar. Taş yünü, cam yününe göre daha yüksek sıcaklıklarda (1000 ºC) kullanılabilmektedir. DIN 4102'e göre A yangın sınıfı yanmaz bir ürün olan taş yünü iki saat süreyle yangına dayanabilir (Çakır, 2000). Bu özelliğinden dolayı yangın yalıtımında da kullanılabilmektedir. Ancak ürün; kâğıt, mukavva, bitümlü karton veya kraft kâğıdı kaplıysa kaplama yüzeyindeki sıcaklığın ürünün dayanabileceği sıcaklığı aşmaması gereklidir. Bu

sıcaklık da 80- 100 ºC civarındadır. Taş yününün yapısında bakalit varsa maksimum kullanma sıcaklığı 200- 250 ºC 'dır (Akıncı, 2007).

Taş yünü piyasada düşük yoğunluklu (20- 100 kg/m³) ve yüksek yoğunluklu (100- 200 kg/m³) olmak üzere iki şekilde bulunmaktadır (Çizelge 4.8 ve Çizelge 4.9). Düşük yoğunluklu taş yünü 20- 120 mm kalınlıklarda satılırken, yüksek yoğunluklu taş yünü 20- 150 mm kalınlıklarda satılmaktadır **[50]**.

Çizelge 4.8 Düşük yoğunluklu tam yününün sıcaklığa ve yoğunluğa bağlı ısı iletim kat sayıları (Akıncı, 2007)

Ortalama	Yoğunluğa Göre Isı İletim Katsayıları (W/mK)				
Sıcaklık (ºC)	23kg/m³	33kg/m³	45kg/m³	60kg/m³	80kg/m³
10	0,037	0,035	0,033	0,033	0,033
50	-	0,043	0,039	0,038	0,038
100	-	0,055	0,047	0,045	0,045
200	-	-	0,07	0,066	0,066
300	-	-	-	-	-
400	-	-	-	-	-

Çizelge 4.9 Yüksek yoğunluklu tam yününün sıcaklığa ve yoğunluğa bağlı ısı iletim kat sayıları (Akıncı, 2007)

Ortalama	Yoğunluğa Göre Isı İletim Katsayıları (W/mK)		
Sıcaklık (ºC)	100 kg/m³	140 kg/m³	200 kg/m³
10	0,033	0,033	0,034
50	0,037	0,037	0,038
100	0,044	0,044	0,043
200	0,064	0,060	0,059
300	0,088	0,081	0,079
400	0,112	0,106	0,100

Taş yününde liflerin her yöne dağılmış olmasından dolayı mekanik dayanımı cam yününe göre daha fazladır; çünkü cam yününde lifler yatay doğrultuda sıralanmıştır. Taş yününün su emme özelliğinin yüksek olmasının nedeni ise, lifli yapıda ve gözenekli olmasıdır. Ancak taş yünü ıslandığı zaman yalıtma özelliği kaybolmaktadır. Bu nedenle bazı taş yünü tiplerinde

ürünün içine su itici silikon sıkılarak daha dayanıklı hale getirilmektedir **[50]**.

Taş yününün buhar geçirimsizlik direnci düşük olduğu için yapısında yoğuşma riski yüksektir. Bu nedenle ısı yalıtımı amaçlı yapılan taş yünü kaplamanın sıcak yüzü tarafına buhar- su yalıtımı amaçlı alüminyum folyo, bitümlü karton, PVC veya polietilen konulmalıdır. Ayrıca taş yünü noktasal yüklere karşı dayanıksız olduğu için uygulamada bu tür yüklerle karşı karşıya kalması önlenmelidir.

Taş yününün özelliklerini aşağıdaki gibi özetlemek mümkündür.

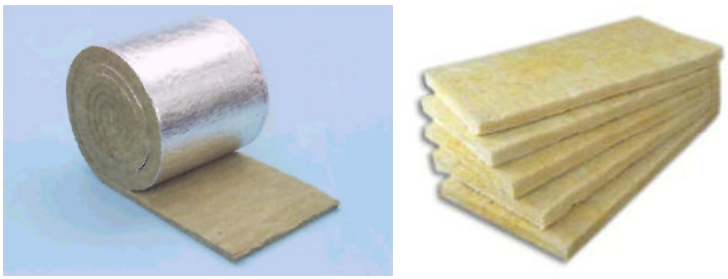
- Mükemmel ısı, ses ve yangın yalıtımı sağlar.
- Yanmaz.
- Difüzyona açık, nefes alan dokusu ile yoğuşmayı önler.
- Deforme olmaz.
- Kullanım alanına göre özel olarak tasarlanabilir.
- Uygulaması kolaydır.
- Kimyasal maddelerden zarar görmez, korozyona uğramaz.
- Zamana dayanıklıdır, kullanım ömrü yapının ekonomik ömrü kadardır.
- Haşere ve mikroorganizmalardan etkilenmez.
- Kullanım alanlarına göre, cam tülü, alüminyum folyo, kraft kâğıdı vb. malzemeler uygulanabilir (Sözer, 2005, İyedam, 2007, Akıncı, 2007).

Çizelge 4.10 Taş yünü ısı yalıtım ürününün özellikleri

Isı iletkenlik değeri	0,04 W/mK
Kullanım sıcaklığı	+ 750 ºC
Yoğunluk	30- 200 kg/m³
Buhar difüzyon dayanım kat sayısı	1
Su emme	% 2,5- 10
Mekanik dayanımı	1,5- 6,5 ton/m²

- **Kaya yünü**

Kaya yünü, % 60 diabaz, % 20 kireç ve % 20 kömür tozu karışımının 1500- 2000 °C sıcaklıktaki fırınlarda eritilip, çok ince tabakalar halinde çıkartıldıktan sonra ip halinde kesilmesi ve reçine eklendikten sonra sıkıştırılması sonucu elde edilen ısı yalıtım ürünüdür (Şekil 4.22), **[38]**.



Şekil 4.22 Şilte ve levha halindeki kaya yünü **[38], [39]**

Kullanım yeri, maruz kalacağı sıcaklık ve basınca göre farklı kalınlık, yoğunluk, bağlayıcı oranı ve kaplama malzemesi kullanarak dökme, levha veya şilte formunda üretilebilmektedir. Kaya yünü ısı yalıtım özelliklerinin yanı sıra yüksek ses yalıtımı özelliğine de sahiptir. – 50 ile + 750 ºC sıcaklıkları arasında kullanılabilirler (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11 Kaya yünü ısı yalıtım ürününün özellikleri

Isı iletkenlik değeri	0,040 W/mK
Kullanım sıcaklığı	- 50/ + 750 ºC
Yoğunluk	40- 150 kg/ m³
Buhar difüzyon dayanım kat	1
Su emme	% 1
Mekanik dayanımı	70 kPa

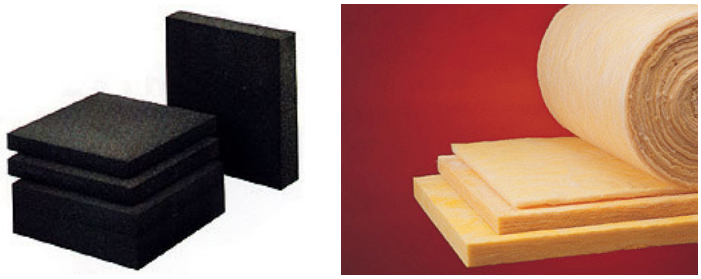
Kaya yünü ısı yalıtım ürünlerinin boyutsal kararlılıkları bulunmaktadır, sıcaklık ve nem etkisi ile boyut değiştirmezler. Öte yandan, su tutma kapasiteleri yüksektir ve A sınıfı yanmaz malzemeler grubunda yer almaktadır **[38]**.

- **Cam köpüğü**

Cam köpüğü, toz camın karbon ile birlikte ergitilmesiyle elde edilen ve kapalı cam hücrelerine sahip ısı yalıtım ürünüdür (Sözer, 2005), (Şekil 4.23). Bu işlem sırasında karbon oksijen ile birleşip gaz kabarcıkları oluşturmakta ve cam eriği böylece orijinal hacminin 20 katı kadar büyütülerek köpük haline dönüştürülmektedir **[50]**.

Gözenek yüzdesi, % 93- 94 olan bu malzeme soğutma işleminden sonra bloklar, tabakalar ve levhalar halinde kesilmektedir. Cam köpüğü, ezilmeye karşı dayanıklıdır ve oldukça güçlü, sert bir malzemedir. Ancak kolay kırılabilir, sürtünmeye dayanıksız ve sürtünme karşısında

toz haline gelen bir özelliğe de sahiptir. Bunun yanı sıra hidroflorik asit hariç her türlü asit ve buhara, kimyasal etkilere, su sızıntılarına ve korozyona karşı dayanıklıdır, çürümez, küflenmez ve mikroorganizma barındırmaz (Akıncı, 2007, Sözer, 2005). Su emme özelliği olmadığından su emme yüzdesi 0'dır (Çizelge 4.12). Bu nedenle, cam köpüğü su buharını geçirmeyen tek yalıtım ürünüdür.



Şekil 4.23 Cam köpüğü **[40]**

Çizelge 4.12 Cam köpüğünün özellikleri

Isı iletkenlik değeri	0,052 W/mK
Kullanım sıcaklığı	- 260/ +430 ºC
Yoğunluk	100- 200 kg/m³
Buhar difüzyon dayanım kat sayısı	10000
Su emme	Su emmez
Mekanik dayanımı	48- 880 ton/m²

- **Genleştirilmiş perlit (EPB)**

Perlit, magmanın asit fazında oluşan lavların soğuyup gözle ve mikroskopla görülebilecek bir yapıda kırılmasının meydana getirdiği, kütle bünyesinde su damlacıkları bulunan volkanik bir cam türünü ifade etmektedir. Bazı perlit türleri kırıldığı zaman inci parlaklığında küçük küreler elde edildiğinden perlit ismi inci anlamına gelen "perle" kelimesinden türetilmiştir **[41]**.

Isı yalıtım ürünü olarak ise perlit elverişli bir sıcaklığa kadar ısıtıldığında genleşen ve gözenekli bir hale gelen, yapısında ortalama % 70- 75 oranında silisyum oksit bulunan asidik bir camdır (Şekil 4.24). Perlit gri ve siyah renk tonlarında olmakla birlikte özgül ağırlığı 2,2- 2,4 gr/ cm³'dür **[41]**.

Şekil 4.24 Eğimli çatılarda kullanılan perlit **[41]**

Perlit özel olarak yapılan döner fırınlarda 800- 1100 ºC civarında ısıl işleme tabi tutularak genişlemekte ve küçük tanelere dönüşmektedir. Hacimce genişleme, ilk hacminin 10- 30 katı olup rengi beyazlaşmaktadır. Genleşmiş perlit olarak ısı iletim kat sayısı yoğunluk ve kullanma sıcaklığına bağlı olarak çok düşük değerlere ulaşmakta ve bu özelliğinden dolayı da ısı yalıtım ürünün olarak kullanılmaktadır (Akıncı, 2007).

Gevşek dolgu şeklinde perlitin su emme özelliği olduğundan genleşmiş perlit silikonla işleme tabi tutulup bu özeliği kaldırılır. Böylece ateşe dayanıklı bir ürün haline gelir ve aynı zamanda küflenme de oluşmaz. Genleştirilmiş perlit çeşitli özelliklere sahiptir. Bunları;

- Gözenekli bir yapıya sahip olması,
- Hafif olması,
- Isı ve ses yalıtımını sağlaması,
- Yanmaması şeklinde sıralamak mümkündür **[41]**.

Perlitin gözenekli yapıya sahip olması ürüne emicilik ve yüzeyde soğuma özelliği kazandırmaktadır. Isı yalıtımının istendiği durumlarda ise emicilik istenen bir durum değildir. Bunun nedeni gözeneklere dolan suyun ısı iletkenliğini artırması olmaktadır. Böyle durumlarda perlitin yapısına silikon veya başka bir madde katılarak suya karşı dayanıklılığı artırılmaktadır.

Tane büyüklüğü dağılımına ve genleşme oranına bağlı olarak genleştirilmiş perlitin birim hacim ağırlıkları farklı değerlerde olabilmektedir. Genleştirilmiş perlit ürününün yoğunluğuna bağlı olarak ısı yalıtım özelliği de değişiklik göstermektedir. Yoğunluk arttıkça dayanım yükselirken, ısı yalıtım özelliği azalmaktadır. Bu nedenle kullanım alanına bağlı olarak gerekli yoğunluktaki perlit ürünü seçilmelidir **[41]**, (Şekil 4.25).

Şekil 4.25 Eğimli çatılarda perlit kullanımı **[41]**

Perlit kararlı kimyasal yapısı nedeniyle kimyasal reaksiyonlara girmeyen ve suda çözünmeyen bir maddedir. Bu özelliğinden dolayı perlit çeşitli kimyasal maddelerle birlikte onları etkilemeden kullanılabilmekte ayrıca fiziksel özellikleriyle de katkı yapmaktadır.

Anorganik bir yapıya sahip olan perlit hafiflik ve yalıtıcılık özellikleriyle, organik kökenli yapay malzemelere oranla yanmazlık üstünlüğüne sahiptir. Yanmazlık özelliği yanında yüksek ısılarda uzun süre bozulmadan dayanabilme gücüne de sahiptir **[41]**.

Çizelge 4.13 Perlitin özellikleri

Isı iletkenlik değeri	0,04 W/mK
Yumuşama noktası	+870/ +1100 ºC
Yoğunluk	2200- 2400 kg/m³
Ergime noktası	1260- 1343 °C
Özgül ısı	0,2 Cal/g °C (837 J/Kg.k)

- **Selüloz yünü**

Selüloz esaslı malzemelerden elde edilen, içerisinde bor tuzları barındıran, ısı, ses ve yangın yalıtım ürünüdür. Doğrudan selülozdan üretilebildiği gibi geri dönüştürülmüş kâğıtların toplanarak bor madeni ile özel işlemler kullanılarak işlenmesinden de üretilebilmektedir. Nefes alan yapısı sayesinde havayı iyi tutması nedeniyle doğaya özdeş bir malzemedir (Şekil 4.26), **[42]**.

Özel püskürtme makineleri sayesinde her türlü yüzeylere rahatça uygulanabilme özelliğine sahiptir. Tamamen doğal malzemelerden üretilmesi, ürünün performansının kullanım ömrü

boyunca sabit kalmasını sağlamaktadır. Hacimsel kaybı olmadığı gibi ısı, ses ve yangın yalıtım değerlerinde hiçbir bozulma olmamaktadır **[42]**.

Şekil 4.26 Eğimli çatılarda selüloz yünü kullanımı **[42]**

Selüloz yünü ısı yalıtım ürünleri, her yüzeyde istenilen kalınlıkta istenilen yoğunlukta uygulama yapma olanağına sahiptir. Uygulamada ek yeri olmaması her türlü ısı ve ses köprüsünün oluşmasını engellemektedir. Isı iletkenlik katsayısının düşük olması nedeniyle büyük oranda ısı yalıtımı sağlamaktadır. İçeriğindeki borun kaynama noktasının yüksek olması nedeniyle yangın yalıtımında da kullanılan bir üründür.

Elektriğe karşı dayanıklı olan selüloz yünü ısı yalıtım ürünleri, yapısında kimyasal maddeler içermediğinden kanserojen değildir. Zamanla bozulmaz, çürümez, korozyon ve paslanma yapmaz. Böcekler ve mikroorganizmalar tarafından tahrip edilemez ve küf tutmaz **[42]**.

Çizelge 4.14 Selüloz yününün özellikleri

Isı iletkenlik değeri	0,0365 W/mK
Yoğunluk	15- 150 kg/m³
Buhar difüzyon dayanım kat sayısı	-
Su emme	Su emmez

c) Sentetik kökenli ısı yalıtım ürünleri

Plastik köpük olarak da adlandırılan sentetik kökenli ısı yalıtım ürünlerini, ham madde ve elde ediliş, boşluk yapısı, köpürtme şekli ve sertlik derecelerine göre sınıflandırmak mümkündür (Akıncı, 2007).

Ham madde ve elde ediliş şekillerine göre ısı yalıtım ürünleri,

- Polikondezasyon reaksiyonları sonucu üre- formaldehit ve fenol,
- Polimerizasyon reaksiyonları sonucu polivinilklorür ve polistren,
- Poliadiyon reaksiyonları sonucu poliüretan şeklinde sınıflandırılmaktadır.

Boşluk yapılarına göre sentetik ısı yalıtım ürünleri,

- Açık gözenekli,
- Kapalı gözenekli,
- Karışık gözenekli olmak üzere üç grupta toplanmaktadır.

Köpürtme şekillerine göre ısı yalıtım ürünleri,

- Gaz karışımı yolu (hava veya kimyasal etkisi olmayan bir gaz ile ham maddenin çok hızlı köpürtülmesi ile gerçekleştirilmektedir),
- Fiziksel yol (freon gibi organik asıllı çözücü maddelerin ham madde ile karıştırılıp belirli derecede buharlaştırılması sonucu elde edilmektedir),
- Kimyasal yol (kimyasal reaksiyon sonucu gerçekleşmektedir) şeklinde gruplandırılmaktadır.

Sertlik derecelerine göre ise ısı yalıtım ürünleri,

- Yumuşak olanlar,
- Sert olanlar
- Yarı sert olanlar olmak üzere üç şekilde gruplandırılmaktadır.

Sentetik kökenli ısı yalıtım ürünleri doğada var olmayıp yapay olarak üretilen polimer esaslı ısı yalıtım ürünlerinden oluşmaktadır. En çok üretilen ve kullanılanları, poliüretan (PUR), ekstrude polistren köpük (XPS), ekspande polistren köpük (EPS), polivinilklorür (PVC), polietilen köpük ve fenol köpüğü gibi farklı kökenli ürünlerin köpük yapıda olanlarıdır (İyedam, 2007).

- **Poliüretan köpük (PUR)**

Poliüretan köpük, polyester veya polieterlerin izosiyanatlarla birleşmesinden elde edilen plastik bir ısı yalıtım ürünüdür (Özer, 1974). Diizosiyanatın ve reaksiyonu kolaylaştıran OH gruplu uygun polialkolün kullanılmasıyla da yüksek moleküllü poliüretan meydana

gelmektedir (Ünal, 2002), (Şekil 4.27).

Şekil 4.27 Poliüretan köpük **[40]**

Poliüretanların kimyasal yolla elde edilmelerinde su ile izosiyanat reaksiyonu sonucunda karbondioksit köpürmeyi sağlarken, fiziksel yolla elde edilmeleri düşük sıcaklıkta buharlaşan freon 11 köpük ham maddesine ilave olunarak ekzotermik reaksiyonla sıcaklığın yükselmesi sonucu buharlaşması ile köpürme meydana gelmektedir (Akıncı, 2007).

Poliüretan köpük sarı renktedir ve hücrelerinin % 95'i kapalı gözeneklidir. Ayrıca poliüretan köpükleri, açık veya kapalı gözenekli, yumuşak veya sert, küçük veya büyük hacim ağırlıklı olmak üzere çeşitli şekillerde üretilebilmektedir. Isı yalıtımında kapalı gözenekli sert köpükler kullanılmaktadır (Özer, 1974).

Su ve nem, poliüretan köpük için büyük bir sorun oluşturmaktadır. Eğimli çatılarda üzerine uygulanacak çatı örtüsü uygulanmadan önce çatı kesitinin içine giren veya daha sonra oluşan hasarlar sonucu kesitte biriken su, poliüretan köpüğün özelliklerini kaybetmesine neden olabilmektedir. Bu nedenle poliüretan köpük ısı yalıtım ürünleri sıcak ve kuru iklimlerde, nemli ve yağışlı bölgelere karşın daha kullanışlıdır (Çakır, 2000).

Poliüretan köpük, kapalı gözenekli yapısı sayesinde suyu yapısına almaz. Ancak su birleşim yerlerinden sızarak köpüğün altında birikebilmektedir. Bu durumda poliüretan köpüğün altında veya üzerinde biriken su zamanla köpüğün yumuşamasına neden olmaktadır. Nem, köpükteki izosiyanür ve polil arasındaki kimyasal reaksiyonu hızlandırarak dayanıklılığı ve termal rezistansı daha düşük bir ürünün oluşmasına yol açmaktadır. Bu durum köpüğün alt tabakalara yapışmasına da engel olmaktadır (Ünal, 2002; Çakır, 2000).

Poliüretan köpükte su buharı difüzyonu, dayanım, termal rezistans ve boyutsal kararlılığın özelliklerinde zayıflamaya neden olmaktadır. Buhar geçirgenliği nedeniyle eğimli çatılarda, köpük ile döşeme arasında buhar geçirimsiz bir ürün kullanılmalıdır (Çakır, 2000).

Poliüretan köpükler 20- 200 kg/m³ yoğunluklar arasında üretilebilmektedir. Ancak ısı yalıtımı amacıyla kullanılan poliüretan köpüğün TS 825'e göre en az 30 kg/m³ yoğunlukta olması gerekmektedir.

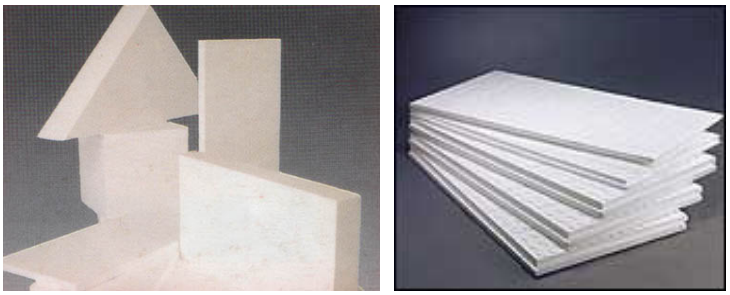
Poliüretan köpük hafif asitlere, benzine, mazota, alkalilere ve deniz suyuna karşı dayanıklılık göstermektedir. Poliüretan köpük eskime ve çürümeye dayanıklı olmakla birlikte mor ötesi ışınlar karşısında dayanıksız olduğu görülmüştür. Poliüretan köpüğün hacim ve şekil değişikliği dayanıklılığı ile özgül ağırlığı arasında yakın bir ilişki bulunmaktadır. 32 kg/m³ 'ün altındaki kaplanmamış plaklarda soğuk etkisi ile büzülme görülmektedir (Akıncı, 2007). Öte yandan, levhaların tek taraflı ısınması halinde de poliüretan köpük levhalarda şekil değişikliği görülmektedir. Bu nedenle her iki yüzünün de başka bir malzeme ile kaplanması gerekmektedir.

Çizelge 4.15 Poliüretan köpüğün özellikleri

Isı iletkenlik değeri	0,035 W/mK
Kullanım sıcaklığı	- 200 / +110 ºC
Yoğunluk	30- 200 kg m³
Buhar difüzyon dayanım kat sayısı	30- 100
Su emme	% 3- 5
Mekanik dayanımı	10- 40 ton/m²

- **Ekspanded Polistren Köpük (EPS)**

Ekspanded (genleştirilmiş) polistren köpük, petrol türevi malzemelerin değişik şişirme gazlarıyla genişletilerek köpük haline getirilmesiyle değişik yoğunluklarda üretilebilen, termoplastik, kapalı gözenekli, beyaz renkli bir ısı yalıtım ürünüdür (Salim, 2002), (Şekil 4.28).



Şekil 4.28 Ekspanded polistren köpük (EPS) **[36], [43]**

İlk olarak 1952 yılında Alman BASF firması tarafından üretilmiş ve Styropor adı ile dünyada tanınmıştır. Türkiye'de ise ilk olarak 1986 yılından sonra inşaat sektöründe yer alabilmiştir (Akıncı, 2007). Genleştirilmiş polistren köpük, günümüzde Türkiye dahil tüm dünya ülkelerinde en çok kullanılan yalıtım ürünlerinden biri haline gelmiştir. Bunun nedeni, diğer yalıtım ürünlerinden daha ucuz oluşu ve sahip olduğu teknik özelliklerdir.

Polistren taneciklerinin şişirilmesi ve birbirine kaynaşması ile elde edilen genleştirilmiş polistren köpük ürünlerinde, taneciklerin şişirilmesi ve köpük elde edilebilmesi için kullanılan şişirici gaz pentan veya bütandır. Pentan veya bütan, tanecikler içinde çok sayıda küçük gözeneklerin oluşmasını sağladıktan sonra, üretim sırasında ve üretimin sonunda çok kısa sürede hava ile yer değiştirmektedir. Genleştirilmiş taneler şekillendirici kaba konulmakta ve kap içinde genleştirilmeleri sınırlanmaktadır, böylece taneler bir araya gelerek birbiriyle kaynaşmaktadır. Bu şekilde ürünün yüzeyindeki taneciklerin görüntüsü bal peteği şeklini almakta ve EPS levhaların yapısında bulanan çok sayıdaki küçücük kapalı gözenekli hücreler içinde durgun hava hapsolmuş olmaktadır (Salim, 2002). EPS ürününün % 98'i hareketsiz ve kuru havadan oluşmaktadır. Bu nedenle oldukça hafif ürünlerdir. EPS ısı yalıtım levhalarının ekonomik ve üstün ısı yalıtım özellikleri de yapısında yer alan hareketsiz ve kuru havadan kaynaklanmaktadır (Akıncı, 2007).

EPS üretiminin enerji yoğun olmaması, üstün teknik özelliklerinin yanında ekonomik olmasının da diğer önemli sebebidir. Etkin mekanik dayanımın yanı sıra şişirici gazın çok kısa sürede hava ile yer değiştirmesi, ürünün performansının kullanım ömrü boyunca sabit kalmasını sağlamaktadır.

EPS ürünleri beyaz renkte olup levhalar halinde satılmaktadır. Levha boyutları 500x1000 cm olabileceği gibi daha büyük ölçülerde de üretilebilmektedir.

EPS levhalar kapalı gözenekli olduğundan ve yapısındaki küreciklerin çeperleri suyu geçirmediğinden genel olarak su emme yüzdesi oldukça düşüktür. Ancak üretim sırasında kürecikler birbirine iyi yapışmaması durumunda ve bloktan levha kesilirken levha yüzeyinde kalan kesilmiş yarım küreler içerisinde ve arasında su kalabilmektedir (Akıncı,2007).

EPS levhalar yanıcıdır ancak yapısına bazı özel maddeler karıştırılarak zor alev alıcı veya kendi kendilerine sönen tiplerini elde etmek mümkündür. Ayrıca EPS levhalar asitlere karşı da dayanıksızdır. Bunun yanı sıra yapısında mikroorganizma barındırmaz ve küflenme, çürüme, kokma yapmaz. Ekspanded polistren köpükler genel olarak tüm ısı yalıtım ürünleri

içerisinde fiyat bakımından en ucuz olanıdır.

EPS levhalarının özelliklerini kısaca özetlemek gerekirse;

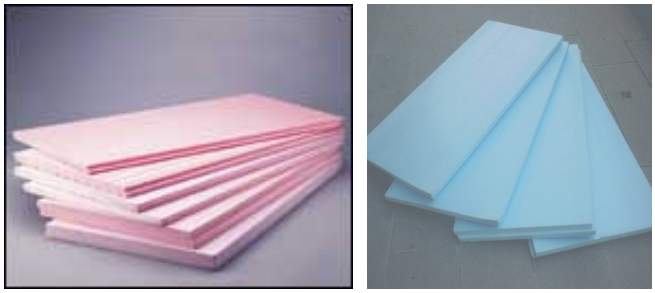
- Yüksek ısı yalıtımı sağlar,
- En ekonomik yalıtım ürünüdür,
- Basınç karşısında çok dayanımlıdır ve yoğunluğu arttıkça basınç dayanımı da artar,
- Kapalı gözenekli olmasından dolayı ıslanmaz, yalıtımı süreklidir,
- Kalınlığı zaman içinde değişmez,
- Ozon tabakasına zarar vermez, iklim değişiklilerine sebep olmaz. Büyük oranda geri dönüşümü olan bir üründür,
- Sonsuz ömürlüdür, bina durdukça yalıtım görevine devam eder,
- Hafif bir üründür, kolay taşınır ve kolay uygulanır,
- Buhar geçirmezliği yüksektir. Yoğunluğu arttıkça buhar geçirimsizliği de artar (Akıncı, 2007).

Çizelge 4.16 Ekspanded polistren (EPS) köpüğün özellikleri

Isı iletkenlik değeri	0,04 W/mK
Kullanım sıcaklığı	- 180 / +75 ºC
Yoğunluk	15- 30 kg/m³
Buhar difüzyon dayanım kat sayısı	20- 80
Su emme	% 0- 5
Mekanik dayanımı	5- 15 ton/m²

- **Ekstrude Polistren Köpük (XPS)**

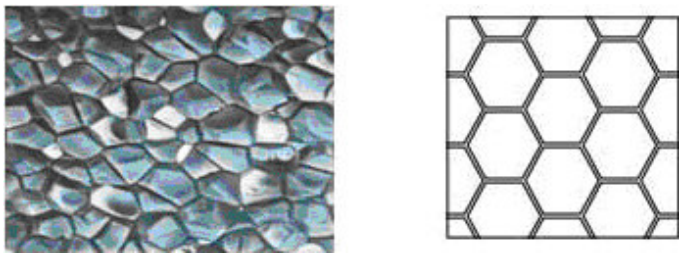
Polistren ham maddesinin haddeleme işlemiyle levha halinde çekilmesiyle üretilen, homojen hücre yapısına sahip, ısı yalıtımı yapmak amacıyla kullanılan köpük malzemelerdir (Şekil 4.29).



Şekil 4.29 Ekstrude polistren köpük (XPS) **[43]**

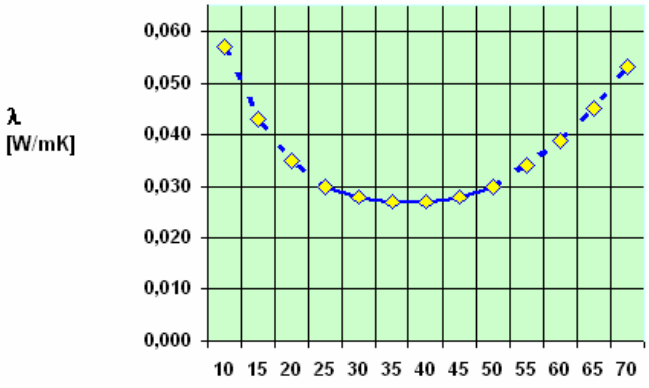
İlk olarak 1940'lı yılların başında Amerika'da üretilmeye başlayan XPS levhalar, 50 yılı aşkın bir süredir tüm binalarda ve mühendislik yapılarında güvenle kullanılmaktadır. Bugün ekstrüde polistren köpüklerin tüm dünyadaki kullanımı 15- 20 milyon m^3/yıl civarındadır.

Ekstrude polistren köpük levhalar, haddeleme işlemi ile polistren ham maddesi hat boyunca istenilen kalınlıkta çekilmekte ve kararlı bir hücre yapısı elde edilmektedir. Homojen bal peteği görünümünde olan hücreler, bütün yüzeylerinden birbirine bağlıdır (Şekil 4.30), **[44]**. Hava EPS levhalarda olduğu gibi hücrelerin içine hapsedilmiştir, ancak ısıl iletkenlik sayıları daha düşüktür.



Şekil 4.30 Ekstrude polistren köpüğün hücre yapısı **[44]**

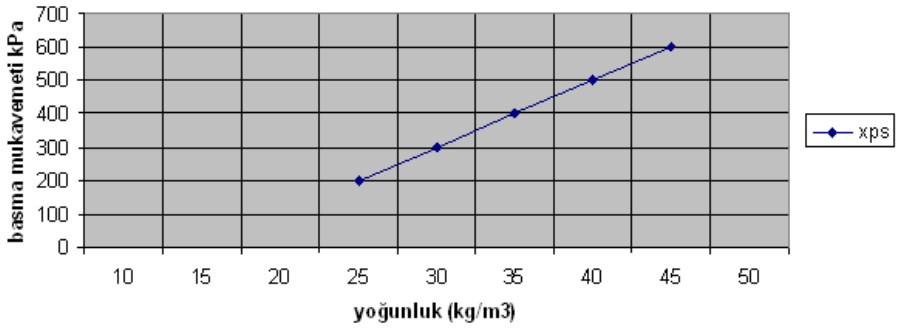
XPS levhalarda en ideal ısı iletkenlik değeri 28- 48 kg/m^3 yoğunluklar arasında gerçekleşmektedir. 35- 45 kg/m^3 yoğunluk aralığında ise yine şişirme gazına bağlı olarak ısı iletkenlik değeri 0,025 W/mK değerlerine kadar düşmektedir. Yoğunluğun 25 kg/m^3 'ün altına düşmesi halinde hücreler arasında zarın incelmesi sonucunda radyasyonla iletim artacağından ısı iletkenlik değeri hızla kötüleşmektedir. Yoğunluğun 50 kg/m^3 değerinin üzerine çıkması durumunda ise hücre zarının kalınlaşması sonucunda iletim yoluyla ısıl iletim artacağından ısı iletkenlik değeri kötüleşir (Topçu vd., 2002), (Şekil 4.31).



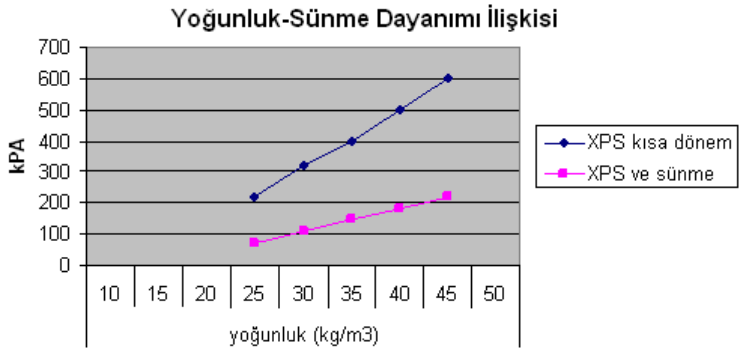
Şekil 4.31 Ekstrude polistren köpüğün ısıl iletkenlik değeri ile yoğunluk değişimi grafiği **[44]**

Yoğunluğun ve hücre sayısının polistren köpük malzemelerde diğer ısı yalıtım malzemelerinde de olduğu gibi ürün performansı üzerinde doğrudan bir etkisi bulunmaktadır. Daha çok sayıda hücre, hücrelerin küçülmesi, hücre sayısının artması ve şişirme gazının küçük hücreler içerisine hapsolarak daha iyi ısı iletkenlik değeri oluşmasını ve bu değerin uzun süre korunmasını sağlamaktadır **[44]**.

XPS levhalar, çok sıkı kapalı gözenekli bir yapıya sahip olduğundan su emme özelliği de oldukça düşüktür. Suyun neden olacağı zararlara imkân vermez, uzun ömürlü ve güvenli detay çözümleri sunar. Ayrıca ekstrude polistren köpüklerin en önemli özelliklerinden bir diğeri de basma dayanımı en yüksek malzeme olmasıdır. Yoğunluk arttıkça basma ve sünme dayanımı artmaktadır (Şekil 4.32, Şekil 4.33).



Şekil 4.32 Ekstrude polistren köpüğün yoğunluk basma dayanımı ilişkisi **[44]**



Şekil 4.33 Ekstrude polistren köpüğün yoğunluk sünme dayanımı ilişkisi **[44]**

Yalıtım ürünleri, amaçları gereği ısı değişimlerinin etkisi altında bulunurlar. Bu nedenle boyutsal kararlılık ısı yalıtım ürünlerinin hizmetinin ne kadar iyi olacağını belirleyen en önemli özelliklerden biridir **[44]**. XPS köpüklerde, hücre yapısının ve düzeninin üç yönde de dengede olması beklenir.

XPS köpükler plastik esaslı olduğu için birçok kimyasal maddeye karşı duyarlıdır. Özellikle boya inceltici solvent, aseton, etil asetat gibi beyazlatıcı özler içeren maddelerin XPS levhalar ile doğrudan temas etmesinden kaçınılmalıdır (Karaca, 2001).

XPS ısı yalıtım ürünlerinin içinde alevlenmeyi önleyici madde bulunduğundan B1 sınıfı zor yanıcılar sınıfında yer almaktadır. Uzun süreli açık olarak depolamalardan kaçınılmalı ve doğrudan güneş ışığını alacak şekilde bırakılmamalıdır. XPS ısı yalıtım ürünleri, yapılarında küf ve bakteri barındırmaz, zehirli değildir ve insan sağlığına zararlı değildir (Akıncı, 2007).

Öte yandan, XPS köpükler ısı iletkenliği bakımından EPS'ye göre biraz daha avantajlıdır. Basınç dayanımı ve buhar difüzyon dayanım kat sayısı bakımından da, XPS'in basınç dayanımı ve buhar difüzyon dayanım kat sayısı EPS'ye göre daha fazladır.

Çizelge 4.17 Ekstrude polistren (XPS) köpüğün özellikleri

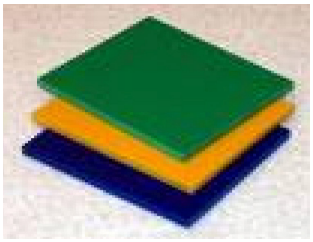
Isı iletkenlik değeri	Yüzeyi pürüzsüz iken 0,028 W/mK
Kullanım sıcaklığı	- 50 / +75/80 ºC
Yoğunluk	25- 45 kg/ m³
Buhar difüzyon dayanım kat sayısı	80- 250
Su emme	% 0- 0,5
Mekanik dayanımı	10- 50 ton/m²

XPS levhalarının özelliklerini kısaca özetlemek gerekirse;

- Enerji tasarrufu sağlar,
- Çevre kirliliğini önler,
- Bina kabuğunu sıcak tutarak ısısal konfor sağlar,
- Bina kabuğunu yoğuşmanın etkilerinden ve korozyondan korur,
- Bina kabuğunu ısı değişimlerine bağlı çatlaklardan korur,
- Su emmediği için uygulama sırasındaki işçilik hatalarından olumsuz etkilenmez,
- Kullanıldığı detaya uygun buhar difüzyon direnci sayesinde buhar kesici gerektirmez.
- Hafiftir ve kolay işlenebilir, kolayca sökülebildiği için uygulama sonrası kolaylık sağlar,
- Her türlü hava koşullarında uygulanabilir **[44]**.

- **Polivinilklorür köpüğü (PVC)**

Polivinilklorür köpük, polivinilklorid esaslı sert, yarı sert veya yumuşak olarak üretilen termoplastik bir üründür (Şekil 4.34). Gözenek yapısı ve sayısı üretim yöntemine göre değişkenlik göstermektedir. Yüksek basınç sistemi ile üretimde kapalı gözenekli, alçak basınç sisteminde karışık veya açık gözenekli ürün elde edilirken basınçsız üretimde açık gözenekli ürün elde edilmektedir. Isı iletkenli kat sayıları 0,038 W/mK olan PVC köpüğün yoğunluğu 40 kg/m³'dür (Akıncı, 2007).



Şekil 4.34 Polivinilklorür (PVC) köpük (Akıncı, 2007)

PVC ürününün kapalı gözenekli olanları su almamakta, buna karşın karışık ve açık gözenekli olarak üretilenleri suyu almaktadır. PVC'ler korozyona karşı dayanıklıdır, böcek ve mikroorganizmaları barındırmaz. Öte yandan, bazı kimyasal maddeler karşısında dayanıksızdır. Oksijen, ozon ve klora karşı dayanımlı olmakla birlikte brom, flor, 60ºC'nin üstündeki sülfat asidi ve nitrat ürünü etkilemektedir. Bunların dışındaki asitlere karşı ise dayanıklıdır. 50- 60ºC arasında yumuşamaya başlar, bu nedenle ürüne şekil verilecekse 80-90ºC'deki sıcak su yardımıyla verilmelidir (Akıncı, 2007).

PVC'lerin yoğunlukları üretim şekline göre 30- 300 kg/m³ arasında ayarlanabilmektedir. Sert levha şeklinde olanları kırılgan olup, yumuşak şekilde olanları ise elastiktir. Zor yanıcı bir üründür ancak mekanik bakımdan çok dayanıklı değildir. Sert levha şeklinde olanları kolayca kesilebilmekte ve delinebilmektedir.

Termoplastik bir ürün olan PVC'nin fiziksel ve kimyasal dayanımı yüksek, elektriksel yalıtım özelliği oldukça iyidir. Çekme dayanımı 1,4- 2,4 kN/cm² arasındadır.

- **Polietilen köpük (PE)**

Polietilen köpük ürünler, etilen ve propilenden hazırlanan polimerlerden imal edilen esnek, yarı esnek, gözenekli ve plastik esaslı ürünlerdir (Şekil 4.35). Polietilen köpük ısı yalıtım ürünleri, kalıptan haddeleme yöntemiyle çekilerek veya kalıpsız haddeleme yöntemleriyle levha halinde elde edilmektedir. Kapalı hücre yapılı, haddeleme ile üretilmiş polietilen ürün,

dayanıklı, güvenilir, ekonomik ve kullanımı kolay bir yalıtım ürünüdür. Zehirli gaz içermez, kimyasal olarak nötr ve kokusuzdur **[45]**.

Şekil 4.35 Polietilen (PE) levha **[46]**

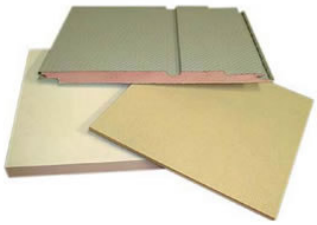
Polietilen köpükler, yüksek su buharı direncine, yüksek darbe dayanımına, düşük yoğunluğa ve düşük ısı iletkenliğine sahip, elastik ve bünyesine su almama özellikleri olan ürünlerdir. Polietilen esaslı yalıtım ürünleri ısı yalıtımında kullanılabildiği gibi, su yalıtımında yardımcı ürün olarak ve ses yalıtımında da kullanılmaktadır. Tüm kullanım alanlarındaki PE esaslı ürünler, gerek yoğunluk gerekse boyut olarak birbirlerinden farklı ürünlerden oluşmaktadır (Akıncı, 2007).

Çizelge 4.18 Polietilen (PE) köpüğün özellikleri

Isı iletkenlik değeri	0,040 W/mK
Kullanım sıcaklığı	- 40 / +100 ºC
Yoğunluk	35 kg/m³
Buhar difüzyon dayanım kat sayısı	μ>5.740
Su emme	% 0

- **Fenol köpüğü**

Fenol köpüğü, formaldehit bakalitine anorganik şişirici ve sertleştirici gibi bazı yardımcı maddeler katılarak elde edilen, küçük gözenekli, çeşitli yoğunluklarda üretilebilen bir ısı yalıtım ürünüdür (Sözer, 2005), (Şekil 4.36).



Şekil 4.36 Fenol köpüğü **[47]**

Fenol köpüğü diğer termoplastik köpüklere karşın basınç karşısında dayanıksız fakat sıcak karşısında daha dayanıklı bir yapıya sahiptir. Yüksek sıcaklıklara çıkıldığında ise ürün büzülme ve çekme yapmaktadır. Sert, kırılgan ve küçük gözenekli yapıya sahip olan fenol köpüğünün sürtünme ile yüzeyi tozlaşabilmektedir. Kullanım sıcaklığı – 180 ile + 120 ºC arasındadır. Açık gözeneklerini çokluğu nedeniyle su buharı difüzyon dayanımları oldukça düşüktür (Akıncı, 2007).

Fenol köpüğü kolay su alabilir ve kapilerdir. Birçok kimyasal madde karşısında dayanıklı olmakla birlikte yoğun asitler karşısında dayanıksızdır. Yapısında mikroorganizma, böcek barındırmaz ve küflenme yapmaz. Metalleri korozyona uğratabilir (Sözer, 2005).

Çizelge 4.19 Fenol köpüğünün özellikleri

Isı iletkenlik değeri	0,040 W/mK
Kullanım sıcaklığı	- 180 / + 120 ºC
Yoğunluk	30- 35 kg/m³
Buhar difüzyon dayanım kat sayısı	10- 50
Su emme	Su emmez.
Mekanik dayanımı	100- 150 kPa

4.1.2.2 Bünye Yapısına Göre Isı Yalıtım Ürünleri

Bünye yapısına göre ısı yalıtım ürünleri,

- Lifsel yapıda olan ısı yalıtım ürünleri,
- Taneli yapıda olan ısı yalıtım ürünleri
- Köpük veya gözenekli yapıda olan ısı yalıtım ürünleri
- Kompozit yapıda olan ısı yalıtım ürünleri olmak üzere dört grupta toplanmaktadır (Toydemir vd, 2004).

a) Lifsel yapıda olan ısı yalıtım ürünleri

Lifsel yapıda olan ısı yalıtım ürünleri grubuna, pamuk, yün, saman, ahşap talaşı gibi bitkisel ve hayvansal kökenli lifli ürünler ile cam pamuğu, cam yünü, taş yünü gibi mineral kökenli ısı yalıtım ürünleri girmektedir (Toydemir vd, 2004).

b) Taneli yapıda olan ısı yalıtım ürünleri

Bu gruptaki ürünler, gözenekli yapıdaki tanelerin, aralarında boşluk kalacak şekilde yan yana gelmesiyle oluşmuş, genleştirilmiş mantar, perlit ve fosil silisi gibi ısı yalıtım ürünleridir (Toydemir vd, 2004).

c) Köpük veya gözenekli yapıda olan ısı yalıtım ürünleri

Köpük veya gözenekli yapıda olan ısı yalıtım ürünleri, kapalı veya açık gözenekli hücrelerden oluşmaktadır. Süngertaşı, cam köpüğü gibi mineral kökenli ısı yalıtım ürünleri ve poliüretan, polietilen, EPS, XPS, PVC ve fenol köpüğü gibi sentetik kökenli ısı yalıtım ürünleri bu gruba girmektedir (Toydemir vd, 2004).

d) Kompozit yapıda olan ısı yalıtım ürünleri

Bu gruptaki ısı yalıtım ürünleri, kökeni ve bünye yapısı bakımından farklı ürünlerin bir araya gelmesiyle oluşabilmektedir. Bu nedenle kompozit yapıda olan ısı yalıtım ürünleri, kendi içinde üç alt sınıfa ayrılmaktadır. Bunlar, bağlayıcı madde aglomereleri, liflerle donatılı kompozitler ve lamine kompozitlerdir.

Bağlayıcı madde aglomereleri, organik veya anorganik bir bağlayıcı içinde dağınık faz olarak bulunan organik veya anorganik parçacıklardan oluşmaktadır. Perlit betonu, genleştirilmiş polistren betonu bu gruba girmektedir.

Liflerle donatılı kompozitler ise, bağlayıcı madde görevi yapan sürekli faz içinde değişik kökenli liflerin dağınık faz olarak bulunmasından oluşmaktadır. Bakalitli cam yünü, çimento bağlayıcılı ahşap talaşı ve asfalt bağlayıcılı cam yünü liflerle donatılı kompozitler grubuna girmektedir.

Lamine kompozitler, tabaka oluşturabilen farklı köken ve farklı bünye yapısındaki ürünlerin bir araya gelmesiyle oluşan ısı yalıtım ürünleridir. İki yüzü ahşap talaş levha, ortası genleştirilmiş polistren köpükten oluşan levhalar, bir yüzü kartonlu alçı levhalar bu gruba giren ısı yalıtım ürünlerini oluşturmaktadır (Toydemir vd, 2004).

Eğimli çatılarda kullanılabilen tüm bu ısı yalıtım ürünlerinde dikkate alınması gereken TS ve EN standartları vardır. Öte yandan, Binalarda Isı Yalıtım Yönetmeliği ve TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı ile de çatılarda ve yapılarda kullanılması gereken ısı yalıtım ürünlerinin özellikleri ve kalınlıkları belirtilmektedir. Eğimli çatılarda kullanılan ısı yalıtım ürünlerinin TS ve EN standartlarını Çizelge 4.20'deki gibi sıralamak mümkündür;

Çizelge 4.20 Isı yalıtım ürünleri ürün standartları

Cam yünü	TS 901 EN 13162
Taş yünü	TS 901 EN 13162
Ekspande Polistren (EPS)	TS 7316 EN 13163
Ektrude Polistren (XPS)	TS 11989 EN 13164
Poliüretan (PUR)	TS EN 13165
Fenol köpüğü	TS EN 13166
Cam köpüğü	TS EN 13167
Ahşap lifli levhalar	TS EN 13168
Genleştirilmiş perlit (EPB)	TS EN 13169
Genleştirilmiş mantar (ICB)	TS EN 13170
Ahşap yünü levhalar	TS EN 13171

4.1.3 Buhar Kesiciler

Su buharı, atmosferde var olan, renksiz, kokusuz bir gaz olup, tüm yapı ürünleri için büyük bir tehlike unsuru oluşturmaktadır. Atmosferde iklimsel etkenler sonucu oluşan su buharı, yapı içinde ise, gerçekleştirilen etkinlikler sonucu ortaya çıkmakta ve hacmin kullanım amacına bağlı olarak her hacimde farklılıklar göstermektedir. Havadaki bileşenlerin her birinin oranı sabitken, su buharı miktarı havanın sıcaklığına ve bağıl nemine bağlı olarak değişiklikler göstermektedir. Kapalı bir hacimdeki su buharı; nemi meydana getiren kaynaklardan oluşan nem miktarına, iç hava sıcaklığına, dış hava nem miktarına, hava değişim sayısına ve kapalı hacme giren dış hava miktarına bağlıdır (Küskü, 2005).

Su buharının hareketi, fizik kurallarına göre sıcak olan iç yüzeyden soğuk olan dış yüzeye doğru difüzyon yolu ile gerçekleşmektedir. Eğimli çatılarda sıcak ortamdan soğuk ortama doğru olan bu geçiş sırasında da, yoğuşma sıcaklığına ulaşan su buharı yoğunlaşarak suya dönüşmektedir.

Çatı kesitinde yoğuşma, ısı yalıtım ürününün içinde gerçekleşebileceği gibi, su yalıtım ürününün altında da gerçekleşebilmektedir. Yoğuşan suyun etkisiyle ıslanan çatı kesitinin ısı iletkenliği arttığı için daha fazla yoğuşma oluşmakta ve çatı ürünleri istenen iç konforu sağlayamaz duruma gelmektedir. Öte yandan, çatı ürünlerinin ıslanması, ürünlerin özelliklerine bağlı olarak ürünlerde korozyon, çürüme, bozulma gibi çeşitli hasarların oluşumuna neden olmaktadır. Sıcak dönemlerde, su buharlaşırken su geçirimsiz tabakayı zorlayarak, çatı örtü ürünü üzerinde delinme ve yırtılma oluşumuna yol açabilmektedir. Bu

sorunların oluşmaması için ısı yalıtımı iç yüzeyinde ve kullanılan çatı ürünlerinin özelliklerine bağlı olarak buhar kesici bir ürünün kullanılması gereklidir. Buhar kesici, buharın belirli bir yerden ileri geçmesine engel olan, su buharı dayanım kat sayısı çok yüksek polimer veya bitüm/ kauçuk kopolimerinden meydana gelmiş bir ürün olarak ifade edilebilmektedir (Toydemir vd., 2004). Buhar kesicinin görevi, buharın ısı yalıtım ürünü içine girip ürünün içinde yoğuşarak, ürünün ıslanmasını ve ısı yalıtım değerinin düşmesini engellemektir (Çakır, 2000).

Buhar kesici ürünün kullanılmasının önemi çatı sisteminin uzun dönem kullanımında kendini göstermektedir. Buhar kesiciler, çatı sistemlerinde yalnızca ısı yalıtımının döşeme ile su yalıtım ürünlerinin arasında olduğu durumlarda kullanılmaktadır. Nem oranının düşük olduğu yerlerde genellikle buhar kesici kullanımına gerek duyulmamaktadır (Arslan, 2006).

Yapının işlevine göre, içerisinde yüksek oranda nem üreten mekânların bulunması durumunda çatı kesitinde kullanılacak uygun buhar kesici ürünün dikkatli seçilmesi ve uygulanması gereklidir. Buhar kesici ürünler, çatı kesitinin sıcak tarafında yer alacak şekilde uygulanmalıdır. Kışın ısıtılan mekânlarda, sıcak taraf, ısı yalıtımının iç tarafta kalan alt yüzüdür (Çatısem, 2007). Buhar kesicinin etkili olabilmesi için sürekli olması gerekmektedir. Yağmur olukları, süzgeç gibi çatı ürünlerinde süreklilik sağlanamadığı zaman buhar kesicinin etkisi kaybolmakta ve çatı sistemi içinde bozulmalar görülebilmektedir (Çakır, 2000).

Buhar kesici olarak kullanılan değişik ürünler bulunmaktadır. Bu ürünlerin içinde en çok kullanılanları cam tülü taşıyıcılı veya polyester keçe taşıyıcılı bitüm esaslı ürünler, PVC, PE gibi plastik esaslı ürünler ve alüminyum gibi metal folyolardır (Çatısem, 2007). Özellikle bitümlü ürünlerin geçirimsizliğini artırmak üzere bu ürünler buhar geçirimsiz kabul edilen alüminyum ve bakır folyolarla takviye edilmektedir (Aşkadar, 2006).

4.1.4 Ses ve Yangın Yalıtım Ürünleri

Eğimli çatılarda su ve nemin zararlı etkilerine ve ısı kayıplarına karşı alınan önlemlerin yanı sıra ses ve yangına karşı alınan önlemler de büyük önem taşımaktadır. Ancak çoğu kez bu iki etkene karşı alınması gereken önlemler göz ardı edilmektedir.

Eğimli çatılarda ses yalıtımı çoğunlukla, çatı arasının kullanılabilir bir mekân olduğu veya ses yalıtımının büyük önem taşıdığı durumlarda yapılmaktadır. Eğimli çatılarda, dışarıdan içeriye veya içeriden dışarıya ses geçişinin istenmediği durumlarda kullanılan ses yalıtım ürünleri, cam yünü, taş yünü, ahşap yünü, yumuşak poliüretan esaslı köpükler, melamin köpüğü,

keçeler ve delikli ahşaplardır (İzoder, 2006). Öte yandan, ısı yalıtımında kullanılan ürünlerin birçoğu ses yalıtımını da sağladığı için, çoğu zaman ses yalıtımı için ayrı bir ürün kullanımına gerek duyulmamaktadır.

Eğimli çatılarda yangın ise, çatıda kullanılan ürünlerin özelliklerini kaybetmesine neden olmaktadır. Çatı kesitinde kullanılan ürünlerin birçoğu yangına karşı dayanıksız, yanıcı ve kolay tutuşabilen ürünlerden seçilmektedir. Oysaki yangına karşı dayanıklı, zor alev alan yalıtım ürünlerinin seçilmesi çatının yangın yalıtımına yardımcı olmakla birlikte yangın yalıtımı için ayrı bir ürün kullanımını da gerektirmemektedir.

Sonuç olarak çatıda kullanılacak su ve ısı yalıtım ürünlerinin, çatının işlevine de bağlı olarak su, ısı, ses ve yangın yalıtımlarının her birini yerine getirecek nitelikte seçilmesi, çatı güvenliğinin ve konfor koşullarının tam olarak gerçekleştirilmesine olanak sağlayacaktır.

4.2 Eğimli Çatılarda Yalıtım Yerinin Belirlenmesi

Suyun yağmur, kar, dolu şeklinde en çok etkili olduğu ve yapılardaki toplam ısı kaybının % 10'unun gerçekleştiği çatılarda, buhar kesici, su ve ısı yalıtım ürünlerinin yerinin belirlenmesi, eğimli çatılarda kullanılan çatı örtü türüne, çatı arası mekânının kullanılıp kullanılmamasına ve çatının havalandırılıp havalandırılmamasına bağlıdır.

Eğimli çatılarda yalıtım yerinin belirlenmesi konusunun anlatılacağı bu bölümde, yalıtımın yeri;

- Çatı arası kullanılmayan eğimli çatılarda yalıtım yerinin belirlenmesi,
- Çatı arası kullanılan eğimli çatılarda yalıtım yerinin belirlenmesi olarak iki grupta ele alınmaktadır.

4.2.1 Çatı Arası Kullanılmayan Eğimli Çatılarda Yalıtım Yerinin Belirlenmesi

Çatı arası kullanılmayan eğimli çatılar, alt katın tavan döşemesi ile çatının eğimli yüzeyi arasında kalan, çoğunlukla depo amaçlı olarak kullanılan veya hiç kullanılmayan çatılardır.

Yapıların tüm dış yüzeyleri ve ısıtılmayan mekânlara bitişik olan yüzeylerin, ısı yalıtımlı olması gerekmektedir. Bu yüzeylerden birisi de kullanılmayan eğimli çatı arası döşemesidir. Bu nedenle de çatı arası kullanılmayan eğimli çatılarda ısı yalıtımının yeri çatı arası döşemesinin üzeridir (Özenç, 2007).

Çatı arası kullanılmayan eğimli çatılarda, çatı arası döşemesi üzerine genellikle şilte

şeklindeki cam yünü, taş yünü, kaya yünü gibi mineral yün esaslı ısı yalıtım ürünleri serilmektedir. Mineral yün esaslı ısı yalıtım ürünleri hafif olduklarından çatıya kolaylıkla çıkarılmakta ve kesilerek uygulanabilmektedir (Sözer, 2005), (Şekil 4.37).

Şekil 4.37 Çatı arası kullanılmayan eğimli çatılarda ısı yalıtımının uygulanması **[48]**

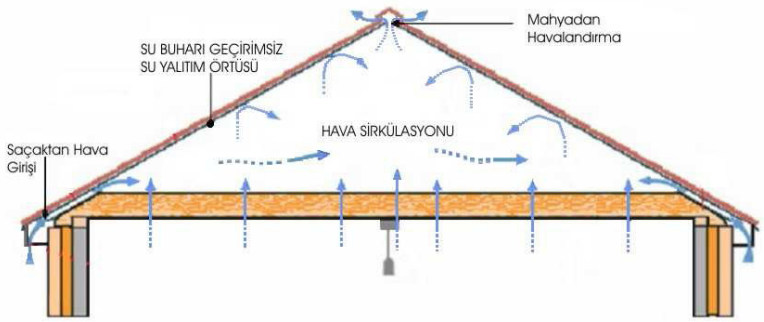
Çatı arası kullanılmayan çatılarda şilteler yan yana gelecek şekilde serilmeli ve dikmelerin geldiği yerler bıçakla oyularak o bölüm çıkartılmalıdır. Kışın yoğuşma riskinin ortadan kaldırılması, yazın ise çatı arasında aşırı ısınan havanın dışarıya çıkışının sağlanması için şiltelerin altına veya üzerine herhangi bir şey serilmemelidir. Isı yalıtım ürününün toz, kir gibi dış etkenlerden korunması istendiği durumlarda, mineral yün esaslı ısı yalıtım ürününün üzeri cam tülü, delikli PE, delikli karton veya kâğıt gibi buhar geçirgen bir ürünle örtülebilmektedir. Alüminyum folyo kaplı şilteler ise, folyolu tarafı sıcak tarafta kalacak şekilde uygulanmalıdır (İzoder, 2006).

Mineral yün esaslı şilteler yük taşımayan özellikte düşük yoğunluklu bir ürün olduklarından üzerine yük gelmemeli ve üzerinde yürünmemelidir. Çatı arasında yürünmesi gerektiğinde, ahşap kadronlar üzerine kalaslarla yürüme yolları yapılmalı ve bu kalaslar üzerinden yürünmelidir **[34]**.

Çatı arası mekânı depo amaçlı kullanılacaksa, döşeme üzerine serilen yalıtım ürünü yüke dayanımlı, polistren, poliüretan esaslı sert yalıtım ürünlerinden seçilmelidir. Bu tür durumlarda uygulama yapılacak olan çatı döşemesinin üstü, toz, kir, harç artıklarından temizlenerek veya döşeme betonu üzerine ince şap uygulaması yapılarak, düzgün bir zemin elde edilmektedir. Daha sonra bu yüzey üzerine buhar dengeleyici bir ürün serilerek kalınlığı TS 825 "Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı"na göre belirlenmiş bir ısı yalıtım ürünü uygulanmaktadır. Isı yalıtım ürününün üzerine ayırıcı tabaka yerleştirilerek, yüksek dozlu şap uygulaması yapılmakta ve döşeme tamamlanmaktadır **[34]**.

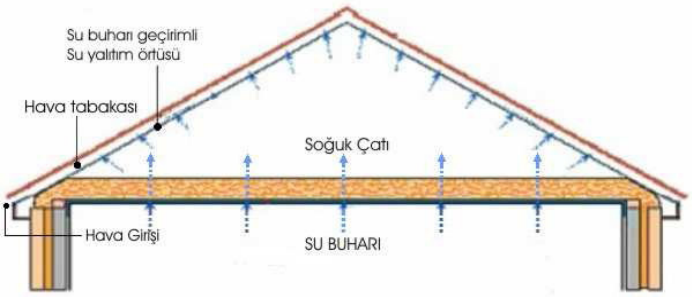
Çatı arası kullanılmayan eğimli çatılarda, iç ortamdan gelen su buharı, açık gözenekli ısı

yalıtım ürününün içinden geçtikten sonra çatı arasında yoğuşmadan dışarı atılmalıdır. Bu nedenle yoğuşmanın önlenebilmesi için çatı arasının havalandırılması gerekmektedir. Saçak ve mahya boyunca havalandırma delikleri bırakılarak çatı arasının havalandırılması gerçekleştirilebilmektedir. Saçak boyunca düzenlenen deliklerden giren hava, mahya boyunca düzenlenen deliklerden çıkmakta ve böylece, çatı arasında sağlanan hava dolaşımı ile çatı arasındaki su buharı dışarı atılmaktadır (Çatısem, 2007), (Şekil 4.38).



Şekil 4.38 Havalandırma yapılmış kullanılmayan çatı arası mekânı (Çatısem, 2007)

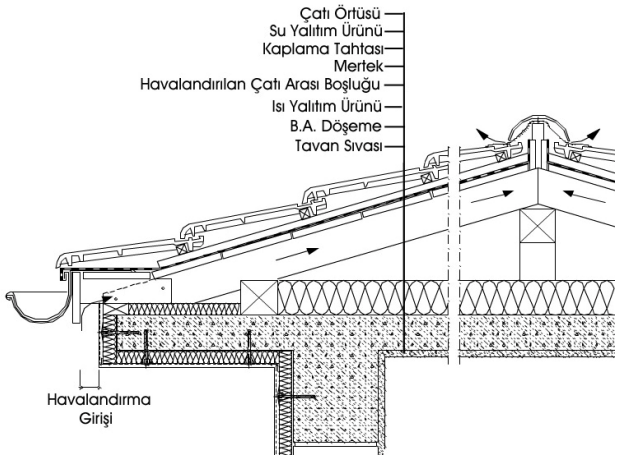
Çatı arası kullanılmayan eğimli çatılarda yoğuşmanın önlenebilmesi için yapılan bir diğer düzenleme de, çatı örtü ürününün altında, kaplama tahtası üzerinde su geçirimsiz ancak su buharı geçirimli bir ürünün uygulanması ve su buharının, burada var olan havalandırma tabakasından dışarı atılmasıdır. Böylece, çatı arasında biriken su buharı, su buharı geçirimli su yalıtım ürününü geçerek, çatı örtü ürününün altında düzenlenen hava tabakasında, saçak boyunca düzenlenen havalandırma deliklerinden giren havanın sağladığı hava dolaşımı ile mahyadaki havalandırma deliklerinden dış ortama atılmaktadır (Çatısem, 2007), (Şekil 4.39).



Şekil 4.39 Havalandırma yapılmamış kullanılmayan çatı arası mekânı (Çatısem, 2007)

Çatı arası kullanılmayan eğimli çatılarda ısı yalıtımı döşeme üzerine serildiğinden eğimli çatı kesitinde bir daha ısı yalıtım ürünü kullanılmasına gerek yoktur. Su yalıtım ürününün yeri ise

doğrudan çatı örtü ürününün altı, kaplama tahtasının üzeridir. Öte yandan, su yalıtım ürünü, kesintisiz olmalı ve ek yerlerinden su geçirmeyecek bir şekilde uygulanmalıdır (Şekil 4.40).



Şekil 4.40 Çatı arası kullanılmayan eğimli çatılarda ısı ve su yalıtımlarının yeri **[48]**

Çatı arası kullanılmayan çatılarda, yalıtım yapılırken dikkat edilmesi gereken bazı kurallar bulunmaktadır. Bunlar;

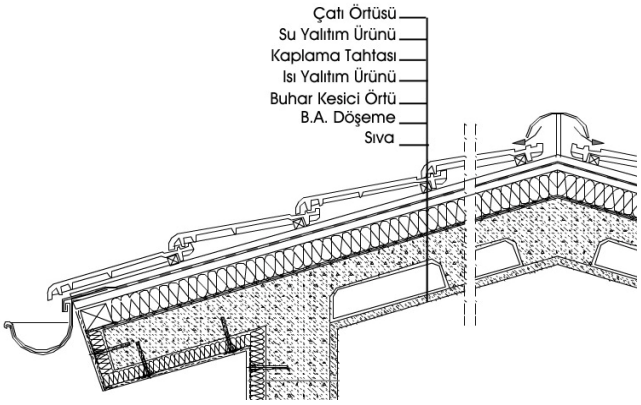
- Bitüm esaslı su yalıtım ürünleriyle su yalıtımı yapılan çatı araları mutlaka havalandırılmalıdır (İyedam, 2007).
- Isı yalıtım ürünü üzerine naylon, bitümlü karton gibi buhar kesici bir ürün konulmamalıdır (İyedam, 2007).
- Döşeme ve ısı yalıtımını delip geçen tüm elektrik kabloları vb. etkenlerin çevreleri buhar geçirmeyecek şekilde kapatılmalıdır. Islak hacimlerden ve diğer hacimlerden çatı arasına çıkan tüm boru ve bacaların etrafındaki boşluklar sıkıca kapatılmalıdır.
- Çatı arası soğuk olacağı için, tesisat boruları ve su deposu içinde su hareketi olan tüm tesisat donanımlarının mümkün olduğunca buraya konulmaması, konuluyorsa da mutlaka ısı yalıtımının yapılması gereklidir (İzoder, 2006).
- Döşeme üzerine serilen ısı yalıtımı, saçak alnı veya altından çatı arasına giren havayı engelleyecek şekilde duvarın üzerine bindirilerek duvar ile ısı yalıtımı ilişkilendirilmelidir. Bu şekilde ısı köprüleri yok edilmiş olmaktadır.
- Yalıtım ürününün kalınlığının projede verilen kalınlığa uygunluğu kontrol edilmelidir.
- Kullanılan su ve ısı yalıtım ürünlerinin TS ve EN standartlarına uygunluğuna dikkat edilmeli, Binalarda Isı Yalıtım Yönetmeliği ve TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı'nda belirtildiği gibi uygulanmalıdır.

Bunların yanı sıra, eğimli çatılarda seçilen su ve ısı yalıtım ürünlerinin sese ve yangına karşı dayanıklı ürünlerden seçilmesi, kullanılmayan çatı arası mekânlarının ses yalıtımı ve yangın güvenliğini de beraberinde getirmektedir.

4.2.2 Çatı Arası Kullanılan Eğimli Çatılarda Yalıtım Yerinin Belirlenmesi

Çatı arasının kullanılan, yaşanabilir bir mekân olarak değerlendirildiği eğimli çatılarda, çatı arası mekânının konfor koşullarının sağlanabilmesi için her türlü yalıtımının yapılması gerekmektedir. Gerekli su ve ısı yalıtımlarının yapılmaması, yangın güvenliğinin sağlanmamış ve ses geçirgenliği konusunun dikkate alınmamış olması çatı arası mekânının yaşanabilirliğini olumsuz yönde etkilemektedir.

Eğimli çatılarda, çatı taşıyıcı sistemi betonarme döşemeden oluşabileceği gibi doğrudan ahşap çatı taşıyıcısından da oluşabilmektedir. Eğimli betonarme taşıyıcı sisteme sahip çatı kesitlerinde ısı yalıtımı, eğimli betonarme döşemenin üzerine uygulanmaktadır. Döşeme üzerinde, genellikle çatı altı ahşap kadronları yer aldığı için, ısı yalıtımı da bu kadronlar arasına döşenmektedir. Kadron ara mesafelerine uygun ölçüde kesilen ısı yalıtım ürünü, kaplamasız ve serbest olarak döşeme üzerine uygulanmaktadır. Eğimli betonarme döşeme üzerine yapılan ısı yalıtım uygulamasında, ısı yalıtım ürününün üste kalan yüzeyinin havalandırılması gereklidir. Bunun için, ısı yalıtım ürününün üzerinde en az 2 cm kalınlıkta bir hava boşluğu bırakılarak, bu boşlukta havanın dolaşımı sağlanmalıdır. Isı yalıtım ürününün kalınlığından 2 cm fazla olan ahşap kadronlarla bu boşluk elde edilebilmektedir (Karasu vd., 2003). Üzerine serilen su yalıtım ürününün ardından çatı örtüsü de yapılarak uygulama tamamlanmaktadır (Şekil 4.41).



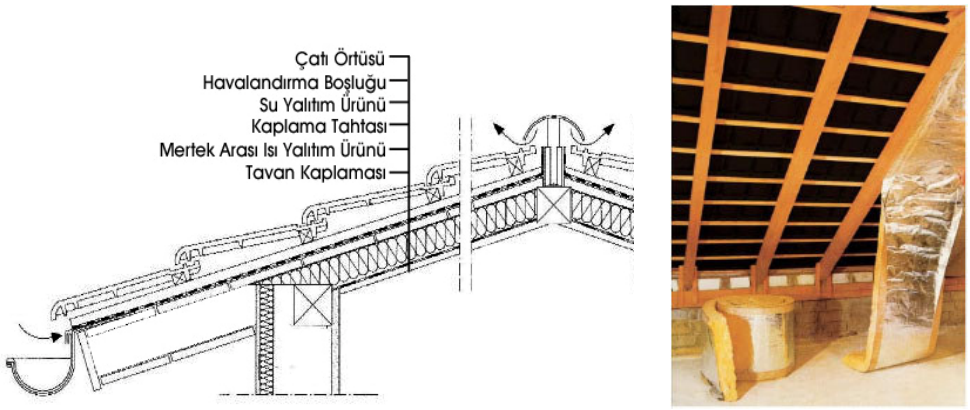
Şekil 4.41 Çatı arası kullanılan eğimli B.A. çatılarda ısı ve su yalıtımlarının yeri **[48]**

Havalandırma boşluğu bırakılmamış eğimli betonarme taşıyıcılı çatıda, ısı yalıtımı üzerine

buhar direnci yüksek olan bir su yalıtım ürünü kullanıldığında, içeriden dışarıya çıkmaya çalışan nemli hava, su yalıtım ürünü altında yoğuşmaya neden olarak damlama yapabilmektedir. Bu nedenle yoğuşma olmaması için ısı yalıtım ürünü üzerinde nefes alan bir su yalıtım ürünü kullanılmalı veya su yalıtım ürününün altına buhar kesici uygulanmalıdır (Çatısem 2007).

Eğimli betonarme döşemeli çatılarda, kadron yüksekliklerinin "Binalarda Isı Yalıtım Kuralları"na uygun hesaplanmış ısı yalıtım ürünlerinin kalınlığına göre belirlenmesi, uygulamada yalıtım ürünlerinin ezilerek hesaplanan kalınlıkların altına düşülmemesi ve ek yerlerinde ısı köprülerine neden olacak boşlukların bırakılmaması önem taşımaktadır (Karasu, vd., 2003).

Eğimli çatı taşıyıcısının ahşap taşıyıcı olarak düşünüldüğü eğimli çatılarda ise, ısı yalıtımı çatıyı taşıyan ahşap merteklerin arasına, üstüne veya altına yapılabilmektedir. Mertek arasına yapılan uygulamalarda, genellikle ısı yalıtım ürününün yüksekliği ile mertek yüksekliği aynıdır (Çatısem, 2007). Mertek aralarına uygun olacak genişlikte üretilmiş veya kesilmiş ısı yalıtım ürünlerinin mertek aralarına yerleştirilmesinin ardından, iç yüzeyde buhar kesici örtü ve üzerine ahşap, sunta veya alçı esaslı ürünlerle kaplama yapılarak uygulama tamamlanmaktadır (İzoder, 2006), (Şekil 4.42).

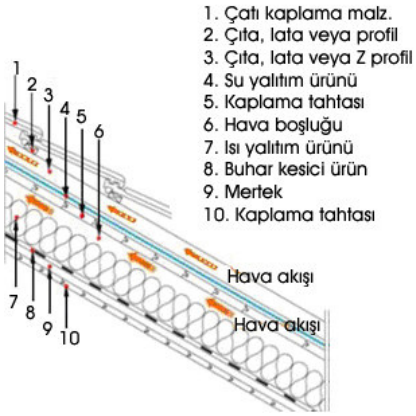


Şekil 4.42 Çatı arası kullanılan eğimli çatılarda mertek arası ısı yalıtım uygulaması **[34], [48]**

Mertek arasına yapılan uygulamalarda, ısı yalıtım ürününün mertekler arasında yer alması, çatı kesiti kalınlığının artmasını da önlemektedir. Bu gibi yerlerde yalıtım ürünü olarak genellikle bir yüzü alüminyum folyo kaplı mineral lifli ısı yalıtım ürünleri kullanılmaktadır. Bu tür ısı yalıtım ürünlerinde, alüminyum folyolu yüzeyin sıcak olan alt yüzeye gelecek şekilde yerleştirilerek, şiltenin folyolu yüzeyinin her iki kenarında bulunan 5 cm'lik tespit

paylarından merteğe çivilenmesi veya zımbalanması da büyük önem taşımaktadır (Karasu, vd., 2003).

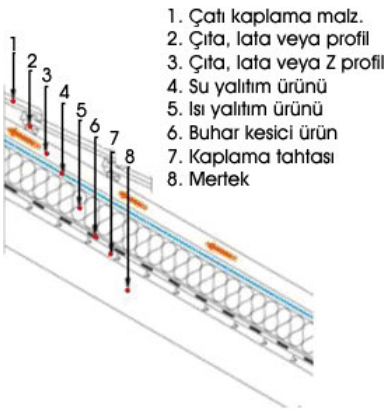
Isı yalıtım ürününün yüksekliğinin, mertek yüksekliğinden daha az olduğu mertek arası uygulamalarında ise ısı yalıtım ürününün üzerinde bir hava boşluğu yer almaktadır. Böylece çatı kesitinde havanın dolaşımı sağlanmakta ve iç ortamdan gelen su buharı bu hava tabakasına geçerek kolaylıkla dışarı atılmaktadır. Bu durumda çatı kesitinde kullanılan su yalıtım ürününün su buharı geçirgen olmasına veya su yalıtım ürünü altında buhar kesici kullanımına gerek kalmamaktadır (Çatısem, 2007), (Şekil 4.43).



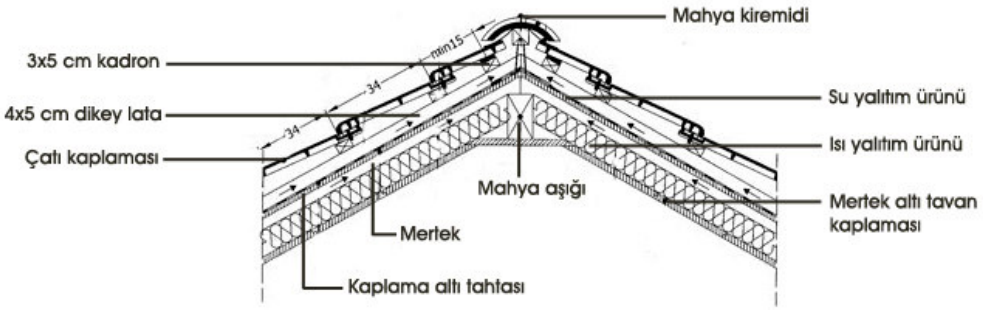
Şekil 4.43 Çatı arası kullanılan eğimli çatılarda havalandırma boşluğu bırakılan mertek arası ısı yalıtım uygulaması (Çatısem, 2007)

Mertek üzerine yapılan ısı yalıtım uygulamalarında ise, öncelikle, mertekler üzerinde yer alan kaplama tahtaları üzerine buhar kesici bir ürün serilir. Daha sonra kullanılacak ısı yalıtım ürünü ile aynı kalınlıkta bitiş çıtası, saçak boyunca mertek uçlarına çivi veya vida ile sabitlenir. Isı yalıtım ürünleri, bitiş çıtasından başlayarak mahyaya doğru merteklerin üzerine, merteklere dik yönde yerleştirilir. Isı yalıtım ürünlerinin binilerinin tam oturması ve arada boşluk kalmaması sağlandıktan sonra baskı çıtaları, ısı yalıtım ürünü üzerinden merteklere çakılır. Su yalıtımı ürünü, bu aşamadan sonra ısı yalıtım ürününün altında veya üzerinde uygulanabilir (Şekil 4.44). Bu ürünlerin nefes alan tipte olmaları saçak seviyesinden mahyaya doğru birbiri üzerine bindirilerek uygulanması gerekliliği unutulmamalıdır **[34]**.

Mertek altına yapılan ısı yalıtım uygulamalarında, alçı plaka kaplı ısı yalıtım levhaları testere ile kesilerek tespite hazır hale getirilmekte ve mertek altlarına oturtularak özel vidalar yardımıyla merteklere tespit edilmektedir. Alçı plaka kaplı ısı yalıtım levhaları birleşim yerlerine sıva filesi yapıştırılarak yüzey üzerine alçı sıva uygulanmaktadır **[34]**, (Şekil 4.45).



Şekil 4.44 Çatı arası kullanılan eğimli çatılarda mertek üstü ısı yalıtım uygulaması (Çatısem, 2007)



Şekil 4.45 Çatı arası kullanılan eğimli çatılarda mertek altı ısı yalıtım uygulaması (İyedam, 2007)

Çatı arası kullanılan çatılarda, yalıtım yapılırken dikkat edilmesi gereken bazı kurallar bulunmaktadır. Bunlar;

- Isı yalıtım ürününün özelliğine göre buhar kesici kullanımının gerekliliği kontrol edilmelidir. Buhar kesici kullanılması durumunda uygulamanın sürekliliği gereklidir.
- Isı yalıtım ürünlerinin buhar difüzyon özelliklerine göre yoğuşma analizi yapılarak gerekli önlemler alınmalıdır.
- Isı yalıtımı, merteklerin üzerine veya çatı tahtası üzerine yapılıyorsa, levhalar arasında, mahyada ve duvar birleşimlerinde yer alan derz ve boşluklar kapatılmalıdır. Levhaların kenar birleşim detayları ve boyutsal toleransları, boşluk kalmayacak şekilde olmalıdır (İyedam, 2007).
- Isı köprüleri oluşmaması için gerekli önlemler alınmalıdır.
- Isı yalıtımı, mertek aralarına uygulanıyorsa, ısı yalıtım levhaları ile mertekler arasında boşluk kalmayacak şekilde yerleştirilmelidir. Mertekler üzerinde de ısı yalıtımı

kullanılarak, merteklerin ısı köprüsü olarak çalışması engellenmelidir.

- Çatıyı delen tüm boru ve baca kenarları ısı köprüsü oluşturmayacak ve buhar geçişine izin vermeyecek şekilde yalıtılmalıdır (İzoder, 2006).

4.3 Eğimli Çatılarda Kullanılan Çatı Kaplama Ürünleri ve Uygulanmalarında Yalıtım Çözümleri

Çatı kesitinin son kat bitiş ürününü oluşturan çatı kaplamaları, mimari ve estetik açılardan yapıları tamamlayan, aynı zamanda atmosfer koşullarından koruyan önemli birer yapı ürünleridir. Son yıllarda, gelişen ürün teknolojileri ile birlikte pek çok konuda olduğu gibi çatı kaplama ürün türlerinde de çeşitlilik artmış, bu çeşitlilik teknolojik olanaklar çerçevesinde çatılarda tasarım ve kullanım zenginliği sağlamıştır. Böylece alışılagelmiş çatı biçimlerinin dışına çıkılarak, istenilen biçimde, biçime uygun çatı kaplama ürünleriyle farklı tasarımlar yapılmaya başlanılmıştır.

Çatıların istenilen biçimlerde, farklı tasarımlarla yapılmasına karşın, yine de çatı kaplama ürünlerinin seçilmesinde dikkat edilmesi gereken bazı ölçütler bulunmaktadır. Bu ölçütler; çatı eğimi ve biçimi, bölgesel koşullar, yapının kullanım ömrü, estetik değerler ve ekonomik özelliklerdir. Çatı hangi biçimde olursa olsun bu özelliklerin göz önünde bulundurulması ve bu özellikleri karşılayacak en uygun çatı kaplama ürününün seçilmesi gerekmektedir.

Öte yandan, eğimli çatılarda kullanılan çatı kaplama ürünlerinin, iç ve dış atmosfer koşullarına karşı dayanıklı, su geçirmeyen, uygulaması, bakımı ve onarımı kolay, insan sağlığını bozmayacak özelliklere sahip olması gerekliliği de unutulmamalıdır. Tüm bu etmenlere karşı dayanıklı ve istenilen özelliklere sahip olan çatı kaplama ürünleri ile yapılacak olan çatı uygulamaları, doğru bir çatının uygulanmasındaki ilk önemli adımı oluşturmaktadır.

Eğimli çatıların uygulanmasındaki ikinci önemli adım ise, seçilen çatı kaplama ürününe uygun su ve ısı yalıtımlarının yapılarak, çatının su ve ısı koruyuculuğunun sağlanmasıdır. Seçilen ürünlerin su ve ısı koruyuculuğunun yanı sıra, yangın dayanımı da unutulmaması gereklidir. Seçilen çatı kaplama ürünlerine uygun su ve ısı yalıtım ürünlerinin kullanılması, doğru işçilik ve detay çözümü ile yapılan bir çatı, kendisinden beklenen tüm özellikleri karşıladığı gibi, çatının servis ömründen de en verimli şekilde yararlanabilmeyi sağlamaktadır.

Eğimli çatılarda kullanılan çatı kaplama ürünleri ve uygulama yöntemlerinin ele alınacağı bu bölümde çatı kaplama ürünleri;

- Pişmiş toprak esaslı çatı kaplama ürünleri,
- Metal esaslı çatı kaplama ürünleri,
- Bitüm esaslı çatı kaplama ürünleri,
- Çimento esaslı çatı kaplama ürünleri,
- Plastik esaslı çatı kaplama ürünleri şeklinde gruplara ayrılarak, her bir çatı kaplama ürününün özelliklerinden bahsedilecek ve bu çatı kaplama ürünlerinin uygulanmasında yalıtım çözümlerine yer verilecektir (Çizelge 4.21).

4.3.1 Pişmiş Toprak Esaslı Çatı Kaplama Ürünleri

Türkiye'de, hava değişimlerine karşı dayanıklılık göstermesi, doğal malzemeden üretilmiş olması ve üstün özellikleri nedeniyle, eğimli çatılarda en çok tercih edilen çatı kaplama ürünleri pişmiş toprak esaslı çatı kaplama ürünleri, en bilindik adıyla kiremitlerdir.

Kiremit; kil ve balçığın harmanlanarak, su, kum, öğütülmüş tuğla tozu, kül ve benzerleri ile karıştırılması ve daha sonra makinelerle şekillendirilerek, kurutulduktan sonra fırınlarda pişirilmesi ile elde edilen bir çatı kaplama ürünüdür **[51]**.

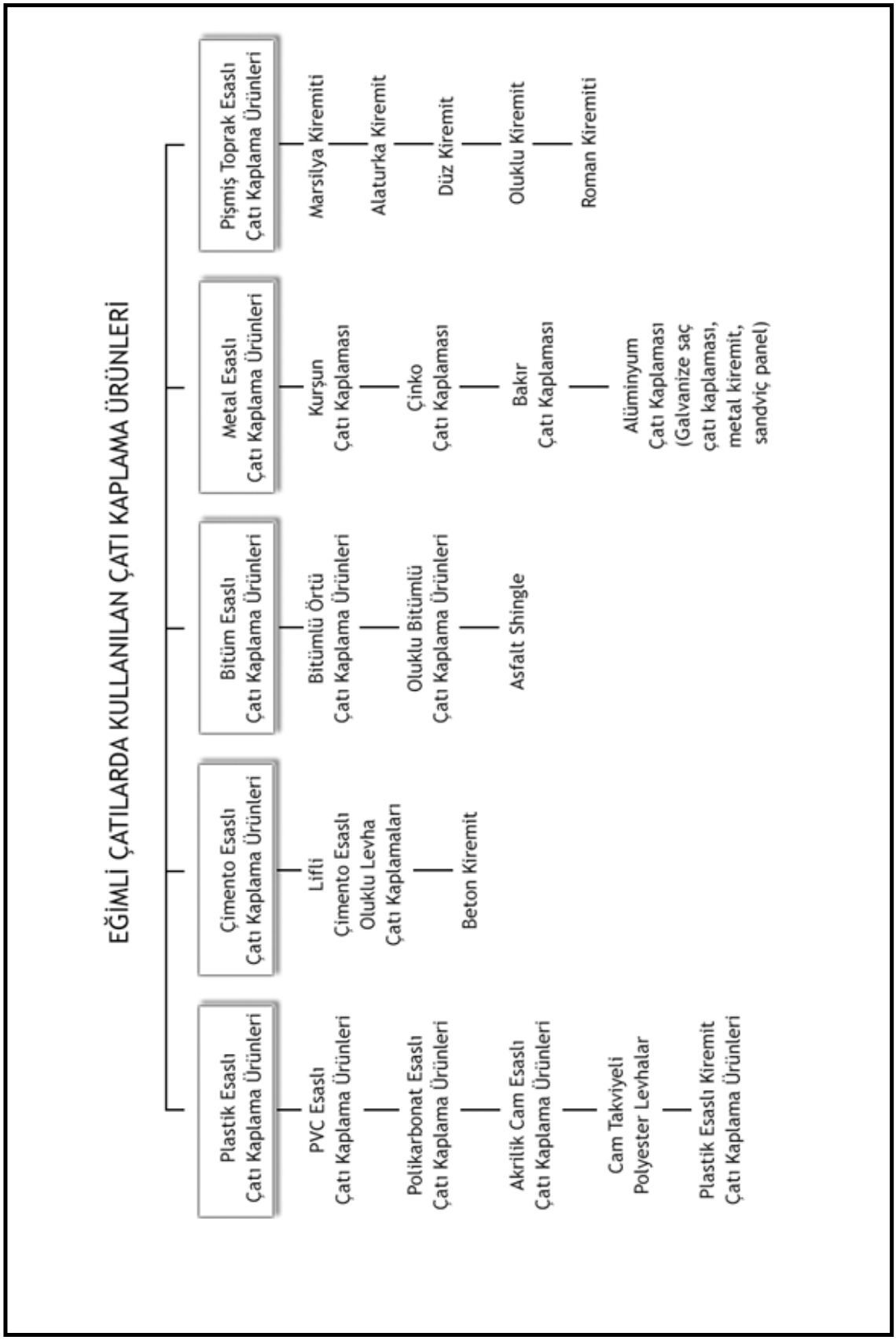
Yapıların çatılarını örtmede kullanılan kiremidi, ilk olarak Yunanlıların hafifçe çukurlaştırılmış ince seramik levhalar biçiminde kullandıkları bilinmektedir. Anadolu'da ise Phryialılar döneminden beri kullanılan kiremit, Yunanlılardan sonra Bizanslıların katkılarıyla geliştirilmiş, Osmanlı döneminde de önemli gelişmeler göstermiştir **[52]**. Küçük ve konkav Osmanlı kiremitlerinin yapımı bu dönemde gerçekleştirilerek, Türk mimarlığının karakteristik özelliklerinden birini oluşturmuştur **[51]**. Öte yandan, Anadolu'da tuğla ve kiremitteki ilk standartlar da bu dönemde getirilmiştir. Günümüzde ise, kiremitlerin tamamı TS 562 ve TS 3457 sayılı standartlara uygun olarak üretilmektedir.

4.3.1.1 Pişmiş Toprak Esaslı Çatı Kaplama Ürünlerinin Özellikleri

Pişmiş toprak esaslı ürün olan kiremitler, yoğun yağış alan bölgelerde çevresel koşullara karşı çatıları güvenle korumaktadır. Kilin tamamen doğal oluşu ve yapısında doğaya zararlı kimyasallar bulundurmamasından dolayı ekolojik dengenin bozulmasına da neden olmamaktadır. Buna karşın, m²'ye düşen kiremit ağırlığı diğer birçok çatı kaplama ürününe oranla daha fazla olduğu için çatı taşıyıcı sistemine ve yapıya getirdiği yük artmaktadır **[51]**.

TS 3457'ye göre kiremidin sahip olması gereken özelliklerden bazıları şunlardır;

Çizelge 4.21 Eğimli çatılarda kullanılan çatı kaplama ürünleri



- Görünüş: Düzgün yüzeyli olmalı, çatlaklar, köşe ve kenarlarda kırıklar, kireç parçaları ve patlamaları olmamalıdır. Belirgin renk farklılıkları bulunmamalıdır.
- Biçim: Çarpıklık ve biçim bozuklukları bulunmamalı, çene, damak ve tırnaklar ile çene ve damak yuvalarında tespit edilecek doğrudan sapma değerleri % 3'den, düzlemden sapma değerleri % 2'den fazla olmamalıdır.
- Su emme oranı: Kiremitlerin kütlece su emme oranı % 13'den fazla olmamalıdır.
- Dona dayanıklılık: Deneyden sonra kiremitlerde çatlak, kopma, pullanma, dağılma ve bunun gibi hasarlar görülmemelidir.
- Kiremitler üzerinde renk değişiklikleri ve çiçeklenme görülebilirse de herhangi bir çatlak, pullanma, kopma gibi hasarlar görülmemelidir **[51]**.

4.3.1.2 Pişmiş Toprak Esaslı Çatı Kaplama Ürünlerinin Türleri

Özellikle konut tipi yapıların çatılarında geniş bir kullanım alanına sahip olan kiremitlerin, 30- 40 arasında çeşidi bulunmaktadır **[52]**. Piyasada yaygın olarak satılan kiremitler ise, marsilya, alaturka, düz, oluklu, roman gibi kiremit türlerinden oluşmaktadır.

- **Marsilya kiremidi**

Kenarları birbirine uyacak şekilde kanallı, dikdörtgen ve geçmeli kiremittir (Şekil 4.46). Makine veya fabrika kiremidi olarak da bilinen marsilya kiremidi günümüzde en çok kullanılan kiremit türüdür. Marsilya kiremidinin şekil ve boyutları fabrikalara göre değişiklik gösterebilmektedir (Turgay, 2003). Yaklaşık boyutları 230x410x15 mm olan marsilya tipi kiremitlerin ağırlıkları ise 2,5- 3,5 kg arasında değişiklik göstermektedir **[51]**. Su geçirmedikleri gibi hava akımlarına karşı da olumlu özellik gösteren marsilya tipi kiremitler, diğer tip kiremitlere oranla m² başına daha az ağırlık vermektedir.

Şekil 4.46 Marsilya kiremidi **[51]**, **[53]**

Birbirleriyle bağlantıları kiremitlerin dört kenarındaki yivler yardımıyla sağlanan marsilya tipi

kiremitlerin uygulanmasına saçak ucundan başlanmaktadır. Çatı yüzeyine uygulanması ise mertekler üzerine çakılan ahşap kaplama üzerine veya 4x6 cm'lik kadronlara bağlanarak gerçekleştirilmektedir. Kiremitlerin uygulaması bittikten sonra saçağa doğru kaymamaları için eğime bağlı olarak birkaç sırada bir, alttan galvanizli ince tellerle birbirlerine ve alt taşıyıcı sisteme bağlanabileceği gibi gerektiğinde her sırada da bağlanabilmektedir. Rüzgârsız bölgelerde, ilk iki sıra tel ile bağlanmakta diğer sıralar bir atlanarak bağlanmaktadır (Çelebi, 2001).

Kiremit profilinin biçimi ve kalınlığı nedeniyle, üst üste binen bu kiremitlerin, saçak ucundaki ilk kiremitte yükseltme latası kullanılarak diğerleriyle aynı düzleme getirilmesi sağlanmaktadır. Mahya kiremidi ise özel bir şekle sahip olup, rüzgâr yönüne karşı döşenmektedir (Çelebi, 2001).

Marsilya tipi kiremitlerin çatıya döşenmesinde eğik dereler, kalkan duvarı ve baca kenarları gibi yerlerde ve kiremit sıralarının şaşırtılmasında bir tam kiremidin yarısına gereksinim duyulduğundan yarım kiremit üretimi de yapılmaktadır (Toydemir vd., 2006).

- **Alaturka kiremit**

Yarım silindir şeklinde, uçlarından biri diğerinden biraz daha geniş olan kiremit türüdür (Şekil 4.47). Çok eskiden beri kullanılan alaturka kiremide batılılar İspanyol kiremidi demektedir. Ağır olması nedeniyle ve marsilya kiremidinin yaygın olarak üretilmesiyle önemini büyük ölçüde kaybetmiştir (Turgay, 2003).

Şekil 4.47 Alaturka kiremit **[53]**

Alaturka kiremitlerin fabrika dışında yöresel olarak üretilenlerinin ölçü ve biçim yönlerinden belirli bir standardı bulunmamaktadır. Fabrikalarda üretilen alaturka kiremitlerin boyutları 420x165x125 mm, ağırlıkları ise 1,8 kg'dır.

Alaturka kiremitler gerek çatı yüzeyinde gerekse çatı mahyalarında aynı şekilde kullanılmak üzere tek tip olarak üretilen kiremitlerdir. Kiremit altı kaplama tahtası veya çıtaların üzerine uygulanırlar. Çatının saçak ucundan başlamak üzere alt kiremit oluk şeklinde yan yana dizilir. Bunların aralarını kapatmak üzere üst sıra ters olarak ilk sıranın üzerine yerleştirilir. Birinci sıranın bitiminden sonra ikinci, ikincinin bitiminden sonra ardışık sıralar dizilerek mahyaya kadar gelinir. Mahya kiremidi olarak da aynı kiremitler kullanılır **[54]**. Alaturka kiremitler, az eğimli çatılarda su geçirimsizliğini sağlamak için birbirlerine fazla bindirilmemelidir, aksi durumda çatıya etkiyen yük de artmaktadır.

- **Düz kiremit**

Bu tip kiremitler düz bir plak şeklindedir. Alt köşeleri hafif yuvarlak ve üst yanlarının altında kendinden bir çıkıntı bulunmaktadır (Çelebi, 2001), (Şekil 4.48). Düz kiremitler, altlarında bulunan bu çıkıntının, mertekler üzerine kiremit boyuna uygun olarak çakılan çıtalara çivilenmesi ile tespit edilmektedir (Toydemir vd., 2006). Boyutları 185x380 mm olan düz kiremitlerin ağırlıkları ise 2,3 kg'dır **[53]**.

Şekil 4.48 Düz kiremit **[53]**

Düz kiremitler, kiremit altı tahtası kullanmadan doğrudan merteklere tespit edilen çıtalara takılarak da uygulanabilmektedir. Daha iyi bir uygulama şekli ise, kiremitlerin kiremit altı tahtasına çakılan çıtalara takılarak çivilenmesidir. Ancak bu durumda kiremit altı tahtasının üzerine su yalıtım örtüsü serilmelidir. Kiremitlerin takılması için kullanılacak çıtalar, kiremidi takmaya yarayan çıkıntıdan biraz daha büyük olmalıdır. Aksi durumda, kiremit çıtaya takılsa da kiremidin çıkıntısı kiremit altı tahtasına oturacağı için, çıta ile kiremidin çivilenecek yeri arasında boşluk kalmakta ve çivilenme sırasında kiremit kırılabilmektedir (Toydemir vd., 2006).

Düz kiremitler tek veya çift kat olarak uygulanmaktadır. Tek kat olması halinde su sızdırma

tehlikesi olmakla birlikte derzlerin kapatılması veya iki üç katlı olarak serilmesiyle önlem alınabilmektedir. Düz kiremidin çift kat olarak uygulanmasında çıta araları 25 cm'dir. Bu uygulamada bir sıraya takılan kiremidin üzerine bir kiremit daha takılmaktadır. Düz kiremitlerin mahya kiremitleri ise konik şekillidir. Bunlar 8- 10 cm birbirlerine bindirilerek uygulanmaktadır **[54]**.

- **Roman kiremidi**

Roman tipi kiremit, eğime dik doğrultuda geçmeli olarak yapılmaktadır. Kiremidin bir bölümü düz gerisi ise yarım silindir şeklindedir (Şekil 4.49), **[54]**.

Şekil 4.49 Roman kiremidi **[53]**

Bu tür kiremitlerin alt yüzeyinde, çatıya telle bağlantısını sağlamak için bir delik bulunmaktadır. Ayrıca alt tarafındaki çıkıntı yardımıyla mertekler üzerine konan çıtalara da takılmaktadır. Roman tipi kiremitlerin boyutları 330x420 mm, ağırlığı ise 4,2 kg'dır **[54]**.

- **Oluklu kiremit**

Bu tip kiremitler, alaturka kiremitlerin iki tanesinin birleşmesinden oluşan sinüzoid şeklindeki kiremit olup Türkiye'de üretilmemektedir (Şekil 4.50). Oluklu kiremitlerin boyu 365x250 mm, ağırlıkları ise 2,8 kg'dır.

Şekil 4.50 Oluklu kiremit **[55]**

Oluklu kiremidin yan yana gelmesinde bir kiremidin diğerinin üzerine bindirilmesi yeterlidir. Her oluklu kiremidin altında düzenlenen özel bir çıkıntı bulunmaktadır. Kiremitlerin altlarında bulunan bu çıkıntıların çıtalı kaplamaya takılmasıyla bağlantı sağlanmaktadır **[54]**.

Pişmiş toprak esaslı çatı kaplamaları, türlerine göre çeşitli eğimlerde kullanılmaktadır. Alaturka kiremit % 25 eğimde kullanılırken, tek kat düz kiremit % 100, roman ve marsilya tipi kiremitler ise % 30- 33 eğimde kullanılmaktadır (Çatısem, 2007). Kiremitlerin bazı türleri çatıya tespit edilirken, bazıları serbestçe çatı üzerine yerleştirilmektedir. Bu nedenle değişik kiremit türleri için uygulamada minimum ve optimum eğim değerleri belirlenmiştir (Çizelge 4.22), (Toydemir vd., 2006).

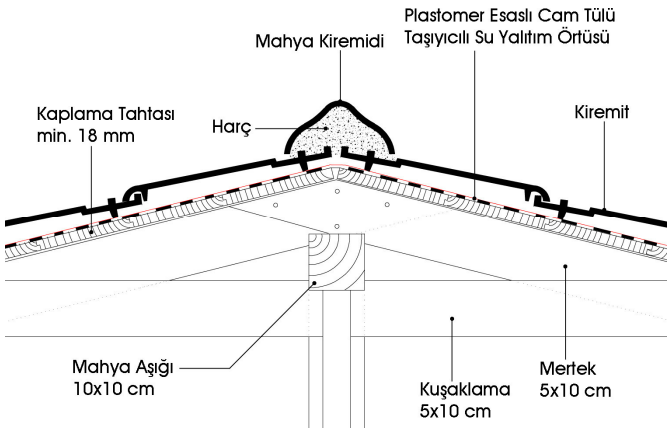
Çizelge 4.22 Değişik kiremit türlerine göre eğim değerleri

Kiremit türü (adı)	Minimum eğim değeri (%)	Optimum eğim değeri (%)	Ağırlık (kg)	1m² çatı için gerekli kiremit	1m² çatıya verdiği yük (kg)
Alaturka kiremit	20	25	2,8	25	70
Oluklu kiremit	25	30	2,4	16	40
Düz kiremit (tek kat)	60	100	2,0- 2,1	40	80
Düz kiremit (çift kat)	40	100	2,1	44	88
Roman tipi	25	30- 33	3,0	13	39
Marsilya tipi	25	30- 33	2,5	15	37,5

4.3.1.3 Pişmiş Toprak Esaslı Çatı Kaplama Ürünlerinin Uygulanmasında Yalıtım Çözümleri

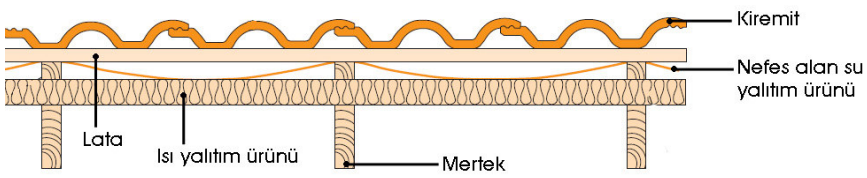
Pişmiş toprak esaslı çatı kaplama ürünlerinin eğimli çatı yüzeyine uygulanması, çatı kesitinde kullanılacak olan su yalıtım ürününün türüne bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Çatı kesitinde örtü biçiminde su yalıtım ürününün kullanılması durumunda, kiremitlerin uygulanması, kiremit altı kaplama tahtası yapılarak veya yapılmayarak gerçekleştirilebileceği gibi, kiremit altına uygulanan tek veya çift lata sistemi ile de yapılabilmektedir (Çatısem, 2007).

Eğimli çatılarda kiremit çatı kaplamasının uygulamasında en çok kullanılan yöntem olan kiremit altı kaplama tahtasının kullanıldığı durumlarda, mertekler üzerine öncelikle kalınlığı en az 1,8 cm olan kaplama tahtaları çakılır. Bu kaplama yüzeyleri, genişlikleri 12- 20 cm arasında değişen kaplama tahtası ve OSB, kontrplak türü levha biçimindeki diğer ahşap ürünlerden de meydana gelebilmektedir. Ayrıca mertekler üzerine çakılan kaplama tahtaları arasındaki derzlerin geniş kalmamasına da dikkat edilmesi gerekmektedir. Mertekler üzerine çakılan kaplama tahtalarının üzerine daha sonra plastomer esaslı cam tülü taşıyıcılı su yalıtım örtüsü uygulanmaktadır. Kiremitlerin kaplama tahtasına iki sırada bir galvanizli tellerle tespit edilmesiyle de kiremit uygulaması tamamlanmış olmaktadır (Şekil 4.51), (Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, 2008).



Şekil 4.51 Kiremit altı kaplama tahtasının kullanıldığı kiremit uygulaması (Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, 2008)

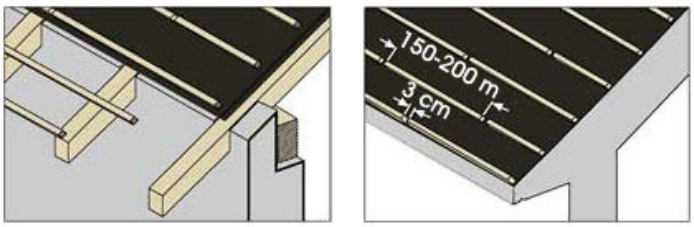
Kiremit alt kaplama tahtasının kullanılmadığı durumlarda su yalıtım örtüsü mertekler üzerine hafif torbalama yapacak şekilde çakılır (Şekil 4.52). Daha sonra kiremitler, merteklere çakılan yatay latalar üzerine tespit edilerek uygulama gerçekleştirilir. Bu uygulamada kullanılacak olan su yalıtım örtüsünün nefes alan su yalıtım ürünlerinden seçilmesi, çatı kesitinde oluşabilecek nemin dış ortama kolayca çıkması ve çatının havalandırılmasını sağlaması açısından önem taşımaktadır.



Şekil 4.52 Kiremit altı kaplama tahtasının kullanılmadığı kiremit uygulaması **[57]**

Kiremit altına uygulanan lata sistemi ise, çatının sağlıklı bir şekilde işlevini sürdürebilmesi bakımından çokça tercih edilen bir uygulamadır. Kiremit altı lata uygulaması, kiremitlerin aynı sırada düzgün olarak yerleştirilmesini sağlamakta, kiremitlerin kırılmasını ve olası su sızıntılarını engellemektedir. Öte yandan, kiremit altının gerektiği şekilde havalandırılmasına yardımcı olmakta, çatı yüzeyinde oluşabilecek dengesizlikler veya kot farklılıklarını da ortadan kaldırmaktadır. Kiremitlerin sağlam ve düzgün uygulanmasına da olanak sağlayan latalı uygulama, rüzgâr, fırtına, deprem gibi olası sarsıntılarda kiremitlerin kaymasını önleyerek insanlara ve çevreye zarar vermesine de engel olmaktadır. Enine ve boyuna uygulanabilen latalı sistem tek veya çift latalı sistem olmak üzere iki şekilde gerçekleştirilebilmektedir. Tek veya çift latalı sistem uygulamasında çoğunlukla mertek araları 50- 60 cm arasında bırakılmalıdır **[51]**.

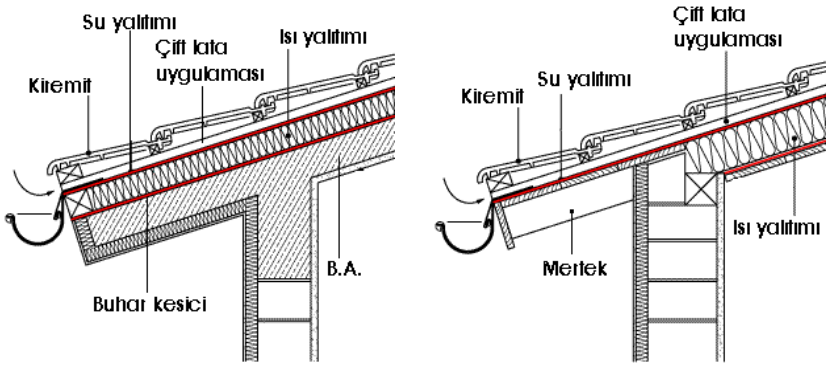
Kiremit altına tek latalı sistem uygulamasında öncelikli olarak ısı yalıtımı uygulaması yapılır. Çatı taşıyıcı sistemi ahşap ise, ısı yalıtımı merteklerin arasına, altına veya üzerine yerleştirilebilir; ancak çatı taşıyıcı sistemi betonarme ise buhar kesici bir ürün serildikten sonra ısı yalıtımı uygulaması yapılmalıdır. Ahşap veya betonarme çatıya ısı yalıtımı uygulaması yapıldıktan sonra çatı yüzeyine su yalıtım örtüsü serilir. Daha sonra, serilen bu su yalıtım örtüsü üzerine 4x3 cm veya 5x3 cm boyutlarında ve yaklaşık 2 metre uzunluğundaki ahşap latalar çakılır (Şekil 4.53). Yatay lata aralıkları, kiremidin alt damak ve tırnak arası ölçülerinde uygulanacağı için bu aralık yaklaşık olarak 31,5 ile 34 cm arasında olmalıdır. Öte yandan, her 1,5 ile 2 metrede bir, kiremit altına girme olasılığı olan su sızıntılarının akışını kolaylaştırmak için latalar arasında şaşırtmalı olarak 3 cm'lik boşluklar bırakılmalıdır. Yatay lataların çatıya uygulanmasına çatı saçağından başlanmalı ve ilk lata, kiremit doğrultusunun düzgünlüğü bakımından diğer latalardan 2 cm daha yüksek olmalıdır (İzoder, 2006), (Braas Teknik Kılavuzu, 2002), **[51]**.



Şekil 4.53 Tek latalı sistem uygulaması (Braas Teknik Kılavuzu, 2002)

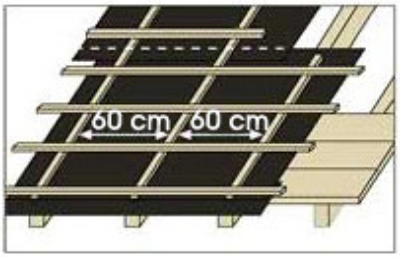
Çift latalı sistem uygulamasında ise, öncelikli olarak ahşap veya betonarme çatı yüzeyine ısı ve su yalıtım uygulaması yapılır (Şekil 4.54). Daha sonra su yalıtım ürünü üzerine 4x4 cm

veya 5x5 cm boyutlarındaki dikey latalar ve bu lataların üzerine de 4x3 cm veya 5x3 cm boyutlarındaki yatay latalar çakılır.



Şekil 4.54 Betonarme ve ahşap taşıyıcılı çatıda çift lata uygulaması (Çatısem, 2007)

Dikey latalar, altlarında bulunan taşıyıcı kirişlere, çatıyı taşıyıcı olan yapının mertekleri üzerine veya ahşap - beton çatı yüzeyine 60 cm'lik aralıklarla sabitlenir (Şekil 4.55). Yatay latalar ise çatı saçağından başlanarak dikey latalara sabitlenmelidir (Braas Teknik Kılavuzu, 2002). Tek veya çift latalı sistemlerin her ikisinde de kiremit altında maksimum havalandırma sağlayacak bir kesit oluştuğundan, ısı kaybı azalmakta ve nem çatıdan kolaylıkla dışarıya atılmaktadır **[51]**.



Şekil 4.55 Çift latalı sistem uygulaması (Braas Teknik Kılavuzu, 2002)

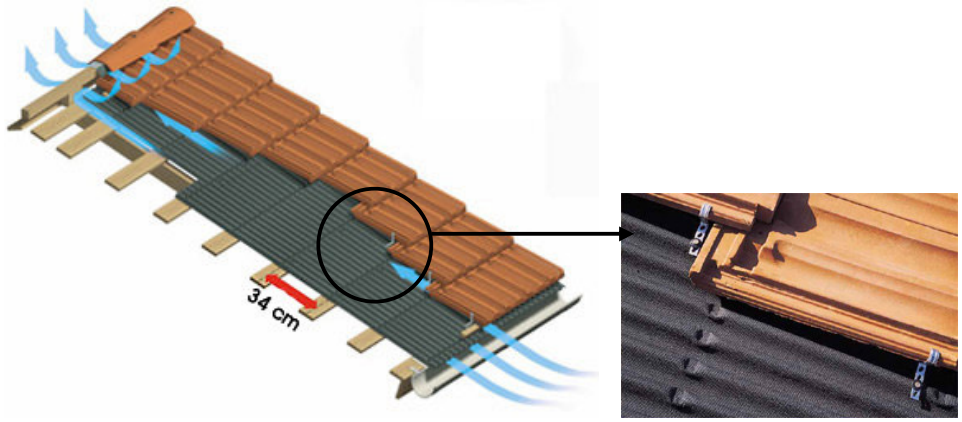
Çatının durumuna göre uygun ahşap lata alt yapısı yapıldıktan sonra, saçağa paralel dere içine 4- 6 cm sarkacak şekilde ip çekilerek, kiremitlerin mertek dillerinden sağdan sola birinci sırayı oluşturacak şekilde bu ahşap latalar üzerine yerleştirilmesi sağlanır. Kiremitler su akışını kolaylaştırmak amacıyla asla birbirlerine aşırı şekilde yaklaştırılarak kilitlenmemelidir.

Kiremitlerin tespit işleminde, kiremit profili yüksekliğine ve çıta kalınlığına uygun bir çivi veya vida kullanılmalıdır. Çıtasız uygulamalarda ise kiremitlerin dört sırada bir ahşap kaplama veya beton çatı yüzeyine sabitlenmesi gerekmektedir. Kiremitlerin tespitinde tespit

elemanı kullanımı ise sadece çift latalı sistemlerde uygulanabilmektedir. Bu eleman ahşap latanın altına takılarak uygulanmakta ve kiremidin yüksekliğine göre sabitleme kancası ayarlanmaktadır (Braas Teknik Kılavuzu, 2002).

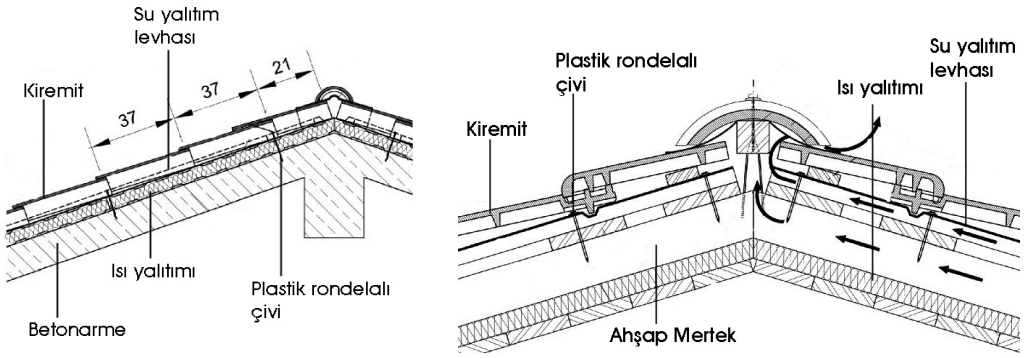
Kiremitlerin çatıya tespitinde kullanılan bir diğer yol da kiremitlerin harç ile uygulanmasıdır. Saçak hattında ilki 4x5 cm, ikincisi 4x3 cm boyutlarında olmak üzere iki ahşap lata yerleştirilmesi mutlaka tavsiye edilmektedir. Ayrıca kiremitleri döşemeden önce harcın suyunu tam olarak çekmiş olması gereklidir. Ancak harçlı uygulamalar, çatının havalandırma özelliğini büyük oranda düşürdüğü için tavsiye edilmemektedir (Braas Teknik Kılavuzu, 2002).

Çatı kesitinde kiremit altı su yalıtım levhası kullanılması durumunda ise kiremitler, yalıtımın özel profillerine takılarak döşenmektedir (Şekil 4.56). Bu yöntemle hem kiremitlerin kaymasına engel olunmakta, hem de döşemenin düzgünlüğü için ip çekme gereği ortadan kalkmaktadır. Ayrıca kiremitler, üzerine basıldığında oynamamakta, kırılmaya karşı bir kat daha iyi korunmaktadır. Öte yandan, bu sistemde kiremit altı tahtalarının 34 cm ara ile döşenmesi yeterli olduğu için kaplama tahtasından da % 70 oranında tasarruf edilmektedir **[56]**.



Şekil 4.56 Eğimli çatılarda su yalıtım levhası üzerine kiremit uygulaması **[56]**

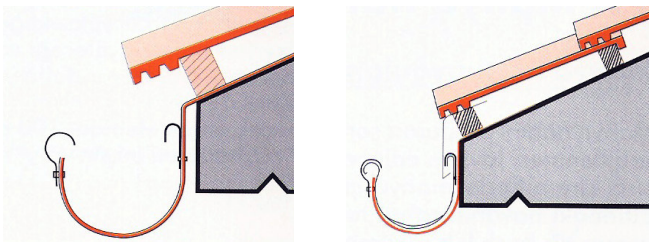
Kiremit altı su yalıtım levhasının kullanıldığı eğimli betonarme çatılarda öncelikle, döşeme üzerine ısı yalıtım ürünü uygulaması yapılmaktadır. Ahşap taşıyıcılı eğimli çatılarda ise mertekler üzerine kaplama tahtası uygulaması yapıldıktan sonra ısı yalıtım ürünü uygulanmaktadır. Her iki çatı türünde de ısı yalıtımı uygulaması bittikten sonra su yalıtım levhalarının uygulamasına geçilmektedir. Su yalıtım levhalarının çatıya tespiti plastik rondelalı çivilerle gerçekleştirilmektedir (Şekil 4.57).



Şekil 4.57 Eğimli çatılarda su yalıtım levhası üzerine kiremit uygulaması **[56]**

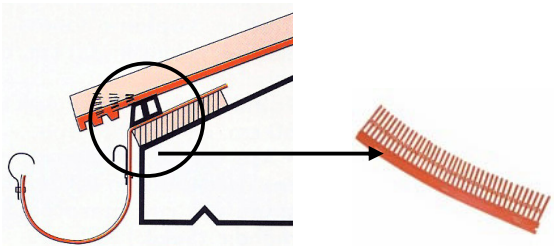
Her türlü kiremidin kolaylıkla uygulanabildiği ve iki ayrı şekle sahip olan kiremit altı su yalıtım levhalarının çatıya tespiti ise oluk tepelerine çakılan çivilerle yapılmaktadır. Kiremit altına sızan sular, oluk diplerinden serbestçe akabildikleri için geçirimsizlik her zaman güven altında olmaktadır. Bu sistemde kiremitler, beş olukta bir çakılan çivilerin başlarına dolanarak gerilen bir bakır tele bağlanabilmekte veya özel kancalardan yararlanılabilmektedir. Kanca, kiremitlerin rüzgâr tarafından kaldırılmasını da önlediği için, ilk iki saçak sırasında ve kalkan duvar kenarlarında özellikle kullanılmalıdır. Öte yandan, kiremitlerin arkasına takıldığında dik eğimlerde kaymaya karşı da etkili olmaktadır **[56]**.

Pişmiş toprak esaslı çatı kaplamalarında kullanılan su yalıtım ürünü örtü veya levha şeklinde hangi türde olursa olsun kiremitlerin döşenmesine saçak hattından başlanmaktadır. Bu nedenle saçak hattı ilk döşenecek kiremit sırasını oluşturmaktadır. İlk kiremitlerin doğru bir eğime ve diğer kiremitlerle aynı doğrultuya sahip olmasını sağlamak için de saçakta lata kullanılması gerekmektedir. Saçak latası ile ikinci lata arasındaki mesafe kiremitlerin çatı saçağından yapacağı taşma mesafesini belirlemektedir. Bu mesafe kiremit üzerindeki suyun dere dış yanağını aşmadan suyun dere içine inmesini sağlamaktadır. Öte yandan dere kelepçelerinin tespiti de saçak latasının altına veya üstüne gerçekleştiği için saçak hattında saçak latası kullanımı büyük önem taşımaktadır (Braas Teknik Kılavuzu, 2002), (Şekil 4.58).



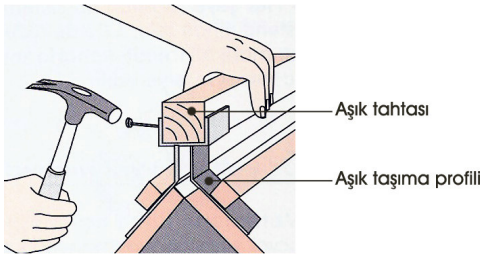
Şekil 4.58 Saçak latasına dere kelepçesinin tespiti (Braas Teknik Kılavuzu, 2002)

Saçaklarda saçak latası dışında kullanılan bir diğer eleman ise, saçak latası yerine kullanılan PVC saçak havalandırma elemanıdır. Bu eleman yapısı gereği saçak kiremitlerinin yükseltilmesini ve diğer kiremitlerle aynı düzleme sahip olmasını sağladığı gibi, kiremit örtüsü altına kuş, yaprak ve benzeri maddelerin girmesini engellemekte ve kiremit altının etkin olarak havalandırılmasına yardımcı olmaktadır (Şekil 4.59).



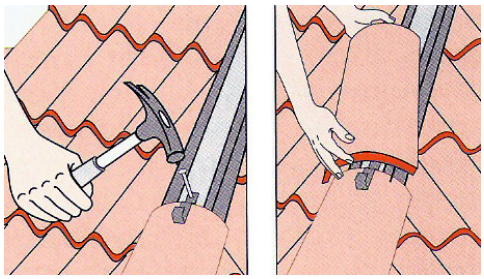
Şekil 4.59 Saçak havalandırma elemanı (Braas Teknik Kılavuzu, 2002)

Pişmiş toprak esaslı çatı kaplamalarında mahya hattını oluşturan son sıra kiremitlerin harçla uygulanması tavsiye edilmemektedir. Ancak tüm olumsuzluklarına karşın bu sistemin uygulanması istendiğinde, sadece mahya kiremitleri dışarıdan görünmeyecek şekilde içten harçlanmalıdır **[51]**. Mahya hattının doğru uygulaması ise şu şekilde gerçekleşmektedir. Zirve mahya hattına aşık taşıma profilleri doğrudan mertekler üzerine, kaplama tahtası veya beton çatı yüzeyi üzerine yaklaşık 100 cm'de bir olmak üzere sabitlenir. Eğimli mahya hattında ise bu mesafe 60 cm'dir. Aşık taşıma profillerinin yüksekliği, üzerine konacak aşık latasının üst kenarı ile mahyanın altı arasında 0,5 cm mesafe kalacak şekilde ayarlanmalıdır. Bu mesafeyi belirlemek için, birkaç adet mahya hattı kiremidi yerine yerleştirildikten sonra üzerlerine serbest olarak bir mahya konur. Mahyanın kiremitler üzerine dengeli bir şekilde oturduğu kontrol edildikten sonra çatının en üst noktası ile mahyanın dar kenarı arasındaki mesafe ölçülür. Ölçülen mesafeden 0,5 cm düşülür. Aşık taşıma profilinin ayakları belirlenen mesafeye göre bükülür. Daha sonra 5x3 cm boyutlarındaki aşık tahtası aşık profilleri üzerine sabitlenir (Braas Teknik Kılavuzu, 2002), (Şekil 4.60).



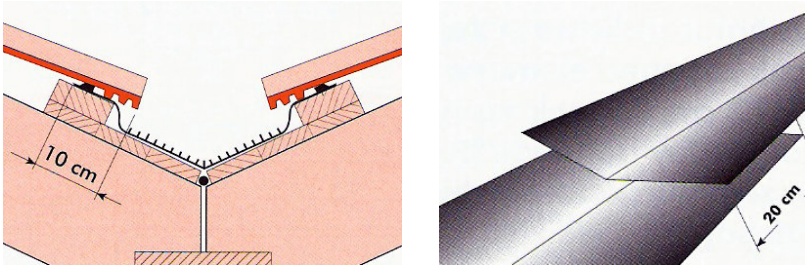
Şekil 4.60 Mahya hattının uygulanması (Braas Teknik Kılavuzu, 2002)

Son sıra ahşap lata ile çatı mahya hattının en üst noktası arasındaki mesafe 30 mm olmalıdır. Mahya havalandırma bandı montajından sonra metrede 2,5 adet olarak kullanılan mahya kiremitleri birbirlerine 5 cm bini yapacak şekilde üst üste bindirilerek yerleştirilir ve mahya kiremidi tespit elemanı ile aşık tahtasına çivilenerek veya vidalanarak sabitlenir (Braas Teknik Kılavuzu, 2002), (Şekil 4.61).



Şekil 4.61 Mahya kiremitlerinin çatıya tespiti (Braas Teknik Kılavuzu, 2002)

Kiremit örtülü çatılarda eğik dere, baca ve duvar dibi detayları ise özel elemanlarla çözümlenmektedir. Eğik dere çözümünde kullanılan özel PVC ürünler, altlarında bulunan ve her iki yanına çakılan 4x2 cm'lik ahşap latalar ile desteklenir. Kiremitler, kiremit altına su girmesini engellemek için bu ürünler içine en az 10 cm girecek şekilde döşenmelidir. 170 cm uzunluğunda olan bu PVC ürünler, birbiri üzerine 20 cm bindirilerek uygulamaya devam edilmelidir (Braas Teknik Kılavuzu, 2002), (Şekil 4.62).



Şekil 4.62 Mail dere uygulaması **[57]**

Baca ve duvar dibi çözümlerinde ise, kendinden yapışkanlı, yumuşak ve esnek bir yapıya sahip olan, UV ışınlarından ve sıcaklık farklarından etkilenmeyen özel bantlar kullanılmaktadır. Baca ve duvar diplerine kolaylıkla yapıştırılan bu bantların üzerine daha sonra baskı profilleri çakılarak bandın duvar yüzeyine tutunması sağlanmaktadır. Bacanın ön yüzeyine uygulanacak olan baskı çıtasının uzunluğu, bacanın her iki kenarından 5 cm taşma yapacak şekilde ayarlanmalıdır. Bacanın yan yüzeyinde uygulanacak çıta ise baca

kenarlarından 1 cm, arka yüzeyinde uygulanacak çıta da 2 cm taşma yapmalıdır. Her iki yandan taşma yapan bu profiller daha sonra yanlara doğru bükülerek, tespit deliklerinden vidalar yardımıyla duvar yüzeyine sabitlenmelidir (Braas Teknik Kılavuzu, 2002), (Şekil 4.63).

Şekil 4.63 Baca dibi uygulaması **[57]**

4.3.2 Metal Esaslı Çatı Kaplama Ürünleri

Dış etkilere karşı dayanıklılığı, kolay işlenebilirliği ve hafifliği gibi nedenlerle eğimli çatılarda pişmiş toprak esaslı çatı kaplama ürünlerinden sonra en çok tercih edilen çatı kaplaması türü metal esaslı çatı kaplamalarıdır (Toydemir vd., 2006).

Türkiye'de özellikle Sinan dönemi yapılarında kurşun çatı kaplama ürünlerinin kullanılması, çatı kaplama ürünü olarak metal kullanma geleneğini geçmişten günümüze taşımıştır (Çatak, 1997). Öte yandan, Türkiye'nin tek kat metal çatı kaplama ürünleri ile tanışması 1970'li yıllarda gerçekleşirken, 1985 yılında ilk kez çatı kaplama ürünü olarak iki kat metal arasına ısı yalıtım ürünü uygulanarak yapılan sandviç paneller kullanılmaya başlanmıştır **[52]**. Günümüzde de, metal esaslı çatı kaplama ürünlerinin dayanıklılık, hafiflik gibi olumlu özelliklere sahip olması, bu ürünlerin sadece endüstriyel yapılarda değil, spor tesisleri, kongre binaları ve daha birçok yapıda artan bir şekilde tercih edilmesini sağlamıştır.

4.3.2.1 Metal Esaslı Çatı Kaplama Ürünlerinin Özellikleri

Metal esaslı çatı kaplama ürünleri, geniş açıklıklarda, çeşitli çatı biçimlerinde ve eğimlerinde kullanılabilme kolaylığı sağlayan ürünlerdir (Turgay, 2005). Dış etkilere karşı dayanıklı olan bu ürünler su ve buharı geçirmez (Çatısem, 2007). Çatı kaplaması olarak işlevlerine son verildiklerinde ise, geri dönüştürülerek farklı ürün biçimlerinde tekrar kullanılabilmektedir. Öte yandan, hafif olmalarından dolayı çatı taşıyıcı sistemine ve yapıya getirdikleri yük de fazla olmamaktadır.

Metal esaslı çatı kaplama ürünleri hafif, yoğun ve yanmaya karşı dayanıklı ürünler olmasına karşın, korozyondan ve ısı farklılıklarından olumsuz yönde etkilenmektedir. Meydana gelen ısı farklılıklarından etkilenmemesi ve genleşmelerin kolay sağlanabilmesi için birbirlerine kenetlenerek birleştirilmektedir. Asit, tuzlu su buharı, kireç, çimento ve alçı harçlar metal çatı kaplamalarının yapısal özelliklerine zarar verebilmektedir. Ayrıca çatı yüzeyinde farklı iki tür metalin kullanılmamasına da dikkat edilmesi gerekmektedir (Avlar, 2006).

TS 506 ve TS 508'e göre metal esaslı çatı kaplamaları ile ilgili özellikler ise şu şekilde belirlenmiştir;

- Malzemeler: Metal çatı kaplamaları standartlara uygun ürünlerden üretilmelidir.
- Mekanik dayanım: Ürün; kar, rüzgâr ve bakım sırasında oluşacak tasarım yüklerine dayanımlı olmalıdır. Çatının performansının olumsuz yönde etkilenmemesi için, bu yükler belirli bir emniyet kat sayısı ile çarpılmalıdır.
- Boyutlar: Bu ürünlerle kaplanan çatının işlevlerini yerine getirebilmesi için, ürün boyutları sabit olmalıdır.
- Yangın güvenliği: Organik kaplamalı ürünler, uygun EN standartları çıkıncaya kadar, yangın güvenliği hakkındaki milli yapı mevzuatlarına uygun olmalıdır (TS 506, 2002; TS 508, 2002).

4.3.2.2 Metal Esaslı Çatı Kaplama Ürünlerinin Türleri

Metal esaslı çatı kaplama ürünleri gerek malzeme türüne gerekse çatı kaplama ürününün biçimine göre farklılık göstermektedir. Malzeme türünün farklılığı çatı kaplamasının atmosfer etkenlerine karşı dayanıklılığı, mekanik kuvvetler karşısındaki dayanımı, kaplama servis ömrü gibi ölçütleri etkilerken, çatı kaplama ürününün biçimi ve boyutu ise çatı taşıyıcı sistemi, ürünün uygulama ayrıntısı, yalıtım çözümü gibi konularda etkili olmaktadır. Bu doğrultuda öncelikle metal esaslı çatı kaplama ürünleri malzeme türüne göre incelecek, çatı kaplama ürünlerinin biçimsel özelliklerine göre açılımı ise malzeme türünün içinde açıklanacaktır.

Eğimli çatlarda çatı kaplama ürünü olarak kullanılan metaller; kurşun, çinko, bakır, alüminyum ve çelikten oluşmaktadır (Çatısem, 2007).

- **Kurşun Çatı Kaplaması**

Yoğunluğu 11,3 kg/cm³ olan, 327,4 °C'de eriyebilen, yumuşak ve bükülgen, mavimsi esmer renkte olan madene kurşun adı verilmektedir (Çatak, 1997). Kurşun, yumuşaklığı nedeniyle ek yerleri ağaç tokmakla dövülerek sıkıştırılıp, sızdırmaz hale getirilebildiği için eğim verilmeden de kullanılabilen tek metal kaplamadır. Kurşun dışında kalan çatı kaplama

ürünleri, en az % 8- 10'luk bir eğimden başlamak üzere daha dik eğimlerde de kullanılabilmektedir (Toydemir vd., 2006), (Şekil 4.64).

Şekil 4.64 Kurşun çatı uygulaması **[58]**

Kurşun, yapı ürünü olarak 5000 yıldan fazla bir süredir yapılarda kullanım alanı bulmaktadır. Günümüzde, pahalı olması nedeniyle yapıdaki yerini benzer özellikler gösteren yeni ve daha ekonomik ürünlere bırakmıştır. Öte yandan, restorasyonu yapılan tarihi binalarda ve anıtsal etki istenen binalarda çatı kaplaması olarak kullanımı devam etmektedir.

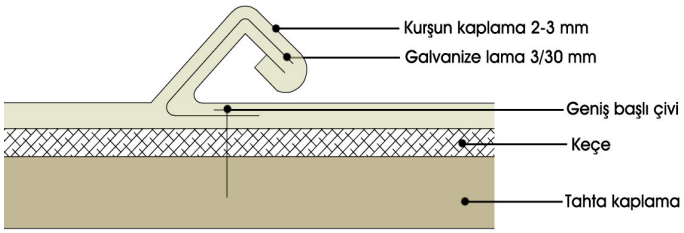
Kurşunun, kaplama olarak oksitlenmeye karşı mükemmel bir dayanımının olması, hemen her türlü biçimi kolaylıkla alabilmesi ve işçiliğinin basit olması gibi olumlu özellikleri bulunmaktadır. Öte yandan, ağır ve yumuşak olması, bu nedenle eğimli yüzeylerden aşağıya doğru akması söz konusu olmaktadır. Ayrıca, genleşme kat sayısının yüksek, erime sıcaklığının ise düşük olması nedeniyle yangına karşı olumsuz özelliklere sahiptir (Çatısem, 2007).

Kurşun çatı kaplamasında, ısınma ile önemli ölçüde genleşme olabileceğinden, levhalar birbirlerine lehimlenmeden, genleşme olanağı sağlayan kenetler yapılarak eklenmelidir (Toydemir vd., 2006).

Eğimli bir çatı yüzeyinin kurşunla kaplanabilmesi için kurşun kaplama altına bitümlü karton veya kalın bir sanayi keçesi serilmesi ve bu ürünlerin altında da mertekler üzerine yerleştirilmiş bir ahşap kaplamanın yapılmış olması gerekmektedir (Çatak, 1997, Çatısem, 2007), (Şekil 4.65).

Kurşun kaplama uygulamasına başlamadan önce, kurşun kaplanacak yüzeyler her türlü toz, kir ve atıktan temizlenmeli, daha sonra kaplama yapılmalıdır. Kaplama bittikten sonra sadece

bakım ve onarım için kaplama üzerine çıkılmalı ve çıkıldığında da lastik tabanlı ayakkabı ile kaplama üzerinde dolaşılmalıdır. Ayrıca, kurşuna zarar veren ve kurşunu delen kurşun bitine karşı kimyasal önlemlerin de alınması gerekmektedir (Çatısem, 2007, Toydemir vd., 2006).



Şekil 4.65 Kurşun çatı kaplaması detayları (Çatısem, 2007)

- **Çinko Çatı Kaplaması**

Çinko, 7,11 kg/cm³ yoğunluğa ve 419,41°C ergime sıcaklığına sahip, elektroliz veya indirgeme yoluyla elde edilen mavimsi beyaz renkli metal çatı kaplama ürünlerinden biridir (Turgay, 2003), (Şekil 4.66). 0,50- 0,95 mm kalınlıkta ve 100x200 cm boyutlarında üretilmektedir (Çatısem, 2007).

Şekil 4.66 Çinko çatı kaplaması **[59]**

Kaplama esaslı bir çatı örtü ürünü olarak % 10'dan daha dik eğimlere kadar kullanılabilen çinko çatı kaplaması, kurşun ve bakıra göre daha ekonomik bir üründür. Düşük eğimlerde kullanılabilmesi nedeniyle çatı hacminin büyümesine neden olmayan bu kaplama, çinko malzemenin dış etkilere karşı dayanıklılığı nedeniyle tercih edilmektedir (Toydemir vd., 2006). Ağırlığı 2,54 kg/m²'den 16,1 kg/m²'ye kadar malzeme kalınlığına göre değişiklik gösterebilmektedir (Çatak, 1997).

Çinko çatı kaplamalarının ısı iletkenliği yüksektir ve ısıya karşı dayanıklıdır. Öte yandan, metal olmalarından dolayı korozyondan etkilenebilmektedir. İşlenme zorluğu az da olsa bulunan bu ürünlerin üzerleri boyanabilmektedir. Kırılgan değildirler ve trapez, düz, oluklu gibi çeşitli profillerde üretilebilmektedirler. Katran, bakır, demir, çelik, çimento ve kireçle temas etmesi durumunda ise zarar görebilmekte, bu nedenle de çatıda doğrudan ahşap üzerine uygulanması gerekmektedir (Çatak, 1997).

- **Bakır Çatı Kaplaması**

Bakır, 8,93 kg/cm³ yoğunluğa ve 1083°C ergime sıcaklığına sahip, ısı ve elektrik geçirgenliği yüksek, kızıl renkteki metal çatı kaplama ürünlerinden bir diğerini oluşturmaktadır (Turgay, 2003), (Şekil 4.67).

Şekil 4.67 Bakır çatı kaplaması **[61]**

Kullanım ömrü hemen hemen sonsuz olan bakır çatı kaplamalarının hava ile temas etmesi durumunda üzerinde önce kahverengi daha sonra mavi yeşil renkli bir tabaka oluşmaktadır. Patina adı verilen bu durum sayesinde çatı kaplaması hava neminden etkilenmemekte, üzerinde biriken toz ve kir artıklarından zarar görmemektedir.

Bakır çatı kaplama ürünleri, diğer metallere oranla eğilmeye ve esnemeye daha fazla dayanımlı olduğu için, kaplaması zor çatılarda kolay şekillendirilmesi bakımından tercih edilmektedir. Öte yandan, bakır düşük ısı derecelerinde de kolaylıkla işlenebilen bir malzemedir, bu nedenle kaplamanın birleşimleri kolaylıkla gerçekleştirilebilmektedir. Çatı çıkıntıları yumuşak, oluklar ve harpuştalar sert bakırdan yapılmalıdır. Bakır çatı kaplamaları, diğer metallerle birlikte kullanılmamalıdır, kullanılması durumunda ise iki metal ürünün arasına bitümlü örtü gibi ayrıca bir malzeme yerleştirilmelidir (Çatak, 1997).

- **Alüminyum Çatı Kaplaması**

Alüminyum, çatı kaplaması olarak kullanılan diğer metal çatı kaplama ürünlerine göre oldukça yeni olan bir çatı kaplama ürünüdür. 2,7 kg/dm³ yoğunluğa ve 9 kg/mm² kopma dayanımına sahip, düşük sıcaklıkta kırılganlık göstermeyen aksine dayanımı artan ve yüksek uzama gösteren bir malzemedir (Çatak, 1997).

Levha kalınlıkları 0,60- 0,80 mm arasında değişen alüminyumun maliyeti düştükçe, uygulama alanları da genişlemiş, kullanım kolaylığı, hafifliği, kimyasal açıdan nötr olması, haddelenebilme ve sertleşebilme özelliklerinden dolayı çatılarda kullanılmaya başlanmıştır (Eriç, 1994).

Güneş ışınlarını yansıtması nedeniyle sıcaklık artışını önlemesi, yanıcı olmaması gibi özelliklere sahip olmasının yanı sıra, kolay şekil alma ve antimanyetik özellikleri de bulunmaktadır. Öte yandan, ısı iletim özelliği çok yüksektir ve güneş ışınlarının % 80'ini yansıtması nedeniyle komşu ve yakın binaları rahatsız etmesi gibi olumsuz özelliklere de sahiptir (Toydemir vd., 2006).

Alüminyum çatı kaplama ürünleri günümüzde biçimsel olarak, düz levha, trapez ve sandviç panel olmak üzere üç şekilde kullanım alanı bulmaktadır.

a) Düz alüminyum levhalar

Levha kalınlığı 0,3- 3,0 mm, genişliği 600- 1250 mm ve uzunluğu 1000- 4000 mm arasında değişen düz levha şeklindeki alüminyum çatı kaplama ürünleri diğer metal çatılarda olduğu gibi farklı tür metallerle birlikte kullanılmamalıdır. Öte yandan, günümüzde renklendirilerek de kullanım alanı bulan düz alüminyum levhaların uygulanması, çinko ve bakır çatı kaplama ürünlerinde olduğu gibi çıtalı veya kenetli olmak üzere iki şekilde gerçekleştirilebilmektedir (Çatısem, 2007; Toydemir vd., 2006).

b) Trapez alüminyum levhalar

Son yıllarda, trapez alüminyum çatı levhaları, çevre koşullarına karşı dayanıklı olması, su emmemesi, don olaylarından etkilenmemesi, uzun ömürlü, hafif ve yük taşıma kapasitesinin de yüksek olması gibi nedenlerden dolayı geniş açıklıklı yapılarda, çatı kaplaması olarak tercih edilen bir ürün olmuştur (Şekil 4.68), (Çatak, 1997, Çatısem, 2007).

Korozyona karşı yüksek dayanım gösteren trapez levhalarda, montajdan sonra, levha yüzeyinde oluşan oksit tabakası diğer metal ürünlerde gözlenenin aksine kararlı yapıda koruyucu bir film tabakası oluşturmakta ve çatı kaplamasını uzun ömürlü hale getirmektedir.

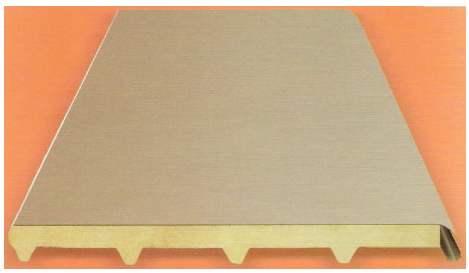
Çelik taşıyıcı sistem üzerine uygulanacak olan trapez levhalar, demir - alüminyum temasından dolayı elektron akımı pillenme denilen aşınmaya neden olmaktadır. Bunu önlemek için de, çelik taşıyıcı sistem boyanmakta veya araya sünger bant yerleştirilmektedir (Çatak, 1997).

Şekil 4.68 Tek kat (ısı yalıtımsız) trapez panelleri **[62]**

Trapez levhalar, kullanım yerine, amacına ve farklı aşık aralıklarına göre değişik kalınlık ve biçimlerde üretilebilmektedir. Tek kat olarak üretilen alüminyum çatı kaplamaları, boyasız olarak kullanılabilmektedir. Saç levhalara oranla daha hafiftir ve yüzeyleri desenli olarak da üretilebilmektedir. Metal kalınlıkları 0,5 mm ile 2,0 mm arasında değişiklik göstermektedir. Trapezin şekline bağlı olarak 1 m² levhanın ağırlığı yaklaşık 1,8 kg ile 8 kg arasında değişmektedir. İstenilen boylarda üretimi mümkün olmakla birlikte en uzun boy nakliye imkânlarının sınırlı olması nedeniyle 12 metre civarındadır (Çatısem, 2007).

Tek katlı olarak üretilen trapez alüminyum çatı levhaları, levha boyutlarına uygun olarak düzenlenmiş aşıklar üzerine veya kaplama tahtası üzerine serilmiş su yalıtım ürününün üzerinde kullanılmaktadır.

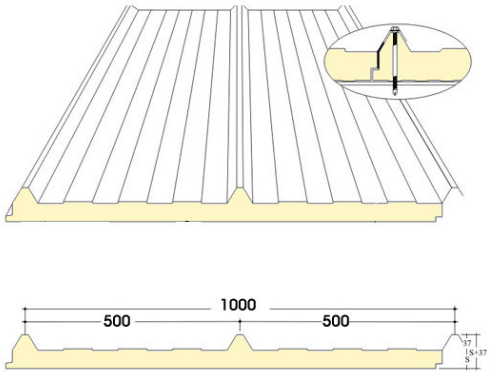
Trapez alüminyum levhalar, alt veya üst yüzeylerden biri kraft kâğıdı veya membran ile kaplanarak da çatıya uygulanabilmektedir. Bu uygulamada, montaj işlemi sırasında membran ekipleri ile işbirliği yapılması gerekmektedir (Çatısem, 2007), (Şekil 4.69).



Şekil 4.69 Membranlı trapez çatı panelleri (Çatısem, 2007)

c) Sandviç paneller

İki metal levha arasına, üretim anında poliüretan enjekte edilmesi veya polistren, taş yünü, cam yünü gibi ısı ve ses yalıtımı sağlayan ürünlerin yapıştırılması ile elde edilen çatı kaplama ürünleridir (Çatısem, 2007), (Şekil 4.70).



Şekil 4.70 Sandviç paneller **[62]**

Kaplanacak yüzey üzerinde oluşturulan sistemde, her katman birbirinden bağımsızdır. Sistem sırasına göre monte edilen katmanlar yapıların kullanım amaçlarına, bölgesel koşullara ve taşıyıcı sistem elemanlarına göre boyutlandırılmaktadır (Almetsan Firma Kataloğu, 2007).

Kullanım gerekliliğine göre alüminyum levhalar ve aralarındaki ısı yalıtım ürünleri çeşitli kalınlıklarda olabilmektedir. Alüminyum panellerin metal kalınlıkları alt levhalar için genellikle en az 0,4 mm, üst levhalar için de en az 0,5 mm'dir. Ağırlıkları ise, poliüretan ve polistrenli paneller için yaklaşık olarak 4 kg/m², taş yünlü paneller için de 6 kg/m² olup, metal ve yalıtım kalınlıkları arttıkça bu değerler de artmaktadır (Çatısem,2007). Bu sistemin temel amacı, sandviç paneli oluşturan ürünlerin teknik özelliklerinden ayrı ayrı yararlanabilmektir (Çatak, 1997).

Poliüretanlı sandviç paneller, kesintisiz olarak ve istenilen boyda üretilebilmektedir. Ancak nakliye koşullarından dolayı boyları sınırlandırılmıştır ve 16 metreye kadar trapez mahya kullanımı ile tek parça kaplama yapmak mümkündür (Almetsan Firma Kataloğu, 2007). Kesintisiz üretim teknolojisi sonucunda homojen köpük yoğunluğu elde edilmektedir. Metal ile poliüretan arasında ayrılma olmaz. Sandviç paneller, en ekonomik ve etkin ısı yalıtımını sağlamaktadır. Hafif olmasına karşın yüksek değerde yayılı yük taşıma gücüne sahip oluşu, ana taşıyıcı sistemde kullanılan çelik veya betonarmeden ekonomi sağlamaktadır. Kırılmaya ve şekil değiştirmeye karşı dayanımlıdır. Uzun ömürlüdür, açık havanın yıpratıcı etkilerine

yıllarca dayanır. Öte yandan, alüminyum ürünler geri dönüştürülebilmektedir **[63]**.

Taş yünü veya cam yünü ısı yalıtımlı sandviç paneller ise, DIN 4102 normuna göre A sınıfı yanmaz özelliğe sahip olduğu için yapılarda yangın güvenliği sağlamaktadır. Buna karşın diğer sandviç panellere oranla daha ağır olduğundan şantiyede taşıması zordur ve panel boyutlarının da buna göre hesaplanması gerekmektedir **[63]**.

Öte yandan, en az % 10 eğimli çatılarda kullanım alanı bulan alüminyum sandviç panel çatı kaplama ürünleri, panel boyutlarına uygun olarak düzenlenmiş aşıklar üzerine tespit edilmektedir.

- **Çelik Çatı Kaplaması**

Az miktarda karbonla demirin birleşmesi ile oluşan, demirden çok daha sert ve daha hafif olan çelik çatı kaplamaları sağlamlığı, esnekliği ve uzama özellikleri ile son yıllarda demirin yerini alan bir ürün olmuştur. Çeliğin çeşitli yöntemlerle kolaylıkla işlenebilmesi bu ürünün endüstrileşmesini yol açmış ve bu nedenle uzun yıllardan beri özellikle geniş açıklıklı yapılarda çokça kullanılmasına olanak sağlamıştır.

Çelik çatı kaplamaları, her türlü çatı eğiminde ve her türlü çatı taşıyıcı sisteminde kolaylıkla kullanılabilmekte ve tasarım kolaylığı sağlamaktadır. Öte yandan, çeliğin genleşme kat sayısının düşük olması sayesinde panel birleşim yerlerinde kesinlikle yırtılma oluşmamakta ve dilatasyon sorununa kesin çözüm getirilmektedir. Çelik çatı panellerinin hafif olması ve buna bağlı olarak da çatı taşıyıcı sistem malzemesinin istenilen boyutlarda üretilebilmesi nedeniyle en az fire verilmekte ve böylece malzemeden tasarruf sağlanmaktadır (Çatak, 1997).

Çelik çatı kaplamalarının ömrünü uzatmak için, çinko- oksit, çinko- kromat veya kalsiyum pigment bazlı boyalarla boyanabilmektedir. Boyama işlemi ile çatı kaplama ürününün dökülme, çatlama, renk solması gibi sorunlar ortadan kalkmaktadır. Ayrıca çatı kaplama ürününün uygulanmadan önce alt yüzeyinin boyanması, taşıyıcı sistem üzerindeki metal elemanlarla korozyon oluşumunu da engellemektedir (Çatak, 1997).

Çelik çatı kaplamaları eğimli çatılarda, galvanize saç, metal kiremit ve sandviç panel olmak üzere üç farklı şekilde kullanım alanı bulmaktadır.

a) **Galvanize saç çatı kaplaması**

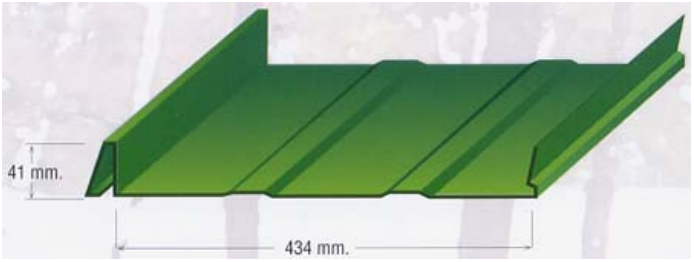
Türkiye'de saç çatı levhaları, oluklu levhalar olarak 1965'den beri üretilmektedir. Uzun bir

süre galvaniz kaplamalı saç levhaların oluklandırılması şeklinde üretilen çatı levhaları, 1973'den itibaren alüminyumdan da üretilmeye başlanmıştır. 80'li yıllara kadar yağmur, kar ve güneşten korunmak amacıyla kullanılan galvanize saç levhalar, 90'lı yılların başından itibaren boya teknolojilerinin gelişmesi ve müşteri tercihleri doğrultusunda galvanizli ve boyalı olarak da üretilmeye başlanmıştır (Çatısem, 2007).

Saç çatı kaplamalarının en yaygın olarak kullanılanı ise dalgalı (ondüle) galvanize saç çatı kaplamalarıdır. 87,5x200 cm boyutlarında ve 0,3- 1,25 mm kalınlıklarında üretilen saç çatı kaplamaları her iki yüzünün galvanize olması nedeniyle ancak geçici ve önemsiz yapılarda kullanılmaktadır. Galvanize yüzeyin herhangi bir nedenle çizilmesi, bu yerlerde korozyon başlamasına neden olmaktadır (Toydemir vd., 2006).

Yapılarda son yıllarda, yük taşıma kapasitesinin daha fazla oluşu nedeniyle trapez biçiminde saç çatı kaplamalarının da üretimi yapılmaktadır. İstenilen boylarda üretim yapılabilmesi, hafifliği, yük taşıma kapasitesi, renk seçenekleri ve ömrünün uzun olması nedenleriyle çatılarda çokça kullanım alanı bulmaktadır (Çatısem, 2007). Ondüle ve trapez saç çatı kaplamalarının her ikisi de eğime dik doğrultuda yerleştirilen sık aşıklara tepe noktalarından galvanize çivi ve çivinin altına da kurşun bir pul yerleştirilerek çivilenmektedir. Levhaların eğim doğrultusundaki bindirme payı eğime göre değişmekle birlikte, ortalama olarak 10 cm'dir. Bu kaplamanın mahyası ise düz galvanize saçın katlanarak mahya şekline getirilmesi ve çivilenmesiyle meydana gelmektedir (Toydemir vd., 2006).

Galvanize saçtan boyalı, boyasız, düz, ondüle ve trapez biçimlerinde elde edilen çatı kaplama ürünlerinden bir diğeri de kenetli metal çatı kaplamalarıdır. Kenetli metal çatı kaplaması, vida kullanmadan, özel bir makine ile metal panellerin birbirine kenetlenmesi şeklinde elde edilen çatı kaplama ürünüdür (Çatak, 1997, Metal Çatı Firma Kataloğu, 2006), (Şekil 4.71).

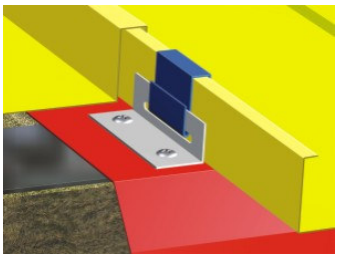


Şekil 4.71 Kenetli metal çatı profili **[64]**

Konut, otel, eğitim kurumları, üretim ve depolama tesisleri gibi birçok yapıda kullanım

alanına sahip olan kenetli metal çatı kaplaması, üretim ve montaj kolaylığı ile zamandan, yerinde ve istenilen ölçülerde, firesiz üretimiyle de maliyetten ekonomi sağlamaktadır. Öte yandan özel kenetleme sistemleriyle metal delinmeden yerine monte edilebileceğinden, çatının su geçirimsizliğini de sağlamaktadır (Metal Çatı Firma Kataloğu, 2006).

Kenetli metal çatı kaplamaları, boyalı galvaniz saçtan istenilen renklerde üretilebilmektedir. Kullanılan saç levhaların kalınlığı 0,5 mm, profil boyu ise, 2 metre ile 60 metre arasında değişmektedir. Ayrıca alt taşıyıcı sistemle bağlantılar, görünmeyen metal klipslerle sağlanmaktadır (Şekil 4.72), **[62]**.



Şekil 4.72 Kenetli metal çatı klipsi **[65]**

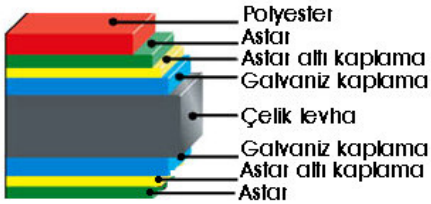
Hafif, geniş açıklıkları geçebilme ve taşıyıcı sistemde hafiflik gibi özelliklerinden dolayı taşıyıcı sistemde de kazanç sağlayan kenetli metal çatılar, ahşap, çelik ve betonarme taşıyıcı sistemler için uzun metrajlı panellerin eksiksiz ve hızlı montajına da olanak sağlamaktadır. Metallerin istenilen boy ve kenet biçimlerine dönüştürülmesi, özel kenetli panel makineleri ile şantiyede yapılmaktadır (Metal Çatı Firma Kataloğu, 2006).

Kenetli metal çatılar, her türlü çatı biçimine ve eğimine uygulanabilmektedir. İstenilen boyda, bir saçaktan diğer saçağa eksiz olarak kaplanabilmektedir.

b) Metal kiremit

Avrupa, Amerika ve İskandinavya ülkelerinde uzun yıllardır yaygın olarak kullanılan, Türkiye'de ise çok yeni olan metal kiremitler, çelik üstü galvaniz veya çinko, astar, polyester ve boya kaplı, toplam sekiz tabakadan oluşan, 4- 7 adet kiremidin yan yana getirilerek preslenmesiyle elde edilen bir çatı kaplama ürünüdür (Çatısem, 2007), **[66]**, (Şekil 4.73).

Hafif olan ve taşıyıcı sisteme yük getirmeyen metal kiremitlerin ağırlığı, 4- 7,4 kg/m² olup, pişmiş topraktan üretilen marsilya tipi kiremide oranla yaklaşık % 15 daha hafiftir. Hafifliği ve az yer kaplaması nedeniyle ulaşımı, taşınması ve depolanması da kolaydır (Çatısem, 2007).



Şekil 4.73 Metal kiremit kesiti **[66]**

Metal kiremitler, konut, sosyal tesis, fabrika gibi birçok yapıda kullanım alanına sahip olmakla birlikte, % 10 ile % 90 eğim arasındaki her türlü çatı eğiminde ve taşıyıcı sisteminde kolaylıkla uygulanabilmektedir (Şekil 4.74). Metal esaslı olması elastik, kırılmayan, çatlamayan bir kaplama özelliği kazandırmaktadır. Nakliye, depolama ve montaj sırasında kırılma, yırtılma, ezilme gibi sorunlara neden olmamaktadır **[67]**.

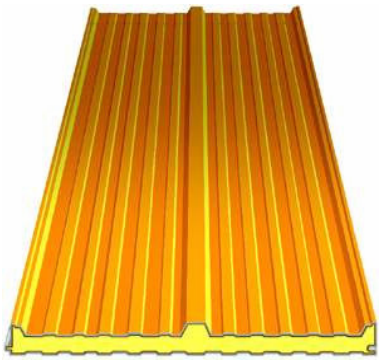
Şekil 4.74 Metal kiremit çatı örneği **[66]**

Çevre dostu olan metal kiremit geri dönüşümlüdür. Hava koşullarından ve kimyasallardan etkilenmez, kar tutmaz, paslanmaya karşı dayanıklıdır. Metal kiremitlere 30 yıl garanti verilmesine karşın 100 yıla kadar ömürleri vardır **[66]**.

Metal kiremitler, yatay çivileme esasına göre uygulandığı için olumsuz hava koşullarına dayanıklıdır. Pişmiş toprak esaslı kiremitlerde olduğu gibi 3- 4 yılda bir aktarılması gerekmez. Asfalt türevi olan diğer çatı kaplama ürünlerinde olduğu gibi yapıştırma olmadığı için de rüzgârlardan ve depremlerden etkilenmez. Kesitindeki son akrilik tabaka yüzeyindeki suyun çabuk akmasını sağlar ve gözeneksiz yüzey oluşumu ile mantar ve yosunlaşmaya engel olur **[67]**. Üzeri doğal taş kaplı olanları yağmur suyu ve damlalarının çıkardığı sesi yutar ve ses yapmaz.

c) Sandviç panel

İki metal levha arasına, ısı ve ses yalıtımı sağlayan ürünlerin yapıştırılması esasına dayanan sandviç panel çatı kaplama ürünlerinin elde edilmesinde kullanılan metallerden bir diğeri de boyalı galvanize saçtır. Alüminyumdan üretilen sandviç panellerle benzer özellikler gösteren galvanize saç sandviç paneller 915- 1000 mm eninde ve istenilen boylarda üretilebilmektedir (Şekil 4.75), **[62]**.



Şekil 4.75 Galvanize saç sandviç panel **[62]**

En ekonomik ve en etkin ısı yalıtımı sağlayan sandviç panellerin hafif olmasına karşın yüksek değerde yayılı yük taşıma gücüne sahip oluşu, çatı taşıyıcı sisteminde kullanılan çelik veya betonarmeden de ekonomi sağlamaktadır. Öte yandan, panellerin hafif olması montaj süresini kısaltmakta, işçilikten ve zamandan kazanım sağlamaktadır (Çatak, 1997).

4.3.2.3 Metal Esaslı Çatı Kaplama Ürünlerinin Uygulanmasında Yalıtım Çözümleri

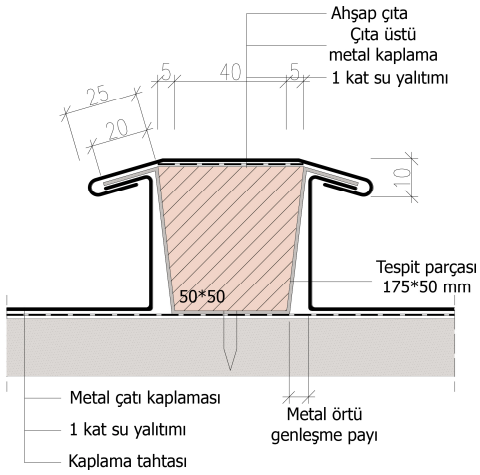
Metal esaslı çatı kaplama ürünlerinin çatı yüzeyine tespiti, seçilen metal kaplamanın biçimine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bu bağlamda metal esaslı çatı kaplama ürünlerinin uygulanmasında yalıtım çözümleri, levha, kiremit ve panel biçimindeki metal çatı kaplamaların uygulanmasında yalıtım çözümleri olmak üzere üç grupta ele alınacaktır.

- **Levha biçimindeki metal çatı kaplamalarının uygulanmasında yalıtım çözümleri**

Levha biçimindeki metal esaslı çatı kaplama ürünleri çatıya ahşap çıtalı veya kenetli olmak üzere iki farklı şekilde uygulanmaktadır.

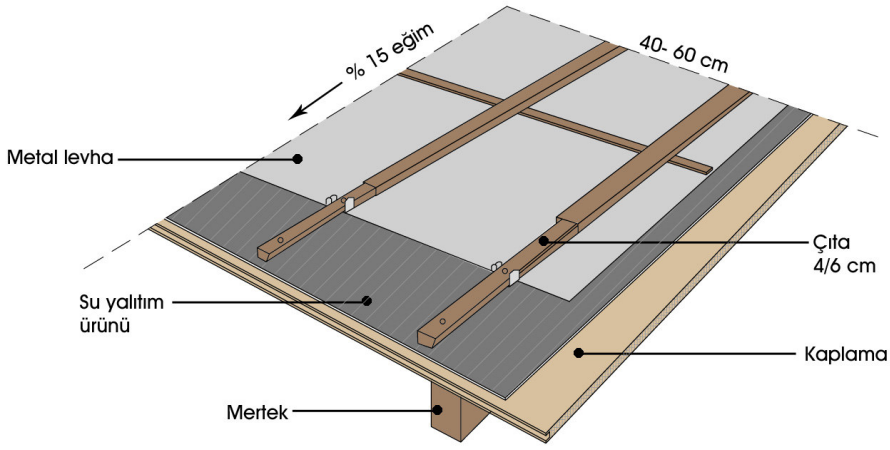
Ahşap çıtalı levha uygulamalarında, öncelikle çıtalar çatı kaplaması üzerine serilen su yalıtım ürünü üzerine saçaklara dik olarak çakılır. Metal levhaların rahatça genleşebilmesi için, kullanılan çıtaların lifleri düzgün olan ahşaptan seçilmesi ve kesitinin trapez şeklinde olması gerekmektedir. Daha sonra, çakılan bu çıtaların üstleri metal kaplama ile örtülmektedir (Şekil

4.76). Çıtalar arasına gelen ve birbirinden ayrı olarak örtülen levhalar serbest hareket edebildikleri için çıtaları örten şerit halindeki kaplama da kendi içinde serbestçe çalışabilmektedir. Özellikle çinko ve alüminyum çatı kaplamalarının uygulanmasında bu yöntem tercih edilmektedir (Avlar, 2006; Binan, 1998).



Şekil 4.76 Levha biçimindeki metal esaslı çatı kaplama ürünlerinin çıtalı olarak uygulanması (Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, 1985)

Çıtalı uygulamalarda % 15 eğim en uygunudur ve saçağa dik çıta aralıkları 40- 60 cm arasında değişiklik gösterebilmektedir. Kenetler de, çıtalarla birlikte 40- 60 cm arayla çakılmaktadır (Şekil 4.77). Ayrıca, çıtalı uygulamalarda, çıtalar arası örtü levhalarının, çıtaya yanaşan kenarları 30 -35 mm yukarı doğru bükülmelidir, bu bükümün düzgün olabilmesi için de makine işçiliğinin uygulanmasında yarar bulunmaktadır (Binan, 1998).

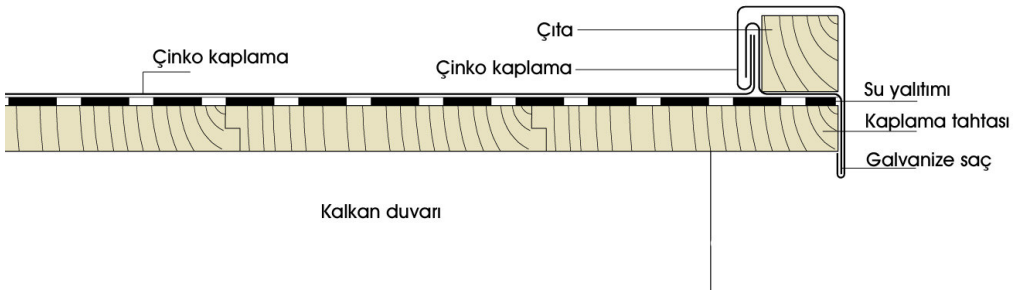


Şekil 4.77 Levha biçimindeki metal esaslı çatı kaplama ürünlerinin çıtalı olarak uygulanması (Avlar, 2006)

Çıtalı uygulamalarda, saçağa dik yönde eklemeler çıtalı yapılırken, saçağa paralel eklemelerde ara birleşmeler katlanarak yapılmaktadır. Kaplama ile aynı malzemeden tespit parçaları ise çıta ile bastırılarak kaplama üzerine oturtulmakta veya çıta üzerine çivilenmektedir (Avlar, 2006).

Bu tür uygulamalarda mahyada, sürekli uzanan ve kesiti diğer çıtalarla aynı olan mahya çıtası bulunmaktadır. Eğime paralel olarak çakılan çıtalar mahya çıtası ile aynı düzlemde birleştirilmektedir. Mahyada her iki çatı yüzeyinden yükselen çıtalar aynı doğrultuda birbirleriyle karşılaşmakta ve mahya çıtası ile birleşim örtüsü lehimlenerek ek parça halinde bitirilmektedir (Binan, 1998).

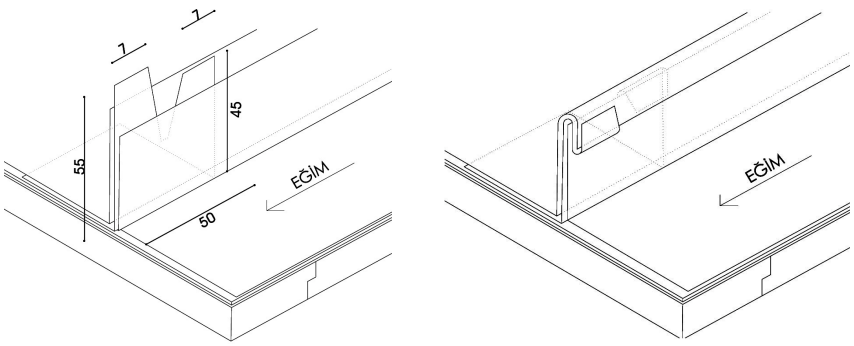
Çıtalı uygulamalarda saçaklar ise, yapının işlevine göre kalkan duvar üzerinde, bir kenar çıtası ile bitmekte ve bu bitiş için de özel kenetler kullanılmaktadır (Şekil 4.78), (Binan, 1998).



Şekil 4.78 Çıtalı uygulamalarda kalkan duvarı saçak detayı (Toydemir vd., 2006)

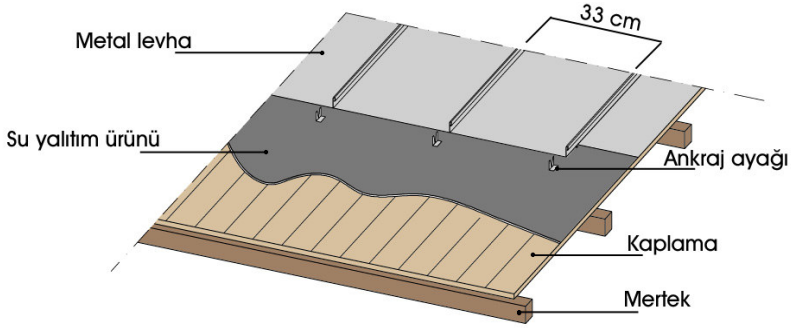
Kenetli birleşmeleri ise, saçağa dik yönde kaplamaya tutturulan tespit parçasının, metal yaprağı ile birlikte katlanmasıyla oluşan kaplama yöntemidir. Kenetli birleşmeler özellikle bakır levhalarla kaplanan çatılarda uygulama alanı bulmaktadır (Avlar, 2006).

Bu yöntemde, ısı etkisi ile meydana gelen boyut değiştirmeleri sonucunda ortaya çıkan hareketlerin örtüye zarar vermemesi ve hareketin kolaylaştırılması için sabit ve hareketli genleşme kenetleri belli bir düzende kullanılmaktadır (Şekil 4.79). Çinko levhalar, 0,8 mm kalın çinkodan veya 0,6 mm galvanize saçtan hazırlanmış sabit kenet ve genleşme kenetleri ile çatı kaplaması üzerine kaplanmakta ve kaplama işine sabit noktalardan başlanmaktadır. Bakır örtülü çatılarda ise kenetler ve her türlü vidalar pirinç, bronz veya yerine göre bakırdan olmalıdır (Binan, 1998).



Şekil 4.79 Kenetli birleşmelerde kullanılan sabit kenet ve genleşme kenedi (Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, 1985)

Eğime göre ekseni değişen 1 metre genişliğindeki sabit bölgede her derz çizgisinde 4 tane sabit kenet bağlantısı bulunmaktadır. Bu alan dışında kalan bölümlerde genleşme kenetleri her 33 cm'de bir tanedir (Şekil 4.80). Ancak saçaklarda ve en fazla 8 metrede bir gelen saçağa paralel ana genleşme derzi başlangıcından 50 cm'lik genişlik içinde 10 cm'de bir genleşme kenetleri kullanılmaktadır (Binan, 1998).

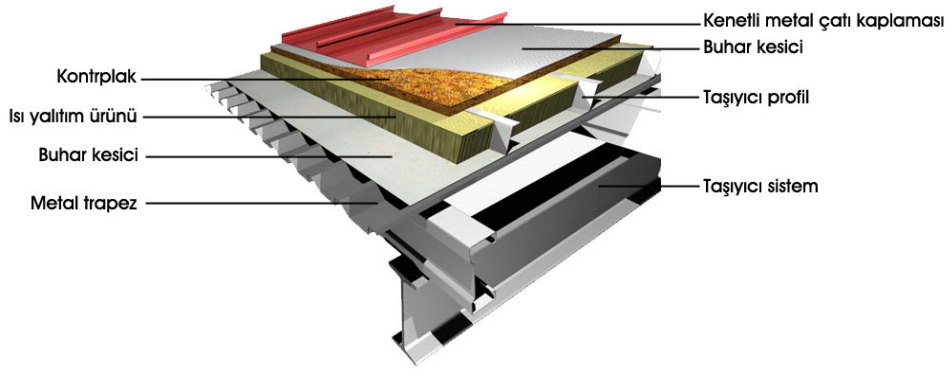


Şekil 4.80 Levha biçimindeki metal esaslı çatı kaplama ürünlerinde kenetli birleşme (Avlar, 2006)

Genel olarak kenetli örtülerde eğim yönündeki derzlerde daha ekonomik olduğu için makine işçiliği uygulanmaktadır. Ancak, mahya, saçak, dere ve sırt gibi bölümlerde ve mahyaya paralel genleşme derzlerinde el işçiliği uygulanmaktadır. Öte yandan mahyada sabit veya özel mahya kenedi de kullanılabilmektedir (Binan, 1998).

Çinko, alüminyum ve bakır metal çatı kaplamalarının dışında kalan çelik metal çatıların kenetli uygulaması ise, taşıyıcı sisteme oturan metal trapez ile başlamaktadır. Ancak trapez kullanımı, taşıyıcı sistemin, çelik, uzay kafes veya betonarme prefabrik taşıyıcı sistemden meydana gelip gelmemesine bağlıdır. Kenet uygulama, betonarme döşeme üzerine yapılıyorsa

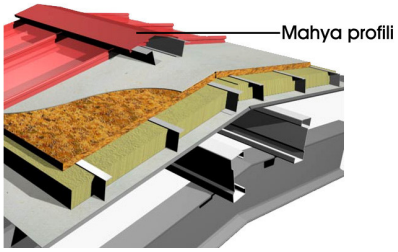
metal trapez kullanımına gerek yoktur. Trapezin kalınlığı ve biçimi, aşık arası mesafelere göre değişiklik gösterirken; türü, yapının işlevine göre genellikle doğal alüminyum, boyalı galvaniz saç veya boyalı alüminyumdan seçilmektedir. Metal trapez uygulaması bittikten sonra buhar kesici ürün ve ısı yalıtım ürünü uygulamasına geçilmektedir. Kullanılan ısı yalıtım ürünleri genellikle taş yünü, cam yünü, ekstrude polistren veya poliüretandır. Buhar kesici ürün serildikten sonra ısı yalıtım ürününün kalınlığına göre seçilen metal kenet sistemin taşıyıcı profilleri yerleştirilir. Alt tabaka trapez ve buhar kesiciden sonra kullanılan bu profiller, ısı yalıtım ürünlerinin boyutları nedeniyle genellikle 60 cm ara ile monte edilmektedir **[68]**, (Şekil 4.81).



Şekil 4.81 Kenetli metal çatı uygulaması **[69]**

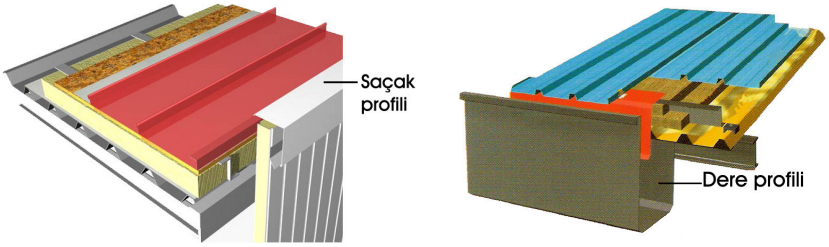
Metal trapez, buhar kesici, ısı yalıtım ürünü ve taşıyıcı profillerin çatı kesitine uygulanmasından sonra kenet uygulamanın tipine ve belirlenen detaya göre kontrplak veya OSB gibi bir ara taşıyıcı tabaka uygulaması yapılmaktadır. Bu tabakanın üzerine metal kenetten önce bir kat daha buhar kesici ürün serilerek metal kenet uygulamasına geçilmektedir. İstenilen biçimde üretilerek çatıya yerleştirilen metal kenetlerin uygulaması, hareketli ve sabit klipslerle gerçekleştirilmektedir **[68]**.

Kenetli metal çatı uygulamalarında mahya üst profili olarak, 0,5- 3,0 mm kalınlıkta galvanize boyalı saç veya 0,9 mm kalınlıkta alüminyumdan, en az 600 mm açılımda kullanılan levha tipine göre trapez oyması yapılmış ve en az 3 metre boyunda çatı eğimine uygun bükme profiller kullanılmaktadır. Profil ile levha arasına trapez biçimli bitüm emdirilmiş süngerler çift taraflı olarak yapıştırılmalıdır. Kenetli metal çatılarda mahya üst profilinin yerine, metale uygun mahya açısı verilmiş ve en az 1 metre boyunda trapez mahya da kullanılabilmektedir (Şekil 4.82), (İzoder, 2006).



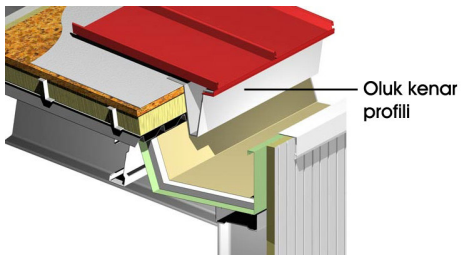
Şekil 4.82 Kenetli metal çatıda kullanılan mahya profili **[69]**

Kenetli metal çatı uygulamasında kullanılan saçak profilleri ise 0,5- 1,2 mm kalınlıklar arasındaki boyalı galvanize saç veya alüminyumdan üretilirken, dere profilleri 1,0- 3,0 mm kalınlıklarındaki boyalı galvanize saç veya alüminyumdan istenilen kesit ve boyda elde edilebilmektedir (Şekil 4.83).



Şekil 4.83 Kenetli metal çatıda kullanılan saçak ve dere profilleri **[69]**, **[65]**

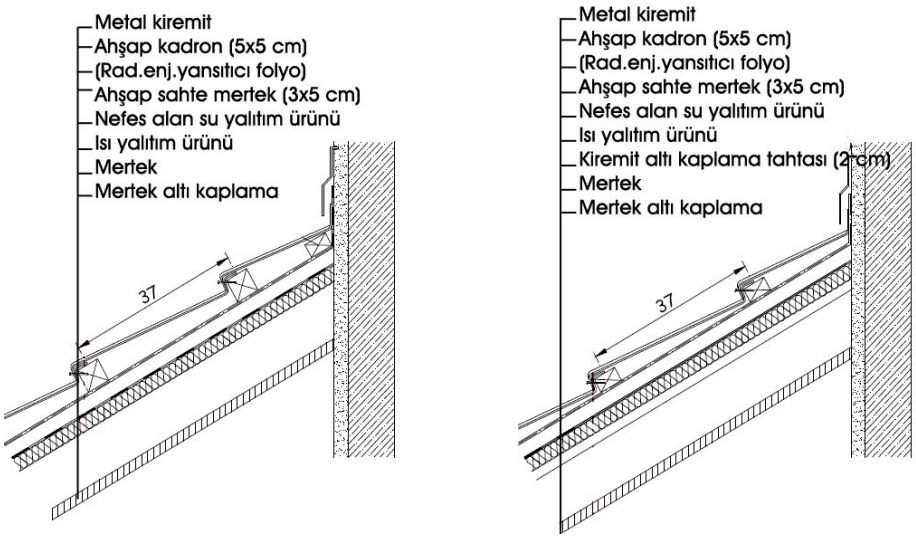
Kenetli metal çatı uygulamalarında kullanılan bir diğer önemli çatı elemanı da oluk kenar profilleridir. Oluk kenar profilleri, en az 250 mm açılımdaki 0,5- 3,0 mm kalınlıkta galvanize boyalı saç veya alüminyumdan elde edilen bükme profillerdir. Bu profiller genellikle 3 metre boyunda üretilip, 10 cm bindirilecek şekilde içlerine silikon uygulanarak oluk kenarına vidalanmaktadır. Ayrıca oluk kenar profili ile metal levhaların arasına 20x30 mm boyutlarında bitüm emdirilmiş sünger yapıştırılarak oluk kenarlarından toz geçişlerinin önlenmesi de gerekmektedir (Şekil 4.84), (İzoder, 2006).



Şekil 4.84 Kenetli metal çatıda kullanılan oluk kenar profili **[69]**

- **Kiremit biçimindeki metal çatı kaplamalarının uygulanmasında yalıtım çözümleri**

Metal esaslı çatı kaplama ürünlerinden metal kiremitlerin uygulanmasında ise öncelikle, mertekler üzerine kiremit altı tahtası konmamışsa kadronlar merteklere yerleştirilmektedir. Eğer kiremit altı tahtası konmuşsa bunun üzerine ısı ve su yalıtım ürünlerinin montajına olanak sağlamak için sahte mertekleme yapılmakta ve kadronlar bu merteklerin üzerine yerleştirilmektedir (Şekil 4.85). Böylece bir ızgara sistemi oluşturulmuş olmaktadır.

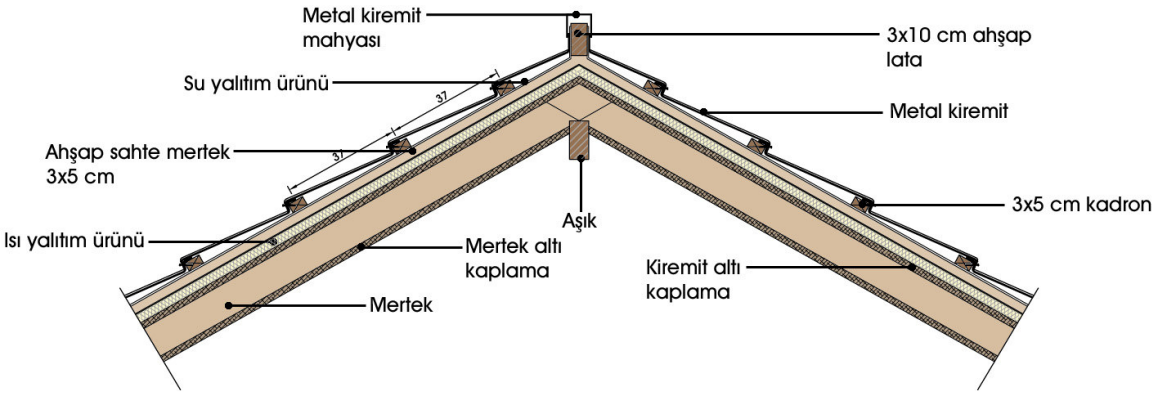


Şekil 4.85 Metal kiremit uygulamaları (Çatısem, 2007)

Isı yalıtımının üzerine buhar dengeleyici örtü serilmekte, eğer gerekli görülüyorsa alüminyum folyo serilerek ışınım yoluyla ısı transferi önlenmekte ve kadron uygulamasına geçilmektedir. Kadron aralıkları 37 cm'dir. Ancak ilk kadron çatının başlangıcından en fazla 34,5 cm'e çivilenmelidir. Sonra diğer kadronlar yerleştirilmektedir. Kiremitler çatı sırtının aşağısındaki kadrondan başlayarak, çatının en üst hattından bir sıra bırakılarak başlanmaktadır. Kiremitler sağdan sola veya soldan sağa dizilebilmektedir. Dizilen kiremitler özel metal kiremit çivileri ile alınlardan çivilenmektedir. Kiremitler çivilenmeye, aşağıya doğru birkaç sıra dizildikten sonra başlanmalıdır (Çatısem, 2007).

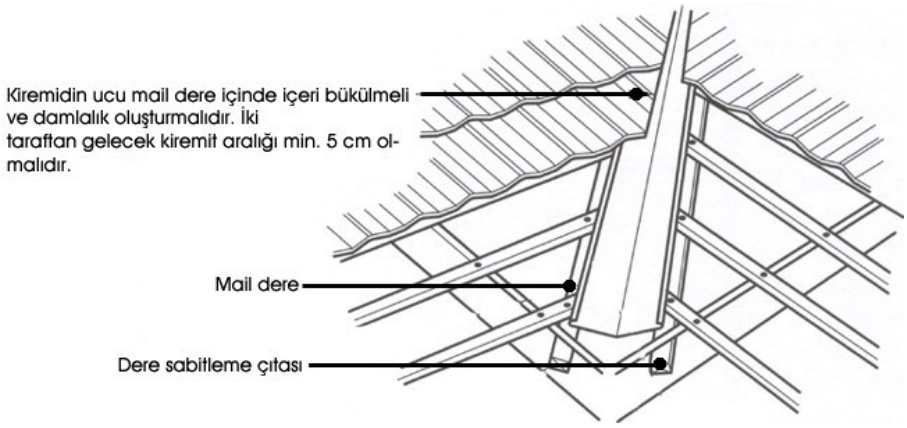
Panel döşeme işlemi bittikten sonra aksesuar montajına başlanmaktadır. Aksesuarlar tüm detaylara uygun çözüm getirilebilecek çeşitliliktedir (Çatısem, 2007). Mahya uygulaması için öncelikle 3x10 cm'lik ahşap lata, çatının mahya noktasına tespit edilmektedir. Daha sonra metal kiremit mahyası, yanlardan 80 mm taşacak şekilde 3x10 cm'lik ahşap latanın üstüne yerleştirilmektedir. Metal mahyanın dışarı taşan bölümleri ise 90º kıvrılarak bükümü

yapılmaktadır. Tepe mahya tespiti yandan vidalama veya çivileme yöntemi ile uygulanmaktadır (Şekil 4.86), **[73]**.



Şekil 4.86 Metal kiremit çatı kaplamasında mahya uygulaması **[70]**

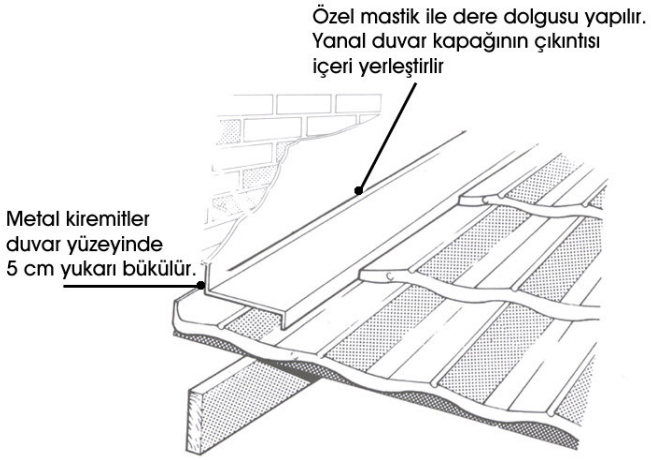
Metal kiremit çatıların saçak uygulaması, saçak alın tahtası üzerine 2 cm damlalığa bükülmüş düz levhaların yatay olarak birbirine 3 cm olacak şekilde bindirilmesi ile yapılmaktadır. Eğik dere uygulamasına ise, 18 cm aralıklarla 3x5 cm'lik ahşap çıtaların eğik dere boyunca tespit edilmesi ile başlanmaktadır. Ahşap çıta arasına hazır bükümü yapılmış eğik dere oturtularak da uygulama tamamlanmaktadır (Şekil 4.87), **[70]**. Ancak eğik dere uygulamasında, kiremidin ucu eğik dere içinde içeri doğru bükülmeli ve damlalık oluşturmalıdır. Derenin her iki taraftan gelecek kiremit aralığı da en az 5 cm olmalıdır **[67]**.



Şekil 4.87 Metal kiremit çatı kaplamasında mail dere uygulaması **[67]**

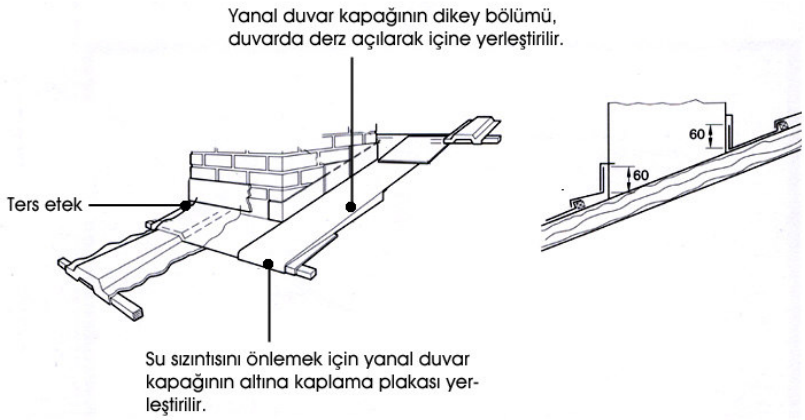
Metal kiremitlerin duvar dibine gelen bölümlerinde, kiremitler 5 cm olacak şekilde yukarı doğru bükülmekte ve özel mastik ile dere dolgusu yapılmaktadır. Daha sonra duvar dibi

profilinin, duvar yüzeyi ile metal kiremidin birleşim noktasına yerleştirilmesiyle uygulama tamamlanmaktadır (Şekil 4.88), **[67]**.



Şekil 4.88 Metal kiremit çatı kaplamasında duvar dibi uygulaması **[67]**

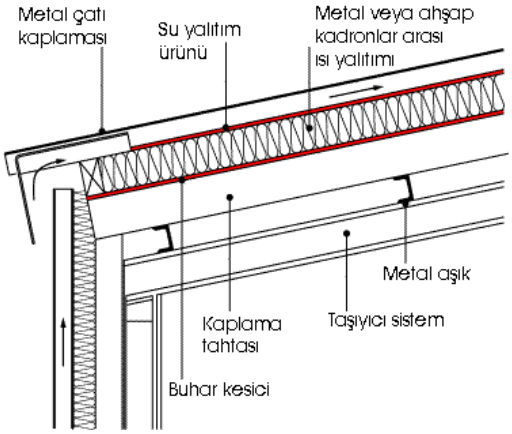
Metal kiremitlerin baca dibi uygulamasına ise, kiremitlerin ters su akım yönüne göre baca dibine doğru 3 cm kesilmesiyle başlanmaktadır. Kesilen kiremitlerin 90º baca yüzeyine doğru bükümü yapılarak baca dibine tespiti gerçekleştirilir. Daha sonra spiral taşı ile baca yüzeyinde 2 cm'lik derz açılır ve baca dibi profili bu bölüme yerleştirilir. Ayrıca yanal duvar kapağının altına kaplama plakası da yerleştirilerek suyun girmesi önlenmiş olur (Şekil 4.89), **[67]**, **[71]**.



Şekil 4.89 Metal kiremit çatı kaplamasında baca dibi uygulaması **[67]**

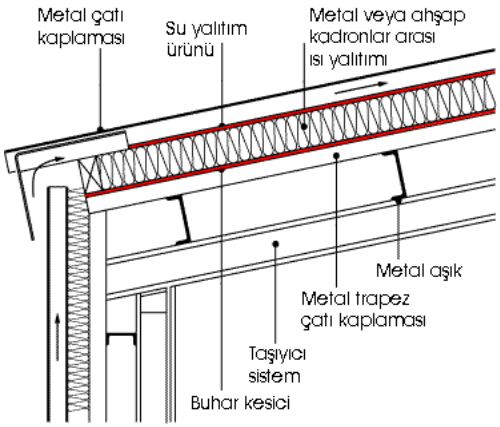
- **Panel biçimindeki metal çatı kaplamalarının uygulanmasında yalıtım çözümleri**

Panel biçimindeki metal çatı kaplamaları, tek kat veya ısı yalıtımlı çift kat trapez şeklindeki metallerden oluşabileceği gibi sandviç panel metal çatı kaplamalarından da meydana gelebilmektedir. Tek kat olarak üretilmiş metal çatı panellerinin uygulaması, taşıyıcı sistem üzerine panel boyutlarına uygun olarak yerleştirilmiş metal aşıkların uygulanması ile başlamaktadır. Taşıyıcı sistem üzerine yerleştirilen bu metal aşıklar üzerine daha sonra tek kat trapez panel uygulaması yapılmaktadır. Trapezin kalınlığı ve biçimi, aşık arası mesafelere göre değişiklik gösterebilirken; türü, yapının işlevine göre genellikle doğal alüminyum, boyalı galvaniz saç veya boyalı alüminyumdan seçilebilmektedir. Bir başka uygulama yöntemi ise metal aşıkların üzerine kaplama tahtası çakılarak, bu tahtanın üzerine su yalıtım uygulaması yapıldıktan sonra tek kat metal trapezlerin yerleştirilmesidir (Şekil 4.90)



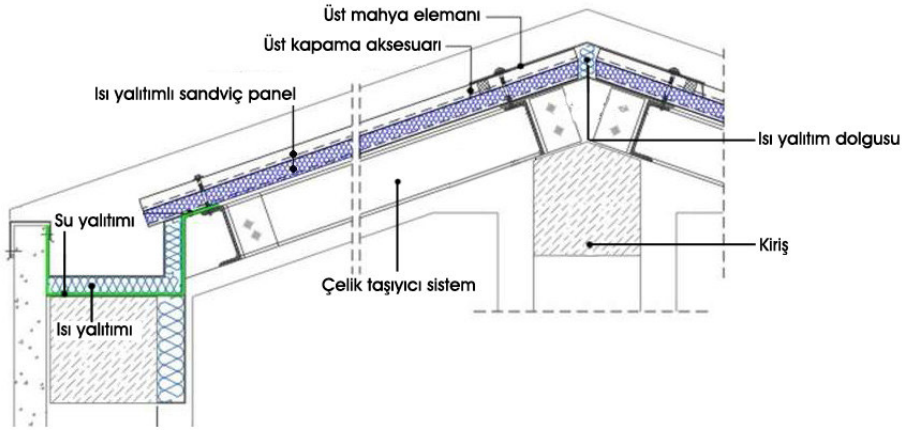
Şekil 4.90 Tek kat metal trapez panel uygulaması (İzoder, 2006)

Çok tabakalı trapez panel uygulanması durumda ise, yine öncelikle metal aşıkların uygulaması yapılmaktadır. Daha sonra bu metal aşıkların üzerine bir kat trapez metal çatı kaplaması yerleştirilerek içten gelebilecek su buharı ve yoğuşmaya karşı buhar kesici ürün serilmektedir. Kullanılan panel boyutlarına göre ahşap veya metal kadronlar yerleştirildikten ve bu kadronların arasına da ısı yalıtım ürünü serildikten sonra su yalıtım uygulaması gerçekleştirilmektedir. Isı yalıtımı olarak EPS, XPS, poliüretan, taş yünü veya cam yünü levhalardan biri kullanılabileceği gibi ahşap veya metal kadronlar yerine de birim boyda en az 1 adet olmak üzere metal lama kullanılabilmektedir. Son olarak tekrar metal trapez kaplama kullanılarak uygulama tamamlanmaktadır (Şekil 4.91). Öte yandan, son kat trapez panel ile su yalıtımı arasında hava dolaşımı oluşturulması çatının sağlığı açısından önem taşımaktadır.



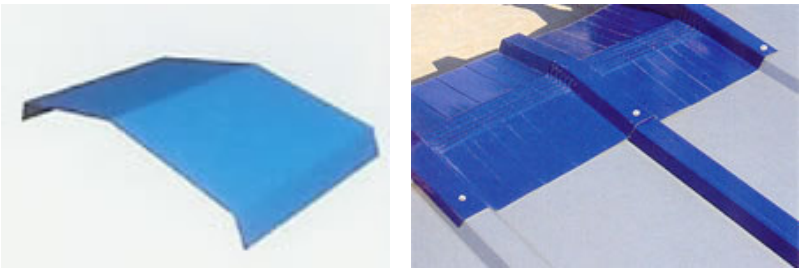
Şekil 4.91 Çok katlı metal trapez panel uygulaması (İzoder, 2006)

Metal sandviç panel çatı kaplamalarının uygulaması da, tek veya çok katlı trapez panel çatı kaplamalarının uygulamasında olduğu gibi panel boyutlarına uygun olarak düzenlenmiş metal aşıkların yerleştirilmesi ile başlamaktadır. Metal aşıkların üzerine ısı yalıtımlı sandviç panellerin tespit edilmesi ile de uygulama tamamlanmaktadır (Şekil 4.92). Panelin trapez yüzü hakim rüzgarın uygun yönüne getirilerek, EPDM contalı, matkap uçlu vidalar ile trapez üzerinden çelik taşıyıcı sisteme sabitlenmektedir. Prefabrike sistemlerde de yine EPDM contalı çakma dübeller veya betofast vidalar kullanılmaktadır. Vidalama aralığı m²'ye 1,5 adet düşecek şekilde, panele uygun bir şekilde dağıtılmalı, yan yana gelen iki panel arasındaki özel bant veya süngerlerle de su geçirimsizlik tam olarak sağlanmalıdır. Öte yandan, çatı panellerindeki galvanizli saç veya alüminyum levha kalınlığı panelin en az 120 kg/m² uzun süreli yayılı yük taşıma hesabına göre tespit edilmelidir.



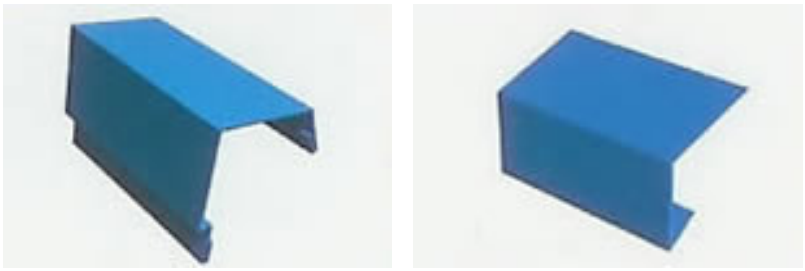
Şekil 4.92 Metal sandviç panel çatı uygulaması (Çatısem, 2007)

Metal panel çatı kaplamalarında mahya üst profili olarak 0,60 mm kalınlıkta galvanizli boyalı saç veya 0,9 mm alüminyumdan, en az 600 mm açılımda panel tipine göre trapez oyması yapılmış, en az 3 metre boyundaki bükme profiller kullanılmaktadır (Şekil 4.93). Profil ile panel arasına da trapez biçimli bitüm emdirilmiş süngerler çift taraflı olarak yapıştırılmaktadır. Öte yandan, mahya üst profilinin yerine panel üst trapezinden uygun mahya açısı verilmiş en az 1 metre boyunda trapez mahyada kullanılabilmektedir (Şekil 4.93), (İzoder, 2006).



Şekil 4.93 Metal panel çatıda mahya profili **[76]**, **[77]**

Metal panel çatı kaplamalarında saçak profili olarak ise 0,60 mm kalınlıkta galvanizli boyalı saç ve 0,9 mm kalınlıkta alüminyumdan, en az 400 mm açılımda en az 3 metre boyunda bükme profili kullanılmaktadır. Ayrıca metal panel çatı kaplamalarında kalkan ve harpuşta profili olarak da 1,00 mm kalınlıkta galvanizli boyalı saç veya alüminyumdan detayına uygun açılımda en az 4 metre boyundaki profiller kullanılmaktadır (Şekil 4.94), (İzoder, 2006).



Şekil 4.94 Metal panel çatıda saçak ve harpuşta profili **[76]**

4.3.3 Bitüm Esaslı Çatı Kaplama Ürünleri

Türkiye'de çatı kaplaması olarak kullanılan ürünler içerisinde, % 8,38'lik bir oranla üçüncü sırada yer alan bitüm esaslı çatı kaplama ürünleri, cam tülü veya polyester keçesine m²/kg olarak, SBS veya APP kökenli termoplastiklerle modifiye edilmiş elastomerik polimer bitüm kaplanmış, alt ve üst yüzeyleri polietilen ile lamine hale getirilmiş, su yalıtım özelliğine sahip

çatı kaplama ürünlerinden biridir (Toydemir vd., 2006).

Yapısında bulunan bitüm maddesi ile su ve nemi geçirmeyen bu çatı kaplama ürünleri, eskiden sadece bitümlü karton şeklinde geçici yapıların çatılarını örtmede kullanılırken; günümüzde, yapısına katılan katkı maddeleri ile güçlendirilmiş, değişik renk ve biçimlerde her türlü yapıda kullanılmaya başlanmıştır.

4.3.3.1 Bitüm Esaslı Çatı Kaplama Ürünlerinin Özellikleri

Bitüm esaslı çatı kaplama ürünleri, yapılarında bulundurdukları bitümden dolayı yanıcı bir özellik göstermektedir. Su ve nem geçirmemelerinin yanı sıra yapıştırıcı ve birleştirici olması, kesme kuvveti karşısında yavaş ve sürekli biçim değiştirme eğilimi göstermesi gibi olumlu özelliklere de sahiptir. Öte yandan, kırılganlıkları çok düşüktür ve elastik oldukları için de değişik çatı tiplerinde kolaylıkla kullanılabilmektedir. Oldukça hafif olan bitüm esaslı çatı kaplama ürünleri, korozyondan etkilenmezler ve eğimli çatı yüzeylerinde kolaylıkla kullanılabilirler (Çatak, 1997).

TS 544 ve TS EN 534 standartlarında bitüm esaslı çatı kaplamaları ile ilgili özellikler ise aşağıdaki şekilde belirlenmiştir;

- Bitüm esaslı çatı kaplama ürünlerinin yapısında bulunan bitümün, en küçük içeriği 1300 g/m² olmalıdır.
- Üst yüz tabakası kesintisiz olmalı ve bitümle bağ sağlayıcı özellikte olmalıdır. Bu tabaka görüntüyü bozacak ve ürünün dayanıklılığını olumsuz etkileyecek şekilde yüzeye bitüm çıkmasına izin vermemelidir.
- Üst yüz tabakası, bitümü UV ışınlarından korumalıdır.
- UV ışınları karşısında yüzeyinde çatlak veya kılcal çatlak meydana gelmemelidir.
- Kütlece su emme oranı % 2'den küçük olmalıdır (TS 544, 2007; TS EN 534, 2006).

4.3.3.2 Bitüm Esaslı Çatı Kaplama Ürünlerinin Türleri

Bitüm esaslı çatı kaplama ürünleri bitümlü örtü, oluklu bitümlü kaplama ve asfalt shingle çatı kaplama ürünleri olmak üzere üç grupta ele alınmaktadır (Çatısem, 2007).

- **Bitümlü Örtü Çatı Kaplama Ürünleri**

Bitümlü örtü çatı kaplama ürünleri, eğimli çatılarda en üst tabaka olarak kullanılan ve yüzeyi metal folyo kabartmalı veya doğal taş, beyaz, kırmızı, yeşil renkli mineral kaplı, SBS elastomerik bitümlü su yalıtım ürünlerinden geliştirilen, estetik görünüme sahip çatı kaplama ürünleridir (Şekil 4.95), **[75]**.

Şekil 4.95 Bitümlü membran çatı kaplama ürünü **[72]**

Yapısında bulunan SBS elastomerik bitüm ile esnek bir özellik kazanan bitümlü örtü çatı kaplama ürünleri, çatlamalara karşı yüksek dayanım göstermekle birlikte çatı ürününün uzun ömürlü olmasını da sağlamaktadır. Öte yandan, yapısında bulunan gömme hareket bağlantıları sayesinde sıcaklık farklılıklarından oluşan esnemelerden etkilenmemektedir. Geniş renk seçeneklerine sahip olan bu ürünler, eğimli çatılar için kendinden korumalı, çift katlı su yalıtım örtü uygulamasının en üst tabakası olarak kullanılabildiği gibi parapet, dere ve diğer çatı detayları için çatı örtüsü olarak da kullanılabilmektedir **[72]**.

Türlerine göre değişmekle birlikte 120, 135, 145ºC sıcaklıklarda yumuşayan bu örtülerin genişlikleri 1 metre, boyları ise 10 metredir. Kalınlıkları 2,0- 3,0- 3,7- 4,0 ve 4,7 mm olan bitümlü örtü çatı kaplama ürünlerinin ağırlıkları ise kalınlıklarına bağlı olarak 20, 30, 32, 39 ve 42 kg/m² olarak değişiklik göstermektedir (Toydemir vd., 2006).

- **Oluklu Bitümlü Çatı Kaplama Ürünleri**

Oluklu bitümlü çatı kaplama ürünleri, çatı eğimi % 9 ve % 30 arasında olan her türlü yapıda rahatlıkla kullanılabilen, bitüm emdirilmiş organik elyafla özel bir reçinenin birleşiminden meydana gelen çatı kaplama ürünleridir **[56]**, (Çatısem, 2007), (Şekil 4.96).

Şekil 4.96 Oluklu bitümlü çatı kaplama ürünü **[56]**

Çatıya uygulanmasındaki kolaylık ve servis ömrünün 25- 30 yıl olması gibi olumlu özellikleri nedeniyle günümüzde birçok yapıda kullanım alanı bulan oluklu bitümlü levhaların boyutları 95x200 cm, ağırlıkları ise 6,8 kg'dır. Genel olarak siyah renkte üretilen bu levhaların üst yüzleri kırmızı, yeşil, mavi renkte olup, güneş ışınlarını yansıtması amacıyla alüminyum parlaklığında da üretilebilmektedir (Toydemir vd., 2006).

TS EN 534 standartlarına uygun olarak üretilen oluklu bitümlü çatı kaplama ürünleri, UV ışınlarına, dona, buzlanmaya ve kimyasal maddelere karşı dayanıklı, yüksek sıcaklık farklılıklarından etkilenmeyen, sağlam, kolay işlenebilir ve uzun ömürlü yapıdaki çatı kaplama ürünleridir. Öte yandan, her türlü iklim koşullarında bile yapısına su almayan, mekanik dayanımı yüksek, küf ve mantar gibi biyolojik etkilerden zarar görmeyen özellikleri de bulunmaktadır **[56]**, **[73]**. Hafif olması nedeniyle taşıması ve uygulaması kolaydır. Ayrıca ahşap aşıklı veya kaplama tahtalı, betonarme plaklı, çelik profilli, ısı yalıtımlı veya yalıtımsız her çatı tipine uygun olan oluklu bitümlü çatı levhaları, koruyucu boya tabakası ile her türlü iklim koşulunda kullanılmak üzere güçlendirilmiştir **[56]**.

- **Asfalt shingle**

Asfalt shingle, emprenye edilmiş cam tülü, polyester keçe veya ikisinin birlikte donatı görevi yaptığı, genellikle polimer bitüm esaslı, üzeri renkli arduaz kaplı, 2- 3 mm kalınlıkta, metrekarede en az 1300 gram bitüm içeren dekoratif bir çatı kaplama ürünüdür (Çatısem, 2007) , (Şekil 4.97).

Şekil 4.97 Asfalt shingle çatı kaplama ürünü **[56]**

İlk olarak arduaz taşından tekil dikdörtgen levhalar şeklinde üretilen ve Kuzey Amerika'da 19. yüzyılın sonundan beri kullanılmakta olan asfalt shingle çatı kaplama ürünleri, 20. yüzyılın başlarından itibaren kendi kendine yapışma özelliği olmayan şeritler halinde üretilmeye başlanmıştır. Bu şekilde kolay ve hızlı uygulanma özelliğine sahip olan shingle

çatı kaplama ürünleri kısa sürede en çok tercih edilen çatı kaplama ürünlerinden biri haline gelmiştir. Üst bölümü kendinden yapışkanlı şerit halinde asfalt shingle levhaların üretimine ise 1950'lerin sonlarında başlanmış ve bu özellik rüzgâra karşı dayanımı artırdığı için yapısında cam tülü taşıyıcı kullanılmasını da gerektirmiştir (Gel, 1998).

TS EN 544 standardına göre üretilen asfalt shingle çatı kaplama ürünleri, diğer çatı kaplama ürünleriyle kaplanması zor olan karmaşık çatı biçimlerine ve kubbe, tonoz gibi eğrisel yüzeylere kolaylıkla uygulanabilmektedir. Ayrıca, küçük parçalı dokusu ve çeşitli renk seçenekleriyle de estetik bir görünüm sunmaktadır **[7]**.

Boyutları 34x100 cm olan bu ürünler çatıya yaklaşık olarak 10- 15 kg/m² yük getirmektedir. Öte yandan, başlı başına bir çatı kaplama ve su yalıtım ürünü olduğu için % 30'un üstündeki çatı eğimlerinde ayrıca su yalıtımı yapılmasına gerek duyulmamaktadır (Gel, 1998).

Asfalt shingle çatı kaplama ürünleri kırılgan bir ürün olmadığı için az bakım gerektiren ve uzun ömürlü bir yapıya sahiptir. Su geçirmez, esnek ve parçalı yapısı sıcaklık farklılıklarında çatlamayı ve kırılmayı da önlemektedir. Nakliye, taşıma, kullanım ve uygulama aşamalarında kırılmaz, firesi yoktur. Ayrıca çatıya çıkılması gerektiğinde üzerinde rahatlıkla yürünebilmektedir **[7]**, **[56]**.

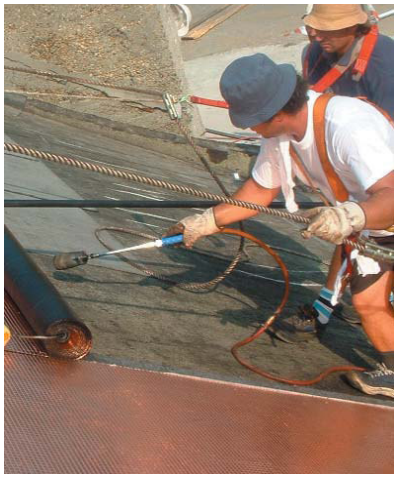
Uygulaması kolay ve hızlı olan asfalt shingle çatı kaplama ürünleri mahya, eğik dere, duvar ve baca dibi detaylarında farklı ürünler gerektirmemekte, çatı görünümü tek bir ürünle tamamlanabilmektedir **[56]**.

4.3.3.3 Bitüm Esaslı Çatı Kaplama Ürünlerinin Uygulanmasında Yalıtım Çözümleri

Bitüm esaslı çatı kaplama ürünlerinin uygulanmasında yalıtım çözümleri; örtü biçimindeki bitüm esaslı çatı kaplamalarının uygulanmasında yalıtım çözümleri, oluklu bitüm esaslı çatı kaplamalarının uygulanmasında yalıtım çözümleri ve asfalt shingle bitüm esaslı çatı kaplamalarının uygulanmasında yalıtım çözümleri olmak üzere üç grupta toplanmaktadır.

- **Örtü biçimindeki bitüm esaslı çatı kaplamalarının uygulanmasında yalıtım çözümleri**

Bitüm esaslı çatı kaplama ürünlerinden bitümlü örtü çatı kaplama ürünlerinin çatı yüzeyine uygulanması için öncelikle örtülerin yapıştırılacağı zeminin 250- 300 kg/m³ çimento dozlu yıkanmış kum ile yapılmış harçtan, çelik mala ile perdahlanarak elde edilmesi gerekmektedir. Şap harcı tam olarak priz yapıp kuruduktan ve uygun bir astar veya polimerik bitüm pastası sürüldükten sonra örtü şalümo alevi ile yapıştırılmaktadır (Şekil 4.98).



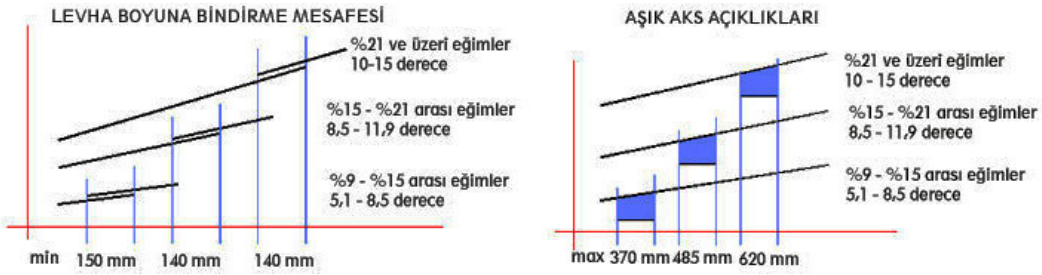
Şekil 4.98 Bitümlü membran çatı kaplamasının uygulanması **[72]**

Doğrudan betonarme plak üzerine yapıştırma, yüzeyin pürüzlü oluşu nedeniyle iyi sonuç vermeyeceğinden çok bitüm gerektirmekte, bu nedenle de tercih edilmemektedir. Uygulama sırasında örtülerin 10 cm kadar birbirine bindirilerek yapıştırılması gerekmektedir.

- **Oluklu bitüm esaslı çatı kaplamalarının uygulanmasında yalıtım çözümleri**

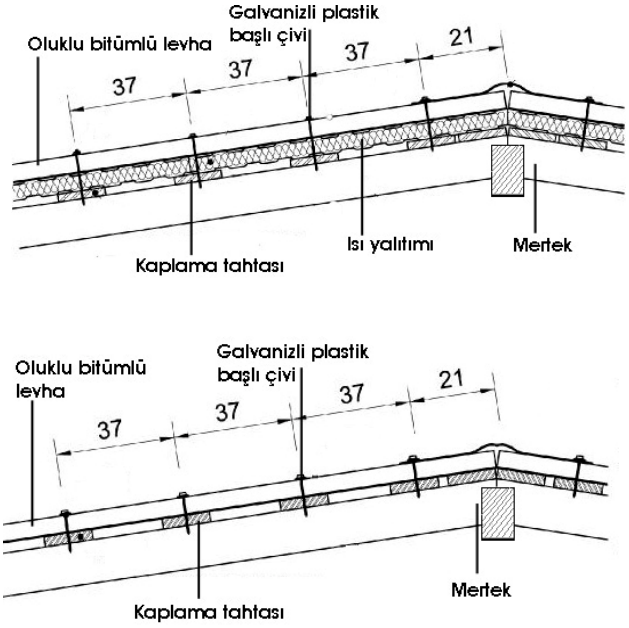
Bitüm esaslı çatı kaplama ürünlerinden bir diğeri olan oluklu bitümlü çatı kaplama ürünleri, çelik veya ahşap taşıyıcı sistemli çatılarda aşıklar üzerine, tavsiye edilen eğim koşulları, levha bindirme mesafeleri ve sabitleme koşullarına uyularak uygulanmaktadır. Eğimli betonarme veya hafif beton çatı panelleri üzerinde ise doğrudan panel, döşeme veya aşıklar üzerine uygulanabilmektedir **[73]**.

Bitümlü oluklu çatı kaplama ürünlerinin levha boyuna bindirme mesafeleri ve aşık aralıkları çatının eğimine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Levha boyuna bindirme mesafesi % 9 eğimli çatılarda 15 cm, % 15'den büyük eğimli çatılarda ise 14 cm'e düşürülebilmektedir (Şekil 4.99), **[73]**.



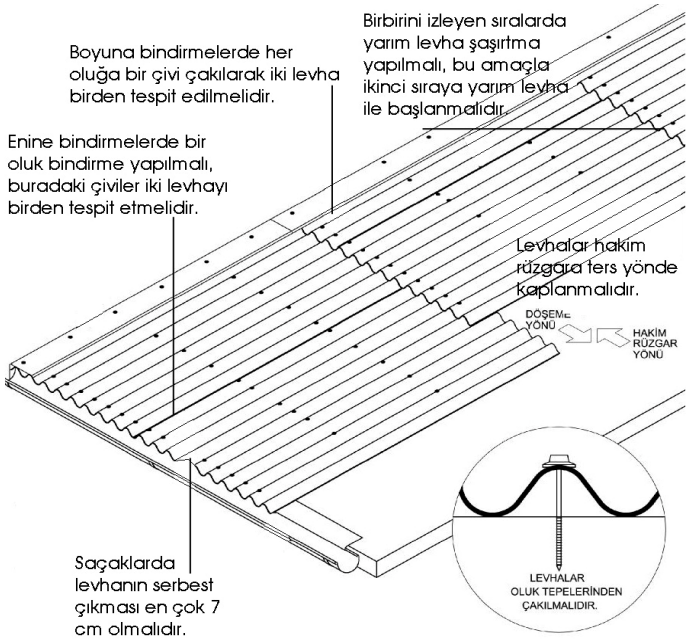
Şekil 4.99 Oluklu bitümlü çatı kaplama ürünlerinin eğim ve aks açıklıklarına göre levha bindirme ölçüleri **[73]**

Oluklu bitümlü çatı kaplama levhalarının eğimli çatı yüzeyine tespitinde, öncelikle çatı yüzeyine ısı yalıtımı uygulaması yapılmaktadır. Ancak çatı taşıyıcı sistemi ahşap ise mertekler üzerine kaplama tahtası çakılarak, bu kaplama üzerine ısı yalıtımı uygulanmaktadır (Şekil 4.100). Isı yalıtım uygulaması bittikten sonra çatı yüzeyine oluklu bitümlü çatı kaplama levhaları, galvanize plastik başlı çivilerle tespit edilmektedir. Oluklu bitümlü çatı kaplama levhalarının uygulanmasında bir diğer yöntem de ısı yalıtımsız yapılan uygulamadır (Şekil 4.100). Bu uygulamada oluklu bitümlü çatı kaplama levhaları doğrudan kaplama tahtasına tespit edilmektedir.



Şekil 4.100 Oluklu bitümlü çatı kaplama ürünlerinin ısı yalıtımlı ve ısı yalıtımsız uygulanması **[56]**

Levhaların çatıya tespiti ise ilk sıra tam levha ile başlamalı, ikinci sırada kullanılacak yarım boy levha ile bindirmelerdeki ek yerleri ortalanmalıdır (Şekil 4.101), **[56]**. Oluklu bitümlü levhaların dizilmesi sırasında enine ve boyuna bindirmelerin birleştiği yerde üst üste gelen dört levha kalınlık yapacağından, karşılıklı iki levha köşelerinden 4,7- 5 cm eninde ve bindirme payı kadar kesilmektedir. Böylece her iki levha aralığı 5- 10 mm kadar olmaktadır. Levhaların eğim yönünde bindirilmesi ise 15- 20 cm olmalıdır. Az eğimlerde bindirilme payları 20 cm yapıldığı gibi ayrıca mastik macun şeritler konulmaktadır. Eğime dik yönde yapılacak bindirme ise rüzgâr yönü göz önüne alınarak su sızdırmayacak şekilde yapılmalıdır. % 10 ve daha az eğimlerde levhalar arasında bindirme yerlerinde macun ve benzeri yalıtım sağlayan madde, fitil ve şeritler kullanılmalıdır **[54]**.



Şekil 4.101 Oluklu bitümlü çatı kaplama ürünlerinin çatıya uygulanması **[56]**

Oluklu levhalar ahşap, betonarme, çelik elemanlı çatılara uygun yerlerinden delinerek metal elemanlarla bağlanmaktadırlar. Levhaların uygulanmasında, plastik şapkalı çivi kullanılmakta, çivilemeye sabitleme yönüne uygun olarak alt kenardan başlanmaktadır. Kullanılan çivilerin çapı 8 mm'dir. Çivilerin ucu ahşap veya betonarme çatıya 5 cm girmelidir. Ayrıca çivinin levhaya dik ve levha tepe noktası sınırına kadar çakılması önemlidir. Çivi başlıkları yukarıda kalmamalı ve levhaya teğet olmalıdır **[73]**.

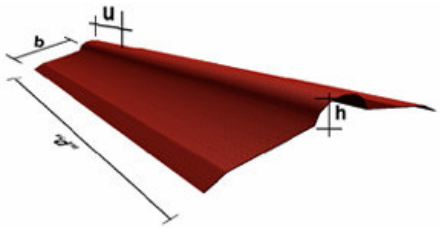
Kesilebilme özelliklerine karşın oluklu levhaların tüm çatı boyuna göre ayarlanabilmesi ve fire vermemesi için, eni aynı kalmak koşuluyla değişik boylarda üretilmiştir. Bu nedenle tespit edilecek çıta veya aşıkların arası 145 cm'den fazla olmamalıdır. Çatıya kesin bir biçimde bağlanmaları nedeniyle belirli aralıklarla genleşme derzi bırakılmalıdır **[54]**.

Oluklu bitümlü levhaların uygulanması sırasında uyulması gereken bazı kurallar bulunmaktadır. Bunlar;

- Bindirme hattının aşıklara denk getirilmesi gerekmektedir. Tepe noktalarının tümünde çivileme yapılmalı, ara aşıklarda bölgenin rüzgar özelliğine göre oluk tepe noktalarına birer boşluk bırakılarak çivi çakılmalıdır. Her levha dört noktadan aşıklara bağlanmalı ve boyuna kesitte en az üç aşığa oturmalıdır.
- Montaja saçak hizasından başlanmalı, levhalar ip çekilerek saçağa dik olacak şekilde hizalandıktan sonra sabitlenmelidir.

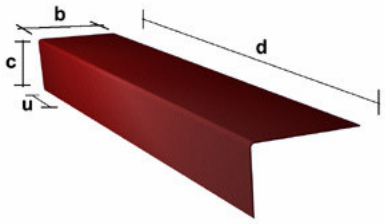
- Kısa levhaların kullanılması gerekiyorsa bunlar son sıra olarak mahya kenarına getirilmelidir.
- Mahya ve kenar aksesuarlarının montajında eksiltme yapmaksızın levhalar tüm tepe noktalarından sabitlenmelidir.
- Montaj sırasında, levhalar üzerinde yürünürken, aşıkların üzerine basılmamasına özen gösterilmelidir.
- Mahya ve saçak uçları haşereye, toz ve nemlenmeye karşı özel bitümlü süngerlerle havalandırma koşulları ihmal edilmeden kontrollü olarak kapatılmalıdır **[73]**.

Bitümlü oluklu levhaların özel olarak üretilmiş mahya parçaları da bulunmaktadır (Şekil 4.102). Bu parçaların tespiti oluklu levhaların tespiti ile aynı şekilde gerçekleşmektedir (Toydemir vd., 2006).



Şekil 4.102 Oluklu bitümlü çatı kaplama ürünlerinin mahya parçası **[73]**

Diğer oluklu çatı kaplamalarında olduğu gibi bu kaplamanın eğik dere, kalkan duvar kenarı, baca kenar detayları da diğerleriyle benzerlik göstermektedir (Şekil 4.103). Levhaların döşenmesindeki ek yerlerinin yarım levha boyu şaşırtılması ve tespit çivilerinin plastik başlıklı galvanize çivilerden kullanılması gerekliliği unutulmamalıdır (Toydemir vd., 2006).



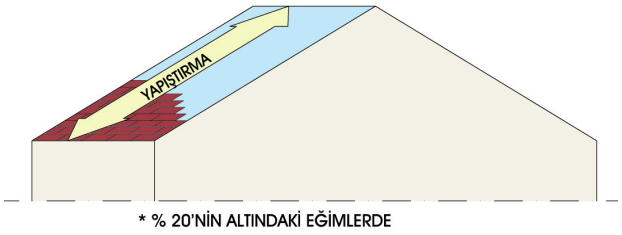
Şekil 4.103 Oluklu bitümlü çatı kaplama ürünlerinin kenar parçası **[73]**

- **Asfalt shingle bitüm esaslı çatı kaplamalarının uygulanmasında yalıtım çözümleri**

Bitüm esaslı çatı kaplama ürün türlerinden sonuncusu olan asfalt shingle çatı kaplama ürünlerinin ise, doğru bir şekilde uygulanabilmesi için öncelikle sağlam ve düzgün bir alt yapı

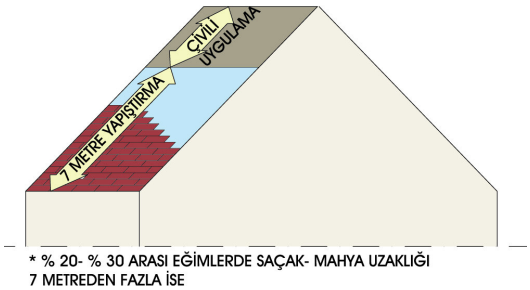
oluşturulması gerekmektedir. Bu alt yapı OSB levhalar, düzleme betonu, su kontrplağı veya kaplama tahtası kullanılarak oluşturulmakta, böylece asfalt shingle çatı kaplaması uygulanacak olan yüzeyin düz ve pürüzsüz olması sağlanmaktadır (Gel, 1998). Uygulamada kullanılan levhaların aralarında 3 mm genişliğinde derzler bırakılarak ve uygun boyutlardaki çivilerle alt yüzeye çakılarak veya vidalanarak alt yapı sistemi oluşturulmaktadır (Çatısem, 2007). Öte yandan, çatı alt yapısında kullanılacak olan malzemenin dikkatli bir şekilde kontrol edilmesi ve nemden etkilenmemesi gerekliliği de unutulmamalıdır **[49]**.

Genel olarak asfalt shingle çatı kaplama ürünlerinin uygulanacağı eğim % 20'nin altında ise, bu eğimdeki tüm yüzey polyester keçe taşıyıcılı, en az 3 mm kalınlığında polimerik bitümlü su yalıtım ürünü ile kaplanmakta ve asfalt shingle levhalar bu yalıtım ürününe şalümo ile ısıtılarak yapıştırılmaktadır (Şekil 4.104), (Gel, 1998).



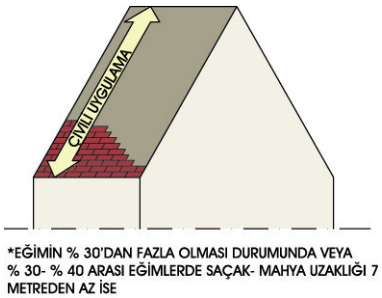
Şekil 4.104 Eğimin % 20'nin altında olduğu çatılarda asfalt shingle uygulaması **[56]**

Eğimin % 20- % 30 arasında olması durumunda, eğer çatı yüzeyinin saçak- mahya arası mesafesi 7 metreden fazla ise saçaktan başlanarak ilk 7 metrelik bölüm aynı tür su yalıtım ürünü ile kaplanmakta ve yalıtımın üstüne gelecek olan asfalt shingle levhalar şalümo ile ısıtılarak yapıştırılmaktadır. Mahyaya doğru olan diğer bölümüne ise uygulama çivi ile yapılmaktadır. Çivi ile yapılan uygulamada 2,5 cm boyunda galvanizli, geniş başlı özel asfalt shingle çivileri kullanılmakta ve bu çiviler her asfalt shingle levhasına dört adet olacak şekilde tespit edilmektedir (Şekil 4.105), (Toydemir vd., 2006), **[74]**.



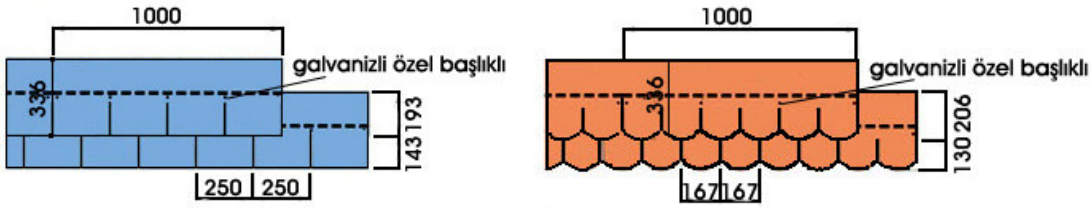
Şekil 4.105 Eğimin % 20- % 30 arasında olduğu çatılarda asfalt shingle uygulaması **[56]**

Eğimin % 30'dan fazla olması durumunda ise su yalıtımı kullanılmasına gerek kalmadan asfalt shingle levhalar çivi ile çakılarak uygulanmaktadır. Eğimin % 160'dan fazla olması durumunda da kullanılacak çivi sayısı % 50 artırılmaktadır (Şekil 4.106), (Gel, 1998).



Şekil 4.106 Eğimin % 30'dan fazla olduğu çatılarda asfalt shingle uygulaması **[56]**

Asfalt shingle çatı kaplama ürünlerinin çatı yüzeyine uygulanmasında ilk başlangıç sırası önem taşımaktadır. Başlangıç sırası için asfalt shingle çatı kaplama ürünlerinin üzerindeki silikon bandın alt hizasından kesilen asfalt shingle kullanılmaktadır. Başlangıç sırası, saçaklardan 6- 19 mm arasında suyun oluklara akmasına yardımcı olacak şekilde dışarıya doğru taşmalı ve uygulanan ilk asfalt shingle levha bir tarafından 12,5 cm kesilmelidir. İlk sırada bütün bir asfalt shingle levha kullanılırken ikinci ve izleyen sıralarda sağa ve sola doğru giderken daima levhanın yarısı kesilerek üst üste bindirilmektedir (Şekil 4.107). Yedinci sırada ise asfalt shingle levhaya tam olarak başlanmaktadır **[49]**.



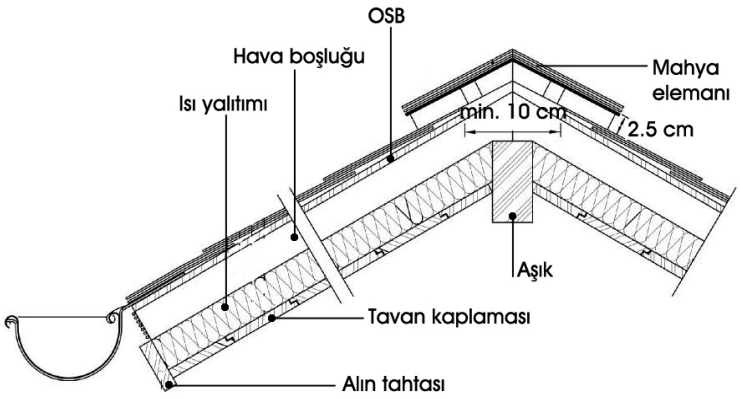
Şekil 4.107 Asfalt shingle levhalarının uygulama şekli **[56]**

İlk asfalt shingle levhalardan kesilen parçalar atılmamakta, sıranın sonunda tekrar kullanılmaktadır. Özel bölgelerde asfalt shingle uygulanırken, bindirmelerin daha az olmasına dikkat edilmelidir. Bunun amacı suyun asfalt shingle levhanın altına girmesini engellemek veya levhaların kalkmasını önlemektir **[49]**.

Asfalt shingle çatı kaplama ürünlerinin uygulanmasında kullanılan sabitleyici çiviler ise elle veya mekanik olarak çakılabilmektedir. Bu çivilerin en belirgin özellikleri geniş başlı

olmalarıdır. Çivilerin uzunluğu asfalt shingle altı çatı kaplama ürününe 2 cm geçecek şekilde olmalıdır. Eğer kaplama 2 cm'den ince ise, çivi kaplamadan tamamen geçmeli ve en az 3 mm dışına çıkmalıdır. Çivi uzunluğunu belirlemede, asfalt shingle katman sayısı, kalınlığı, shingle altı yalıtım ürününün ve eteklemelerin kalınlığı göz önünde bulundurulmalıdır. Çiviler, asfalt shingle üzerindeki fabrika ortamında sürülen bitümlü yapışkan bölümün üzerine çakılmalıdır. Çivilemeye çatının bir ucundan başlanmalı ve çapraz bir şekilde devam edilmelidir **[49]**.

Asfalt shingle kaplı çatılar, ısı yalıtımı uygulanan ve ayrıca buhar kesici kullanılmayan binalarda, soğuk çatı yapım kurallarına uygun şekilde havalandırılmalıdır (Şekil 4.108). Çatı arasında yeterli hava dolaşımı bulunan oturtma çatılı binalarda, kaplama sırasında ayrıca önlem almak gerekmez. Ancak havalandırmanın mertek arasından sağlandığı çatı tiplerinde uygun hava giriş ve çıkışları oluşturmak önemlidir. Saçaklarda düzenlenen hava girişleri en az 4 cm boşluk sağlayacak şekilde ve saçak boyunca sürekli olmalıdır. Hava çıkışı ise mahya bölgesinden sağlanmalıdır (Şekil 4.109). Bu amaçla, özel olarak üretilen mahya havalandırma elemanı hem eğik, hem de yatay mahyalarda kullanılabilmektedir. Mahya elemanı üzerine su yalıtımı aracılığıyla asfalt shingle yapıştırılarak çatıda görüntü bütünlüğü sağlanmaktadır **[56]**.



Şekil 4.108 Asfalt shingle kaplı çatılarda havalandırma detayı **[56]**

Şekil 4.109 Asfalt shingle kaplı çatılarda hava giriş ve çıkışı **[56]**

İstendiğinde, yeterli sayıda standart veya özel tip havalandırma elemanı kullanılarak da uygun bir havalandırma elde edilebilmektedir (Şekil 4.110). Havalandırma elemanları, kaplama düzleminde dekupaj testeresi ile açılmış olan boşluklara yerleştirilmektedir. Daha sonra bu havalandırma elemanları çivilerle çakılmakta ve etekleri asfalt shingle kaplanmaktadır. Her bir elemanın sağladığı hava geçişi ile çatı için gerekli miktarın denkleştirilmesi, kullanılacak eleman sayısını vermektedir. Havalandırma bacası, duman bacaları hariç tüm tesisat baca ve havalıklarının elemanları gibidir (Şekil 4.110). Çok kar yağan bölgelerde bacalar, havalandırma elemanı olarak da kullanılabilmektedir **[56]**.

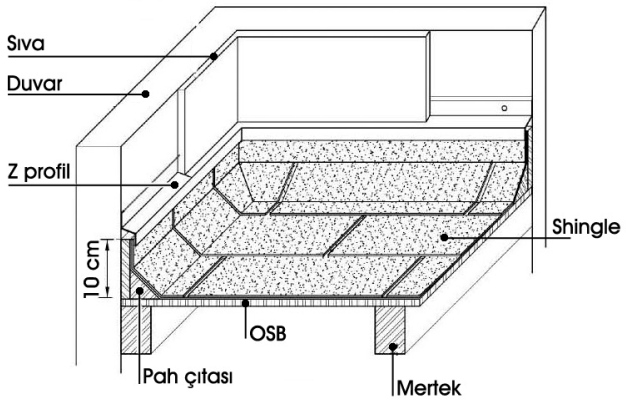
Şekil 4.110 Asfalt shingle kaplı çatılarda havalandırma elemanı ve havalandırma bacası **[56]**

Havalandırma gerektirmeyen mahyalarda ise, standart asfalt shingle çatı kaplama ürünleri üç parçaya kesilerek her biri mahya parçası olarak çakılmaktadır. Geleneksel tip asfalt shingle kaplı çatılarda da, mahyaların, standart tip asfalt shingle çatı kaplaması ile yapılması tavsiye edilmektedir.

Çatı dereleri için asfalt shingle uygulaması su yalıtım ürünü üzerine şalümo alevi ile ısıtılarak yapılmaktadır. Çatı deresini oluşturan düzlemlerden birine uygulanan asfalt shingle levha diğer düzleme en az 25 cm uzatılmalı, diğer yüzden gelen asfalt shingle levhalar dere eksenine paralel olarak kesilmelidir. Dere ekseninin 30 cm sağında ve solunda hiç çivi bulunmamasına özellikle dikkat edilmelidir (Toydemir vd., 2006). Öte yandan özel detay gerektiren bölümlerde yapıştırıcı olarak, okside bitümlü asfalt shingle çatı kaplama ürünlerinde bitüm esaslı soğuk yapıştırıcı kullanılmalı, APP katkılı asfalt shingle çatı kaplama ürünlerinde ise yapıştırma şalümo ile ısıtılarak yapılmalıdır **[74]**.

Asfalt shingle çatı kaplama ürünlerinin esnek yapısı duvar ve baca diplerinin oluşturulmasında da kolaylık sağlamaktadır. Öte yandan, baca diplerinde polimer bitümlü su yalıtım ürünlerinin altlık olarak kullanılması, sızdırmazlık açısından yarar sağlamaktadır. Detayların duvar birleşimleri için duvar diplerinde köşe çıtası yardımıyla çatı düzleminden en

az 10 cm yükselti oluşturulmakta ve sıvaya geçişte metal veya polyester Z profil kullanılmaktadır (Şekil 4.111). Çatı bitimlerinde ve kalkan duvarı kenarında, yağmur suyunu ortaya yönlendirmek amacıyla üçgen çıtalar kullanılması tavsiye edilmektedir.



Şekil 4.111 Shingle kaplı çatılarda duvar dibi detayı **[56]**

4.3.4 Lifli Çimento Esaslı Çatı Kaplama Ürünleri

Lifli çimento esaslı çatı kaplama ürünleri, çok ince açılmış elyaf iskelete sahip, belirli ölçülerde çimento ve su katılarak elde edilen çatı kaplama ürünleridir (Çatak, 1997). Türkiye'de ilk olarak 1956 yılında üretilmeye başlanan lifli çimento esaslı çatı kaplama ürünleri, günümüzde % 6,5'lik bir oranla bitüm esaslı çatı kaplama ürünlerinden sonra en çok kullanılan çatı kaplama ürünlerini oluşturmaktadır.

Lifli çimento esaslı çatı kaplama ürünleri, asbest veya selüloz gibi liflerle donatılı kompozit malzemeler sınıfına girmektedir. Ancak asbest kullanımı kanserojen etkisi nedeniyle sağlık açısından sakıncalı olduğu için tüm dünyada yasaklanmıştır. Bu nedenle son yıllarda lifli çimento esaslı çatı kaplama ürünlerinin üretiminde asbest yerine selüloz kullanılmaya başlanmıştır (Toydemir vd., 2006)

Yeni üretilen lifli çimento esaslı çatı kaplama ürünleri ise üretim sonrasında henüz çimento reaksiyonu bitmeden streç film ile kaplanmakta, böylece filmin içerisinde kalan nem, çimento reaksiyonundan çıkan ısı ile birlikte levhanın prizlenmesi için en uygun ortamı oluşturmaktadır. Öte yandan, lifli çimento esaslı çatı kaplamaları, üretiminin hamur şeklinde olması ve sonradan sertleşmesi sayesinde her türlü biçimi de kolaylıkla alabilmektedir **[75]**.

4.3.4.1 Lifli Çimento Esaslı Çatı Kaplama Ürünlerinin Özellikleri

Lifli çimento esaslı çatı kaplama ürünleri, ağırlıklarının az oluşu, az eğimlerde kullanılabilirliği, yangına karşı dayanıklılığı, boşluklu yapısı nedeniyle ısı ve ses iletkenliklerinin düşük olması ve iyi bir su yalıtkanı olması gibi önemli yararları olan çatı kaplama ürünleridir (Çatısem, 2007, Toydemir vd., 2006).

Öte yandan, bünyelerindeki ham maddelerin özelliklerinden dolayı başka maddelerle kimyasal reaksiyona girmeyen özelliklere de sahiptir. Bu nedenle, birçok kimyasal maddeden etkilenmeyen, ancak sürekli etki ettikleri durumlarda asitlerden, asitli çözeltilerden, çok yumuşak ve aşındırıcı sulardan ve sülfat çözeltileri ile klor ve kükürtdioksit gazlarından etkilenebilen yapıları bulunmaktadır (Çatak, 1997).

TS EN 492 Elyaflı Çimento Düz Levhalar ve Özel Parçalar- Çatı Kaplaması için- Mamul Özellikleri ve Deney Metotları adlı standartta lifli çimento esaslı çatı kaplama ürünleri ile ilgili özellikler şu şekilde belirtilmiştir;

- Bileşim: Çimento esaslı levhalar, temel olarak elyaflarla takviye edilmiş silika ve kalkerli malzemenin kimyasal reaksiyonuyla oluşmuş çimento veya kalsiyum silikat içermelidir.
- Görünüm: Yüzey ve/ veya kaplamanın hava koşullarından etkilenmesi; kullanıldığı yerin konumuna, durumuna, çatının yatay kirişlerdeki adım genişliğine ve maruz kalma süresine göre değişebilmektedir. Bu olumsuzluk, standartta belirtilen minimum mekanik ve fiziksel özelliklerini veya çimento esaslı levhanın sağlamlık fonksiyonunu azaltmamalıdır.
- Çimento esaslı levhalar su geçirmezlik deneyine tabi tutulduğunda, alt yüzünde nem izleri görülebilirse de kesinlikle su damlacıkları oluşturmamalıdır.
- Çimento esaslı levhalar ısıtma- ıslatma deneylerine tabi tutulduklarında ise 50 ısıtma-ıslatma çevriminden sonra, kullanımı etkileyecek derecede herhangi çatlak, tabakaların ayrılması veya diğer kusurlara sahip olmamalıdır (TS EN 492, 1999).

4.3.4.2 Lifli Çimento Esaslı Çatı Kaplama Ürünlerinin Türleri

Lifli çimento esaslı çatı kaplama ürünleri, lifli çimento esaslı oluklu levha ve beton kiremit olmak üzere iki şekilde sınıflandırılmaktadır.

- **Lifli Çimento Esaslı Oluklu Levha Çatı Kaplamaları**

Lifli çimento esaslı çatı kaplama ürünlerinden oluklu çatı kaplama ürünleri, yangına karşı dayanıklı, ağırlığı az ve boy doğrultusundaki şekli nedeniyle yeterli dayanıma sahip, eğimli

çatılarda özellikle konut ve sanayi yapılarının çatılarını örtmede kullanılan sinüzodial profil özellikte inorganik lifli çimentodan üretilen çatı kaplama ürünleridir (Toydemir vd., 2006), **[75]**, (Şekil 4.112).

Şekil 4.112 Lifli çimento esaslı oluklu levha çatı kaplamaları **[75]**

1250- 2000- 2200- 2500- 3000 mm uzunluğunda ve 920 mm genişliğinde üretilen lifli çimento esaslı oluklu çatı kaplama ürünleri minimum % 10, optimum % 15- 30 arası eğimlerde kullanılmaktadır (Çatısem, 2007).

TS 1110 ve EN 494 standartlarına uygun olarak üretilen bu çatı kaplama ürünleri, isteğe bağlı olarak boyalı şekilde üretilebilmekte veya üretildikten sonra da boyanabilmektedir. Öte yandan, yapısında yer alan gerilim noktalarına yerleştirilebilen güvenlik şeritleri sayesinde ürünün dayanımı artmakta, böylece olası bir kırılma sonucunda oluşabilecek zararlar en aza inmektedir (Çatısem, 2007).

Asidik ortamlar dahil üretim sırasında oluşabilecek kimyasal etkilere karşı dayanıklı özellik gösteren lifli çimento esaslı oluklu çatı kaplama ürünleri zaman içinde özelliklerini kaybetmemektedir. Ayrıca paslanmaz, nem yapmaz, çürümez ve dona karşı dayanıklılık gibi özellikleri de bulunmaktadır **[75]**.

- **Beton Kiremitler**

Beton kiremit, farklı granülmetreye sahip doğal kum, çimento, katkı malzemeleri ve renk pigmentlerinden oluşan yüksek dozajlı betonun, kalıplarda preslenmesi ve düşük ısıda prize tabi tutulması yoluyla elde edilen bir çatı kaplama ürünüdür (Çatısem, 2007), **[78]**, (Şekil 4.113).

Betondan üretildiği için su emme oranı yok denecek kadar az olan bu ürünlerin TS 1903'e göre kütlece su emme oranları % 7'dir. Bu özelliklerinden dolayı da soğuk havada donmamakta ve patlama yapmamaktadır. Öte yandan, özel dalgalı pürüzsüz yüzeyleri sayesinde suyun akışı kolay ve rahat bir şekilde gerçekleşmektedir **[78]**.

Şekil 4.113 Beton kiremit çatı kaplama ürünleri **[78]**

Doğal beton rengi de dahil olmak üzere yapısına katılan renk pigmentleri sayesinde istenilen her renkte ve değişik türde üretilebilme olanağına sahip olan beton kiremitler çatı eğimi %3-24 arasında değişen her türlü çatıda kolaylıkla uygulanabilmektedir (Çatısem, 2007).

Boyutları 33x42 cm olan beton kiremitler, pişmiş toprak esaslı kiremitlerden daha büyük olduğu için ağırlıkları da daha fazladır. Ancak çatının metrekaresine verdikleri yük bakımından beton kiremitler daha hafiftir. 1 m² için gerekli olan beton kiremit sayısı 10 olup, bu miktarın çatıya verdiği yük yağışsız ve kuru havada 45 kg'dır. Ancak yağışlı havalarda beton kiremidin kütlece su emme oranı % 7 olduğu için çatıya verdiği yük 48 kg olmaktadır **[78]**.

Beton kiremitler yüksek dozajlı özel betonlardan üretildiği için eğilme dayanımları yüksek olmaktadır. TS 1903'e göre eğilme dayanımı 250 kg olup, pişmiş toprak esaslı kiremitten % 65 daha fazladır. Öte yandan, beton kiremitler her türlü kimyasal maddeye ve ısı farklılıklarının oluşturacağı çekme gerilmelerine karşı da dayanım göstermektedir.

4.3.4.3 Lifli Çimento Esaslı Çatı Kaplama Ürünlerinin Uygulanmasında Yalıtım Çözümleri

Lifli çimento esaslı çatı kaplama ürünlerinin uygulanmasında yalıtım çözümlerinin ele alınacağı bu bölümde çatı kaplamaları ile ilgili çözümler lifli çimento esaslı oluklu levha çatı kaplama ürünlerinin uygulanmasında yalıtım çözümleri ve beton kiremitlerin uygulanmasında yalıtım çözümleri olmak üzere iki başlıkta açıklanacaktır.

- **Lifli çimento esaslı oluklu levha çatı kaplama ürünlerinin uygulanmasında yalıtım çözümleri**

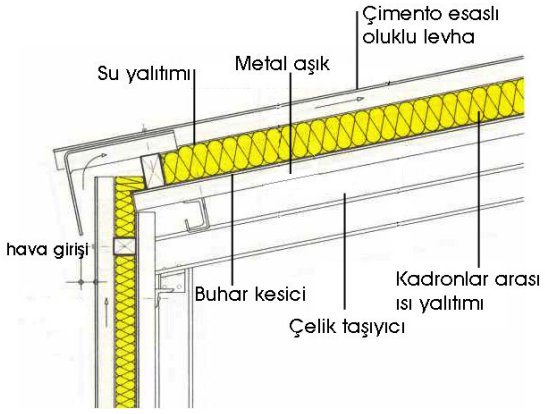
Lifli çimento esaslı oluklu çatı kaplama ürünleri çelik, ahşap veya betonarme taşıyıcı sistemli çatılarda, kaplamanın dalga doğrultusuna dik olarak levhanın altına yerleştirilen aşıklar

üzerine uygulanmaktadır. Levhanın üzerine uygulanacağı bu aşıklar ahşap, metal veya özel betonarme prefabrike malzemelerden elde edilebileceği gibi, aşık aralıkları da kullanılacak olan levhanın boyuna ve çatının eğimine bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Çizelge 4.23), (Toydemir vd., 2006). Ayrıca aşıkların uygulanması sırasında, aşıkların aynı seviyede olmalarına dikkat edilmesi, esnek ve oynak olmamalarına özen gösterilmesi gerekmektedir (Çatısem, 2007).

Çizelge 4.23 Çimento esaslı oluklu çatı kaplamalarının eğime ve levha boyuna bağlı aşık aralıkları (Toydemir vd., 2006)

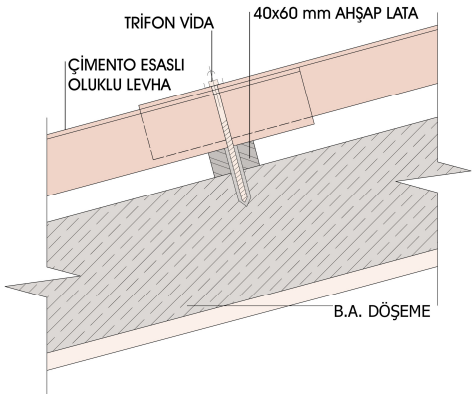
Levha boyu(cm)	**Aşık aralığı (cm)**			
	Eğim (%10 -30)	**Bindirme payı**	**Eğim (> %30)**	**Bindirme payı**
125	105	20	110	15
160	140	20	145	15
200	90	20	92,5	15
250	115	20	117,5	15
300	145	20	147,5	15
325/ 330	152,5	20	155	15

Lifli çimento esaslı oluklu levha çatı kaplama ürünlerinin uygulanacağı çatı, çelik taşıyıcı sistemli çatı ise öncelikle çelik taşıyıcı sistem üzerine bu aşıklar tespit edilmektedir. Metal aşıkların üzerine sırasıyla buhar kesici, ahşap kadronlar arası ısı yalıtım ürünü ve su yalıtım ürünü serildikten sonra da çimento esaslı oluklu levha çatı kaplama ürünlerinin uygulamasına geçilmektedir (Şekil 4.114).



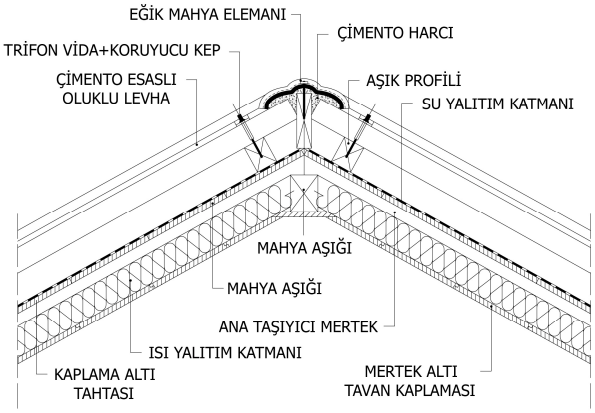
Şekil 4.114 Çelik taşıyıcı sistemli çatıda çimento esaslı oluklu levha uygulaması (Çatısem, 2007)

Lifli çimento esaslı oluklu levha çatı kaplama ürünlerinin eğik betonarme döşeme üzerine uygulanması da benzer şekilde gerçekleşmektedir. Ancak, levhaların çatı yüzeyine döşenmesi için 40/60 veya 50/50 mm kesitte ahşap lataların eğime dik doğrultuda ve tabloda belirtilen aralıklarla betonarme döşemeye dübel ile tespit edilmesi ve daha sonra levhaların bu latalara trifon vidalar ile vidalanması gerekmektedir (Şekil 4.115), (Toydemir vd., 2006).



Şekil 4.115 Betonarme taşıyıcı sistemli çatıda çimento esaslı oluklu levha uygulaması (Toydemir vd., 2006)

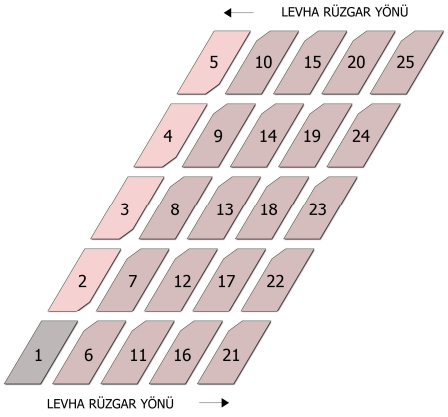
Ahşap taşıyıcı sistemli çatılarda çimento esaslı oluklu levha çatı kaplama ürünlerinin uygulanması ise, ahşap mertekler üzerine yapılan kaplama tahtası ile başlamaktadır. Kaplama tahtasının üzerine su yalıtım örtüsü serildikten sonra aşık profilleri yerleştirilmekte ve çimento esaslı oluklu levhalar bu aşıkların üzerine trifon vidalar yardımıyla tespit edilmektedir (Şekil 4.116). Öte yandan, ahşap taşıyıcı sistemli çatılarda ısı yalıtım uygulaması mertek altında, üstünde veya arasında gerçekleştirilebilmektedir.



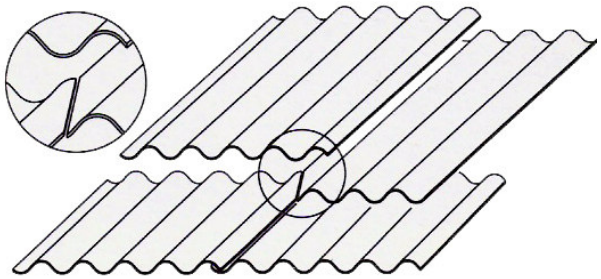
Şekil 4.116 Ahşap taşıyıcı sistemli çatıda çimento esaslı oluklu levha uygulaması (Çatısem, 2007)

Lifli çimento esaslı oluklu levha çatı kaplama ürünlerinin aşıklara tespiti trifon vidalarla gerçekleştirilmektedir. Ancak levhaların metal profile veya metal boru profile tespit edilmesi durumunda kanca, vida ve somun da kullanılabilmektedir. Hangi tür tespit elemanı kullanılırsa kullanılsın bu profillerin mutlaka galvanize olması gerekliliği unutulmamalıdır (Toydemir vd., 2006).

Levhaların çatıya döşenmesi Şekil 4.117'de görüldüğü gibi 1 numaralı levhadan başlamalı ve sırasıyla devam etmelidir. Dört levhanın üst üste bindiği yerlerde ise karşılıklı gelen levhalar bindirme payları da göz önünde bulundurularak pahlı olarak kesilmelidir (Şekil 4.118). Levhaların yan yana birbirine bindirilmesinde, binme miktarları ve levha yüksekliklerine dikkat edilmesi gerekmektedir.



Şekil 4.117 Çimento esaslı oluklu levhaların rüzgar yönüne göre dizilmesi (Toydemir vd., 2006)

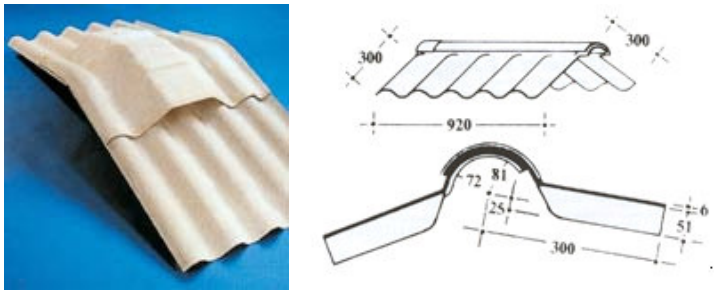


Şekil 4.118 Çimento esaslı oluklu levhaların döşenme detayı (Toydemir vd., 2006)

Çimento esaslı oluklu levha çatı kaplama ürünlerinin uygulanması sırasında uyulması gereken bazı kurallar bulunmaktadır. Bunlar;

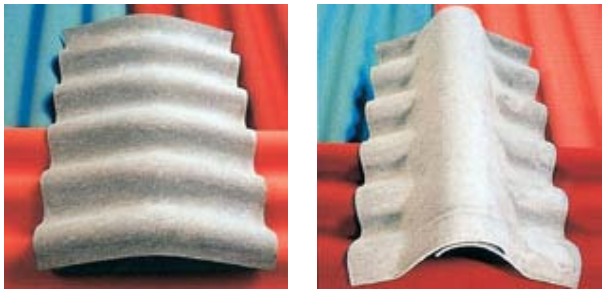
- Aşıkların projede belirlenmiş aralıkta, bir düzlem içinde bulunmalarına, makaslar geçirilirken aşıkların aynı hizada olmalarına dikkat edilmelidir **[75]**.
- Levhaların çatıya döşenmesinde rüzgâr yönü esas alınmalıdır.
- Kısa levhalar kullanmak gerekiyorsa bu levhalar, son sıra olarak, mahya kenarına getirilmelidir (Binan, 1998).
- Dar levha kullanılması gerekiyorsa bu levhalar da son sıra olarak mahya kenarına getirilmelidir (Binan, 1998).
- Lifli çimento esaslı oluklu levha çatı kaplamalarının uygulamasına başlamadan önce çatı çevresinde yer alan kalkan ve yan duvarların yüksekliği çatıdan fazla ise, önce bu duvarların çatıdan yüksek bölümlerinin sıva, boya ve saç kaplama işlerinin bitirilmiş, dere ve yağmur oluklarının da her türlü işçiliğinin tamamlanmış olması gerekmektedir (Çatısem, 2007).
- Her levha dört noktadan aşıklara bağlanmalı ve boyuna kesitte en az üç aşığa oturmalıdır.
- Levhaların trifon ile tespiti, levhanın ikinci ve beşinci tepe noktalarından yapılmalıdır. Ayrıca bu trifon vidaların boyları, aşıkların büyüklüğüne göre seçilmelidir.
- Çimento esaslı oluklu levha çatı kaplama ürünleri ile örtülen çatılarda alttaki mekânda bir basınç artışı söz konusu olduğunda, levhaların alttan yukarı doğru itilmesi sonucu levhalar zayıf olan tespit noktalarından koparak çatıdan düşebilmektedir. Bunun önlenmesi için de levhaların üstten tespit noktalarının altına korozyona dayanıklı metalden lama yerleştirilmelidir (Toydemir vd., 2006).
- Rüzgârlı bölgelerde % 20'den, rüzgârsız bölgelerde ise % 15'den aşağı eğimlerde fitil macunu kullanılmalıdır **[75]**.
- Döşeme işlemi sırasında levhaların üzerine basılmamalı, bunun için de çatıdaki aşıkların üzerine oturtulan ve döşeme işinde kullanılmış kalas veya tahtalardan klapalar çakılarak oluşturulmuş yürüme veya çalışma iskeleleri kullanılmalıdır (Toydemir vd., 2006).

Lifli çimento esaslı oluklu levha çatı kaplamalarını üreten değişik firmalar, her türlü çatının kaplanabilmesi için gerekli tüm parçaları üretmektedir. Bu parçalar, iki parçalı mafsallı mahya, tek parçalı mahya, şed mahya, saçak altı ucu, eğik mahya elemanı, yan saçak köşe kaplaması, yan dere profili, saçak alınlığı ve Z profili gibi parçalardır. Bu parçalardan mafsallı mahya, % 10 ile % 70 eğimleri arasında kullanılan ve her parçası 30x92 cm boyutlarındaki iki parçadan oluşan ürünlerdir. Mafsallı mahyaların kalınlığı 6 mm olup istenilen tarafa çevrilip döşenebilmektedir (Şekil 4.119), **[79]**.



Şekil 4.119 Lifli çimento esaslı oluklu levha çatı kaplama ürünlerinde mafsallı mahya **[79]**

Lifli çimento esaslı oluklu levha çatı kaplamalarında kullanılan tek parçalı mahya ürünleri, 7 kg ağırlığında ve 6 mm kalınlığında olan % 10- 70 arasındaki çatı eğimlerinde kolaylıkla uygulanabilen 30+30x92 cm boyutlarındaki ürünler iken, şed mahya ürünleri 6.5 kg ağırlığında ve 6 mm kalınlığında, 18+30x92 cm boyutlarındaki çatı eğimine göre istenilen açıda ve ölçüde üretilebilen ürünlerdir (Şekil 4.120), **[79]**.



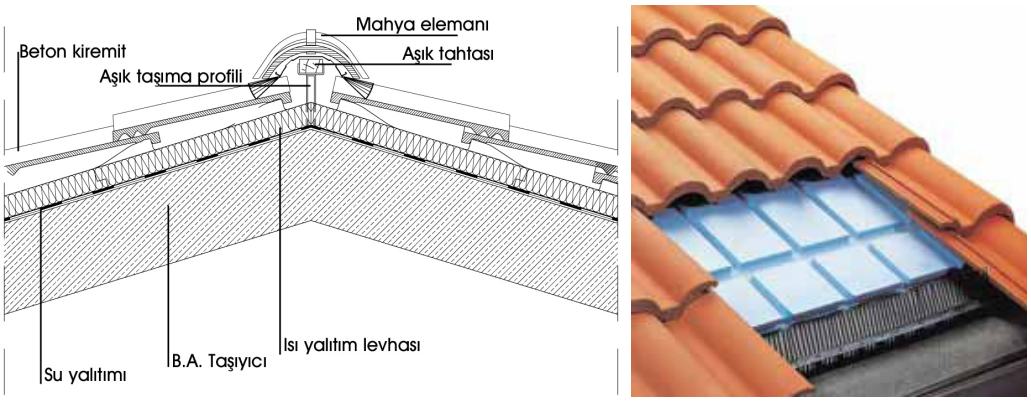
Şekil 4.120 Lifli çimento esaslı oluklu levha çatı kaplama ürünlerinde tek parçalı mahya ve şed mahya **[79]**

Saçak ucu olarak kullanılan parçalar ise 10+25x92 cm boyutlarında, 6 mm kalınlığında levhaların saçak bölümüne yağmur, toz, kir ve benzeri artıkların girmesini ve kuşların yuva yapmasını önlemek için kullanılan ürünlerdir. Bunun yanı sıra lifli çimento esaslı oluklu levha çatı kaplamalarının duvar dibi uygulamalarında da 10+30x92 cm boyutlarındaki ve 6 mm kalınlığındaki duvar dibi parçaları kullanılmaktadır **[79]**.

- **Beton kiremitlerin uygulanmasında yalıtım çözümleri**

Lifli çimento esaslı çatı kaplama ürünlerinden bir diğeri olan beton kiremitlerin uygulaması üç farklı şekilde gerçekleştirilebilmektedir. Bunlardan ilki ters çatı çözümlü beton kiremit uygulamasıdır. Bu uygulama yönteminde, yüksek yoğunluklu ekstrude polistren ısı yalıtım levhaları üzerinde bulunan yatay kanallar, başka bir malzemeye gerek kalmadan kiremidin asılacağı alt taşıyıcı sistem görevini yapmaktadır. Dikey kanallar ise kiremit altı

havalandırmasına yardımcı olmaktadır. Isı yalıtım levhalı uygulamada öncelikle, ahşap veya betonarme çatı saçağına, ısı yalıtım levhalarını tutacak olan saçak tahtası çakılır. Bu tahtanın genişliği 18- 21 cm, yüksekliği ise seçilen ısı yalıtım levhasından 1 cm düşük olmalıdır. Saçak tahtası montajından sonra, çatı yüzeyine uygun özellikte olan bir su yalıtım örtüsü serilir. Isı yalıtım levhaları ile tüm çatı yüzeyi kaplandıktan sonra saçak tahtası üzerine saçak havalandırma parçası, yağmur indirme sistemi dere kelepçeleri ve yağmur deresi monte edilir. Kiremitlerin bu ısı yalıtım levhalarının yatay kanallarına oturtulmasıyla da montaj tamamlanır (Şekil 4.121), (Çatısem, 2007), **[57]**.

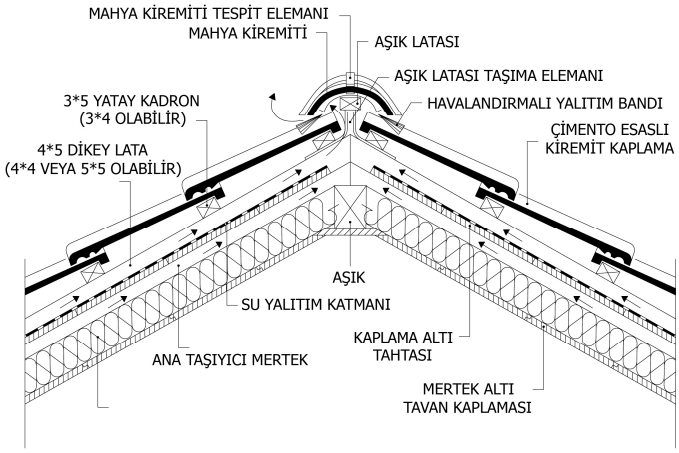


Şekil 4.121 Beton kiremitlerin ısı yalıtım levhası üzerine uygulanması **[57]**

Beton kiremitlerin uygulanmasındaki ikinci yöntem ise pişmiş toprak esaslı kiremitlerde olduğu gibi kiremit altı tahtasız yapılan uygulamadır. Bu uygulamada da aynen pişmiş toprak esaslı kiremitlerde olduğu gibi taşıyıcı olan dikey mertekler 60- 70 cm aralıklarla saçak-mahya hattı doğrultusunda çakılır. Merteklerin üzerine uygun özellikte olan su yalıtım örtüsü hafif torbalama yapacak şekilde serilir. 4x3 veya 5x3 cm boyutlarındaki yatay latalar, su yalıtım örtüsü üzerine çakılır ve beton kiremitler özel mertek dillerinden bu yatay latalara asılarak döşenir. Bu uygulamada yatay lataların arası 31,5 cm ve 34,5 cm arasında bir ölçüde olmalıdır. Ayrıca özel koşullar dışında kiremitlerin yerine tespitine gerek yoktur **[57]**.

Beton kiremitlerin uygulanmasında kullanılan bir diğer yöntem de yine pişmiş toprak esaslı kiremit çatı kaplamalarının uygulanmasında kullanılan tek veya çift latalı sistem uygulamasıdır. Bu yöntemde öncelikle ahşap veya betonarme çatı yüzeyine uygun özellikte olan ısı ve su yalıtım ürünleri seçilerek sırasıyla bu ürünlerin uygulaması yapılır. Daha sonra tek latalı sistem uygulaması yapılacaksa serilen bu su yalıtım örtüsü üzerine 4x3 cm veya 5x3 cm boyutlarında ve yaklaşık 2 metre uzunluğundaki ahşap latalar çakılarak beton kiremitlerin bu yatay latalar üzerine uygulaması gerçekleştirilir. Ancak seçilen sistem çift latalı sistem ise,

su yalıtım ürünü üzerine 4x4 cm veya 5x5 cm boyutlarındaki dikey latalar ve bu lataların üzerine de 4x3 cm veya 5x3 cm boyutlarındaki yatay latalar çakılarak beton kiremitler uygulanır (Şekil 4.122). Tek latalı sistem uygulamasında lata aralıkları 31,5- 34,5 cm arasında değişiklik gösterirken, dikey lata aralıkları 60- 70 cm'dir **[57]**.



Şekil 4.122 Beton kiremitlerin latalı olarak uygulanması (Çatısem, 2007)

Latalı uygulamalarda ısı yalıtımı, malzemenin fiziksel özelliklerine göre su yalıtım örtüsünün üzerinde veya altında da yapılabilmektedir. Sudan etkilenmeyen özellikteki ısı yalıtım ürünlerinin su yalıtım örtüsü üzerinde kullanıldığı ters çatı detaylarında teknik olarak bir sakınca bulunmamaktadır. Ancak ısı yalıtımının alttan yapıldığı çözümlerde yoğuşma etkisinden korunmak için, su yalıtım örtüsünün buhar geçirgen bir yapıda olmasına dikkat edilmelidir (Çatısem, 2007).

Beton kiremitlerin çatı yüzeyine döşenmesine pişmiş toprak esaslı kiremitlerde olduğu gibi saçak hattından başlanmalı ve ilk kiremitlerin doğru bir eğime ve diğer kiremitlerle aynı doğrultuya sahip olmasını sağlamak için de saçakta saçak latası kullanılmalıdır. Öte yandan, beton kiremitlerin mahya, eğik dere, baca dibi ve duvar dibi gibi detayları da pişmiş toprak esaslı kiremitlerin detay çözümleriyle aynı şekilde gerçekleşmekte ve bu detaylarda kullanılan tamamlayıcı ürünler pişmiş toprak esaslı kiremitlerde kullanılan tamamlayıcı ürünlerle benzerlik göstermektedir.

4.3.5 Plastik Esaslı Çatı Kaplama Ürünleri

Saf haldeki reçinelerin katkı malzemeleri ile bazı kimyasal ve ısıl işlemlerden sonra sertleştirilmesi yoluyla elde edilen ürünlere plastik adı verilmektedir (Çatak, 1997), **[80]**.

Plastiklerin en önemlileri 1930'lardan beri üretilmekte olan PVC ve 1940'lardan beri bilinen polietilen (PE), polipropilen, polimetil metakrilat (PMMA) ve cam elyaf donatılı olarak kullanılan reçinelerdir.

Bütün plastik maddeler bir polimerleştirme süreci sonucunda elde edilmektedir. Buna göre plastik maddeler, termoset (ısıl sertleşir) ve termoplastik (ısıl yumuşar) olmak üzere başlıca iki gruba ayrılmaktadır. Bunlardan termoplastik olanları ısıtıldıklarında yumuşamakta ve ısıtılmış yarı sıvı haldeyken şekillendirilebilmekte veya kalıplandırılabilmektedir **[80]**. Selüloz türevleri, polietilen, polipropilen, vinil akrilikler, polistren gibi katılma polimerleri ve naylon, polikarbonat, poliamit, teroftolat gibi yoğunlaşma polimerleri bu gruba girmektedir (Burkut, 2002).

Termoset olanlar ise termoplastiklerin aksine ilk hallerinde genellikle sıvıdır veya düşük ergime noktasındaki katılardır. Son ürüne yönelik olarak kullanıldıklarında termoset reçineler bir katalizörün, ısının veya her ikisinin yardımıyla sertleşme aşamasına geçmektedir. Sertleşme tamamlandıktan sonra katı termoset reçineler sıvı hallerine tekrar döndürülememektedir. Öte yandan, termoplastiklerin aksine sertleşme reaksiyonuna giren termoset reçineler ısıtıldıklarında ergimemekte ve akmamaktadır. Bir kez şekillendirildiklerinde bir daha yeniden şekillendirilememektedirler **[80]**. Fendik reçineler, furan reçineleri, amino plastlar, alkitler ve doymamış asit poliesterleri, epoksi reçineler, poliüretanlar ve silikonlar termoset plastikler grubuna girmektedir (Burkut, 2002).

Plastiklere çok çeşitli yöntemlerle biçim verilebilmektedir. Toz halindeki plastiğin, sıcak veya soğuk bir hazne içinde vidalı bir taşıyıcı ile eritilip sıkıştırılarak çekildiği ekstrüzyon yöntemi başta gelen plastik işleme yöntemlerinden biri olmakla birlikte, haddeleme, hidrolik preslerde ısıl sertleştirme gibi yöntemlerle de plastiklere biçim verilebilmektedir. Ayrıca vakum altında kalıplama, baskı altında levha haline getirme ve dökme gibi başka yöntemler de kullanılmaktadır (Burkut, 2002).

Plastik malzemelerden üretilen çatı kaplamaları, çoğunluğu dalgalı veya trapez levhalardan oluşmaktadır. Bu plastikler renksiz, saydam üretilebildiği gibi, istenilen renkte saydam veya opak olarak da üretilebilmektedir. Özellikle renksiz ve saydam olanları alttaki mekânın ışıklandırılması gereken durumlarda kullanım alanı bulmaktadır. Saydam ve renksiz olanların altındaki mekân tam kapalı bir mekân ise, giren güneş ışınları uzun dalga- kısa dalga dönüşümü nedeniyle bu mekânda sera etkisi yaratmaktadır. Opak ve renkli olanlarda ise bu sorun çok fazla görülmemektedir (Toydemir vd., 2006).

4.3.5.1 Plastik Esaslı Çatı Kaplama Ürünlerinin Özellikleri

Plastik esaslı çatı kaplama ürünleri hafif ve uygulaması kolay olan ürünlerdir. Sanayi yapıları, spor salonları, atölye, konut gibi birçok yapıda kullanım alanı bulan ve genellikle çatılardan ışık almak amaçlı olarak kullanılan bu ürünler çatıya kolaylıkla uygulanabilmektedir (Toydemir vd., 2006), **[80]**. Kimyasal maddelerin birkaçı dışında tümüne karşı dayanım göstermekte ve korozyona uğramamaktadır. Öte yandan, UV ışınlarına ve iklim koşullarına karşı da son derece dayanıklılık göstermektedir (Karabulut vd., 2004).

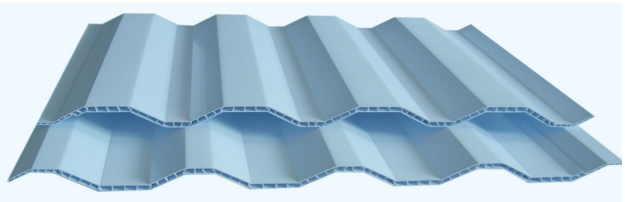
Su emme oranı çok düşük olan ve diğer çatı kaplama ürünlerine göre suya karşı dayanıklılığı yüksek olan plastik esaslı çatı kaplama ürünlerine istek ve gereksinimlere uygun olarak istenilen sınıfta yanmazlık özelliği de kazandırılabilmektedir. Ayrıca cam elyaf takviyeli olanları cam kadar ışık geçirgen özellik gösterebilmektedir. Tam şeffaf olması nedeniyle ışığı yayması sayesinde, ışığın önem kazandığı seralarda ve güneş kolektörü yapımında önemli üstünlükler sağlamaktadır (Karabulut vd., 2004). Öte yandan, plastik esaslı çatı kaplama ürünlerinin özellikle uygulama sırasında ve sonrasında üzerine basılmaması gerektiği için, nokta yükü yayacak yürüme ve çalışma iskelesi kurulması zorunludur.

4.3.5.2 Plastik Esaslı Çatı Kaplama Ürünlerinin Türleri

Plastik esaslı çatı kaplama ürünleri; PVC esaslı çatı kaplama ürünleri, polikarbonat esaslı çatı kaplama ürünleri, akrilik esaslı çatı kaplama ürünleri, cam takviyeli polyester çatı kaplama ürünleri ve plastik esaslı kiremitler olmak üzere beş şekilde sınıflandırılabilmektedir.

- **PVC (Polivinil klorür) Esaslı Çatı Kaplama Ürünleri**

Çatılarda genellikle ışık alma amaçlı olarak kullanılan PVC, polivinil klorür polimerlerinin sıkıştırılması veya basınç altında ısıtılmasıyla ince film tabakaları haline getirilmesi sonucunda oluşan termoplastik bir üründür (Toydemir, 1990). Türkiye'de yabancı lisans altında üretilen ve geniş bir detay çözümüne sahip olan bu ürünler, ondüle ve trapez levhalar olarak, 1,5 mm- 4,00 mm kalınlıklar arasında üretilebilmektedir (Şekil 4.123), (Çatak, 1997).



Şekil 4.123 PVC esaslı çatı kaplaması **[86]**

Yoğunluğu 1,4 g/cm³ olan PVC esaslı çatı kaplama ürünleri, % 90 ışık geçirgenliğine ve 65 N/mm² çekme dayanımına sahip çeşitli renklerde boyanabilme özelliği olan ürünlerdir. Üst yüzeylerindeki koruyucu film tabakası sayesinde UV ışınlarına ve korozyona karşı dayanıklılık göstermektedir **[81]**.

Pürüzsüz bir yüzey özelliğine sahip olan bu ürünlerin sırlama yöntemiyle ısıya karşı dayanıklılıkları ve mekanik dayanımları artırılabilmektedir. Ayrıca çarpmaya karşı dayanımları cama ve akriliğe göre daha iyi, polikarbonata göre daha kötü özellik göstermektedir (Öztürk, 1997).

Saydam ve opak olmak üzere iki ayrı türde üretilebilen bu ürünler kimyasal maddelerden etkilenmemektedir. Yağ tutmayan, toz barındırmayan ve kolay temizlenebilme özellikleri bulunmaktadır (Çatak, 1997). Öte yandan, PVC'ler yandıklarında Avrupa Standartlarına göre yüksek oranda toksin gaz çıkartmakta, ancak alev alma özelliğinin olmaması nedeniyle kendiliğinden sönebilmektedir. Bunun yanı sıra, bu ürünlerin yanma sonucunda çıkarttıkları toksin gazların su ile reaksiyonu sonucunda da büyük oranda hidroklorik asit ortaya çıkmaktadır (Öztürk, 1997).

Her türlü çatıda kolaylıkla uygulanabilme olanağına sahip olan PVC esaslı çatı kaplama ürünleri, testere yardımı ile kesilebilmekte, montaj yapılacak noktalardan matkapla delinebilmektedir. Ancak delik çapının 1- 2 mm'den büyük olmamasına dikkat edilmelidir.

- **Polikarbonat Esaslı Çatı Kaplama Ürünleri**

Polikarbonat esaslı çatı kaplama ürünleri, % 80- 90 ışık geçirgenliğine sahip, sıcak ve soğuk bükmeye elverişli, işlenebilme, depolama, kullanım ve montaj kolaylığı olan, gün ışığından en iyi şekilde yararlanmayı gerektiren mekânlarda çokça tercih edilen çatı kaplama ürünleridir (Şekil 4.124).

Şekil 4.124 Polikarbonat esaslı çatı kaplaması **[83]**

Dağınık molekül yapısına sahip olan polikarbonat reçinesi esaslı polikarbonat çatı kaplama ürünleri yapıları gereği ışığı geçirirler (Öztürk, 1997). Cam ve akrilik gibi kaplama malzemelerine göre daha hafif olan bu ürünler, UV ışınlarına karşı dayanıklılık ve yüzeyinde su tutmama gibi özelliklere de sahiptir **[82]**.

60 ve 104 cm genişliklerinde ve 23 metreye kadar tek parça olarak üretilebilen levhalarla spor kompleksleri, fabrikalar, seralar, alış veriş merkezleri gibi geniş açıklıklı yapıların çatıları sorunsuz olarak geçilebilmektedir. Oldukça iyi ısı, su ve ses yalıtımı sağlayan 16 mm kalınlığındaki bu ürünler, darbelere karşı da son derece dayanıklıdır (Ekser vd., 2008).

Polikarbonat esaslı çatı kaplama ürünleri, çeşitli kimyasal etkilere, mineral ve organik asitlere, okside olmaya, asit tuzlarına, yağ ve alkole karşı dayanıklıdır. Ancak polikarbonatların çözücü maddelerle temasından kaçınılmalıdır. Yosun, kemirgen, küf ve mikroorganizmaların bu ürünlerin özelliklerini zayıflatıcı etkisi bulunmamaktadır. Kırılgan değildir. Yüksek ısı farklılıklarında bile sağlamlıklarını ve dayanıklılıklarını korurlar. Öte yandan, alev almadıkları için yangına karşı dayanıklıdırlar, ancak 426ºC sıcaklık altında erime özelliği gösterirler (Çatak, 1997).

Uzun ömürlü bir yapıya sahip olan ve çatı eğiminin minimum % 5 olduğu eğimle çatılarda kullanılan polikarbonat esaslı çatı kaplama ürünleri tek katlı, çok katlı, trapez ve ondüle olmak üzere çeşitli tiplerde üretilebilmektedir.

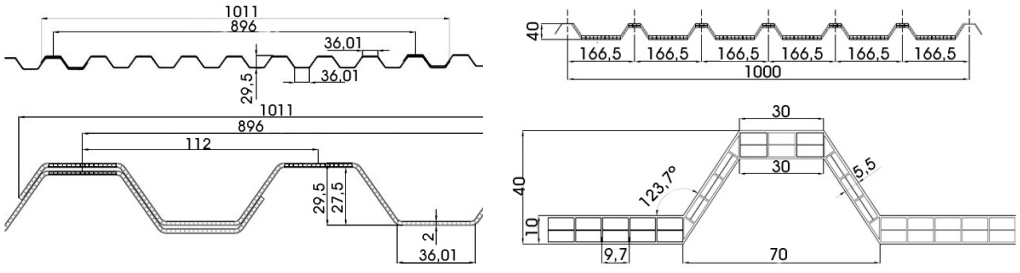
Tek katlı polikarbonat çatı kaplama ürünleri, 1, 2, 3, 4, 5 ve 6 mm kalınlıklarda, 125x205 cm, 122x244 cm ve 205x305 cm boyutlarında üretilmektedir. Çatı ışıklıklarında, kış bahçelerinde, giriş saçaklarında ve seralarda kullanılan, kırılmaz, kolay işlenebilen ve uygulaması kolay olan ürünlerdir (Şekil 4.125), **[82]**.

Şekil 4.125 Tek katlı polikarbonat esaslı çatı kaplaması **[82]**

Çok katlı polikarbonat çatı kaplama ürünleri de 4, 6, 8, 10 ve 16 mm kalınlıklarında, kalınlıklarına göre 0,8- 1,3- 1,5- 1,7 ve 2,8 kg/m² ağırlıklarında olan 2100 cm genişliğinde ve 600 cm boyutlarında çeşitli renklerde üretilebilen ürünlerdir (Şekil 4.126). Kırılmaya karşı camdan 200 kat, akrilik levhadan 6 kat daha fazla dayanıklı olan çok katlı polikarbonat esaslı çatı kaplama ürünleri, -40 ile +115ºC sıcaklıkları arasında çalışabilen, yangına karşı dayanıklı, kullanım ve montaj kolaylığı olan ürünlerdir. Öte yandan, tek katlı polikarbonat esaslı çatı kaplama ürünlerinde olduğu gibi birçok yapıda uygulama alanı bulabilmektedir **[82]**.

Şekil 4.126 Çok katlı polikarbonat esaslı çatı kaplaması **[82]**

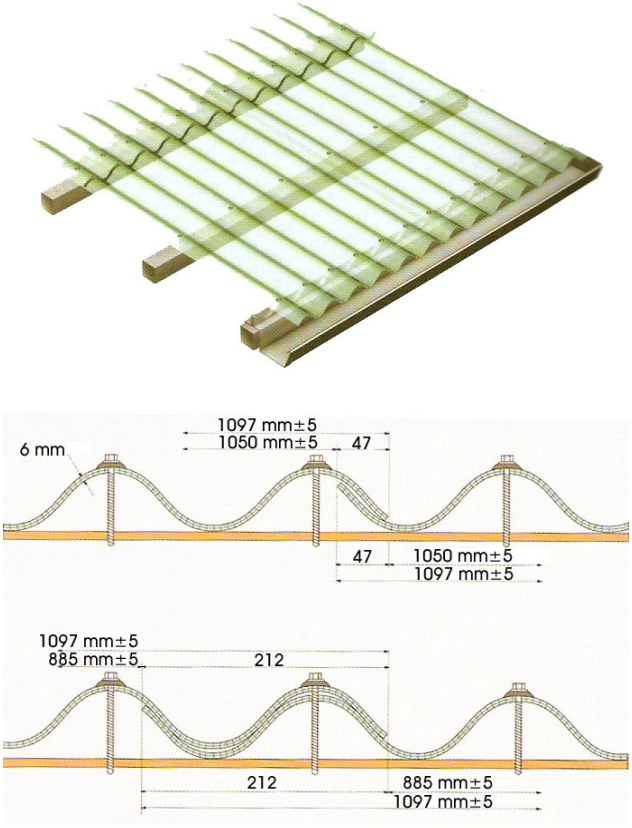
Trapez kesitli polikarbonat esaslı çatı kaplama ürünleri, 13,5 metreyi geçen yerlerde bile kolaylıkla uygulanabilen, rüzgâr ve kar yüküne karşı yüksek dayanım gösteren, UV ışınlarına karşı korumalı 2, 4, 10 ve 16 mm kalınlıklarındaki saydam veya opal olarak üretilen ürünlerdir. Kalınlıklarına göre 890, 590 ve 1000 mm genişliklerinde üretilen bu ürünlerin hadve sayısı ise 4 ile 9 arasında değişiklik göstermektedir (Şekil 4.127), **[82]**.



Şekil 4.127 Trapez kesitli polikarbonat esaslı çatı kaplaması **[82]**

Ondüle kesitli polikarbonat esaslı çatı kaplama ürünleri ise 3 ve 6 mm kalınlıklarında, 1097 ile 1050 mm genişliklerinde saydam, opal ve yeşil renklerde üretilen diğer polikarbonat esaslı

çatı kaplama ürünlerinde olduğu gibi çatılardan ışık alınması amacıyla kullanılan ürünlerdir (Şekil 4.128), **[82]**.

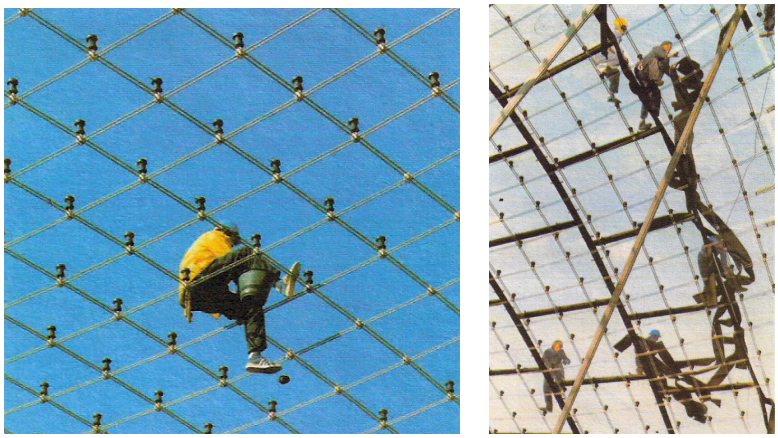


Şekil 4.128 Ondüle kesitli polikarbonat esaslı çatı kaplaması **[82]**

Polikarbonat esaslı çatı kaplama ürünleri, alüminyum ve PVC profillerle oluşturulmuş doğramaların içlerine yerleştirilerek uygulanabildikleri gibi özel olarak çekilmiş alüminyum kilit profilleri veya polikarbonat profillerle desteklenerek de uygulanabilmektedir. Bu ürünlerin alüminyum profillerle uygulanmasında genleşme payları bırakmak gerekmektedir ve bu pay 100 mm için 3 mm olarak hesaplanmaktadır (Öztürk, 1997). Öte yandan, polikarbonat esaslı çatı kaplama ürünlerinin metal sandviç panel çatı kaplamalarına uyumlu olarak üretilenleri de bulunmaktadır.

- **Akrilik Cam Esaslı Çatı Kaplama Ürünleri**

Akrilik reçinesinin kalıplanması veya sıkıştırılması yoluyla elde edilen PMMA ürünler yüksek ışık geçirgenliğine sahip termoplastik çatı kaplama ürünleridir (Öztürk, 1997). İlk olarak 1972 Münih Olimpiyat Tesisleri'nde 75.000 m²'yi aşan bir alanın çadır örtüsü şeklinde örtülmesinde kullanılmıştır (Şekil 4.129), (Toydemir vd., 2006).



Şekil 4.129 Akrilik cam esaslı çatı kaplaması (Toydemir vd., 2006)

Akrilik cam esaslı çatı kaplama ürünleri, genel olarak renksizdir. Ancak isteğe bağlı olarak her türlü renkte, yarı geçirgenlik sağlayan renklerde ve pek çok doku çeşidinde üretilebilmektedir.

Polikarbonat esaslı çatı kaplama ürünleri ile karşılaştırıldıklarında yarı maliyete sahip olan bu ürünler 1 mm ile 30 mm kalınlıkları arasında istenilen kalınlıkta üretilebilmektedir. Ayrıca akrilik cam esaslı bu ürünler sürtünme sonucu statik elektrik yüklenerek havadaki bütün tozları çekebildiklerinden bunu önlemek için her iki yüzleri antistatik verniklerle kaplanmaktadır (Sirel, 1992).

PMMA'ların önemli özelliklerinden bir diğeri ise, darbeye karşı yüksek dayanım göstermeleridir. Öte yandan, zor koşullarda kesilip kırılabilmelerine karşın, kırıldıkları durumlarda kesici parçalara ayrılarak tehlikeli sonuçlara da neden olabilmelerdir. Bu nedenlerle PMMA'ların çatılarda kullanımları sınırlı kalmakta, genellikle ışık kubbelerinde ışık geçirgen malzeme olarak kullanılmaktadır (Öztürk, 1997).

- **Cam Takviyeli Polyester Levhalar**

Cam takviyeli polyester levhalar, ortam koşullarına dayanıklı, esnek, ancak yeterli mekanik dayanıma sahip olmayan polyester reçine ile yüksek mekanik dayanımlı cam elyafın bir araya getirilmesiyle elde edilen, üstün nitelikli kompozit ürünlerdir (Şekil 4.130), (Esenergül, 2005). Doymamış polyester reçine ve cam elyafı olmak üzere iki ana ham maddeden meydana gelen bu ürünlerin fiziksel özellikleri takviye malzemesi olan cam elyafın, CTP içindeki oranına, dağılımına ve yönüne bağlı olarak değişiklik göstermektedir **[84]**.

Şekil 4.130 Cam takviyeli polyester çatı kaplaması **[81]**

Diğer çatı kaplama ürünleri içindeki kullanım oranı % 10 oranına ulaşan CTP levhalar; elastik olması, hafifliği, bakım gerektirmemesi ve kolay tamir edilebilmesi gibi pek çok olumlu özellikleriyle çatılarda geçmiş yıllara oranla günümüzde daha fazla kullanım alanı bulmaktadır (Esenergül, 2005).

Düşük ağırlıkla yüksek mekanik dayanım sağlayabilen ve su emme oranı çok düşük olan bu ürünler isteğe bağlı olarak hem alt hem de üst yüzeylerine koruyucu film ve jelkot kaplı olarak üretilebilmektedir. Bu yöntemle UV ışınlarına, asit yağmurlarına ve ortamdaki kimyasal maddelere, çeşitli gazlara ve mikroorganizmalara, mantara, küflenmeye, yosunlaşmaya karşı levhaların dayanıklılığı artırılmakta, böylece ürünlerin servis ömrü uzatılmaktadır.

Isı ile yumuşamayan ve şekil değiştirmeyen cam takviyeli polyester levhalar, kar ve rüzgâr yüklerine karşı oldukça dayanımlıdır. Öte yandan, elektrik geçirimsizdir ve aleve karşısında dayanıklıdır. Yük altında devamlı çalışma sıcaklıkları +110- 120ºC olabilmektedir. % 80- 90 ışık geçirgenliğine sahip bu ürünler çeşitli renklerde üretilebilmektedir. Ayrıca, kırıldıklarında kolaylıkla tamir edilebilir ve çatıya uygulaması hızlı ve kolaydır (Öztürk, 1997).

Cam takviyeli polyester çatı kaplama ürünleri, polikarbonat esaslı çatı kaplama ürünlerinde olduğu gibi ondüle, trapez ve tek veya çok katlı düz paneller şeklinde üretilmektedir.

- **Plastik esaslı kiremit çatı kaplama ürünleri**

Plastik esaslı kiremitler belirli oranlarda plastik reçine ve doğal taşın çeşitli yöntemlerle birleştirilerek kiremit şekline getirilmesiyle elde edilen kompozit ürünlerdir (Şekil 4.131). 393x310 mm boyutlarına ve 1.9 kg ağırlığa sahip olan plastik esaslı kiremitler, yapısına katılan renk pigmentleri sayesinde renkli olarak da üretilebilmektedir **[87]**.

Şekil 4.131 Plastik esaslı kiremit **[87]**

Yağmur, kar, dolu, UV ışınları gibi dış etkenlere karşı son derece dayanıklı olan bu ürünler, ısı farklılıklarından dolayı yumuşama, genleşme, çatlama, kırılma, şekil ve renk değişikliği gibi olumsuz özellikler göstermemektedir. Öte yandan, pişmiş toprak esaslı kiremitlere oranla % 60 daha hafif olduğu için çatı taşıyıcı sistemine yük getirmemekte ve çatıya uygulanacak alt yapının daha ekonomik olmasını sağlamaktadır. Ayrıca, plastik esaslı kiremitlerin kütlece su emme oranının % 1'den küçük olması da m²'ye düşen ağırlığı azaltmaktadır **[87]**.

Her türlü çatıda kolaylıkla uygulanabilen plastik esaslı kiremitlerin nakliyesi ve çatıya taşınması da kolay olmaktadır. Birçok kez yerinden sökülüp, başka çatılarda yeniden kullanılabilmektedir. Ayrıca istenilen şekilde ve ölçüde her türlü kesimi kolaylıkla yapılabilmekte, bu kesim sırasında çevreyi ve çalışanları rahatsız edici toz ve benzeri artık oluşturmamaktadır. Kilit sistemi sayesinde montaj hızı oldukça yüksektir ve bu özelliğinden dolayı zamandan tasarruf sağlamaktadır **[87]**.

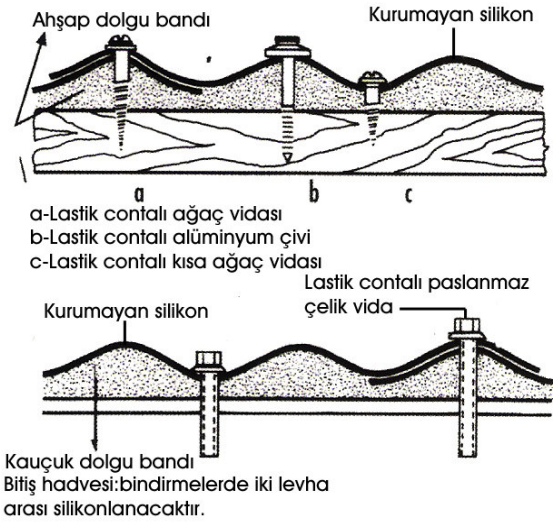
4.3.5.3 Plastik Esaslı Çatı Kaplama Ürünlerinin Uygulanmasında Yalıtım Çözümleri

Plastik esaslı çatı kaplama ürünlerinin uygulanmasında yalıtım çözümleri; levha biçimindeki plastik esaslı çatı kaplama ürünlerinin uygulanmasında yalıtım çözümleri ve kiremit biçimindeki plastik esaslı çatı kaplama ürünlerinin uygulanmasında yalıtım çözümleri olmak üzere iki grupta toplanmaktadır.

- **Levha biçimindeki plastik esaslı çatı kaplama ürünlerinin uygulanmasında yalıtım çözümleri**

PVC (polivinil klorür), polikarbonat, cam takviyeli polyester (CTP) veya akrilik cam esaslı plastik çatı kaplama ürünlerinin eğimli çatı yüzeyine uygulanması, bu ürünlerin levha boyuna uygun olarak yerleştirilmiş aşıklara belirli noktalardan trifon veya kancalarla sabitlenmesiyle

gerçekleştirilmektedir. Uygulamada aşık olarak ahşap veya metal aşık kullanılabileceği gibi prefabrike betonarme aşıklar da kullanılabilmektedir (Şekil 4.132), (Toydemir vd., 2006). Ayrıca uygulamada kullanılan aşıklar kutu veya bükme çelik profil ise genişliği en az 40 mm, ahşap ise bu aşıkların boyutu 60x80 mm olmaktadır **[56]**.



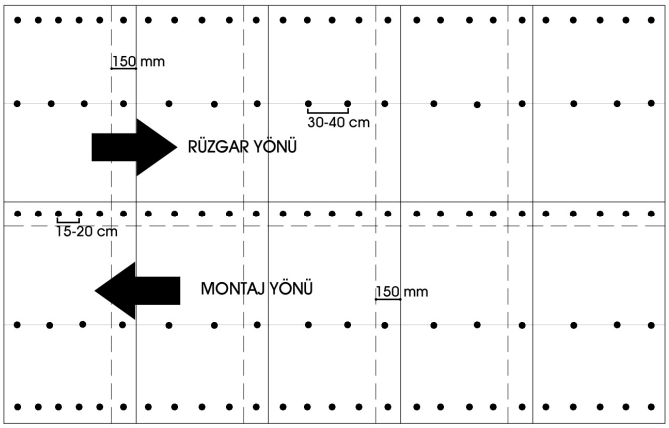
Şekil 4.132 Levha biçimindeki plastik esaslı çatı kaplama malzemelerinin ahşap ve metal aşıkla bağlantısı **[81]**

Levha boyuna uygun olarak yerleştirilmiş aşıklar üzerine daha sonra, su akış yönü dikkate alınarak plastik esaslı çatı kaplama ürünleri yerleştirilmektedir. Öte yandan, bu ürünlerin döşeme yönü hâkim rüzgâr yönüne ters yönde olmalı ve bindirmeler rüzgâra karşı korunmalıdır. Boyuna bindirmeler ise mutlaka aşık üzerinde yapılmalı ve bindirme boyu tüm profiller için en az 150 mm olmalıdır (Şekil 4.133).

Plastik levhaların aşıklara tespitinde kullanılan trifon, vida veya kancalar ondüle veya trapez şekilli plastik levhalarda oluk veya trapez tepelerinden tespit edilmektedir. Levhaların her iki kısa kenarına yakın vidalar 15 ile 20 cm'de bir, aradaki aşıklara bağlantı yapılırken ise 30 ile 40 cm'de bir yerleştirilmelidir (Şekil 4.133). Öte yandan, tespit delikleri asla levhanın kenarından itibaren 50 mm'den daha az mesafede açılmamalıdır. Ayrıca tespit noktalarındaki delme işlemi matkap ile yapılmalı, malzemenin genleşme kat sayısı nedeniyle deliğin çapı kullanılan tespit elemanının çapından 4 mm fazla olmalıdır **[56]**.

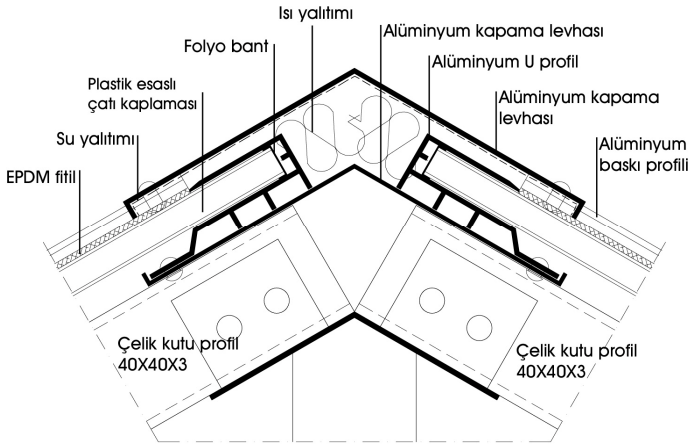
Eğimin % 25 veya daha az olması durumunda levhaların her iki yöndeki bindirmelerinin arasına silikon tipi mastik veya çift taraflı yapışkan bant uygulanarak sızdırmazlığın sağlanması gerekmektedir. Bunun yanı sıra, vidalar, sistemin sızdırmazlığını ve levhaların

serbestçe genleşmelerini sağlayacak şekilde sıkılmalı ve levhalar kesinlikle çakılmamalıdır.



Şekil 4.133 Levha biçimindeki plastik esaslı çatı kaplama ürünlerinin uygulanma şekli **[81]**

Plastik esaslı çatı kaplama ürünlerinde mahya, oluk ve saçak detayları ise alüminyum kapama profilleri ile gerçekleştirilebileceği gibi özel olarak üretilmiş jelkot kaplı plastik ürünlerle de uygulama yapılabilmektedir (Şekil 4.134, Şekil 4.135). Ayrıca standart üretim dışında mahyalar istenilen açı veya kalınlıkta, renkli veya şeffaf olarak üretilebildiği gibi oluklar ve kenar kaplamalar da istenilen ölçülerde üretilebilmektedir.

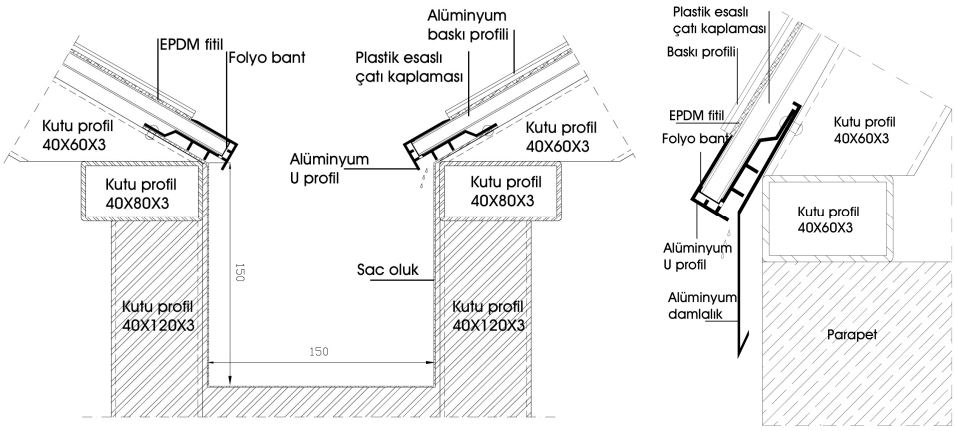


Şekil 4.134 Levha biçimindeki plastik esaslı çatı kaplama ürünlerinin mahya detayı **[82]**

- **Kiremit biçimindeki plastik esaslı çatı kaplama ürünlerinin uygulanmasında yalıtım çözümleri**

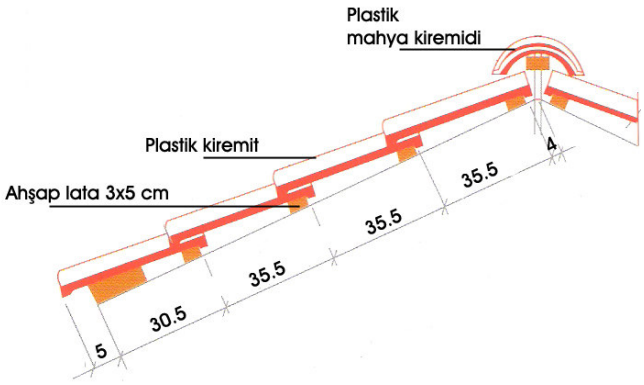
Kiremit biçimindeki plastik esaslı çatı kaplama ürünlerinin uygulanması, pişmiş toprak esaslı kiremit çatı kaplama ürünlerinin uygulanmasında olduğu gibi tek veya çift latalı sistem

uygulaması ile gerçekleştirilmektedir. Uygulamada öncelikli mertek altına, arasına veya üzerine ısı yalıtım uygulaması yapılarak, bu ısı yalıtım ürünü üzerine de su yalıtım örtüsü serilmektedir. Daha sonra, serilen bu su yalıtım örtüsü üzerine tek latalı sistem ise 3x5 cm boyutlarında yatay latalar, çift latalı sistem ise önce 5x5 cm sonra 3x5 cm boyutlarında düşey ve yatay latalar çakılarak kiremit altı lata uygulaması tamamlanmaktadır.



Şekil 4.135 Levha biçimindeki plastik esaslı çatı kaplama ürünlerinin oluk ve saçak detayları **[82]**

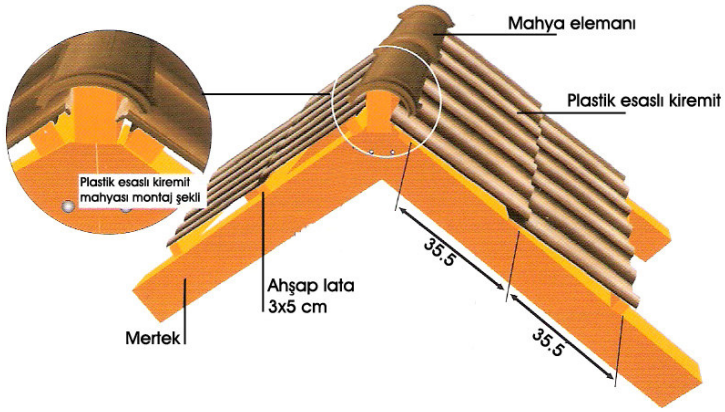
Kiremit biçimindeki plastik esaslı çatı kaplama ürünlerinin uygulanmasında kullanılan yatay lata aralıkları kiremit boyutlarına uygun olarak 35.5 cm'de bir gerçekleştirilmektedir. Ayrıca ilk sıra kiremit döşemesi saçaktan 30.5 cm olacak şekilde yapılmaktadır (Şekil 4.136). Plastik esaslı kiremitlerin çatı yüzeyine döşenmesine ise pişmiş toprak esaslı ve beton kiremitlerde olduğu gibi saçak hattından başlanmalı, ilk kiremitlerin doğru bir eğime ve diğer kiremitlerle aynı doğrultuya sahip olmasını sağlamak için de saçakta saçak latası kullanılmalıdır.



Şekil 4.136 Kiremit biçimindeki plastik esaslı çatı kaplama ürünlerinin uygulanma detayı **[87]**

Plastik esaslı kiremitlerin tespiti, kiremit profil yüksekliğine uygun vidalar kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Ayrıca bu vidalar, kiremit üzerinde yer alan deliklerden uygulanabileceği gibi, gerektiğinde istenilen noktalardan açılan deliklerden de kolaylıkla uygulanabilmektedir.

Öte yandan, plastik esaslı kiremitlerin mahya, saçak, oluk, duvar ve baca dibi detayları diğer kiremit biçimindeki çatı kaplamalarının detay çözümleri ile aynı şekilde gerçekleştirilmekte, bu detaylarda kullanılan tamamlayıcı ürünler diğer kiremit biçimindeki çatı kaplama ürünlerinde kullanılan tamamlayıcı ürünlerle benzerlik göstermektedir (Şekil 4.137).



Şekil 4.137 Kiremit biçimindeki plastik esaslı çatı kaplama ürünlerinde mahya detayı **[87]**

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapıların en üst bölümünde yer alarak son katta bitişini sağlayan ve aynı zamanda yapıyı üstten sınırlayan çatılar, bilindiği gibi dış ortam koşullarından en çok etkilenen ve yapı karakteristiğinin de önemli bir parçasını oluşturan yapı elemanlarıdır. Bu nedenle çatılar, bir yandan dış ve iç ortamdan gelebilecek olumsuz etkenlere karşı dayanıklılık ve geçirimsizlik gibi özellikler gösterirken, diğer yandan yapı bütününde görsel konforu bozmayacak özelliklere sahip olmalıdır. Bu amaçla, son yıllarda yapı teknolojisi ve yapı malzemesi endüstrisinin gelişmesi ve buna ek olarak farklı ürünlerin de ithal edilmesiyle birlikte, çatılarda kullanılan ve tüm bu özellikleri taşıyan çatı kaplama, yalıtım ve aksesuar ürünlerinin çeşidi artmış, her türlü çatı eğimine ve formunu cevap verebilecek ürünler üretilmeye başlanmıştır. Tüm bunlara bağlı olarak da, kaplama türüne göre farklı yalıtım ürünü ve uygulama yöntemi seçme olanakları ortaya çıkmış, kaplama ile yalıtım ürünlerinin birleşimlerinde özel ayrıntılar geliştirilmiştir. Ancak bu gelişmelere karşın, ülke ölçeğinde yapılan araştırmalardan da anlaşılacağı üzere, zaman içinde yapılarda çeşitli şekillerde kendini gösteren su ve ısı sorunları, başta mimar ve mühendisler olmak üzere tasarımcı ve uygulayıcıların doğru ürün seçimi ve uygulama yöntemleri konularında yeterli bilgi, deneyim ve bilince sahip olmadıklarının bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, Türkiye'de mimar veya mühendis olmayan kişilerce yapılan yapılarda, yapı maliyetini artırması nedeniyle yalıtım uygulamasının yapılmaması ve kullanıcıların çatılarına düzenli bakım ve onarım yaptırmayarak yeterli özeni göstermemesi de kullanıcıların yalıtımın önemi konusundaki bilgisizliğini ve bilinçsizliğini göstermektedir.

Eğimli çatılarda meydana gelen su ve ısı sorunlarının nelerden kaynaklandığını ve bu sorunların ortaya çıkardığı sonuçları göstermek amacıyla yapılan bu çalışma ile meydana gelen sorunların çözümüne yönelik olarak kullanılan yalıtım ürünlerinin çeşitleri ve çatı kaplama türlerinin uygulanmasına göre yalıtım çözümleri ele alınarak örnek detaylarla desteklenmesi ve düzenli bir kaynak altında toplanması sağlanmıştır. Bu bağlamda, eğimli çatılarda meydana gelen su ve ısı yalıtım sorunlarının tasarım, uygulama ve kullanım aşamalarından kaynaklanan hata ve/veya eksikliklere bağlı olarak ortaya çıktığı belirlenmiştir. Buna göre tasarım, uygulama ve kullanım aşamalarında yapılan bu hata ve/veya eksiklikler tasarım aşamasında tasarımcının yanlış detay çözümü ve ürün seçimi konusundaki bilgisizliği ve dikkatsizliğinden meydana gelebileceği gibi, uygulama aşamasında su veya ısı yalıtım ürünü uygulanmaması, denetim eksiliği, depolama ve işçilik hatalarından da meydana gelebilmektedir. Öte yandan, kullanım aşamasında kullanıcıların dikkatsiz ve bilinçsiz

davranışlarından sorunlar ortaya çıkabileceği gibi, çatılara yapılan bakım ve onarım sırasında da sorunlar oluşabilmektedir.

Tasarım, uygulama ve kullanım aşamalarında, tasarımcı, uygulayıcı ve kullanıcılara bağlı olarak meydana gelen hata ve/veya eksiklikler, gerek çatı kesitinde ve yüzeyinde çeşitli sorunlara yol açarak çatının yararlılık süresini azaltmakta, gerekse kullanıcı sağlığını bozarak çeşitli hastalıkların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bununla birlikte, çatının kullanım maliyetinin artması, ülke ekonomisinin zarar görmesi, enerji kaybı ve buna bağlı olarak çevre kirliliği meydana gelmesi de çatılarda yalıtım kaynaklı sorunların meydana getirdiği sonuçlar olarak sıralanabilmektedir. Çizelge 5.1'de eğimli çatılarda tasarım, uygulama ve kullanım aşamalarından kaynaklanan sorunlar ve bu sorunların meydana getirdiği sonuçlar özetlenmektedir.

Bu tür sorunların ortaya çıkmaması ve buna bağlı olarak da insan ve yapı sağlığı açısından olumsuz sonuçların meydana gelmemesi için, eğimli çatılarda kullanılacak olan çatı kaplama ve yalıtım ürünlerinin doğru ve nitelikli ürünlerden seçilmesi ve ayrıca bu ürünlerin uygulamalarının eksiksiz ve hatasız yapılması büyük önem taşımaktadır. Öte yandan, uygulamalarda kullanılacak olan çatı kaplama ve yalıtım ürünlerinin birbirleriyle uyumlu özellikte olacak şekilde seçilmesine ve su ile ısı koruyuculuklarının yanı sıra ses ve özellikle de yangın koruyuculuklarının bulunmasına özen gösterilmelidir.

Özellikle, mahya, saçak, oluk, duvar ve baca dibi, çatı kaplama birleşimleri gibi özel ayrıntı çözümlerinin önemli olduğu ve bir noktada yapılacak olan uygulama hatasının bütün yalıtımın etkinliğini ortadan kaldırabileceği eğimli çatılarda, bu ayrıntı çözümlerinin hassas ve kontrollü olarak uygulanması gerekmektedir. Bu doğrultuda eğimli çatı uygulamasının, çatı kaplama ve yalıtım ürünleri üreten veya ithal eden firmalarca yapılması çatının dayanıklılığı ve verimi açısından büyük önem taşımaktadır. Öte yandan, inşaat sektöründe mimar veya mühendis olmayan kişilerin de yer aldığı Türkiye'de, çatı kaplama ve yalıtım ürünlerinin uygulanmasında denetime önem verilmesi, kullanıcı memnuniyeti ve toplam kaliteyi de artıracaktır. Bununla birlikte, gerektiğinde uygulayıcılara kurs, seminer gibi çeşitli etkinliklerle teorik ve pratik deneyimler kazandırılması, eğitim kurumlarında ise bu konuya yönelik olarak nitelikli ve uzman eleman yetiştirilmesi, çatı kaplama ve yalıtım ürünlerinin doğru uygulanması açısından yararlı olacaktır. Çizelge 5.1'de eğimli çatılarda tasarım, uygulama ve kullanım aşamalarından kaynaklanan sorunlara yönelik çözüm önerileri özetlenmektedir.

Çizelge 5.1 Eğimli çatılarda meydana gelen sorunlar, sonuçları ve çözüm önerileri

	Sorunun Tespiti	**Sorunu Oluşturan Etkenler**	**Sorunun Oluşturduğu Sonuçlar**	**Soruna Yönelik Çözüm Önerileri**
Tasarım Aşamasından Kaynaklanan Sorunlar	Ürün seçiminden kaynaklanan sorunlar	— Bölgesel koşulların dikkate alınmaması, — Çatı örtü ürününün taşıyıcılık, estetik ve ürün özelliklerinin bilinmemesi, — Birbirleriyle uyumsuz ürünlerin bir arada kullanılması, — Standart dışı ürün seçilmesi	— Ürünlerde bozulma, kırılma, çatlama, çiçeklenme, kabarma, küflenme oluşması, — Ürünlerin servis ömürlerinin kısalması, — İnsan sağlığının bozulması, — Uygulama ve kullanım maliyetlerinin artması	— Her türlü çevresel verinin göz önünde bulundurulması, —Yeni çıkan ürünlerin takip edilerek, ürün özelliklerinin bilinmesi, — Doğru ürün seçilmesi, — Çatıda kullanılacak olan ürünlerin birbirleriyle uyumuna dikkat edilmesi, — Seçilen ürünlerin standartlara uygunluğunun kontrol edilmesi
	Detay çözümünden kaynaklanan sorunlar	— Uygulama projesi hazırlanırken eğimli çatıda sorun oluşturabilecek noktaların doğru belirlenmemesi, eksik veya hatalı çözülmesi, — Isı ve su yalıtımının yanlış detaylandırılması, — Çatı örtü ürününün türüne, uygulama tekniklerine göre değişen tespit kurallarına uyulmaması, — Çatı derz aralıklarına, ürün uygulama boyutlarına, ürün türüne uygun tespit ürünlerinin seçimine dikkat edilmemesi, —Etkin bir havalandırma sistemi düşünülmemesi	— Çatı ürünlerinin bozulması, — Ürünlerin servis ömürlerinin kısalması, — Isıtma ve soğutma yüklerinin artması, — Yapı konforunun bozulması, — Korozyon, çiçeklenme, küflenme oluşması	— Eğimli çatılarda sorun oluşturabilecek noktaların doğru bir şekilde belirlenmesi, — Isı ve su yalıtımlarının çatı kesitinde doğru detaylandırılması, — Detay çözümlerinin eksiksiz ve hatasız yapılması, gerekirse ilgili firmalardan destek alınması, — Her türlü çatı ürününün tespit kurallarına uyulması, — Çatılarda etkin ve devamlı bir havalandırma sistemi düşünülmesi
Uygulama Aşamasından Kaynaklanan Sorunlar	Yalıtım uygulanmamasından kaynaklanan sorunlar	—Su yalıtımının hiç kullanılmaması veya eksik/hatalı kullanılması, —Isı yalıtımının hiç kullanılmaması veya eksik/hatalı kullanılması	— Çatı taşıyıcı sistem elemanlarının taşıyıcılıklarını kaybetmesi, — Yoğuşma, korozyon, küf ve mantar oluşumu, — Isıtma ve soğutma giderlerinin artması, — Enerji kaybı ve çevre kirliliği meydana gelmesi, — İnsan sağlığının bozulması	— Doğru yalıtım ürünü seçilmesi, — Yalıtım ürünlerinin yerinin doğru belirlenmesi, — Hem su geçişine hem de ısı kayıplarına karşı yalıtım ürünü kullanılması
	Depolama hatalarından kaynaklanan sorunlar	— Depolamaların kapalı alanlarda yapılmaması, — Yağmur, kar veya dolu nedeniyle ıslanan ürünlerin, uygulama sırasında nemli olup olmadığına dikkat edilmeyerek uygulanması, — Depolama yapılan yerlerin tabanlarının düzgün olmayışı, — Depolama kurallarına uyulmaması	— Ürünlerin zarar görmesi — Uygulama veya kullanım aşamalarında ürünlerde bozulma, kırılma, çatlama, çiçeklenme, kabarma, küflenme oluşması,	— Çatı kaplama, yalıtım ve tüm aksesuar ürünlerinin teknik şartnamelerde belirtilen koşullarda depolanması, — Depolama sırasında zarar gören ürünlerin kullanılmaması,

	İşçilik hatalarından kaynaklanan sorunlar	— Tasarım aşamasında düşünülmüş olan detayların birçoğunun uygulama sırasında dikkate alınmaması, — Uygun ve nitelikli ürün seçiminin yapılmaması, gerekli iş aletlerinin kullanılmaması, — İşçilerin klasik yöntemlerle kendilerini geliştirmeden uygulama yapması, — Eksik veya hatalı uygulama yapılması	— Ürünlerde bozulma, kırılma, çatlama, çiçeklenme, kabarma, küflenme oluşması, — Ürünlerin servis ömürlerinin kısalması, — İnsan sağlığının bozulması, — Uygulama ve kullanım maliyetlerinin artması	— Çatı uygulamasının, projede belirlenen esaslara göre doğru bir şekilde gerçekleştirilmesi, — Maliyeti azaltmak adına düşük maliyetli ürün kullanılmaması, uygun ve nitelikli ürün kullanılması, — Gerektiğinde uygulayıcılara kurs, seminer gibi etkinliklerle teorik ve pratik deneyimler kazandırılması, — Eksik veya hatalı ürün kullanılmaması
	Denetim eksikliğinden kaynaklanan sorunlar	— Projenin yürürlükte olan kanun ve standartlara uygunluğunun yeterince incelenmeyerek hata ve eksikliklerinin belirlenmemesi, — Uygulamada kullanılacak olan ürünlerin standartlara uygunluğunun kontrol edilmemesi, — Depolama sırasında ürünlerin saklama ve yerleştirme koşullarının kontrol edilmemesi, — Uygulama sırasında detay çözümlerinin ve işçiliğin kontrol edilmemesi	— Ürünlerde çatlama, çiçeklenme, kabarma, küflenme oluşması, — Ürünlerin servis ömürlerinin kısalması, — İnsan sağlığının bozulması	— Projelerin yürürlükte olan kanun ve standartlara uygunluğunun kontrol edilmesi, — Uygulamada kullanılacak olan ürünlerin standartlara uygunluğunun kontrol edilmesi, — Depolama sırasında ürünlerin saklama ve yerleştirme koşullarının kontrol edilmesi, — Uygulama sırasında detay çözümlerinin ve işçiliğin görevli kişilerce kontrol edilmesi
Kullanım Aşamasından Kaynaklanan Sorunlar	Kullanıcı hatalarından kaynaklanan sorunlar	— Ürün seçimi konusundaki bilgisizlik ve bilinçsizlik, — Maliyette ucuz olma çabası ile standart dışı ürün seçilmesi, — Çatının kullanımı sırasında dikkatsizlik	— Kullanıcı giderlerinin artması, — Ürünlerin servis ömrünün azalması, — Çatı ürünlerinin zarar görmesi, — İnsan sağlığının bozulması	— Ürün seçimi konusunda uzman kişilerden yardım alınması, — Çatının kullanımı sırasında dikkatli davranılması
	Bakım eksikliğinden kaynaklanan sorunlar	— Kısa ve uzun süreli bakımların düzenli olarak yapılmaması, — Çatı yüzeyinin ve yağmur oluklarının her türlü toz, kir ve artıktan temizlenmemesi, — Çatı bakımı sırasında çatı yüzeyinde kabarma, kırılma, açılma oluşan yerlerin tespitinin yapılmaması ve duvar, parapet, baca dibi gibi özel birleşim noktalarının sağlıklı yapıda olup olmadığının kontrol edilmemesi	— Çatı ürünlerinin zarar görmesi, — Ürünlerin servis ömrünün azalması, — İnsan sağlığının bozulması	— Çatıların kısa ve uzun süreli bakımlarının düzenli olarak yaptırılması, — Çatı yüzeyinde tespit edilen bozulmaların zaman geçirmeden onarımlarının yapılması
	Onarım hatalarından kaynaklanan sorunlar	— Kullanıcı dikkatsizlikleri, bakım sırasında yapılan hata ve eksiklikler, — Bakım sırasında tespit edilen hasarların giderilmemesi, — Eksik ve hatalı ürün seçilmesi, ürün özelliklerinin bilinmemesi, — Hatalı işçilik, yanlış detay çözümü	— Çatı ürünlerinin zarar görmesi, — Ürünlerin servis ömrünün azalması, — İnsan sağlığının bozulması, — Kullanım giderlerinin artması	— Onarım sırasında çatıya çıkan kişilerin dikkatli davranması, — Bakım sırasında tespit edilen hasarların giderilmesi, — Eksik veya hatalı ürün kullanılmaması, — Düşük maliyetli ürün kullanılmaması, — Onarım sırasında uzman kişilerden yardım alınması

Eğimli çatılarda su ve ısı yalıtımlarına bağlı olarak meydana gelen sorunların çözümünde, yönetmelikler bazında yapılacak en önemli çalışma ise, yalıtımla ilgili var olan tüm yönetmeliklerin gözden geçirilerek düzenlemelerin güncellenmesi ve mevcut binalara yönelik olarak genişletilmesi olacaktır. Ayrıca yalıtımla ilgili var olan tüm yönetmeliklerin gözden geçirilerek, düzenlemelerin güncellenmesi ve yeni yapılacak binalarda uygulanması ile bu yönetmelikler yararlı hale getirilecektir.

Tüm bunların yanı sıra imar yönetmeliklerinde ruhsat alınması ve yapı kullanım izinlerinin alınma koşulları arasında; yalıtım projelerinin ilgili mevzuata uygun olarak hazırlanması ve yetkili merci tarafından onaylanması koşulu da eklenmelidir.

Mevcut ve yeni oluşturulacak yönetmeliklerin hedeflenen amaçlara ulaşması için hem proje hem de uygulama aşamasında etkin bir denetim mekanizması oluşturulmalı, denetimi yapacak kişilere düzenli eğitimler verilerek teknik bilgilerin güncel tutulması sağlanmalıdır.

Sonuç olarak; eğimli çatılarda yalıtımla ilgili sorunlarla karşılaşılmaması ve karşılaşıldığında ise kolaylıkla çözümlenebilmesi amacıyla, tasarım, uygulama ve kullanım aşamalarında, tasarımcı, uygulayıcı ve kullanıcılara çeşitli görevler düşmektedir. Çatı ve insan sağlığının korunması ve çatı ömrünün devamlılığının sağlanması amacıyla tasarımcı, uygulayıcı ve kullanıcılara düşen görevleri aşağıdaki gibi özetlemek mümkündür.

- Tasarım aşamasında tasarımcılar, her türlü çevresel veriyi ve eğimli çatıların oluşumunda göz önünde bulundurulması gereken tüm ölçütleri belirleyerek tasarımlarını bu ölçütler doğrultusunda gerçekleştirmelidir. Bununla birlikte, yapının kullanım aşamasında, çatıya güneş enerjisinden yararlanmak amacıyla su ısıtma ve/ veya PV sistemler uygulanabileceği unutulmamalı ve çatı tasarlanırken bu ölçütler de göz önünde bulundurulmalıdır.
- Tasarımcı, yeni çıkan ürünleri takip ederek, bilgilerini güncel tutmalı ve bu ürünlerin tek başına veya birbirleriyle kullanımları hakkında bilgi sahibi olmalıdır. Bunun yanı sıra, seçilen ürünlerin standartlara uygunluğu kontrol edilmeli, uygulamada kaliteli ve nitelikli ürünler seçilmelidir.
- Tasarım aşamasında tasarımcıların özellikle su geçişinin kolay olduğu noktalardaki ayrıntı çözümlerini hassas ve kontrollü olarak yapması ve gerekirse ilgili firmalardan bu noktaların çözümleri konusunda destek alarak doğru detayı oluşturması büyük önem taşımaktadır.
- Çatılarda etkin ve devamlı bir havalandırma sistemi oluşturularak çatı kesitinin veya

çatı arasının havalandırılması gereği unutulmamalıdır.

- Uygulama aşamasında, uygulayıcılar projede belirlenen esaslara göre çatı uygulamasını gerçekleştirmeli, hiçbir şekilde eksik veya hatalı ürün kullanmamalıdır. Bunun için de, görevli kişilerce bu uygulamaların doğruluğu düzenli bir şekilde denetlenmelidir.
- Uygulamalarda kullanılacak olan ürünlerin maliyeti artıracağı düşünülerek düşük maliyetli ürün kullanılmaması, kullanıldığı durumda çatının kullanım aşamasında kısa ve uzun vadede sorunlar ortaya çıkacağı unutulmamalıdır.
- Gerektiğinde uygulayıcılara kurs, seminer gibi etkinliklerle teorik ve pratik deneyimler kazandırılmalı, uygulayıcıların kendilerini geliştirmesi sağlanmalıdır.
- Çatılarda kullanılacak olan çatı kaplama, yalıtım ve tüm aksesuar ürünleri teknik şartnamelerde belirtilen koşularda depolanmalı, depolama sırasında zarar görmüş ürünler kesinlikle uygulamada kullanılmamalıdır.
- Kullanım aşamasında kullanıcılar çatılarına düzenli bakım yaptırmalı, onarımlarını aksatmamalıdır. Ayrıca onarım gerektiren durumlarda da uzman kişilerden yardım alınmalıdır.

Tüm bunların yanı sıra, Türkiye'de çatı kaplama türlerine göre doğru yalıtım ürünlerinin kullanılmasını ve bu ürünlerin doğru bir şekilde uygulanmasını teşvik edecek ve zorunlu kılacak önlemlerin alınması, konforlu ortamların oluşturulması açısından doğru bir yaklaşım olacaktır. Bu amaçla da, öncelikle tasarımcı ve uygulayıcıların bilgilendirilmesi, kullanıcıların ise bilinçlendirilmesi sağlanmalı, eğimli çatıların uygulanması ve yalıtım konusundaki mevcut düzenlemeler gözden geçirilerek, yeni yapılacak olan yapılar bu düzenlemelere göre yapılmalıdır. Öte yandan, yapı denetim kurumlarının, meslek odalarının, ilgili yerel yönetimlerin yapı üretim sürecindeki görevleri artırılarak veya yalıtım konusunda bir yalıtım denetim kurumu oluşturularak projelerin onaylanması ve uygulamanın denetlenmesi sürecinde yalıtım ile ilgili konuların bu kurum tarafından kontrolü sağlanarak, yapıların yalıtım uygulamaları denetim altında tutulmalıdır. Böylelikle, yapının yaralılık süresinden en verimli şekilde yararlanılabilecek ve insan sağlığı korunacaktır. Ayrıca, ısınma ve soğutma giderleri için harcanan enerji azalacak ve buna bağlı olarak da ülke ekonomisi ve doğal çevre zarar görmeyecektir.

KAYNAKLAR

Aker, E., (1998), "Çatılarda Seçenek Özelliklerinin Tanımlanması", İTÜ YL Tezi, İstanbul

Akıncı, H., (2007), "Günümüzde Uygulanan Isı Yalıtım Malzemeleri, Özellikleri, Uygulama Teknikleri ve Fiyat Analizleri", SÜ YL Tezi, Sakarya

Altınışık, K., (2006), "Isı Yalıtımı", Nobel Yayın Dağıtım, Ankara

Arslan, A., (2006), "Çatı Sistemini Seçerken", İnşaat Dünyası, 276:50-58, İstanbul

Aşkadar, M., A.,(2006), "Çatı Sistemini Etkileyen Kriterler", İzolasyon Dünyası, 57:39-43, İstanbul

Avlar, E., "Yapı Elemanları 2 Dersi Çatılar Bölümü Ders Notları"

Avlar, E., (2006), "Yapılarda Su ve Nem Korunumu", YTÜ Basım Yayın Merkezi, 2. Baskı, İstanbul

Avlar, E., Alver, G., (2000), "Çatılarda Su ve Su Buharının Oluşturduğu Sorunlar ve Çözüm Önerileri", Dizayn Konstrüksiyon, 179:94-97, İstanbul

Avlar, E., (2004), "Yapılarda Oluşan Su Sorunları Üzerine Bir Araştırma", İzolasyon Dünyası, 45:42-46, İstanbul

Avlar, E., (2005), "Eğimli Çatılarda Havalandırma", İzolasyon Dünyası, 51:38-41, İstanbul

Avlar, E., (2007), "Eğimli Çatılarda Doğal Havalandırma Yöntemlerinin Değerlendirilmesi", İzolasyon Dünyası, 63:73-75, İstanbul

Baştanoğlu, A., Çolakoğlu, K., Selçuk, C., Bonfil, J., (2006), "Eğimli Çatılarda Nihai Çatı Kaplama Malzemeleri 2005 Yılı Sektör Büyüklüğü Araştırması", 3. Ulusal Çatı-Cephe Kaplamalarında Çağdaş Malzeme ve Teknolojiler Sempozyumu Bildirileri Kitabı

Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, (1985), "Soğuk Çatılar"

Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, (2002), "Yapı Malzemeleri Yönetmeliği"

Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, (Ocak, 2008), Yüzyüze Görüşme

Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik, (2004)

Binan, M., (1998), "Ahşap Çatılar", Birsen Yayınevi, İlaveli İkinci Baskı, İstanbul

Bonfil, J., Gel, K., Arslan, A., (2006), "Çatılarda Teras Çatılarda Geleneksel (klasik) Teras Çatılarda Isı Yalıtımı", İzolasyon Dünyası, 61:68-76, İstanbul

Bonfil, J., (1988), "Eğimli Çatılarda Yeni Örtü Malzemeleri", Çatılarda Örtü ve Yalıtım Sorunları Sempozyumu Bildirileri, 22 Aralık 1988, İstanbul

Braas Çatı Sistemleri Teknik Kılavuzu, (2002), Birinci Baskı, İstanbul

BTM Teknik Kılavuzu

Burkut, E., T., (2002), "Türkiye'de Akdeniz İklimi Bölge Özelliklerine Göre Eğimli Çatı Örtülerinin Kullanım İlkeleri", YTÜ YL Tezi, İstanbul

Callender, J., "Time-Saver Standarts For Architectural Design Data", Mc Graw-Hill Company, Newyork

Ching, D., Adams, C., (1991),” Building Construction”, Von Nostrand, Newyork

Çakır, Z., (2000),”Çatılarda Isı ve Su Yalıtım Malzemelerinin Performans Yaklaşımı ile Değerlendirilmesi”, İTÜ YL Tezi, İstanbul

Çatak, N., (1997), “Büyük Açıklıklı Yapılarda Çatı Örtü Malzemeleri”, İTÜ YL Tezi, İstanbul

Çatıder (Çatı Sanayici ve İş Adamları Derneği), (2007), “Çatı Kaplama Malzemeleri Uygulama Detayları Kılavuzu”, Doğa Yayıncılık Ltd. Şti., 1. Basım, İstanbul

Çatısem (Çatı Sistemleri Eğitim Merkezi ve İş Kulübü), (2007), “Çatı Sistemleri Eğitimi”, SMGM Seminerleri, İstanbul

Çatısem (Çatı Sistemleri Eğitim Merkezi ve İş Kulübü), (2007), “Yalıtımlar Eğitimi”, SMGM Seminerleri, İstanbul

Çelebi, R., (2001), “Yapı Bilgisi”, T.C. Kültür Üniversitesi Yayınları, İstanbul

Çevre ve Orman Bakanlığı, (2002), “Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği”

Dağ, F. E., (2001), “Suyun Yapıdaki Etkileri ve Yapıların Suya Karşı Yalıtımı”, İTÜ YL Tezi, İstanbul

Dağsöz, K. A., (1991), “Yapılarda Isı Yalıtımı ve Buhar Geçişi”, Teknik Kitaplar Yayınevi, İTÜ Makine Fakültesi, İstanbul

Delta Çatı Sistemleri Teknik Kılavuzu

Dupont Tyvek Teknik Kılavuzu

Ekinci, C., E., (2003), “Yalıtım Teknikleri: Isı, Ses, Su, Tesisat, Yangın”, Atlas Yayıncılık, İstanbul

Ekser B., Atakan, C., (2008), “Hafif, Güçlü ve Dayanıklı Cephe Çözümleri Polikarbonat Levha Cephe ve Işıklık Sistemleri”, Mimarlıkta Malzeme Dergisi, 7:20-24, İstanbul

Eldem, ,S. H., Soygeniş, M., (2005), “Yapı 1-2-3-4”, Birsen Yayınevi, İstanbul

Enerji Verimliliği Kanun Tasarısı, (2007)

Esen, B., (1991), “Çatılarda Tasarım, Uygulama Hataları ve Bakım Eksikliğine Bağlı Hesapların İncelenmesi ve Değerlendirilmesi”, İTÜ YL Tezi, İstanbul

Esenergül, E., (2005), “Çatılarda CTP Levhalar”, İnşaat Dünyası, 10:64-65, İstanbul

Fibralam C.T.P. Şeffaf & Opak Levhalar Ürün Kataloğu

Gel, K., (1996), “Çatı İzolasyonları”, İzolasyon Dünyası, 2:22-24, İstanbul

Gel, K., (1998), “Eğimli Çatılarda Asfalt Shingle”, Şantiye Dergisi, 115:62-63, İstanbul

Gel, K., (1999), “Bitümlü Su Yalıtım Membranları, Uygulanma Şekilleri ve Detaya Özel Ürünler”, Çatılarda Örtü ve Yalıtım Sorunları Sempozyumu Bildirileri, 10 Mayıs 1999, İstanbul

Gürdal, E., (1990), “Isı Yalıtımı ve Yalıtkan Malzemeler”, İnşaat Dergisi, 30: 25-28, İstanbul

Hardy, S., (1998), "Time-Saver Details For Roof Design", Mc Graw-Hill Companies İnc, Newyork

Ildız, E., (2004), "Çatılarda Işınım Yolu ile Yayılan Isının Yalıtılması", İzolasyon Dünyası, 46:64-66, İstanbul

İbrahimoğlu, M. G., (2004), "Bitümlü Örtülerle Yapılan Hafif Metal Çatı Detay ve Uygulamaları", Tesisat Dergisi, 97:132-134, İstanbul

İmar Kanunu, (1985)

İstanbul Büyükşehir Belediyesi İmar Yönetmeliği, (2007), İstanbul

İzoder, (2006), "Bina ve Tesisatta Isı Yalıtımı Genel Teknik Şartnamesi", İzoder, 2. Basım

İzoder, (2006), "Türkiye'de Yalıtım Gerçeği", İzoder, 2. Baskı

İyedam (İzoder Yalıtım Eğitim ve Danışma Merkezi), (2007), "Bitümlü Örtüler" , SMGM Seminerleri, İstanbul

Kafesçioğlu, R., (1986), "Çatı Örtüleri ve Ondüle Profilli Örtü Malzemeleri", Yapı, 65:30-33, İstanbul

Kahraman, F., (1999), "Isı Tutucu Malzemeler ve Yapılarda Uygulama Olanaklarının Araştırılması", İTÜ YL Tezi, İstanbul

Kamil, M., (2002), "Kiremit Altı Su Levhalar ile Kiremit Altında Su Yalıtımı", Dizayn Konstrüksiyon Dergisi, 198:66-68, İstanbul

Karabulut Ö., Ceztırnak, O., (2004), "Çatı ve Cephede (Camelyaf Takviyeli Polyester) Mamulü Ürünlerde Teknolojik Gelişmeler", 1. Ulusal Çatı & Cephe Kaplamalarında Çağdaş Malzeme ve Teknolojiler Sempozyumu, İstanbul.

Karaca, T., (2001), Ektrüde Polistren Köpük Levhaların Dış Duvarlarda Kullanımı", YTÜ YL Tezi, İstanbul

Karasu, T., Büyüklü, K., (2003), "Çatılarda Yalıtımın Önemi ve Konutlarda Uygulama Örnekleri", İzolasyon Dünyası, 40:34-39, İstanbul

Karagöz, N., (2004), "Çatı Yalıtım Uygulamaları", Dünya İnşaat, 10:110-111, İstanbul

Köse, M., (2005), "Çatı Tasarımında Malzeme Seçim ve Kullanım Kriterleri", 2. Ulusal Çatı-Cephe Kaplamalarında Çağdaş Malzeme ve Teknolojiler Sempozyumu Bildirileri Kitabı

Küskü, B., (2005), "Eğimli Çatılarda Havalandırma", YTÜ YL Tezi, İstanbul

Lufsky, K., (1980), "Yapılarda Su İzolasyonu", Seyaş Yayınları

Martin, K., G., (1971), "Low-Slope Bituminous Roofs", Australia

Mütevellioğlu, S., (1994), "Teras Çatılarda Kullanılan Pestil ve Sıvı Şeklindeki Su Yalıtım Malzemeleri ve Uygulamaları", İTÜ YL Tezi, İstanbul

Ondüline Avrasya A.Ş. Teknik Dosya, (2006)

Öncel, E., (2001), "Teras Çatılarda Suya Karşı Korunum İlkeleri", YTÜ YL Tezi, İstanbul

Özenç, A., (2007), "Edirne'deki Isı Yalıtım Uygulamaları", Trakya Üniversitesi YL Tezi,

Edirne

Özer, M., (1974), "Yapıların Isı, Su ve Buhar Yalıtımları", İTÜ Yayınları, İstanbul

Özer, M., (1982), "Yapılarda Isı-Su Yalıtımları", Özer Yayınları, İstanbul

Öztürk, B., (1997), "Büyük Açıklıklı Yapılarda Çatı Işıklıkları", İTÜ YL Tezi, İstanbul

Patterson, S., Mehta, M., (1994), "Roofing Design and Practise", Prentice-Hall, New Jersey

Reman, O., (2000), "Isı- Su İzolasyon Malzemelerinin Sınıflandırılması, Özellikleri, Soru ve Seçim Kriterleri", Balıkesir Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Yayınları, Balıkesir

Sarıtaş Paslanmaz Çelik Teknik Kataloğu, (2007), İstanbul

Sezer, Ş. F., (2005), "Türkiye'de Isı Yalıtımının Gelişimi ve Konutlarda Uygulanan Dış Duvar Isı Yalıtımları", Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 10, s:2

Sirel H., K., (1992), "Müze Aydınlatmasında Zaralı Işınımlar ve Nesnelerin Bunlardan Korunması", YTÜ Mimarlık Fakültesi Baskı İşliği, İstanbul

Sözer, N., (2005), "Türkiye'de İlgili Yönetmeliklere Uygun Isı, Su, Ses ve Yangın Yalıtımı Çözümleri, Yalıtım Malzemeleri ve Bir Bina Projesi Üzerine Uygulama Örneği", İTÜ YL Tezi, İstanbul

Sunguroğlu, İ., (1982), "Az Eğimli Sıcak Çatılarda Uygulama Kolaylığı Yönünden Yalıtım Katlarının Tertipleri", İTÜ Mimarlık Fakültesi Baskı Atölyesi

Sunguroğlu, İ., (1972), "Düz veya Az Eğimli Çatılarda Suya Karşı Korunum", İTÜ Yayınları, İstanbul

Südor, N., (1997), "Eğimli Çatılarda Suya Ve Rutubete Karış Yalıtım / Dörken-Delta Kiremit Altı Örtüleri", Şantiye, 106:34-35, İstanbul

Şahal, A., N., (1992), "Temellerde Su Yalıtımı", İTÜ YL Tezi, İstanbul

Tobiasson, W., (1994), "General Considerations For Roofs", Moisture Control in Buildings, H.R. Trechesel Prentice-Hall, New Jersey

Topçu, D., Korkmaz, G., (2002), "Ülkemizde, XPS Üretiminde Yoğunluk Parametresinin Önemi ve Bağımsız Kontrol Sisteminin Değerlendirilmesi", İzolasyon Dünyası, 33:41-44, İstanbul

Toydemir, N., (1990), "Cam Yapı Malzemeleri", Sakarya Gazetecilik ve Matbaacılık, Eskişehir

Toydemir, N., Bulut Ü., (2006), "Çatılar", Yapı Yayın, 2. Baskı, YEM, İstanbul

Toydemir, N., Gürdal, E., Tanaçan, L., (2004), "Yapı Elemanı Tasarımında Malzeme", Literatür Yayıncılık, 2. Basım, İstanbul

TSE (1999), "TS 825-Binalarda Isı Yalıtım Kuralları", Mecburi Standart Tebliği, Ankara

TS 1903-1 EN 490, (1998), "Beton Çatı Kiremitleri ve Özel Parçaları- Özellikler", Ankara

TS EN 492, (1999), "Elyaflı Çimento Düz Levhalar ve Özel Parçalar- Çatı Kaplaması için-Mamul Özellikleri ve Deney Metotları", Ankara

TS EN 506, (2002), "Çatı Kaplama Levhaları- Metal- Kendini Taşıyan- Bakır ve Çinkodan Mamul- Özellikler" , Ankara

TS EN 508, (2002), "Çatı Kaplama Levhaları- Metal- Kendini Taşıyan- Çelik, Alüminyum ve Paslanmaz Çelikten Mamul Özellikler" , Ankara

TS EN 534, (2006), "Oluklu Bitümlü Levhalar" , Ankara

TS 544, (2007), "Bitümlü Levhalar (Shingle)- Mineral ve/ veya Sentetik Takviyeli- Mamul Özellikleri ve Deney Metotları" , Ankara

Tuncel, S., (1998), "Cephe Kaplama Malzemesi Olarak Tuğlanın Betonarme Karkas Yapı Dış Duvarlarına Uygulanması ve Yağmur Suyu Etkilerinin Araştırılması", YTÜ YL Tezi, İstanbul

Turgay, F. M., (2003), "Endüstrileşmiş Çatı Bileşenleri Üzerine Bir İnceleme", İTÜ YL Tezi, İstanbul

Wredling, S.E., (1995), "Soğuk İklimde Çatılarda Su Yalıtımı", Yapı, 167:86-91, İstanbul

Yalıtım Dergisi, (1998), "Metal Çatıların Isı Ve Su Yalıtımları", 10:47-50, İstanbul

Yalteks Detay Kataloğu

Zet Yapı Ürünleri İnşaat ve Tic. A.Ş., "Zet Yapı Ürün Kataloğu"

INTERNET KAYNAKLARI

[1] www.kaliteliresimler.com

[2] www.arch.mcgill.ca/.../calatrava.jpeg

[3] http://www.mertyalitim.com.tr/mardav/cati/tyvek_sicak.asp

[4] http://www.asteknik.com/web/eurodach.html

[5] http://www.rd.com/content/openContent.do?contentId=18231

[6] http://www.izoak.com/izolasyon/isi_iz1.htm

[7] www.yalteks.com.tr

[8] www.atticventilation.com/pdf/literature/PAVbooklet.pdf

[9] http://www.doerken.de/bvf/tr/

[10] http://www.ketchum.org/shellpix.html

[11] www.civilturk.com

[12] www.skysailing.com/pages/hanger.htm

[13] http://www.jetclean.com/CedarRoofRepairs.htm

[14] http://www.atolye-m.com/source.cms.docs/atolye-m.com.ce/images/villa_6.JPG

[15] http://www.greenroofs.com/projects/pview.php?id=83

[16] www.ulubaygayrimenkul.com/ULUBAY/id1.htm

[17] http://www.erkanince.com/

[18] http://www.tepeinsaat.com.tr/tepe.html

[19] http://www.skyhousecommunity.org/construction/sky_roof.php

[20] http://www.swisscastles.ch/Valais/chateau/villa.html

[21] http://www.framtech.org/buildingphotos.html

[22] http://www.catider.org.tr

[23] www.isikyapidenizli.com/teknikozellikler.asp

[24] www.catimarket.com/konstruksiyon.html

[25] http://www.evr.org.uk/Phase%20Two/ext_kse_structural_survey.htm

[26] http://www.1stflash.com/files/cm_vented.swf

[27] http://americanqualityroofing.com

[28] http://www.adelphia.net

[29] http://www.showalterroofing.com/do_I_really_need.htm

[30] www.inspect.co.nz/roof.htm

[31] http://www.stoproofleaks.com/gallery.html

[32] http://www.kiltox.co.uk/downloads/index.htm

[33] http://www.bituder.org/membran.htm

[34] www.izoder.org.tr

[35] http://kobi.mynet.com/pdf/isiyalitimi.pdf

[36] http://www.izoak.com/izolasyon/isi_iz1.htm

[37] http://www.artnivo.com.tr/turkish/levha.htm

[38] http://www.ozpor.com.tr/trindex.asp

[39] http://genmakmakine.com/tasyunu.htm

[40] http://www.unar.com/isiyalitimi/isiyalitimi.htm

[41] http://www.deltasistem.com.tr/turkish/products/perlit/index.php

[42] http://www.cellubor.com/tr/selulozik.html

[43] http://www.orbayalitim.com/urunler/ekspande/izopor_t.htm

[44] http://www.xpsturkiye.org/xpsnedir.html

[45] http://www.yapikimyasali.gen.tr/makaleler/orhan%20reman.htm

[46] http://www.erzeplastik.com

[47] http://www.asahi-yukizai.co.jp/en/casestudy/family/index.html

[48] http://www.izocam.com.tr

[49] http://www.yalteks.com/tr

[50] http://www.kimyamuhendisi.com

[51] http://www.harunyuksel.com.tr/kiremit_uygulama01.htm

[52] http://www.ito.org.tr/ITOPortal/Dokuman/15.86.pdf

[53] http://www.kilicoglu.com

[54] http://www.insaatofisi.com

[55] http://www.transport-bonifay.com

[56] http://www.onduline.com.tr/Urunler

[57] http://www.braas.com.tr

[58] http://www.no1roofing.com/lead.html

[59] http://www.galvinfo.com/

[60] http://tse.org.tr

[61] http://www.gurkanmetal.com/islerimiz/yeni/bakir/index.html

[62] http://www.botek.com.tr

[63] http://www.arkitera.com/v1/malzemedosyasi/catisistemleri/parkpanel/index.htm

[64] http://www.erkcati.com/kenetlimetal.htm?fx=Detail

[65] http://kenetsistem.com/index.php?option=com_content&task=view&id=1&Itemid=1

[66] http://www.kiremet.com/urun.htm

[67] http://www.tufftile.com.tr

[68] http://www.dogayayin.com/dergi_detay.asp?dergiID=221&yaziID=1705

[69] http://www.parkpanel.com/Turkce/index.html

[70] http://www.garantiyapi.com

[71] http://www.ildiz.com.tr

[72] http://raf.arkitera.com/images/pdf/0291.pdf

[73] http://www.btmpolpan.com.tr/urun_ondule.html

[74] http://www.serpainsaat.com

[75] http://atsizoglu.net/atermit/aterboard.htm

[76] http://www.alita.com.tr/?pg=bitisprofilakse&menuid=1211145731

[77] http://www.globalcati.com/Panel_Montaj.asp

[78] http://www.uzmaninsaat.com.tr/tr/urunler/kiremit3.htm

[79] http://sumeryapi.com/cati.html

[80] http://www.camelyaf.com.tr/turkce/soru_cevap/plastikler_1.php

[81] http://www.polser.com/tr

[82] http://www.zetyapi.com

[83] http://www.lirtekmimari.com

[84] www.ctpsander.org.tr/

[85] http://www.skmgrup.com/skmmalzeme/giris.html

[86] http://www.alibaba.com/catalog/11060510/Twin_Wall_Corrugated_PVC_Roof.html

[87] http://www.kermit.com.tr

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	02.12.1982	
Doğum yeri	İstanbul	
Lise	1994-2000	Fatih Kız Lisesi
Lisans	2001-2005	Yıldız Üniversitesi Mimarlık Fak. Mimarlık Bölümü
Yüksek Lisans	2006-	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı, Yapı Programı

Çalıştığı kurumlar

2005-2006	A&N Tasarım Ltd Şti.
2007-Devam ediyor	Nokta Planlama Mim. Müh. Ltd. Şti.