

768495

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

EĞİMLİ ÇATILARDA HAVALANDIRMA

Mimar Belma KÜSKÜ

**FBE Mimarlık Anabilim Dalı Yapı Programında
Hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Erkan AVLAR

YRD. DOÇ. DR. ERKAN AVLAR *B. Avcılar*

Y. DOÇ. DR. M. CEM ALTUN *Cem Altun*

Prof. Bengiz Bayülgen *Bengiz Bayülgen*

İSTANBUL, 2005

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ŞEKİL LİSTESİ	iv
ÇİZELGE LİSTESİ	vi
EKLER.....	vi
ÖNSÖZ	vii
ÖZET	viii
ABSTRACT	ix
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Sorunun Belirlenmesi	1
1.2 Amaç.....	5
1.3 Kapsam	5
1.4 Önem.....	6
1.5 Yöntem.....	6
2. EĞİMLİ ÇATILAR HAKKINDA GENEL BİLGİLER.....	7
2.1 Çatı Tanımı	7
2.2 Eğimli Çatılar	8
2.2.1 Eğimli Çatıların Sınıflandırılması	10
2.2.1.1 Eğim Derecelerine Göre	10
2.2.1.2 Yüzeylerine Göre	11
2.2.1.3 Havalandırılmalarına Göre.....	13
2.3 Eğimli Çatı Kurgusu	15
2.3.1 Çatı Strüktürü	16
2.3.2 Yalıtım	16
2.3.2.1 Isı Yalıtımı	17
2.3.2.2 Su Yalıtımı	18
2.3.3 Çatı Kaplamaları.....	19
3. EĞİMLİ ÇATILARDA HAVALANDIRMA	20
3.1 Havalandırmanın Türünü Etkileyen Etmenler	20
3.1.1 Coğrafi Konum.....	20
3.1.2 Nem Seviyesi	21
3.1.3 Çatı Formu ve Eğimi	22
3.1.4 Havalandırmanın Yeri	23
3.2 Eğimli Çatılarda Havalandırma Eksikliğine Bağlı Sorunlar.....	23
3.2.1 Nemin Çatı Boşluğundan Uzaklaştırılmaması	27
3.2.1.1 Nemle İlgili Tanımlar	28
3.2.1.2 Nemin Nedenleri	30
3.2.1.3 Nemin Sonuçları.....	32
3.2.2 Buzlanma Sorunu	36
3.2.3 Soğutma Yükünün Artması Sorunu.....	39
3.2.4 Kaplama Örtülerinin Servis Ömürlerinin Kısalması	41
3.3 Eğimli Çatılarda Havalandırmanın Nedenleri.....	42

3.3.1	Nem Birikmesinin Önlenmesi.....	42
3.3.2	Buzlanmanın Önlenmesi.....	45
3.3.3	Soğutma Yükünün Düşürülmesi	47
3.3.4	Kaplama Örtülerinin Servis Ömürlerinin Uzatılması.....	48
4.	EĞİMLİ ÇATILARDA HAVALANDIRMA YÖNTEMLERİ.....	49
4.1	Havalandırmada Kullanılan Etmenler	50
4.1.1	Isısal Etki	50
4.1.2	Rüzgar Etkisi	50
4.2	Isı Yalıtımının Döşeme Üstünde Uygulandığı Durumlarda Havalandırma.....	51
4.2.1	Doğal Havalandırma.....	52
4.2.1.1	Türbin Havalandırma Sistemleri	53
4.2.1.2	Havalandırma Pencere ve Boşlukları	54
4.2.1.3	Dengeli Havalandırma İçin Öneriler	61
4.2.2	Mekanik Havalandırma.....	66
4.3	Isı Yalıtımının Çatı Kesitinin İçinde Uygulandığı Durumlarda Havalandırma....	68
4.3.1	Doğal Havalandırma.....	69
4.3.1.1	Buhar Geçirmeyen Su Yalıtım Örtüleriyle Havalandırma	73
4.3.1.2	Buhar Geçirgen Su Yalıtım Örtüleriyle Havalandırma	76
4.3.1.3	Oluklu Su Yalıtım Levhalarıyla Havalandırma	78
4.3.2	Mekanik Havalandırma.....	80
5.	SONUÇLAR	81
	KAYNAKLAR.....	84
	EKLER.....	88
	Ek 1 Anket Soruları	89
	Ek 2 Anket Tabloları.....	91
	ÖZGEÇMİŞ	96

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1 Yapılarda sorun oluşturan bölümlerin önem derecelerine göre sıralanmaları.....	2
Şekil 1.2 Yapıların çatı biçimleri.....	3
Şekil 1.3 Yapıların çatı biçimleriyle su almaları arasındaki ilişki.....	3
Şekil 1.4 Yapıların çatı biçimleriyle havalandırılmaları arasındaki ilişki	4
Şekil 2.1 Eğimlerine göre çatılar	11
Şekil 2.2 Doğrusal yüzeyli çatılar.....	12
Şekil 2.3 Eğrisel yüzeyli çatılar.....	13
Şekil 2.4 Havalandırmasız çatılar.....	13
Şekil 2.5 Sıcak çatılarda ısı yalıtımı uygulamaları.....	14
Şekil 2.6 Havalandırılmalı ve havalandırmasız çatı örnekleri	15
Şekil 2.7 Çatı kurgusu.....	15
Şekil 3.1 Yapıya etkiyen pozitif ve negatif basınç alanları.....	20
Şekil 3.2 Eğimli çatılarda rüzgarın mahyaya paralel ve dik olduğu durumlarda oluşan basınç alanları	21
Şekil 3.3 Çatılardaki en önemli konular	26
Şekil 3.4 Havalandırmasız çatılarda yazın ve kışın oluşan sorunlar	27
Şekil 3.5 Günümüzün geçirimsiz yapıları	28
Şekil 3.6 Buhar difüzyonu ile ilgili şema	31
Şekil 3.7 Isının ve su buharının çatıya ulaşım yolları.....	32
Şekil 3.8 Metal çatı panellerinin altında gözükken yoğunlaşma	34
Şekil 3.9 Nemlenme sonucunda parçalanmış çatı yalıtımı	35
Şekil 3.10 Çatıda oluşan nemlenmenin çatıya ve yalıtıma zararları [9]	36
Şekil 3.11 Eğimli çatılarda kar sularının saçaklarda neden olduğu buzlanma	37
Şekil 3.12 Eğimli çatılarda kar sularının saçaklarda neden olduğu buzlanma.....	38
Şekil 3.13 Çatılardan iki yöne doğru yayılan ısı	40
Şekil 3.14 Havalandırılmayan çatılarda hissedilen hava sıcaklıkları	41
Şekil 3.15 Kaplama örtülerinde görülen bozulma ve renk değişimleri	41
Şekil 3.16 Çatı giriş kapısında yapılan ısı yalıtımı.....	44
Şekil 3.17 Havalandırılmalı ve havalandırmasız çatılardaki karın erime döngüsü	46
Şekil 3.18 Su yalıtımının özellikle uygulanması gereken bölgeler	47
Şekil 3.19 Havalandırılmalı ve havalandırmasız çatılarda değişen iç hava sıcaklıkları.....	48
Şekil 4.1 Eğimli çatılarda ısı yalıtımı uygulanış yerleri ve havalandırma.....	49
Şekil 4.2 Isısal etkiyle soğuk havanın alçalıp, sıcak havanın yükselmesi	50
Şekil 4.3 Rüzgarın oluşturduğu yüksek ve alçak basınçlar.....	51
Şekil 4.4 Çatı döşemesi üstünde farklı ürünlerle yalıtım uygulamaları.....	52
Şekil 4.5 Rüzgar türbinleri	53
Şekil 4.6 Yetersiz havalandırmanın oluşturduğu sıcak bölgeler	54
Şekil 4.7 Çatı pencereleriyle havalandırma	55
Şekil 4.8 Çatı pencereleri	55
Şekil 4.9 Saçaktan havalandırma	56
Şekil 4.10 Alından havalandırma	56
Şekil 4.11 Alın pencereleri	57
Şekil 4.12 Çatı pencereleri ve saçaktan havalandırma	57
Şekil 4.13 Çatı alın penceresi ve saçaktan havalandırma	58
Şekil 4.14 Saçak ve mahyadan havalandırma	58
Şekil 4.15 Tüm mahya boyunca devam eden ve etmeyen havalandırma	59
Şekil 4.16 Çatı pencereleri ve saçaktan yapılan havalandırma	60
Şekil 4.17 Yansıtıcı mahya düzenlemesi	61
Şekil 4.18 Yansıtıcı mahya düzenlemesi	62
Şekil 4.19 Yansıtıcının kullanılmadığı durumlarda mahya havalandırması.....	62

Şekil 4.20 Eşit oluşturulan ve oluşturulmayan havalandırma boşluklarının etkisi	63
Şekil 4.21 Saçakta oluşturulan eşit hava giriş delikleri	63
Şekil 4.22 Havalandırma alanı büyüklükleri.....	64
Şekil 4.23 Yalıtımın hava kanalının önünü kestiği ve hava girişine izin verdiği örnekler	65
Şekil 4.24 Saçaktan hava girişi	65
Şekil 4.25 Saçak koruma levhaları	66
Şekil 4.26 Mekanik fan	67
Şekil 4.27 Mekanik fanların meydana getirdiği negatif basınç	68
Şekil 4.28 Isı yalıtımının çatı kesiti içinde yer aldığı durumlarda havalandırma	69
Şekil 4.29 Isı yalıtımının çatı kesiti içinde yer aldığı durumlarda havalandırma	70
Şekil 4.30 Kullanılmayan eğim altı boşluğunda yapılan havalandırma	71
Şekil 4.31 Havalandırılan boşluktan, iç mekanlara doğru istenmeyen hava akışı	71
Şekil 4.32 Çatı eğimi altında oluşan boşluk	72
Şekil 4.33 Tek yöne doğru eğimli (sundurma) çatılarda doğal havalandırma ayrıntıları	72
Şekil 4.34 Buhar geçirmeyen polimer bitümlü su yalıtım membranları ve mertek arası ısı yalıtım katmanı arasında havalandırma	74
Şekil 4.35 Havalandırma kiremidi.....	75
Şekil 4.36 Polimer bitümlü su yalıtım membranlarının kullanıldığı çatılarda havalandırma ayrıntısı	75
Şekil 4.37 Buhar geçirgen su yalıtım örtüleriyle mertek arası ısı yalıtımlı çatı uygulaması ...	77
Şekil 4.38 Buhar geçirgen su yalıtım örtülerinin kullanıldığı çatılarda su buharının, rüzgarın ve yağmur suyunun hareketi	78
Şekil 4.39 Oluklu su yalıtım levhaları	78
Şekil 4.40 Oluklu su yalıtım levhaları ve uygulama biçimleri	79
Şekil 4.41 Betonarme çatı üzerinde oluklu su yalıtım levhalarıyla mahya ve saçak ayrıntısı .	80

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 2.1 Çatının eğimine karar verilirken dikkate alınması gereken yöntem	10
Çizelge 3.1 Doymuş havadaki su buharı miktarı (bağıl nem % 100).....	29
Çizelge 3.2 Evdeki aktivitelerle üretilen su buharı miktarı	31
Çizelge 4.1 Etkili rüzgar hızı.....	60

EKLER

Çizelge 2.1 Sorun oluşturan yapı elemanlarının önem dereceleri.....	91
Çizelge 2.2 Binaların çatı biçimleri.....	91
Çizelge 2.3 Eğimli çatılarda kullanılan örtü kaplamaları	92
Çizelge 2.4 Çatı biçimlerine göre çatı arasında gerekli havalandırmanın sağlanıp sağlanmadığı	92
Çizelge 2.5 Binaların çatı biçimi ile çatı arası kullanımı arasındaki ilişki	92
Çizelge 2.6 Binaların çatı biçimi ile çatı bölümünden su alma arasındaki ilişki	92
Çizelge 2.7 Binaların çatı biçimi ile çatı yalıtım türleri arasındaki ilişki	93
Çizelge 2.8 Binaların çatı biçimi ile çatının yıllık periyodik bakımı yapıp yapılmaması arasındaki ilişki	93
Çizelge 2.9 Binaların çatı biçimi ile çatı onarım zamanları arasındaki ilişki	93
Çizelge 2.10 Çatılardaki en önemli konular.....	94



ÖNSÖZ

Bu tez eğimli çatılarda yeterli ve etkili bir havalandırma yapılmamasından kaynaklanan sorunların belirlenip, bunların yapılacak doğal havalandırma ile nasıl çözüleceğine dair öneriler oluşturmak amacıyla hazırlanmıştır. Yapılan çalışmanın eğimli çatılardaki havalandırma sorunlarına bir çözüm teşkil etmesi beklenmektedir.

Çalışmada öncelikle yapılan anket çalışmasıyla çatılar hakkındaki genel sorunlar tespit edilerek, kişilerin bu konudaki görüşleri araştırılmıştır. Bu sorunlardan biri olan havalandırmanın eğimli çatıları ve kullanılan ürünleri nasıl etkilediği anlatılarak, havalandırma ile bunların nasıl giderilebileceği belirtilmiştir.

“Eğimli Çatılarda Havalandırma” üzerine yüksek lisans tezi hazırlamamda yol gösterici desteği ve anlayışı için Sayın Y. Doç. Dr. Erkan Avlar’a;

Tüm çalışmalarımı sabırla izleyen, her an yanımda olan ve benden sonsuz yardımlarını esirgemeyen aileme, özellikle abim Kaya’ya ve sevgili arkadaşlarıma çok teşekkür ederim.

ÖZET

Türkiye’de gerek iklimsel etkenler, gerek geleneksel yapım teknolojileri nedeniyle eğimli çatılar teras çatılara göre daha fazla kullanım alanı bulmaktadır. Fakat havalandırmanın eksikliği, eğimli çatılarda birçok sorunla karşılaşılmasına yol açmaktadır. Bu çalışmada eğimli çatı kesitinde veya boşluğunda etkin ve dengeli bir hava dolaşımının olmamasının, havalandırmanın zamanla etkisini kaybetmesinin ve havalandırma uygulamasında yanlış ürünlerin seçilmesinin ürün israfına neden olarak yapının kullanım maliyetini büyük ölçüde yükselttiği saptanmıştır.

Eğimli çatılardan yüksek oranda verim alınabilmesi için çatı strüktürü, yalıtımı ve havalandırmasıyla bir bütün olarak düşünülmelidir. Havasızlık, her mevsim için çatı sistemini zorlayan önemli bir etkenidir. Çatı katmanlarının havalandırılması özellikle biriken nemin ve sıcak havanın çatı boşluğundan ve kullanılan ürünlerden uzaklaştırılmasında çok önemlidir.

Bu nedenle çatı saçaktan mahyaya doğru yeterli derecede, dengeli ve doğal yollardan havalandırılmalı ve günümüzde yeni kullanılmaya başlanan su geçişini engelleyip, su buharı geçişine izin veren ürünler verimli olarak kullanılmalıdır. Çalışma doğrultusunda, uygun çatı ayrıntısı ve ürünleriyle yapılacak etkin bir havalandırmanın çatılarda oluşabilecek birçok sorunun oluşmasını engelleyip, kullanıcı sağlığı ve ülke ekonomisinin zarar görmesi gibi olumsuzlukların önlenebileceği gösterilmiştir.

Anahtar kelimeler: Eğimli çatılar, doğal havalandırma, nem, saçak, mahya.

ABSTRACT

Due to climatic effects and construction technologies, steep sloped roofs are more widely used than flat roofs in Turkey. But lack of ventilation cause many problems in steep sloped roofs. In this thesis, it has been determined that some factors such as not having the effective, adequate, balanced air flow within the roof and attic, loosing the effectiveness of vent system by the time, choosing wrong materials in ventilation would cause waste of materials and therefore the building maintenance cost would increase.

Insulation, underlayment and ventilation should be thought together with roofs in order to reach high performance. Lack of ventilation negatively affects roof structure at all seasons of the year. Ventilation of the roof and attic is important especially for removing moisture and solar heat from roof cavities, structural members, roofing materials and insulation.

For this reason there should be balanced natural ventilation from the soffit to the ridge. Beside this, new developed underlayments; eliminating water penetration and allowing transports water vapour; should be used effectively. In this thesis, it has been showed that effective roof ventilation with proper roof details and materials would prevent occurrence of many problems and also prevent some negative effects like user health problems and economical problems.

Key words: Steep sloped roofs, natural ventilation, moisture, soffit, ridge.



1. GİRİŞ

1.1 Sorunun Belirlenmesi

Çağdaş mimarlığın amacı, kullanıcılar için en uygun fiziksel ortamı sağlayan yapılar oluşturabilmektir. Bu amaca uygun başarılı yapılar oluşturmanın temel koşullarından biri, binanın üst bölümünü oluşturan ve dış iklim verileriyle en fazla karşı karşıya olan çatıların yapıyı iç ve dış etkilerden en iyi şekilde koruyabilmesidir.

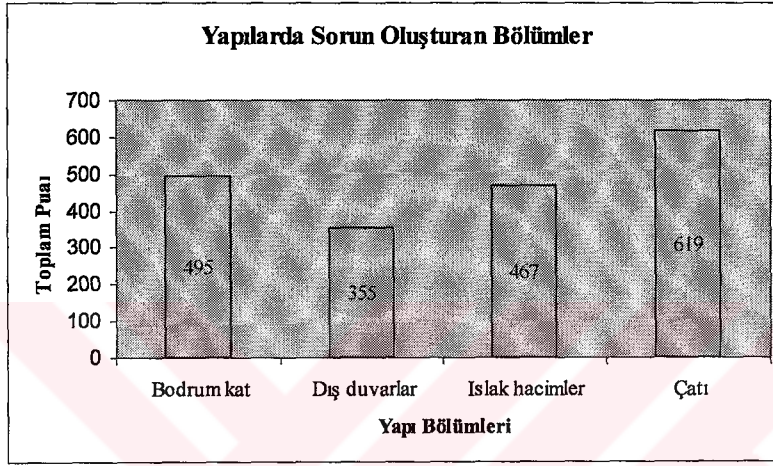
İklimsel etkenler olarak adlandırılabilen yağmur, kar, dolu, rüzgar, buzlanma, hava sıcaklığı, nem ve UV ışınları çatının sürekli karşı karşıya olduğu doğal oluşumlardır. Temel olarak çatı, tüm bu etkilere yeterli dayanıklılık sağlarken soğuk dönemlerde ısı kayıplarının düşürülmesi, sıcak dönemlerde ise iç mekânlarda serin bir hava yaratılmasına yardımcı olup; bu özelliklerini yaşam süresi boyunca kaybetmeyecek şekilde uzun ömürlü olmalıdır. Çatıda ve kullanılacak örtülerde ortaya çıkacak aksaklıklar, yapıyı olumsuz yönde etkileyerek sorunların oluşmasına neden olmanın yanı sıra kullanıcıların sağlığını da bozacak, yapının kullanım maliyetini büyük ölçüde yükseltecek ve yapının yararlılık süresini ise azaltacaktır. Toplam çatı maliyetinin bina maliyetinin % 5'inden daha az olmasına karşın, kullanım maliyetinin yarısından çoğunu çatılarda ortaya çıkan sorunlar oluşturmaktadır (McC Campbell, 1991).

En genel anlamda çatılar biçimlerine göre teras ve eğimli çatılar olarak ikiye ayrılmaktadır. Eğimli çatılar, yağış suyunu uzaklaştırmak daha kolay olacağı için teras çatılara göre daha fazla kullanım alanı bulmaktadır. Fakat, çatıya verilen eğim derecesine uygun örtü ürünlerinin kullanılmaması, yalıtım tabakalarının uygulanmaması veya yetersiz ve yanlış uygulanması, havalandırmanın yeterli ölçüde sağlanamaması, günümüzde yeni kullanılmaya başlanan kaplama ürünlerinin özelliklerinin tam olarak bilinmemesi nedeniyle eğimli çatılar teras çatılara göre daha sorunlu hale gelmektedir.

Bundan dolayı çatılarda oluşabilen sorunların nedenlerini ve kullanıcıların bu konudaki görüşlerini ortaya çıkarabilmek için bir araştırma yapılmıştır. Araştırmada, toplam on sorudan oluşan bir anket aracılığı ile Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Bölümü'nde öğrenim gören iki yüz kişinin konu hakkındaki görüşleri alınmaya çalışılmıştır*. Katılımcılardan ilk olarak yapıda en çok sorun oluşturan bölümlerin, en çok sorun çıkartandan en az sorun çıkartana doğru sıralanması istenmiştir. Böylece çatı ile ilgili diğer sorular yanıtlanmadan, kullanıcıların

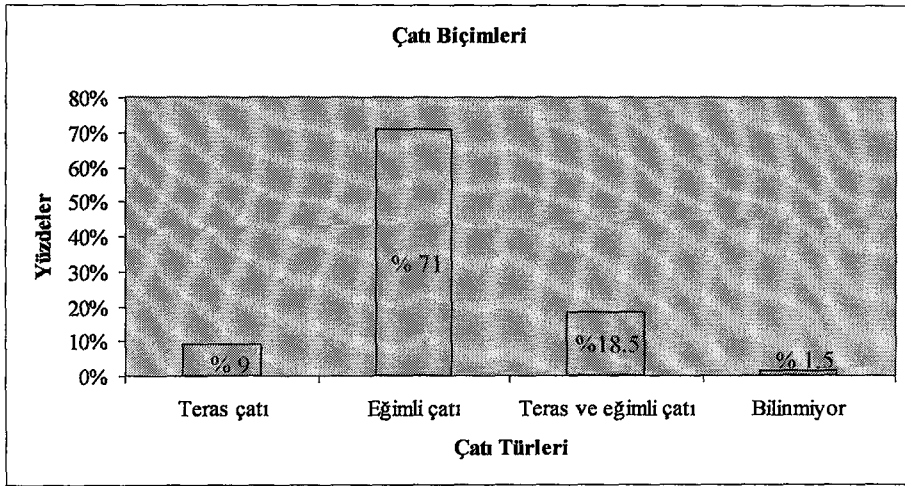
* Araştırmadan elde edilen sonuçlar yorumlanırken, verilerin öğrencilerden toplandığı ve öğrencilerin çoğunlukla yaşadıkları konutun çatısı ile ilgili sorunlara olan duyarlılıklarının düzeyi dikkate alınmalıdır.

çatılar hakkındaki genel izlenimleri elde edilmeye çalışılmıştır. “Bodrum kat”, “dış duvarlar”, “ıslak hacimler” ve “çatılar” seçenekleri arasında çatılar Şekil 1.1’de görüldüğü gibi en yüksek puanla ilk sırayı almıştır. Katılımcıların % 46’sı çatının en çok sorun çıkartan yapı bölümü olduğunu belirtirken, % 28’i ikinci olarak, %19,5’i üçüncü derecede sorunlu ve % 2,5’i ise en az sorun çıkartan bölüm olduğunu belirtmiştir. “Çatı”yı “bodrum kat”, “ıslak hacimler” ve “dış duvarlar” izlemektedir (Bakınız Ekler Çizelge 2.1). Ankete katılanların büyük çoğunluğu yapıların ara katlarında yaşamaktadırlar ve çatıdan doğrudan etkilenmemektedirler. Yine de çatının birinci sırada yer alması ve en sorunlu bölüm olarak düşünülmesi, çatılarda oluşan sorunların büyüklüğünün göstergesi olarak düşünülebilir.



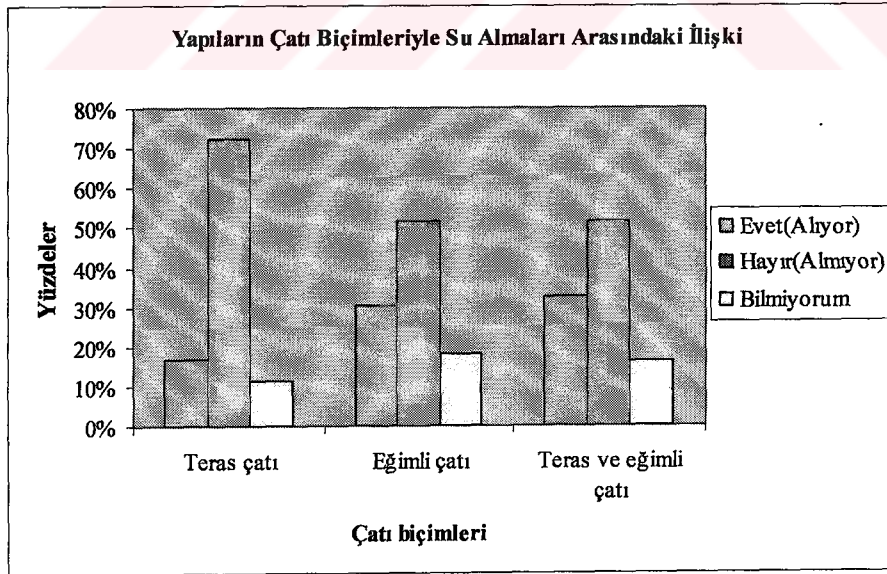
Şekil 1.1 Yapılarda sorun oluşturan bölümlerin önem derecelerine göre sıralanmaları

Araştırmaya katılanlara, oturdukları yapıların çatı biçimleri sorularak en fazla uygulama alanı bulan çatı biçimi tespit edilmeye çalışılmıştır. Yanıtlar doğrultusunda % 71’inin eğimli çatılı, % 9’unun teras çatılı ve % 18,5’inin ise teras+eğimli çatılı konut yapılarında oturdukları tespit edilmiştir. Yanıt verenlerin % 1,5’i ise çatının biçimi hakkında bilgileri olmadığını belirtmiştir (Bakınız Ekler Çizelge 2.2). Şekil 1.2’de görüldüğü gibi eğimli çatılar diğer çatı biçimlerine göre büyük oranda uygulama alanı bulmaktadır.



Şekil 1.2 Yapıların çatı biçimleri

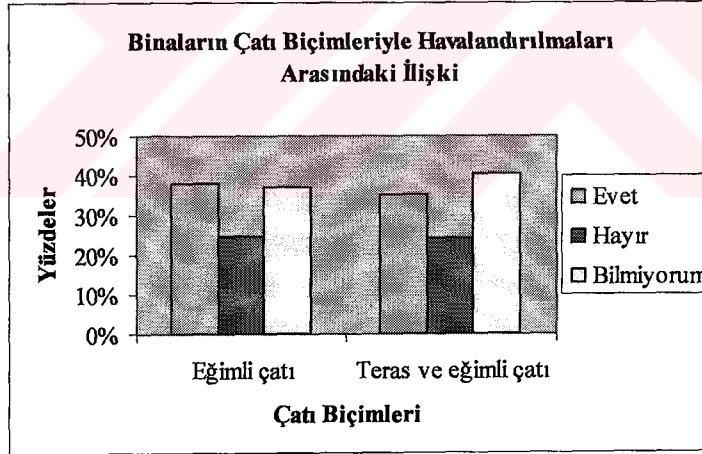
Çatıların işlevlerinden en önemlisi yapı içine su girişine izin vermemesidir. Genelde eğimli çatıların, diğer çatı biçimlerine karşılık tercih edilmelerinin en önemli nedeni, ülkemiz iklim koşulları göz önüne alındığında, üzerindeki eğim tabakası yardımıyla yağışları yapıdan daha kolay uzaklaştıracağına böylece daha az sorunla karşılaşılacağına düşünülmesidir. Bu nedenle, katılımcılara yapılarına çatıdan su girişi olup olmadığı sorulmuştur. Sonuçlara göre çatı biçimleriyle, çatı içine su girişine izin verme oranları karşılaştırıldığında eğimli ve eğimli+teras çatılarda büyük oranlar ortaya çıkmaktadır. Eğimli çatıların sudan daha az etkilenileceğinin düşünüldüğü halde Şekil 1.3'de de görülen % 30'ları aşan bu yüksek değerler, eğimli çatılardaki sorunların büyüklüğünü ortaya koymaktadır (Bakınız Ekler Çizelge 2.6).



Şekil 1.3 Yapıların çatı biçimleriyle su almaları arasındaki ilişki

“Etkin ve devamlı bir hava dolaşımının olmaması” ve “gerekli önlemlerin alınmaması” eğimli çatılarda ortaya çıkacak çok sayıda sorunun nedeni olarak düşünülebilir. Havasızlık kesitinde su buharının toplanmasına ve kimi durumlarda yoğuşmaya neden olur. Günümüz çatılarında yağmur kadar büyük sorunlara neden olan nem zamanla çatı elemanlarını ciddi olarak etkileyip, strüktürel zararlar vermekte, yalıtımın etkisini azaltmakta ve sonuçta yapı içine su girişine izin vermektedir. Hava almayan çatı boşluğunun sıcaklığının dış hava sıcaklığının üzerinde bir dereceye yükselmesi, kışın karın bu ısıyla eriyip, saçak bölgelerinde tekrar donup buzdan barajlar oluşmasına, böylece yapı içine doğru su akıntılarının gerçekleşmesine neden olmaktadır. Sıcaklık yükselmesinin çatı üzerindeki bir diğer olumsuz etkisi ise çatı kaplama ürünlerinin kullanım ömürlerini de kısaltmasıdır.

Bu nedenle araştırmaya katılanlara çatılarında havalandırma yapılıp yapılmadığı sorulmuştur. Alınan sonuçlarına göre eğimli çatıya sahip konut yapılarının % 35’inde havalandırma yapılmakta, % 25’inde havalandırma yapılmamaktadır. Yanıt verenlerin % 40’ı ise bu konuda bilgisi olmadığını belirtmiştir. Bu konuda bilgisi olmayanların oranının bu kadar yüksek olması, çatılarda havalandırma konusuna gerekli önemin verilmediğini gösterdiği düşünülmektedir. Bu çatıların büyük bir kısmı başarılı bir şekilde çalışmayıp, çok kısa sürelerde onarım gereksindirmektedir (Bakınız Ekler Çizelge 2.4).



Şekil 1.4 Yapıların çatı biçimleriyle havalandırılmaları arasındaki ilişki

Çatılardaki hasarlar kendini kullanıcılara çok kısa sürelerde hissettirdiklerinden en kısa sürede çözümleri gerekmektedir. Eğimli çatılarda ortaya çıkan sorunlardan bazıları, çatı boşluğunun dışardan gelen doğal havayla etkili bir şekilde havalanmamasından kaynaklanmaktadır.

1.2 Amaç

Suya ve onun zararlı etkilerine karşı koyabilme, çatıların biçimlenişini etkileyen en önemli ölçüttür. Atmosferik yağışlar olarak nitelendirilen yağmur, kar ve dolu çatıları doğrudan etkileyen en önemli su kaynaklarıdır. Yine yapı içi ve dışından kaynaklanan su buharı da nem şeklinde yapıya zarar vermektedir. Nem birikmesi günümüzde su kadar hatta daha zararlı bir etken halini almıştır. Su ve nemin zararlı etkileri sadece çatıyı değil, yapı bütünü etkilediğinden ortamdaki en kısa sürede uzaklaştırılmaları gerekmektedir.

Özellikle yağışlı bölgelerde suya karşı bir önlem olarak oluşturulan eğimli çatılarda kullanılan su yalıtım tabakaları, çatının başarısını büyük ölçüde etkilemektedir. Fakat su yalıtımının yanında oluşan nem sorunlarına yeterli yanıt verilememesi nedeniyle yeni sorunlar oluşmaktadır. Kullanılan su yalıtımına, çatı kesitine, örtü kaplamasına göre değişecek havalandırma ayrıntısı, çatılarda oluşacak nem kaynaklı sorunlara en başarılı şekilde yanıt verecektir.

Bu çalışmada amaç Türkiye’de yaygın olarak uygulanan eğimli çatılarda oluşan sorunların büyük bir bölümünün havalandırma yapılmamasına veya yetersiz bir havalandırma yapılmasına bağlı sorunlar olduğunun tespiti ile bu sorunların iyi bir havalandırma uygulaması ve doğru ürün kararlarının verildiği ayrıntı çözümleriyle önlenebilecek sorunlar olduğunu irdelemektir.

1.3 Kapsam

Bu tez kapsamında, eğimli çatılardaki havalandırma konusu ele alınacaktır. Birinci bölümde, böyle bir çalışmanın neden yapıldığı, ne gibi faydalar beklendiği ve çalışmanın nasıl yapıldığı konuları ele alınmıştır.

İkinci bölümde, öncelikle çatı tanımı yapılmış, sonra eğimli çatılar hakkında bilgi verilerek sınıflandırılmaları yapılmıştır.

Eğimli çatılarda havasızlık nedeniyle oluşan sorunlar, havalandırmayla bu sorunlara getirilen çözüm önerileri ve eğimli çatılarda havalandırmayı etkileyen etmenler üçüncü bölümü oluşturmaktadır.

Dördüncü bölümde, ısı yalıtımının kullanıldığı yere göre şekillenen çatılarda havalandırmanın nasıl yapılması gerektiği anlatılmıştır.

Son bölüm ise tüm tez çalışmasının toplu olarak değerlendirilmesinden ve öneriler getirilmesinden oluşmaktadır.

1.4 Önem

Türkiye’de çatı kaplama sektörü, her türlü çatı kaplama ürünleri, ısı ve su yalıtım ürünleri ve diğer çatı bitirme ürünleriyle son derece gelişmiş bir sektör olduğu halde ortaya çıkan sorunlar, çatıların uygulanmasında sorunlar yaşandığını ortaya koymaktadır.

Eğimli çatılarda yeterli havalandırma yapılmaması nedeniyle oluşan sorunlar, yapının kullanım maliyetini büyük ölçüde yükseltmektedir. Bu çatıların büyük bir kısmı başarılı bir şekilde çalışmayıp, çok kısa sürelerde onarıma gereksinim duymaktadırlar.

Çatı strüktürü, yalıtımı ve havalandırmasıyla bir bütün olarak düşünülmelidir. Çatı katmanlarının havalandırılması gerek nemin çatı boşluğundan uzaklaştırılması gerekse, soğutma yükünün düşürülmesinde çok önemlidir.

Uygun çatı ayrıntısı ve ürünleriyle yapılacak etkin bir havalandırma çatılarda oluşabilecek birçok sorunun oluşmasını engelleyip, kullanıcı sağlığı ve ülke ekonomisinin zarar görmesini engelleyecektir.

1.5 Yöntem

Bu çalışma iki aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada amaç, araştırma sorununun tespitiydi. Araştırma sorununun saptanması için on soruluk bir anket aracılığı ile Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Bölümü’nde öğrenim gören iki yüz kişiden veri toplanması yönteminden yararlanılmıştır. Böylelikle çatılar ile ilgili önemli sorunların neler olduğu ortaya çıkarılmıştır.

İkinci aşamada ise, incelenmeye karar verilen sorun ile ilgili olarak birçok, kitap, makale, araştırma ve sempozyum bildirilerinden yararlanılmıştır. Bu yayınlara, üniversite kütüphaneleri, diğer kurum ve kuruluşların kütüphaneleri ve İnternet aracılığıyla ulaşılmıştır.

Yazılı kaynaklara ek olarak, çatı sektöründe faaliyet gösteren çeşitli firma ve kuruluşlarla görüşmeler yapılarak, uygulamalar ve ürünler konusunda bilgiler alınmıştır.

2. EĞİMLİ ÇATILAR HAKKINDA GENEL BİLGİLER

2.1 Çatı Tanımı

Yapıların en önemli işlevi, insanların barınma gereksinimlerini en etkili biçimde karşılamaktır. Bu nedenle yapıyı dış etkilerden korumak, zarar görmesini engellemek için özel önlemler alınmalıdır. Yeterli önlemlerin alınmaması yapıyı ve dolayısıyla kullanıcıları olumsuz yönde etkileyecektir.

Binayı üstten bitiren ve onu doğa etkilerine karşı koruyan üst kabuk elemanı olarak tanımlanan çatılar, hem sahip oldukları estetik özellikleriyle görsel açıdan hem de yapı fiziki açısından yapıların başarısında büyük önem taşır. Çatısız bir bina veya binasız bir çatı düşünülemez. Yapının bütününe etkileyen çatılar atmosferik koşullarla en yoğun ilişki içinde bulunan yapı elemanı olduğu için yağış, ısı, radyasyon, genleşme gibi birçok etmenden de etkilenmektedir. Çatılar tüm bu etkilerin yanında kullanıcıların kötü kullanımına karşı da ayakta durabilmek zorundadır (Binan, 1988).

Çatı, kendisinden karşılaması beklenen gereksinmelerin mümkün olduğunca fazlasını karşılamalıdır. Bu nedenle iç ve dış ortam arasında bir sınır oluşturan çatılar planlanırken, görünüm, sağlamlık, dayanıklılık, ekonomiklik, dış çevre ve fiziksel ortam koşulları hep birlikte göz önüne alınmalı, hepsine gereken önem verilmeli ve en uygun çözüm bulunmalıdır. Çatı su geçirmez bir kılıf oluşturup beklenen etkilere karşı koyması yanı sıra, aynı zamanda rüzgar ve fırtınalara karşı koyabilmeli, yağmur suyunu yapıdan kısa sürede uzaklaştırabilmeli, yapıyı iç ve dış ortamlarda oluşacak yangınlara karşı koruyabilmelidir. Ayrıca, çatının sadece üzerine örttüğü yapıya değil, silüete olan etkisi nedeniyle bütün yakın bölgesinin, hatta tüm şehrin karakterini etkilediği unutulmamalıdır (Zorer, 1992).

Çatı tüm bu işlevleri ekonomik olarak gerçekleştirebilmelidir. Çünkü karşı karşıya kaldığı sorunlar açısından binaların en kritik bölgesini oluşturan çatılar; sorun oluştuğunda kendisini kullanıcıya hemen gösteren ve hissettiren bir yapıım bölgesidir. Bu nedenle kullanım ömürleri boyunca onarım görmektedirler. Yapılarda oluşan sorunların büyük çoğunluğunu çatı sorunları oluşturmaktadır (Esen, 1991). Bir araştırmaya göre yapı hasarlarının % 65 gibi büyük bir bölümünü çatı hasarları oluşturmaktadır. Dolayısıyla çatı ve örtülerinde oluşan hasarlar çok kısa sürelerde, kullanıcıların konfor şartlarının bozulmasına izin verilmeden giderilmelidir (Patterson ve Mehta, 2001).

Değişik özelliklerine göre sınıflandırılabilen çatılar, biçimlenişlerine göre düz (teras) çatılar ve eğimli çatılar olarak iki grupta toplanmaktadır. Bu sınıflandırmada esas olan çatı eğim

açısıdır. Çatı eğim açısı (ϵ°) çatı üst tabakasının yatay düzlemle yaptığı açıdır. Eğim miktarı genellikle yüzde olarak belirlenir (Çelik, 1976).

Düz (teras) çatılar, çatı eğiminin % 0.5 ile % 6 arasında değiştiği çatılardır. Ne kadar düz çatılar olarak bilinseler de eğim betonuyla veya başka bir yöntemle en az % 0.5 eğim verilir. Bu nedenle az eğimli çatı denilmesi daha uygundur. Üzerinde biriken suyun akış hızının yavaş olması nedeniyle, bu tür çatılarda su geçirimine karşı özel önlemler alınmalıdır. Sıcak-kuru iklimlerde bu çatıların kullanımı yaygınlaşırken, çok yağışlı iklimlerde, özellikle kar yağışının olduğu bölgelerde tercih edilmezler.

Düz çatılar kullanım amaçlarına, yüzey tabakasını oluşturan malzemelere, yük taşıma özelliklerine göre gezilebilen çatılar, gezilemeyen çatılar, bahçe çatılar ve otopark çatılar olmak üzere dört grupta toplanırlar. Yalnızca bakım ve onarım için üzerine çıkılan çatılar gezilemeyen çatıları, kullanıcılar tarafından sürekli kullanılan çatılar gezilebilen çatıları, üzerinde bitki yetiştirilen çatılar bahçe çatıları ve araç trafiğine açık olan çatılar da otopark çatıları oluşturmaktadır.

Açıklığı büyük olan binalarda, çatının gereğinden fazla yükselmesi gibi estetik kaygıların yanı sıra maliyetin yükselmesi gibi nedenlerle teras çatı uygulamasına gidilmektedir.

2.2 Eğimli Çatılar

Çatı eğim derecesinin % 6'dan daha fazla olduğu çatı türleridir. Eğimli çatılar; eğimli bir yüzey oluşturarak, kar ve suyun yerçekimi etkisiyle akıp yapıdan uzaklaşması prensibine dayanırlar. Çatının eğimiyle birlikte güçlenen yer çekimi kuvveti, rüzgar basıncına, suyun kılcal boşluklardan yükselmesi etkisine karşı koyabilmelidir. Çatının eğim sayesinde üzerine gelen suyu akıtabilmesi sadece yapıyı ve kullanıcıları değil, çatının kendi dayanıklılığı ve ömrü içinde önemlidir (Patterson ve Mehta, 2001).

Eğimli çatılarda çatıya verilen eğim nedeniyle yağmur ve kar suları yapıdan kolayca uzaklaştırıldığından ve bu tür çatılarda kar birikmesi daha az olduğundan teras çatılara göre daha az yük oluşmaktadır.

Eğimli çatılarda ve kaplama ürünlerinde oluşacak bozukluklar teras çatılara göre daha kolaylıkla tespit edilip onarılabilmektedir. Çok fazla uygulama alanı bulunduğu için küçük üretici tarafından da kolaylıkla inşa edilebilmektedir (Binan, 1988).

Eğimli çatı seçiminde, yapının bir bileşeni olarak sahip olduğu işlevlerin yanı sıra, estetik olması da önemli bir kaygıdır. Geleneksel mimaride sokak cephesinden algılandığı için yapım sistemleri, örtüsü, biçimi ve değişik renk ve doku seçenekleriyle mimari ve estetik zenginlik

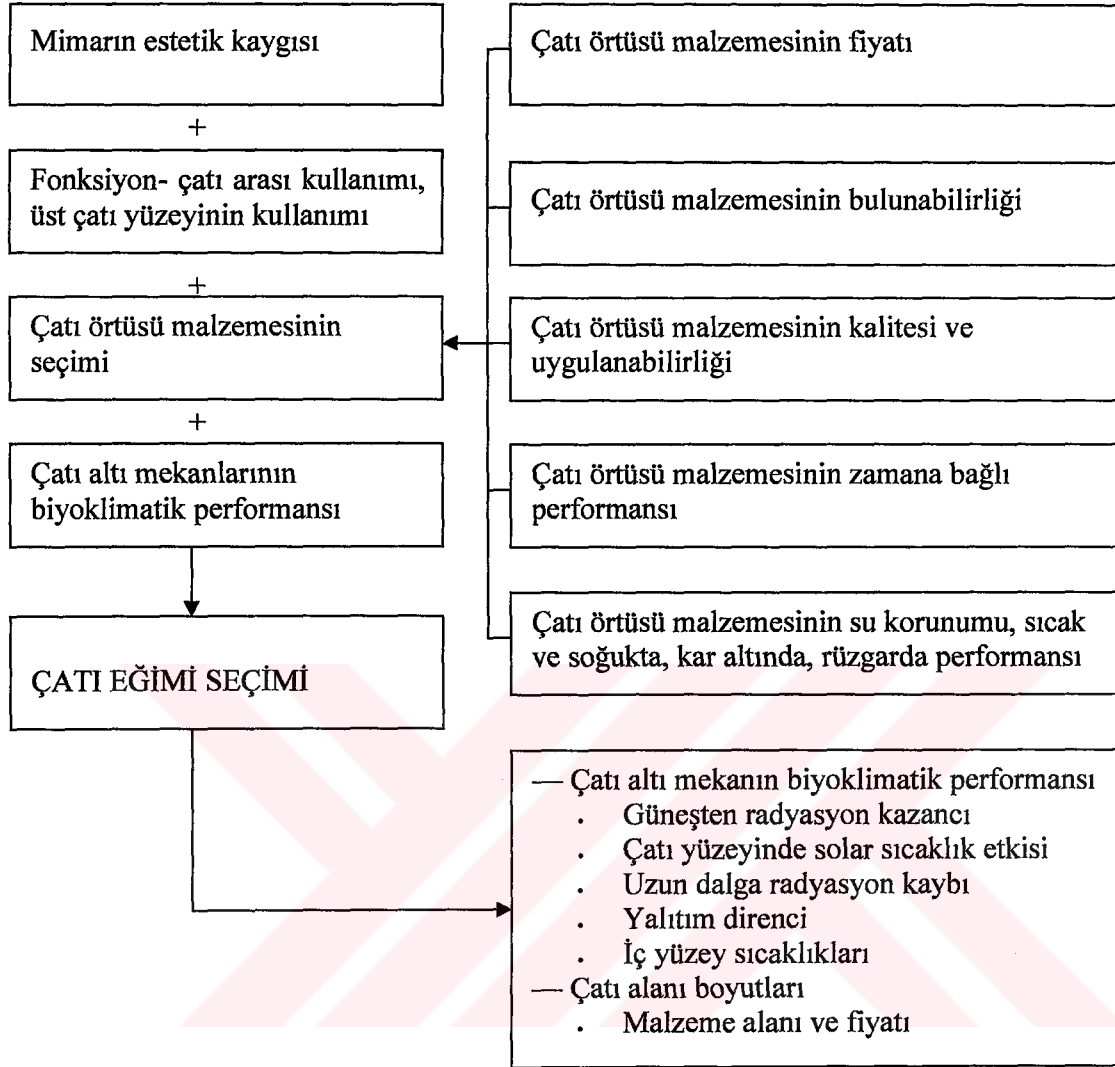
oluşturmaları beklenmiştir (Toydemir ve Bulut, 2004).

Tüm bunların yanı sıra eğimli çatılar; büyük yapılar da ekonomik olmaması, yapıya ek bir yük getirmesi, çatı üstünün kullanılamayışı, yapıda fazla bir yükseklik oluşturuşu gibi çeşitli dezavantajlara da sahiptir (Binan, 1988).

Türkiye genelindeki yapılar incelendiğinde gerek iklimsel etkenler, gerek geleneksel yapım teknolojileri nedeniyle eğimli çatıların teras çatılardan daha fazla kullanım alanı bulduğu görülmektedir. Özellikle konut yapılarında bu fark daha da artmaktadır. DİE tarafından 1996–1997 yıllarında ruhsatlı binalar üzerinde yapılan araştırmalarda 20 milyon m² eğimli çatı pazarı olduğu saptanmıştır (Dindoruk ve Topçu, 1999). Yine Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Bölümü öğrencileri arasında yapılan bir anket çalışmasında, ankete katılan öğrencilerin yaklaşık % 60'ının eğimli çatıya sahip binalarda oturdukları tespit edilmiştir (Avlar, 2004).

Çatıların eğimi, kullanılan örtü malzemelerine, iklim koşullarına, çatının örttüğu binanın boyut ve biçimine, geçtiği açıklığa, ekonomik farklılaşmaya, mimarın estetik kaygılarına göre farklılaşabilmektedir. Aşağıda Çizelge 2.1'de verilen ve Çelik (1976) tarafından önerilen modelde bir çatının eğimine karar verilirken dikkate alınması gereken yöntem gösterilmektedir.

Çizelge 2.1 Çatının eğimine karar verilirken dikkate alınması gereken yöntem (Çelik, 1976)



2.2.1 Eğimli Çatıların Sınıflandırılması

Eğimli çatılar sınıflandırılırken eğim dereceleri, yüzey biçimleri ve havalandırılmaları göz önüne alınmaktadır. Eğimli çatılar eğim derecelerine göre dik eğimli, orta eğimli ve az eğimli; yüzeylerine göre doğrusal yüzeyli ve eğrisel yüzeyli; havalandırılmalarına göre ise havalandırılmalı ve havalandırılmaz çatılar olarak sınıflandırılmaktadır.

2.2.1.1 Eğim Derecelerine Göre

Eğimli çatılar farklı eğimlerde tasarlanabilirler. Oluşturulacak eğim, iklim koşullarına, çatı arasının kullanılıp-kullanılmamasına, kullanılacak örtü kaplamasının büyüklüğüne göre farklılıklar göstermektedir. Sert iklimli bölgelerde daha dik eğimler seçilirken, ılıman bölgelerde daha az eğimli uygulamalara gidilmektedir. Uygun eğimin seçilmeyişi, eğime

uygun çatı örtülerinin kullanılmaması yağışların çatıdan uzaklaşmasını yavaşlatacak ve ileride çatıda büyük sorunların yaşanmasına neden olacaktır.

Eğimli çatılar eğim derecelerine göre üç grupta toplanabilir.

- **Dik Eğimli Çatılar**

Dik eğimli çatılar, yüksek eğimli çatılar olarak da bilinirler. Eğim derecesi % 45 veya daha büyüktür. Çok yağışlı iklimlerde özellikle kuzey Avrupa ülkelerinde geleneksel mimarlığın bir özelliği olan bu çatılar da çatı altı mekanı, oluşan yükseklik nedeniyle kullanıma uygundur (Sungurluoğlu, 1972).

- **Orta Eğimli Çatılar**

Orta eğimli çatılar, eğim derecesinin % 20 ile % 45 arasında değiştiği çatılardır. Bu grupta en fazla kullanılan çatı kaplaması kiremittir. Anadolu geleneksel mimarlığında en çok kullanılan çatı eğim grubudur (Avlar, 2000).

- **Az Eğimli Çatılar**

Az eğimli çatılar da eğim derecesi % 6-20 arasında değişir. Eğimin az olması nedeniyle, küçük parçalardan oluşan çatı örtüleri yerine genelde trapez saçlar, oluklu levhalar gibi büyük kaplama örtüleri kullanılır. Kullanılan levhaların üst üste geldiği noktalarda özel önlemler alınarak, ters rüzgarla yağmur suyunun içeriye girmesi engellenmelidir (Lufsky, 1980).

Şekil 2.1'de dik eğimli, orta eğimli ve az eğimli çatılara birer örnek gösterilmiştir.



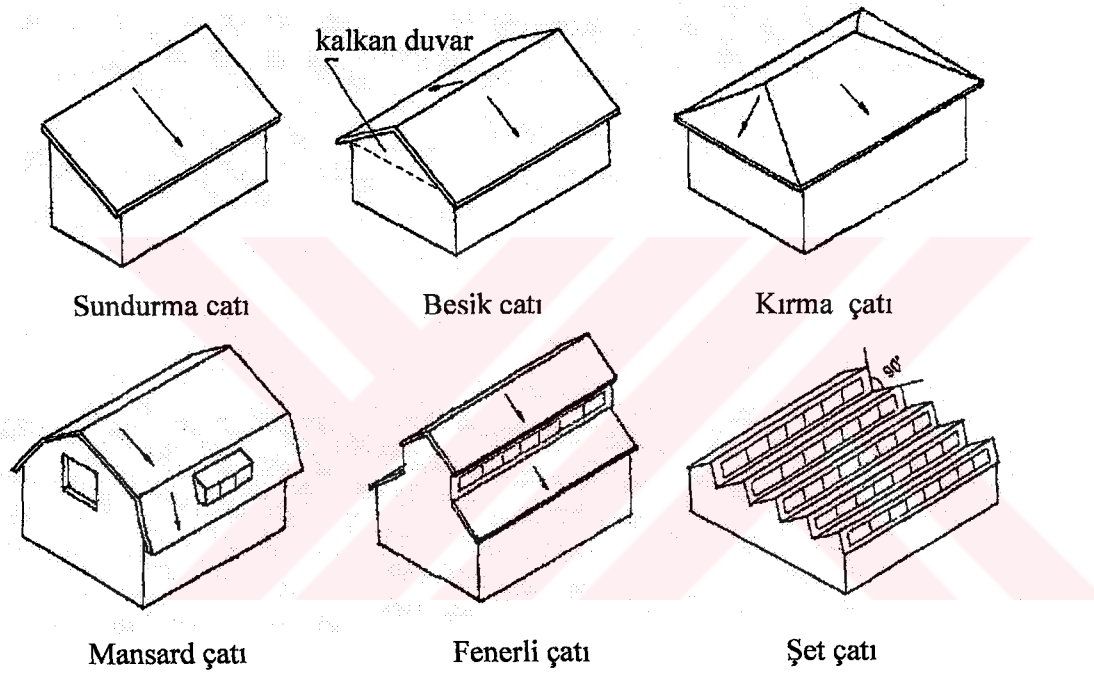
Şekil 2.1 Eğimlerine göre çatılar

2.2.1.2 Yüzeylerine Göre

Eğimli çatılar kendi aralarında yüzeylerinde eğrisellik bulunup bulunmamasına göre ikiye ayrılırlar.

- **Doğrusal Yüzeyli Çatılar**

Doğrusal yüzeyli çatılar, yüzeylerinde herhangi bir eğrisellik bulunmayan eğimli çatılardır. Bu tür çatılara örnek olarak duvarlar üzerine tek bir düzlemden oluşan **tek eğimli (sundurma) çatı**; bir mahya boyunca iki eğik düzlemin birleştiği **beşik çatı**; en az dört sayıda eğik yüzeyden oluşan **kırma çatı**; özellikle Avrupa ülkelerinde çatı arasının kullanılabilmesi için uygulama alanı bulan **mansard çatı**; beşik ve sundurma çatıların, daha çok güneş ışığı almak amacıyla bir arada kullanıldığı **fenekli çatı**; daha çok güneşten yararlanmak amacıyla birbiriyle 90°'lik açı yapan beşik çatıların yan yana dizilmesiyle oluşturulan ve genelde fabrika, iş yeri ve sera gibi yerlerde uygulama alanı bulan **şet çatı** örnek olarak verilebilir (Aker, 1998; Özcan, 2000). Şekil 2.2'de bu çatı biçimlerine birer örnek verilmiştir.

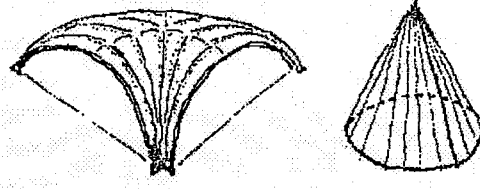


Şekil 2.2 Doğrusal yüzeyli çatılar (Özcan, 2000)

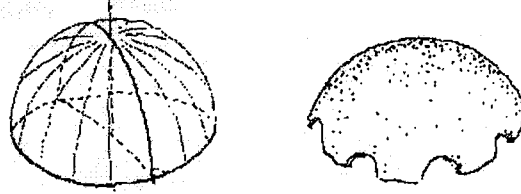
- **Eğrisel Yüzeyli Çatılar**

Eğrisel yüzeyli çatılar, yüzeylerinde geometrisel olarak eğrilikleri bulunan çatılardır. Sahip oldukları biçimin verdiği yüksek direnç nedeniyle büyük açıklık geçmeye uygundur. Eğriliklerine göre, tek yöne doğrusal eğimli ve çift yöne doğrusal eğimli çatılar olarak ikiye ayrılırlar (Aker, 1998). Kubbe, tonoz ve konik çatılar bu çatı tipine verilecek örneklerdendir. Şekil 2.3'de bu çatı biçimlerine birer örnek verilmiştir.

Tek eğrilikli eğrisel yüzeyler



Çift eğrilikli eğrisel yüzeyler



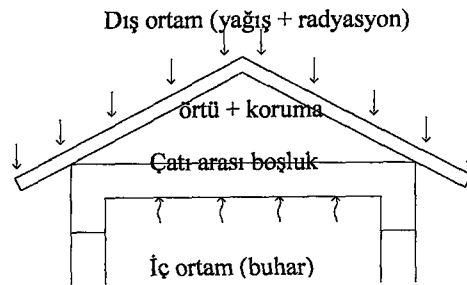
Şekil 2.3 Eğrisel yüzeyli çatılar

2.2.1.3 Havalandırılmalarına Göre

Eğimli çatılar, çatı boşluğunun veya taşıyıcı sistem üstünün dışardan gelen doğal havayla havalandırılıp havalandırılmamasına göre ikiye ayrılmaktadır.

- **Havalandırmasız Çatılar**

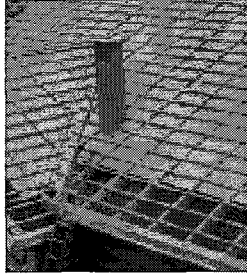
Havalandırmasız çatılar, çatı boşluğuna giren nemin kontrol altına alınabileceği, bu yüzden ek bir havalandırmaya gerek duyulmadığı çatılardır. Bu çatıların temel çalışma prensibi; biriken nemi yapıdan uzaklaştırmak yerine, nemin çatıda birikmesini engellemektir. Sistemin iyi çalışması için yapı kabuğu Şekil 2.4'de görüldüğü gibi sızdırmaz bir şekilde tasarlanarak, hava ve buhar bariyerleriyle çatı içine nem ve hava girişi önlenmelidir [2]. Kimi durumlarda havalandırılan çatılarda da buhar bariyeri kullanıldığı halde, havalandırmasız çatılarda önemi büyüktür.



Şekil 2.4 Havalandırmasız çatılar (Toydemir ve Bulut, 2004)

Bu çatılarda genelde ısı yalıtımı, çatı kaplama döşemesinin altına veya arasına konulmaktadır. Eğimli çatı döşeme alanının çatı tavan döşeme alanından daha fazla olması, yani yalıtım

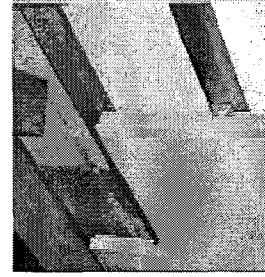
uygulanacak alanın daha büyük olması sistemin maliyetini yükseltmektedir. Isı yalıtımı Şekil 2.5'deki gibi çatı döşemesinde, merteklerin üstüne, merteklerin arasına veya merteklerin altına uygulanabilir. Çatı arası aşağıdaki ısınan mekandan gelen ısı nedeniyle sıcak ve kuru bir mekan haline almaktadır. Bu nedenle bu çatılar “sıcak çatılar” olarak adlandırılmaktadır (Barry, 1990). Sıcak bir mekan oluşturulduğu için, sıcak çatılar yaşama mekanı olarak da değerlendirilebilir.



a) Mertek üstünden



b) Mertek arasından



c) Mertek altından

Şekil 2.5 Sıcak çatılarda ısı yalıtımı uygulamaları [3]

Sıcak çatı uygulamalarının bir nedeni de özellikle çok sıcak ve nemli iklimlerde, dışarıdaki sıcak havanın içeriye girip, çatı arası sıcaklığının daha da artmasının önlenmesidir. Bu gibi durumlarda, çatı döşemesinin hava geçirmezliği sağlanıp havalandırmasız yani sıcak çatı uygulamalarına gidilmektedir.

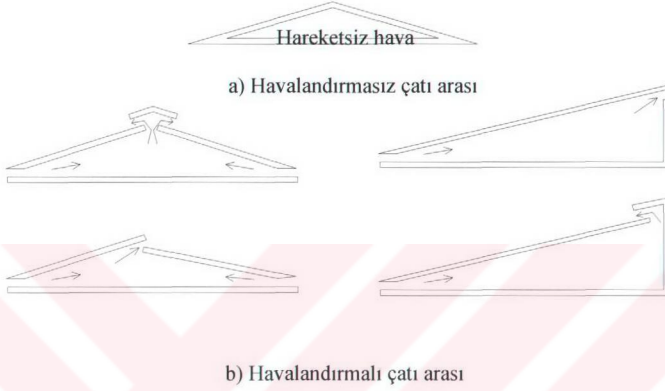
- **Havalandırılmalı Çatılar**

Havalandırılmalı çatılar, çatı boşluğunun dışardan giren taze havayla havalandırılıp, içerdeki nemli havanın dışarıya atıldığı çatılardır. “Soğuk çatılar” olarak da adlandırılan bu çatılar da, çatı kaplamasının ve yapısının altında, yalıtımdan ayırıcı bir hava tabakası oluşturulur. Bu tür çatılarda ısı yalıtımının oturduğu çatı döşemesi; çatı örtü kaplamaları ve su yalıtımını taşıyan ikinci bir taşıyıcı grubu ve ikisinin arasında bir hava tabakası bulunmaktadır. İkinci taşıyıcı grubu, çatı kaplaması ve su yalıtım ürünlerini üzerinde taşıırken, arada hava tabakasını oluşturmaktadır (Türkçü, 1997).

Havalandırma tabakası, genelde saçakta ki giriş ve mahyada ki çıkışlarla dışarıya bağlanır. Bu da, nemin soğuyup yoğuşmaya fırsat bulmadan çatı katmanlarından uzaklaşmasını sağlar (Anonim, 2001).

Havalandırma sağlanan oturtma çatıların tavan araları ve taşıyıcı üstü ısı yalıtımlı çatılarda, ısı yalıtımı üzerinde hava hareketi sağlanan çatılar soğuk çatı sınıfına girmektedirler. Çatılarda havalandırmanın; yoğuşmayı önlemek, soğutma giderlerini azaltmak, çatı boşluğunun ısınısını

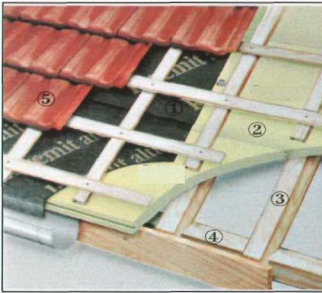
düşürmek gibi yararları vardır. Havalandırma ısı yalıtımını da olumlu etkiler. Yeterince havalandırılan çatıyla, hiç havalandırılmayan çatı arasında sıcaklık farkı 10° olur. Aynı ısı yalıtımı malzemesiyle, havalandırılmalı çatılarda daha iyi sonuç alınmaktadır (Aker, 1998). Şekil 2.6'da havalandırılmalı ve havalandırılmayan çatı şekillerine yer verilmiştir.



Şekil 2.6 Havalandırılmalı ve havalandırılmayan çatı örnekleri (Türkçü, 1997)

2.3 Eğimli Çatı Kurgusu

Eğimli çatılar birbirini tamamlayan birçok tabakadan oluşmaktadır. Bu elemanlardan birinin eksikliği bile çatının görevini tam olarak yerine getirebilmesini engellemektedir. Çatıyı oluşturan tabakalar Şekil 2.7'de sırayla verilmiştir.



- 1- su yalıtım örtüsü
- 2- ısı yalıtım levhası
- 3- çatı strüktürü
- 4- çatı kaplaması

Şekil 2.7 Çatı kurgusu

2.3.1 Çatı Strüktürü

Çatının strüktürü, gerek kullanılan çatı örtü kaplamasının uygulama kalitesini, gerek tüm çatı örtüsünün yararlılık ömrünü belirlemede büyük önem taşımaktadır. Çatı alt yapısı, çatı kaplamasına da alt yapı oluşturacağından kaplama ürünlerini taşıyacak özelliklerde olmalıdır.

Çatı alt yapısı yani strüktürü, değişik yapım sistemleriyle uygulanabilir. Betonarme, çelik veya en fazla uygulama alanı bulan ahşap sistemlerdir. Taşıyıcı eleman görevi gördükleri için sistem seçimi ve elemanların boyut hesaplamaları iyi yapılmalıdır (Çelebi, 1994).

Rüzgar, kar yükleri ve diğer doğal etkenler alt yapıyı etkilediklerinden, tasarım sırasında çatının bulunduğu bölgedeki doğal olaylar dikkate alınmalıdır. Çatı kaplama örtülerine önceden karar verilerek çatı alt yapısının tasarlanması, çatı alt yapısının maliyetinde de bazı indirimlere gidilmesini sağlayacaktır [4].

2.3.2 Yalıtım

Günümüz yapılarının belki de en önemli özelliği gelişmiş yalıtım standartlarıyla çevrelenmiş olarak, çevresel etkilerden en az etkilenecek şekilde donatılmış olmalarıdır. Yalıtım, yapıların ve özellikle çatı kurgusunun vazgeçilmez bir parçası haline almıştır.

Eğimli çatılarda kullanılan yalıtımı, temel olarak su ve ısı yalıtımı olarak ikiye ayırmak mümkündür. Isı yalıtımı, sıcak ve soğuk mevsimlerde yapı içinin ısısal konfora ulaşmasını hedeflemektedir. Su yalıtımı ise, yapı dışından çatıya dolayısıyla iç mekanlara gelebilecek suyun önlenmesi için uygulanmaktadır. Bazı su yalıtımı ürünleri aynı zamanda buhar yalıtım görevi de görmektedir. Yapının özelliklerine bağlı olarak ayrıca bir buhar yalıtımı da uygulanabilmektedir.

Çatılardaki sorunların araştırılması için yapılan anket çalışmasında katılımcılara çatılarında su ve ısı yalıtım ürünlerinin uygulanıp uygulanmadığı sorularak, yalıtım ürünlerinin uygulanma oranları bulunmaya çalışılmıştır. Bütün çatı biçimleri (teras, eğimli, teras+eğimli) göz önüne alındığında sadece su yalıtımı uygulanan çatıların oranı % 24 ve sadece ısı yalıtımı uygulanan çatıların oranı ise % 5'dir. Su ve ısı yalıtımının bir arada uygulandığı çatıların oranı % 31'ken, çatılarında hiçbir yalıtım tabakasının bulunmadığını söyleyenlerin oranı ise % 6'dır. Bu konuda bilgisi olmadığı belirtilenlerin oranı ise % 34'dir (Bakınız Ekler 2.7).

Ankete verilen yanıtlar çerçevesinde ortaya çıkan verilere göre, su ve ısı yalıtım tabakaları bir arada uygulanmaya çalışılmaktadır. Ancak sadece su yalıtım ürünlerinin uygulanıp, ısı yalıtımının olmadığı çatıların oranı da oldukça yüksektir.

2.3.2.1 Isı Yalıtımı

Isı yalıtımı, yapılarda uzun zamandır uygulandığı halde, 1973'teki benzin ambargosundan sonra yükselen enerji maliyetleri nedeniyle önemi artmıştır. Yapılardaki ve diğer sektörlerdeki enerji artışlarının yanı sıra, dünyada ki enerji kaynaklarının tüketilmesine dair kaygılar da ortaya çıkmıştır. Dünyada kullanılan enerjinin üçte ikisinin endüstrileşmiş ülkelerde yapıların üretimi ve devamlılığı için, özellikle yapıların ısıtılmasında ve soğutulmasında kullanılıyor olması enerjinin korunumunu önemli bir yapı ölçütü haline getirmiştir (Patterson ve Mehta, 2001).

Enerji korunumunda, yapının içine giren ve çıkan enerji miktarının kontrol altında tutulması esastır. Bu noktada yapı kabuğu ve onun en önemli parçası olan yalıtım önem kazanmaktadır. Çatılar, aynı duvarlar gibi, iç mekanı dış mekanlardan ayıran bir yapı elemanıdır. Hatta atmosfer koşullarına, duvarlar ve diğer yapı elemanlarından daha açıktırlar. Bu nedenle çatılar, değişen dış hava sıcaklıklarına karşı sabit bir iç sıcaklığının ayarlanmasında çok önemli rol oynamaktadır. Dolayısıyla bu elemanların ısı yalıtım yönetmeliklerine uygun tasarlanmaları gerekmektedir. İçten dışa ve dıştan içe istenmeyen ısı alışverişinin önüne geçerek, yapıyı yılın her döneminde en az enerji harcayarak konforlu hale getirmek ve doğaya daha az zararlı madde salgılayarak daha az kirletmek açısından ısı yalıtımı çok önemlidir. (Çakır, 2000).

En genel anlamda ısı yalıtımı, ısı geçişini azaltan bir dirençtir. Isı yalıtım malzemeleri ise, farklı sıcaklıklardaki ortamlar arasında ısı yalıtımı amacıyla kullanılan, ısı iletkenlik katsayıları $0,065 \text{ W/mK}$ 'den küçük olan malzemelerdir. Uygulanan ısı yalıtımının cinsine bağlı olarak yapılardaki ısı kaybı % 30- 90 arasında azaltılabilir. Böylece yalıtım için harcanan maliyet (toplam inşaat maliyetinin % 1-2'si) 2-3 yıl içinde geri kazanılabilecektir [5].

Çatılardaki ısı transferi iletim, taşınım ve radyasyonla gerçekleşir. Güneşten çatıya ışınlama gelen ısı çatıdan emilip, bir bölümü geri yansıyacaktır. Çatı boşluğu dışarıdan daha soğuksa emilen ısı iletimle çatıdan iç mekanlara taşınacaktır. Çatı boşluğunun dışarıdan daha sıcak olduğu durumlarda ise işlem tersine çalışacaktır. Çatının içindeki ısı transferi ise taşınım ve radyasyonla olacaktır.

Çatılarda denetimsizce yayılan ısı, kullanıcıların konforunu bozacak, ısıtma veya soğutma için fazla enerji kullanılmasını gerektirecektir. Karşılaşılan sorunlar; genelde son katlarda oturanların kışın yeterince ısınamamaları ve yazın ise gereğinden çok fazla ısınmalarıdır. Bu şikayetler sonucunda mekanik ısıtma ve soğutma yoluna gidilmekte, böylece enerji için

harcanan maliyet atmaktadır [6].

Çatılarda ısının denetimsiz şekilde yayılmasına engel olacak önlemler alınmalıdır. İletim yoluyla ısının yayılmasını önlemek için yapı ürünleri arasına hava boşluğu yaratarak, ürünlerin birbirleriyle ilişkileri kesilmelidir. Taşınım yolu ile ısının yayılmasını önlemek için yaygın olarak, içlerinde birbiriyle temas etmeyen ve hava boşlukları bulunan polistren (XPS, EPS), poliüretan gibi sentetik esaslı köpükler ve cam yünü, tas yünü gibi mineral lif esaslı ısı yalıtım malzemeleri kullanılmaktadır. Kullanılan ısı yalıtım ürünlerinin kalınlıkları TS 825'e uygun kalınlıkta olmalıdır [6]. Işınım yoluyla ısının yayılmasını önlemek için, güneşten gelen enerjiyi yansıtacak alüminyum folyolar tercih edilir. Ülkemizde uygulanan çatılarda, ısının yayılım yollarından iletim ve taşınımına karşı önlemler alındığı halde, ısınım etkisi göz ardı edilmektedir (İldız, 2004).

2.3.2.2 Su Yalıtımı

Su, katı maddenin üç halinde de (katı, sıvı, gaz), yapı elemanlarını doğrudan doğruya veya dolaylı olarak yıpratır, ürünlerde kimyasal, fiziksel veya biyolojik değişimlere neden olan etkenlerden biridir. İyi tasarlanıp uygulanmış çatılarda yağmur suyunun çatı kaplamasının altına geçmediği kabul edilir. Kullanılan örtü kaplaması suyu yapıdan uzaklaştırıcı nitelikte olmalıdır. Fakat yağmurun şiddeti, içinde bulundurduğu kimyasal maddelerin aşındırıcı etkisi ve buna ek olarak özellikle küçük boyutlu çatı örtülerinin birleşim yerlerinde sızmaya neden olabilecek güçlü rüzgarlar karşısında ikinci bir su yalıtım tabakası ikinci bir koruyucu olarak görev yapmaktadır.

Kullanılan yalıtımın cinsi de kullanılan örtü kaplamasına göre farklılık göstermektedir. Günümüzde bitüm, alüminyum, polypropylen v.b. esaslı su yalıtıcı malzemeler kullanılmaktadır. Bölüm 4.3.1'de en fazla uygulama alanı bulan su yalıtım ürünleri ve uygulanış biçimleri ayrıntılı olarak verilmiştir.

Uygulanan su yalıtım tabakasının suyu oluğa kadar tüm çatı boyunca kesintisiz olarak iletecek şekilde monte edilmesine dikkat edilmelidir. Ekonomik ya da diğer nedenlerle tüm çatı yüzeyinde su yalıtımının uygulanmadığı durumlarda, saçaktan başlayarak çatı uzunluğunun en az 24'te birine kadar yalıtım uzatılmasına dikkat edilmelidir (Hardy, 1998).

Özellikle eğimden dolayı yağmur suyunun uzaklaşmasının daha zor olduğu az eğimli çatılarda; aşırı yağışların ve sert rüzgarların görüldüğü iklim şartlarında ki çatılarda su yalıtımı yapılması yapı sağlığı açısından gereklidir. Yalıtım uygulanırken baca dibi, duvar dibi, dere gibi noktalara özel önlemler alınarak su girişinin önüne geçilmelidir.

2.3.3 Çatı Kaplamaları

Çatı kaplamaları, çatının en üstünde yer alıp, dış etkenlere en açık olan yüzeylerdir. Kaplama seçilirken, çatının eğimi ve dış iklimsel veriler göz önüne alınmalıdır. Çatı kaplamasının kalitesi, çatı kaplamasının alt yapısı (taşıyıcı sistem) ve çatı kaplama malzemesinin yapısal ve niteliksel özellikleriyle doğrudan ilgilidir (Avlar ve Alver, 1999).

Kullanılan örtü kaplaması, iç ve dış fiziksel etkenlere dayanıklı (rüzgar, kar ve insan yüküne, yüzeysel darbelere ve yangına karşı); suyu ve nemi geçirimsiz; üretimi, uygulama alanına taşınması, uygulaması, bakımı ve onarımı kolay, hızlı ve maliyeti düşük olmalıdır (Ulkay, 1988).

Günümüzde en fazla kullanılan geleneksel malzeme olan pişmiş toprak esaslı kiremitlerin yanında asfalt shingle örtüler, metal kaplamalar, ondüle levhalar kullanım alanı bulmaktadır. Türkiye çatı kaplaması pazarı genel olarak incelendiğinde, pişmiş toprak esaslı kiremidin % 55, çimento esaslı kiremidin % 15, metal örtülerin % 10, bitüm esaslı örtülerin % 15 ve plastik esaslı örtülerin % 5 yer kapladığı görülmektedir [4].

Yapılan anket çalışmasında katılımcılardan konutlarının çatı biçimlerini eğimli çatı veya eğimli + teras çatı şeklinde cevaplayanlardan, çatı kaplamalarını belirtmeleri istenerek, en çok kullanılan çatı kaplaması bulunmaya çalışılmıştır. Verilen yanıtlar pişmiş toprak esaslı çatı örtüsü yani kiremidin % 77,5'le birinci sırada yer aldığını göstermektedir. Birbirine yakın olarak gözüken diğer oranlar incelendiğinde, en büyük payı % 4,5'le bitüm esaslı çatı örtüleri (asfalt shingle çatı örtüleri, oluklu kaplama levhaları) almaktadır (Bakınız Ekler Çizelge 2.3).

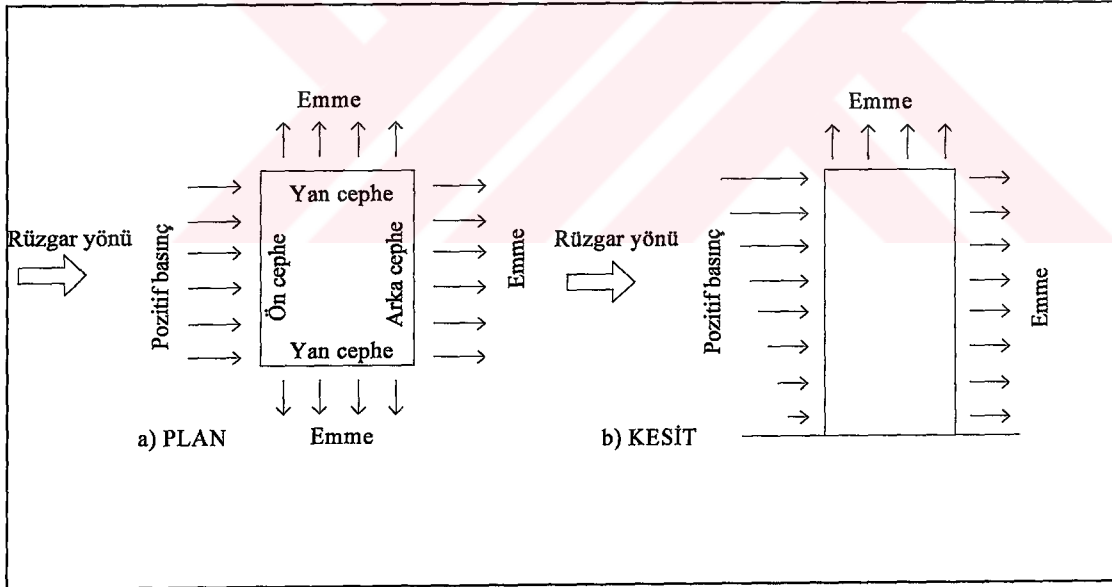
3. EĞİMLİ ÇATILARDA HAVALANDIRMA

3.1 Havalandırmanın Türünü Etkileyen Etmenler

Çatılardaki havalandırmanın türü tüm yapılarda farklılaşmaktadır. Havalandırmanın türü yapının bulunduğu coğrafi konumu, çatıyı etkileyen nem seviyesi, çatının formu, eğimi ve çatı içinde havalandırmanın konumuyla doğrudan ilgilidir.

3.1.1 Coğrafi Konum

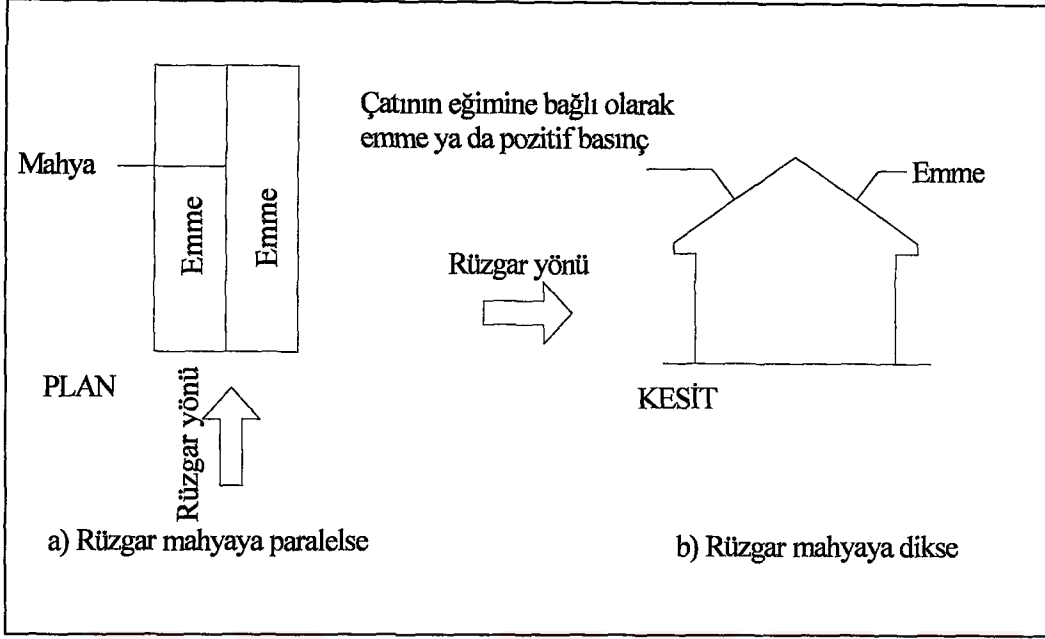
Yapıların coğrafi konumları onların ortalama rüzgar hızını belirler. Rüzgarın hızının ve büyüklüğünün artması, hava deliklerinde daha güçlü rüzgar oluşturacağından küçük havalandırma deliklerinin yeterli olabilecektir. Diğer gazlar gibi hava da bir kütle sahiptir. Hava yaklaşık 1.2 kg/m^3 basınca sahiptir. Kütlelerinden dolayı rüzgar bir cisimle karşılaştığında, esiş düzenini değiştirecek ve yapının çevresini dönecektir. Bu noktada etkilediği yüzeyde basınç gerilmeleri, diğer yüzeylerde emme etkisi ve buna bağlı olarak çekme gerilmesi yani negatif basınç alanı yaratmaktadır. Rüzgarın yapı cephelerine dik değil de köşelerinden geldiği durumlarda iki cephede pozitif basınç alanı, diğer iki cephe de ise negatif alanı oluşmaktadır (Patterson ve Mehta, 1994). Şekil 3.1'de plan ve kesitte pozitif ve negatif basınç alanları görülmektedir.



Şekil 3.1 Yapıya etkiyen pozitif ve negatif basınç alanları (Patterson ve Mehta, 1994)

Eğimli çatılarda mahyanın rüzgar yönüne paralel olduğu durumlarda negatif basınç yani emme etkisi oluşmaktadır. Rüzgarın mahya düzlemine dik olduğu zamanlarda ise çatının arka cephesinde emme etkisi oluşur. Rüzgarın çarptığı çatı yüzeyinde oluşan basınç ise çatının

eğimine bağı olarak değişmektedir. atı eğiminin 30°nin altında olduğu durumlarda bu yzeyde de negatif basınç alanı oluşmaktadır. Şekil 3.2’de eğimli çatılarda ruzgarın mahyaya paralel ve dik olduğu durumlarda oluşan basınçlar gsterilmiştir.



Şekil 3.2 Eğimli atılarda ruzgarın mahyaya paralel ve dik olduğu durumlarda oluşan basınç alanları (Patterson ve Mehta, 1994)

atılardaki havalandırmada da bu basınç alanlarından yararlanılır. Ruzgar pozitif basınç alanından negatif basınç alanına doğru hareket edecektir. Ruzgarın yönü değiştikçe pozitif ve negatif basınç alanlar da hareket eder. Ruzgar yönü kimi durumlarda saniye de 20°-30° değişebilir. Kimi durumlarda ruzgar çıkış delikleri ruzgar giriş delikleri halini alır (Hardy, 1998).

Yapının içinde bulunduğu konum da havalandırmayı etkilemektedir. Yapının; çevredeki yapılarla, ağaçlarla veya ruzgarın hızını azaltacak diğer nesnelere çevrili olması ruzgarın büyüklüğünü etkileyeceğinden havalandırmayı da etkileyecektir.

Yapının içinde bulunduğu coğrafi konum, iklimsel koşulları belirlemektedir. Dışarıdaki iklimsel veriler, çatı arasının i iklimsel verilerini etkileyecektir. Çatıdaki ve dış havadaki sıcaklık aralığı nemlenmeyi ve yoğuşmayı doğuran etkenlerdendir (Hardy, 1998).

3.1.2 Nem Seviyesi

Çatılarda havalandırma yapılmasının en önemli nedeni nemin yani su buharının çatıdan uzaklaştırılmasıdır. Su buharı çatıda onarımı zor, hatta imkansız sorunlara neden olabilmektedir. Günümüz yapılarının modern hastalığı olarak bilinen su buharının çatıdan

uzaklaştırması düşünüldüğünde su buharının çatıya giriş yollarının neler olduğu hatırlanmalıdır. Bunlar;

- Çatının akması nedeniyle sızan, rüzgarla taşınan, yağmur ve kar suyu, borulardan akan su,
- Yapı kabuğu dışından hava akıntısıyla çatı boşluğuna transfer olan su buharı,
- Yapı içinden, iç kaplama ürünlerini geçerek gelen su buharı,
- Yapı içinden gelen su buharının buhar bariyerleriyle karşılaşp bu noktalarda birikmesiyle oluşan su buharı biçiminde sıralanabilir.

Çatıda yapılacak havalandırma türü belirlenirken, yapıya etkiyen nem kaynakları ve oluşan nemin büyüklüğü göz önüne alınmalıdır. Yapıya etkiyen nem kaynakları Bölüm 3.2.1.2'de ayrıntılı olarak verilmiştir.

3.1.3 Çatı Formu ve Eğimi

Havalandırmanın başarısı, havalandırma tabakasındaki hava akışının büyüklüğüyle doğrudan ilgilidir. Havalandırmada temel ilke, dışardan gelen havanın içeriye doğru itilebilmesi, havalandırma tabakasına gidip, mahyadaki boşluklardan dışarı atılabilesidir.

Çatıların sahip oldukları eğim, havanın hareket kabiliyetini etkileyecektir. Eğim azaldıkça, çatılarda etkin ve sürekli bir havalandırma yapmak zorlaşacaktır. Çatı içinde ısınan hava rüzgarın da etkisiyle yükselmeye çalışacaktır. Eğim yüzdesi arttıkça, havanın hareketi de kolaylaşacaktır. Çatı eğimi arttıkça, çatının yüksekliği artacak, bu da havalandırmanın oluşturacağı baca etkisinin büyüklüğünü etkileyecektir [7].

Özellikle büyük parçalardan oluşan çatı kaplama ürünleri kullanıldığında (örnek metal kaplamalar) çatılar az eğimli tasarlanmaktadır. Kaplama örtülerinin taşıyıcı strüktürleri de dikkate alındığında, çatı arasında havanın hareketi için ayrılan boşluğun büyüklüğü azalmakta ve hava hareketi sınırlanmaktadır (Hardy, 1998).

Havalandırmanın etkinliğini etkileyen bir diğer unsurda çatının büyüklüğü ve formudur. Girişten çıkışı kadar hareket eden havanın sorunsuz hareketi, havalandırma tabakasındaki bazı engellerden, hava yolunun uzunluğundan ve eğimdeki değişikliklerden etkilenmektedir. Özellikle az eğimli çatılarda, hava akımının hızı, hava ve çatı tabakaları arasında oluşan sürtünme kuvveti nedeniyle azalmakta, kimi durumlarda tamamen durmaktadır. Hava akımının hızı üzerine yapılan deneylerde, beş metreden sonra bir yavaşlama olduğu tespit edilmiştir. Bu yüzden uzun hava yollarının kısa bölümlere ayrılmasında yarar görülmektedir

(Anonim, 2001).

Az eğimli çatılarda, çatı altı taşıyıcı sistemin kalabalık olduğu uzun çatılarda, çatı formu olarak karmaşık olarak adlandırabileceğimiz çatılarda havalandırma deliklerinin büyüklüğünün artırılmasında yarar vardır. Kimi durumlarda doğal havalandırma yeterli görülmeyip, mekanik havalandırmaya başvurulmaktadır. Ancak yapıya getirdiği ek maliyetler ve etkin bir şekilde çalışmamaları nedeniyle tavsiye edilmemektedir. Örneğin, çatı arasında biriken nem fazlalığı nedeniyle bir havalandırmaya gerek duyulduğunda eğer, ısıya duyarlı bir havalandırma kullanılıyorsa, yeterli ısıya ulaşamaması nedeniyle havalandırma çalışmayacaktır (Hardy, 1998).

3.1.4 Havalandırmanın Yeri

Havanın çatıya giriş ve çıkış noktaları havalandırmanın temelini oluşturmaktadır. Saçak, mahya, çatı yüzünde veya alın bölgesinde havalandırma delikleri veya pencereleri oluşturulabilmektedir. Çatı için en uygun havalandırma yerinin belirlenerek, tasarım yapılması gereklidir. Ancak kimi durumlarda, çatı havalandırılması için en uygun yer, uygulamada zorluklarla karşılaşılacağı düşünülerek uygulanmamaktadır. Bu gibi durumlarda uygulamaya kolaylık sağlayacak havalandırma bölgesi seçilmelidir. (Hardy, 1998).

3.2 Eğimli Çatılarda Havalandırma Eksikliğine Bağlı Sorunlar

Çatılar yapıları tamamlayan ve tüm iç ve dış etkilere açık yapı elemanlarıdır. Çatının temel görevi; yapıyı yağmur, kar, dolu şeklindeki yağışlar ve fırtına, kasırga, tayfun şeklindeki rüzgar hareketlerinden korumaktır. Yapım aşamasında bu özelliklerinden bir veya bir kaçına karşı gerekli önlem alınmaması veya yapım aşamasında gerekli önlemlerin alınmasına karşın kullanım aşamasında kısa süre sonra sorunların oluşması bu çatının başarısız olduğunu gösterir. Çatıların görevlerini yerine getirebilmesi için;

- Çatı biçimi işlevine uygun olarak seçilmeli,
- En uygun uygulama ürünleri ve detayları seçilmeli,
- İyi bir uygulama yapılmalı,
- Gerekli zamanlarda eksiksiz bakım ve onarım yapılmalıdır (Aköz, 1988).

Yağmur içinde bulundurduğu kimyasal maddelerle kaplama ürünlerinde aşındırıcı etkide bulunur. Bunun yanı sıra rüzgarla birleşip kaplama ürünlerinin arasından sızan yağmur suları çatının içine, oradan da yapının içine ulaşabilmektedir. Dolu ise hız ve büyüklüğüne bağlı olarak kaplama ürünlerinde bozulmalara hatta kırılmalara neden olmaktadır. Kar çatıya

getirdiği ek yük ve neden olduğu buzlanmayla çatıda büyük sorunlara neden olmaktadır. Don ve oluşturduğu yüksek sıcaklık farkları da çatılarda hasarlar oluşmasına neden olmaktadır. Rüzgar hızına, yönüne, çatının eğimine bağlı olarak, çatı ürünlerinde kalkmalara, kırılmalara ve kopmalara neden olmaktadır.

Atmosfer etkilerinin yanı sıra, yanlış kullanılan ürünler, tasarımcı, uygulayıcı ve hatta kullanıcıların hataları da çatıyı olumsuz etkileyerek hasarlara neden olmaktadır. Yapılan hatalardan biri de çatının yıllık periyodik bakımının yapılmamasıdır.

Kısa süreli periyodik bakımlarının aksatılmadan yapılması gerekliliği çatıların kullanım yani yararlılık süresini etkileyen en önemli unsurlardan biridir. Yapılacak bakımlar, çatıda oluşması muhtemel hasarların önüne geçecektir. Çatıdan yüksek oranda verim almak için zamanında bakım yapılmalıdır. Bakım eksikliği çatılarda çok kısa sürelerde onarıma ve hatta ürün değişikliğine yol açarak, ekonomik olarak da kullanıcılara zarar verecektir.

Çatının bakımı, yapı kullanıcılarının görevidir. Çatının bakımı, yağmur oluklarının ve süzgeçlerinin temizlenmesini, çatı yüzeyinin zararlı maddelerden arındırılmasını, çatı yüzeyinin kontrol edilerek kabarma, kırılma, kalkma oluşan yerlerin tespitini, çatıdaki özel birleşim noktalarının (baca dibi, dere v.b.) kontrol edilmesini içermektedir. Örneğin yağmur oluklarının yaprak v.b. yabancı maddelerle tıkanmış olması, suyun çatıdan uzaklaşmasını engelleyerek, çatının içine doğru basınç uygulamasına böylece içeriye doğru su sızıntılarına neden olacaktır. Yapılacak küçük müdahaleler, oluşacak büyük sorunların önüne geçecektir (Aker, 1998).

Bu doğrultuda ankete katılanlara, çatılarının her yıl bakımdan geçirilip geçirilmediği sorulmuştur. Verilen yanıtlara göre ortalama olarak % 15,5'i yıllık periyot bakımının yapıldığını, % 59,5'i gibi büyük bir oran bakımın yapılmadığının, sadece sorun yaşandığında, çatıyla ilgilenildiğinin ve çatının onarımdan geçtiğinin belirtmişlerdir. Bu konuda bir fikri olmadığını belirtenlerin oranı ise % 25'tir(Bakınız Ekler Çizelge 2.8).

Daha öncede belirtildiği gibi, belirli sürelerle çatı bakımının yapılmaması, onarım gerekliliğini artırarak, onarımlar arasında geçen süreyi de kısaltacaktır. Yapının diğer bileşen ve elemanları uzun sürelerle onarım gördükleri halde, çatının çok kısa sürelerle buna ihtiyaç duyması ve yapının kullanım maliyetini büyük miktarlarda yükseltmesi çatılara gereken önemin verilmemesinden kaynaklanmaktadır.

Çatılarda bakım yapılmasıyla, onarım zamanları arasındaki ilişkinin incelenebilmesi için, ankete katılanlara çatılarında ne kadar zamanda bir onarım yapıldığı sorulmuştur. Teras çatılı

yapılarda oturanlar bu konuda bir yorumda bulunamamışlardır. Eğimli ve teras+eğimli çatılı yapılarda oturanların ortalama %30'u 3-5 yılda bir, %14'ü 5-10 yılda bir, % 7'si 10-20 yılda bir ve % 2'si ise 20 yıldan daha fazlada bir çatıların onarım gördüklerinin belirtmişlerdir. Ankete katılanların yarısının onarım zamanı hakkında bir fikirleri yoktur (Bakınız Ekler Çizelge 2.9).

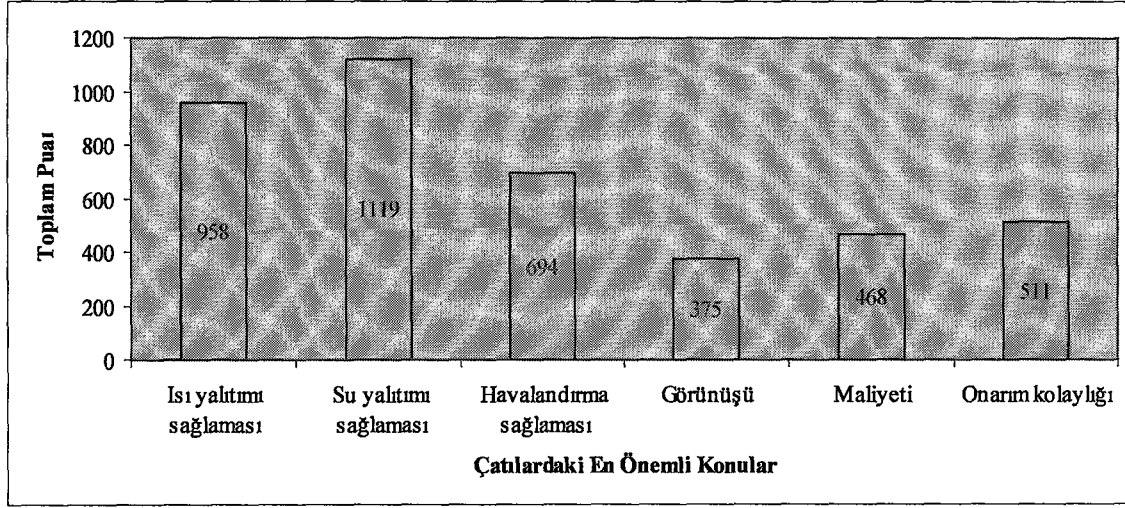
Çıkan yüzdelerde anlaşıldığı gibi, onarım zamanı 3-5 yıl gibi çok kısa süreler olarak gözükmektedir. Bu kadar kısa sürelerde sorunların yaşanıyor olması, çatılarda yaşanan sorunun büyüklüğünün göstergesidir.

Eğimli çatılarda ortaya çıkan sorunlardan bazıları, etkili bir havalandırma yapılmamasından kaynaklanan sorunlardır. Havalandırma yapılmaması, özellikle çatıların karşı koyması gereken önemli bir unsur olan nem ve onun hareketinin denetim altına alınmasını zorlaştıracaktır. Nem kontrolü, yapı içi ve dışı nem kaynaklarının bilinerek, bu nem kaynaklarıyla, tüm yapı ürünlerini koruyacak şekilde baş etmeyi amaçlar. Nemin hareketi ve çatı üzerindeki etkileri, çatının tasarım aşamasında düşünülmesi gereken bir tasarım ölçütüdür [7].

Çatı altında devamlı ve etkin bir havalandırma yapılması çatı sistemlerinin devamlılığı ve oluşacak hasarların önlenmesi için çok önemlidir. Yapılacak olan havalandırma çatıdaki ısı yalıtımı ve su yalıtımı katmanlarının başarısını da çok büyük ölçüde etkilemektedir. Havalandırmanın eksikliği, yalıtım katmanlarının işlevlerini yerine getirememesine ve yapıda su ve ısı kaynaklı sorunların doğmasına neden olmaktadır.

Yapılan anket çalışmasında, katılımcılardan çatılarda dikkat edilmesi gereken, en önemli konuları önem sırasına göre sıralandırmaları istenmiştir. Böylece yanıtlayanların, çatılarda havalandırma konusuna verdikleri önem ve bu konudaki yeterince bilgi sahibi olup olmadıkları anlaşılmaya çalışılmıştır. Şekil 3.3'de de gözüktüğü gibi katılanların % 77 si çatılardaki en önemli konunun su yalıtımı olduğuna dair fikir birliğine varmıştır. Alınan sonuçlardan, çatının asıl görevi olarak nitelendirebileceğimiz suyu yapıdan uzaklaştırma, katılımcılar tarafından da en önemli unsur olarak seçilmiştir. Yalıtımın diğer bir ayağı olarak nitelendirebileceğimiz ısı yalıtımı da su yalıtımının takip etmiştir. Isı ve su yalıtımının verimliliğini etkileyen en önemli unsur olarak nitelendirebileceğimiz havalandırma üçüncü sırayı almıştır. Havalandırmayı çatının onarımının kolay oluşu, maliyetinin düşük olması ve görünüşü takip etmiştir (Bakınız Ekler Çizelge 2.10).

Bazı katılımcılar tarafından ek olarak belirtilen bir özellik de çatının yapıya fazla yük bindirmemesidir.



Şekil 3.3 Çatılardaki en önemli konular

Çatılarda havalandırılma yapılmaması özellikle aşağıda belirtilen dört soruna neden olmaktadır:

- Su buharının, nemin çatı boşluğundan, strüktürel elemanlardan, kaplama ve yalıtım malzemelerinden uzaklaştırılamaması,
- Karın, yapı içinden gelen sıcak havayla ısınarak erimesine bağlı olarak buzdan barajlar oluşması,
- Çatının fazla ısınması ve kaplama ürünlerinin kullanım ömürlerinin azalması,
- Isıtma ve soğutma yükünün artması, yapı konforunun azalması.

Şekil 3.4'de havalandırmasız bir çatıda yazın ısı birikmesinin kışınsa nem birikmesinin çatıda oluşturduğu sorunlar kısaca verilmiştir.



Şekil 3.4 Havalandırmasız çatılarda yazın ve kışın oluşan sorunlar [8].

3.2.1 Nemli Çatı Boşluğundan Uzaklaştırılmaması

Ekonomik ve teknolojik gelişmeler nedeniyle nem ve onun getirdiği sonuçlar günümüz yapılarının büyük bir sorunu, hatta yapıların modern bir hastalığı haline almıştır. Yükselen enerji maliyetleri yapılarda ısıtma için kullanılacak enerji miktarını azaltmayı ve enerji korunumlu binaların artmasını sağlamıştır.

Eski yapılar kendilerini havalandıracak düzenekteydiler. Günümüz modern yapılarında ise, daha çok yalıtım ve daha az doğal havalandırma prensibinden yola çıkılmıştır. Oluşan ekonomik durgunluğa bağlı olarak finansal baskılar da inşaat sektörünü daha az maliyetli yapılar yapmaya yöneltmiştir. Bu durum yapı içindeki oluşabilecek ısı kayıplarının önüne geçtiği halde, yapı içi havasının nem, koku ve çeşitli zararlı gazlar oranının artmasını sağlamıştır. Şekil 3.5'de yalıtım nedeniyle nefes alamayan günümüz yapı içlerinde ısı, su buharı ve kirli havanın birikerek, yapı içi havasını olumsuz yönde etkiledikleri gösterilmiştir (Oliver, 1997).



Şekil 3.5 Günümüzün geçirimsiz yapıları [9]

Bu etkenler, değişen dünyanın değişen yaşama alışkanlıklarıyla birlikte yapılarda ki nem sorunlarını doğurmuştur (Oliver, 1997).

Yapılarda oluşan nemin % 25'i çatılarda toplanmaktadır. Eskiden en büyük sorun yağmur girişi olan çatılar da, günümüzde nemin etkileri ve sonuçları daha büyük bir sorun olarak kabul edilmektedir (Oliver, 1997). Çatı, su buharından kolayca yaralanabilmektedir. Kışın yoğunlaşma, yağmur girişi kadar hatta daha büyük bir sorun noktası oluşturur. Su buharı ve sonucunda oluşan yoğunlaşma veya yapının uygulanması aşamasında çatı elemanlarını etkileyen nem, çatıyı etkileyip, yapısal zararlar vermekte, yalıtımın etkisini azaltmakta ve sonucunda yağmur girişine izin vermektedir [7].

3.2.1.1 Nemle İlgili Tanımlar

Hava, çeşitli gazların ve su buharının bir karışımıdır ve asla kuru değildir. Çünkü bir miktar su buharı formunda su taşımaktadır. Havanın taşıdığı bu su buharı nem adını almaktadır. Havadaki bileşenlerin her birinin oranı sabitken, su buharı miktarı havanın sıcaklığıyla değişmektedir.

Kapalı bir hacmin nemi aşağıdaki etkenlere bağlıdır:

- Nemi meydana getiren kaynaklardan oluşan nem miktarı (g/h)
- İç hava sıcaklığı (°C)
- Dış hava nem miktarı (g/m³)
- Hava değişim sayısı (n)
- Kapalı hacme giren dış hava miktarı (Baldaş ve Kantar, 1975).

Hava gibi su buharı da bir gazdır. Onunda sahip olduğu bir basınç vardır. Hava ve su buharı birbirine karıştığı halde, su buharı basıncı hava basıncından farklıdır. Yani hava ve su buharı

basıncı birbirinden farklı düşünölmelidir.

Buhar basıncı, havadaki var olan su buharı miktarına bağılıdır. Havanın taşıyabileceğı bir su buharı limiti vardır. Havanın taşıyabileceğı en fazla su buharını taşımasına doymuşluk, buhar basıncına ise doymuşluk buhar basıncı denir. Doymuş havada su buharı şeklinde bulunan su miktarı, havanın sıcaklığıyla doğru orantılıdır. Doymuş havadaki buhar miktarı sıcaklık artırılarak yükseltilebilir.

Havadaki su buharı miktarı, bağıl nem miktarı (ϕ) olarak bilinir.

$$BN = \frac{\text{Belli bir sıcaklıkta havada bulunan su buharı miktarı}}{\text{Belli bir sıcaklıkta havanın taşıyabileceğı maksimum su buharı miktarı}} \times 100$$

Belli bir sıcaklıkta havanın taşıyabileceğı maksimum su buharı miktarı

Havadaki buhar miktarı, buhar basıncıyla orantılı olduğundan

$$BN = \frac{\text{Belli bir sıcaklıkta havada bulunan su buharı basıncı}}{\text{Belli bir sıcaklıkta doymuş havanın maksimum su buharı basıncı}} \times 100$$

Belli bir sıcaklıkta doymuş havanın maksimum su buharı basıncı

Doymuş havanın bağıl nemi % 100 olarak kabul edilir. Örnek olarak % 50 bağıl nem, havanın taşıyabileceğı nemin yarısını taşıdığı anlamına gelir. Bağıl neminin % 0 olması havanın tamamen kuru olmasıdır.

Bağıl nem, insanın onu hissedebilmesine bağılıdır. Havanın bağıl nemine bağılı olarak kişi havayı kuru veya daha nemli hissedebilir. Örnek olarak sıcaklığın yüksek ve bağıl nem oranının % 20 olduğu bir ortamda, sıcaklığı daha düşük ve bağıl nem oranının % 50 olduğu bir ortamdan daha çok su buharı bulunduğu halde, bağıl nem oranının düşüklüğünden dolayı kullanıcılar tarafından daha çok kuruluk hissedilebilir (Patterson ve Mehta, 2001). Tablo 3.1'de değışik hava sıcaklıklarındaki doymuş havanın taşıyabileceğı su buharı miktarları ve su buharı basınçları verilmektedir.

Çizelge 3.1 Doymuş havadaki su buharı miktarı (bağıl nem % 100) (Oliver, 1997)

Hava sıcaklığı (°C)	Su buharı miktarı (g/kg hava)	Su buharı basıncı (mbar)
5	5,3	8,7
10	7,5	12
14	10	16
18	13	21
24	18,75	30,4

Düşük nemli hava insan derisini kurutmaktadır. Statik elektrik sorunları, sağlık sorunları yaratıp kişiyi konforsuz kılar. Aynı şekilde çok nemli hava da küf oluşumuna olanak sağlayarak konfor koşullarını bozar. Bu nedenlerle bağıl nemin ortalama % 40 olması istenmektedir.

3.2.1.2 Nemin Nedenleri

Çatılarda oluşan nem sorunlarının anlaşılabilmesi için öncelikle nem kaynaklarının iyi bilinmesi gereklidir. Yapıların üretimi fabrika koşullarında gerçekleştirilemediği için, birçok su ve nem kaynağıyla karşı karşıya kalınmaktadır. Bu da yapılara nemin girişinin tamamen kesilememesinin temel nedenidir.

Çatılarda ortaya çıkan nemlilik, değişik nedenlerle oluşmaktadır. Oluşan nemlilik, konstrüksiyon şekline, kullanılan malzemelere, oluşturulan iç iklime, mekanlara bağlı olarak şekillenmektedir (Oliver, 1997).

Yapıyı etkileyen nem kaynakları yapım aşamasındaki nem girişi, yapı içi etkinlikleri sonucu havaya karışan su buharı ve dışardan içeriye giren yağmur suyu olarak sıralanabilmektedir.

1- Yapı nemi (Yapım aşamasında nem girişi)

Yapıda kullanılan özellikle mineralli ürünlerdeki nem, gelecekte ortaya çıkacak sorunların kaynağı olabilmektedir. Su buharı, yeni inşa edilmiş binaların ilk yıllarında yapı malzemelerinin kuruması sonucu doğaya karışmaktadır. İçine katılan sudan dolayı taze beton, yapım aşamasında yağmur suyuyla karşılaşan malzemeler, ıslak uygulanan malzemeler, ağaç işleri gibi su kaynakları yapının tamamlanmasından sonra bir yıl boyunca su buharı üreteceklerdir. Bu zaman, yapının kuruma zamanı olarak adlandırılır. Üç katlı bir yapının yıllık kuruma zamanında çıkardığı su buharı miktarı 4000-8000 litre arasında değişmektedir (Baldaş ve Kantar, 1975; Christian, 1994).

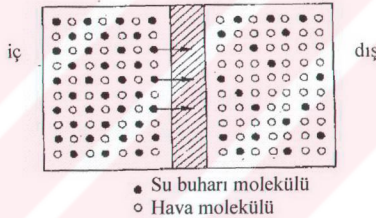
2- Su buharı üretimi

Yapıların içinde yaptığımız normal etkinliklerin büyük çoğunluğu birer su buharı kaynağıdır. Çizelge 3.2'de en sık yaptığımız eylemler sonucunda bir saatte havaya karışan su buharı miktarları gösterilmektedir.

Çizelge 3.2 Evdeki aktivitelerle üretilen su buharı miktarı (Christian, 1994)

Aktivite	Bir saatte oluşan su buharı miktarı (gram/saat)
Çalışma	100
Uyuma	50
Küvette yıkanma	1000
Duş yapma	1500
Yemek pişirme	400-1000

Yapı içindeki etkinliklerle ortaya çıkan su buharı, yeterli derecede havalandırma yapılmıyorsa, birikip yapı içindeki su buharı basıncını yükseltecektir. Kışın ısıtılmış bir yapının havasındaki nem, yani su buharı ve su buharı basıncı her zaman dışarıdaki havadan fazladır. Buhar basıncındaki bu farklılık, buhar basıncını çatı sisteminin içine doğru hareket ettirmeye çalışır. Isının daha soğuk tarafa akması gibi, buhar molekülleri de daha az basınç olan tarafa doğru akarlar (Şekil 3.6). Buhar difüzyonu adını alan bu buhar akışı, yüksek basınçtan alçak basınca doğru gerçekleşir. Genelde sıcak havanın basıncı yüksek, soğuk havanın basıncı ise düşüktür.

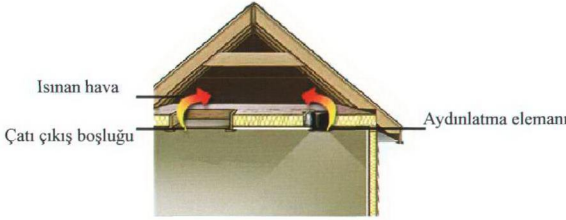


Şekil 3.6 Buhar difüzyonu ile ilgili şema (Baldaş ve Kantar, 1975).

Yapı içinde oluşan su buharı, çatı döşemesinde oluşan deliklerden, iyi yalıtılmamış birleşim noktalarından ve bacalardan çatıya ulaşacaktır.

Su buharının çatıya ulaşmasının bir diğer yolu da hava akışıdır. Isıtılmış bir yapı, çevresinin soğuk havayla çevrili olması özelliğinden bir bacaya benzetilebilir. Yapının üst bölümlerindeki hava basıncı her zaman dışarıdaki hava basıncından daha fazladır. Bu da yapının bir baca gibi çalışıp, yukarıya doğru bir hava akışına neden olmasını sağlayacaktır. Hava ve su buharı birbirine karışmış olduğundan yapının üst bölümlerine doğru bir su buharı, yani nem akışı gerçekleşir. Hava akışı özellikle yapı elemanlarının birleşim yerlerinde oluşan

çatlaklardan geçmektedir. Döşemeyi delen tesisat boruları, aydınlatma elemanları, elektrik telleri, ısıtma ve soğutma elemanları çevreleri, bacalar ve çatıya açılan kapılar hava akışının oluşması için uygun yerlerdir. Şekil 3.7’de ısının ve su buharının çatıya ulaşım yollarından aydınlatma elemanı ve çatı çıkış boşluğu gösterilmektedir.



Şekil 3.7 Isının ve su buharının çatıya ulaşım yolları [9]

3- Yağmur Suyu Girişi

Çatıda oluşan nemin en büyük etkenlerinden biri dışardan içeriye giren yağmur suyudur. Yağışlar normalde çatı için beklenen bir etkidir. Çatının her koşul ve süredeki yağmura karşı direnç göstermesi ve içeriye su girişini önlemesi beklenir. Çatıdan içeriye doğru bir su akışının olması için üç etkenin bir arada bulunması gerekir. Bu etkenler sırasıyla çatı yüzeyinde olması gereken su, bu suyun içeriye doğru akabileceği delikler ve suyu içeriye doğru itecek bir kuvvettir. Eğer bu etkenlerden üçü bir arada bulunmuyorsa çatı içine su akışı gerçekleşemez. Çatıda yağış yoksa veya içeriye sızmayı sağlayacak delikler yoksa su girişi olmayacaktır. Yağmur yağdığı zaman içeriye su sızacak delikler olduğu halde suyu içeriye doğru itecek kuvvetler kontrol altına alındığında da su akışı gerçekleşemeyecektir. Bu kuvvetler, çatı eğimiyle ve kullanılan örtü kaplamasının büyüklüğüyle doğru orantılı olan yerçekimi kuvveti ve hidrostatik basınçtır. Hidrostatik basınç, içerde oluşan basınçtan daha az olduğunda su akıntılarını gözükmektedir. Yağmur suyu girişi, aynı zamanda yerçekimi akışı kar, buz veya diğer etkenlerle engellenip, suyun çatı yüzeyinde biriktiği durumlarda gerçekleşmektedir [7]

3.2.1.3 Nemin Sonuçları

Yapılarda ortaya çıkan nemliliğin en etkili sonucu yoğuşmadır. Değişen yaşam standartları ve yapım standartlarının farklılaşması, yapılarda ki nem oranının artmasına dolayısıyla yoğuşmanın ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Yoğuşmanın kendisini en çok gösterdiği yapı bileşeni çatılardır.

A. Yoğuşma

Yoğuşma, havanın su buharına doydugu noktadan (bağıl nem % 100) itibaren sahip olduğu fazla su buharının sıvı hale dönüşmesidir.

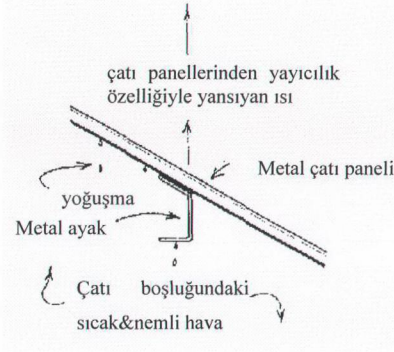
Havada var olan su buharı miktarı havanın sıcaklığıyla doğru orantılıdır. Sıcak hava, soğuk havaya göre daha fazla su buharı taşıyabilir. Belli bir sıcaklıkta ve bağıl nemdeki havanın sıcaklığının artması bağıl nemi düşürecektir. Sıcaklık azaldıkça bağıl nem artacak ve % 100'e ulaşacaktır. Bundan sonra sıcaklık düşürülmeye devam ederse, su buharı su şekline dönüşecek ve yoğuşma gerçekleşecektir. Bu noktaya yoğuşma noktası denir. Doymuş havaya, dışarıdan su buharı eklenerek veya sıcaklığı düşürülerek yoğuşma sağlanabilir.

Yoğuşma doğada çok sık rastlanan bir olaydır. Yapılarda ise su buharının soğuk yüzeylerle temas ettiğinde görünür hale dönüşür. Kışın pencere camlarında oluşan su buharı, yapılarda görülen yoğuşmanın en iyi örneğidir.

B. Yoğuşma Çeşitleri

- **Yüzey yoğuşması - terleme:** Yüzey yoğuşması özellikle cam, metal gibi sert ve soğuk yüzeylerde görülen yoğuşmadır. Camda oluşan terleme gözle görülebildiği halde, duvar kağıdı gibi nem emici kaplamalarda gözle görülmesi daha zordur.

Çatılarda gözüken terleme özellikle gökyüzünün açık olduğu gecelerde, çatının radyasyonla ısı kaybetmesi nedeniyle gerçekleşmektedir. Metal çatı kaplamalarında daha çok karşılaşılmaktadır. Metal kaplamalar da diğer çatı kaplamaları gibi ısıyı emip ışın halinde çevreye yayar. Kaplamanın ışın yayma özelliği daha fazlaysa, çevreye daha fazla enerji yayacaktır. Serin ve bulutsuz açık gecelerde metal kaplamaların radyasyonla ışın yayma oranı en yüksek değerdedir. Gün doğumu sırasında, dış hava sıcaklığı yükselmeye başladığında, metal panellerin sıcaklığı dış havanın neredeyse 6 °C altındadır. Bu nedenle metal paneller diğer kaplama türlerine göre daha çok soğurlar. Çatı sistemi içinde ısınan nemli hava, soğuk metal panellerle karşılaşınca, yoğuşma gerçekleşir ve su damlacıkları şeklinde çatı içinde akıntılar oluşur. Yoğuşma genelde metal panellerin alt bölümünde, panel ve paneli taşıyan ayaklar arasında olur. Yoğuşmanın sonucunda metal panellerin korozyona uğramaları da mümkündür (Oliver, 1997; Hardy, 1998). Şekil 3.8'de çatı boşluğundan gelen sıcak ve nemli havanın, metal panellerle karşılaşır çatıyı terk edememesi nedeniyle oluşan yoğuşma gözükmektedir.



Şekil 3.8 Metal çatı panellerinin altında gözükken yoğuşma (Hardy, 1998)

- **Dokusal yoğuşma:** Dokusal yoğuşma, sistem içinde oluşan yoğuşma çeşididir. Özellikle ılıman iklimlerde yapı iç sıcaklığı, dışarıdan daha fazladır. Isınan su buharı yükselip, dışarıya çıkmaya çalışırken yolu üzerindeki çatı sisteminde soğuk havayla karşılaşır yoğuşacaktır. Tam olarak ne zaman ve nerede oluştuğunu gözlemek zordur. Genelde yoğuşma, yalıtımın bozulması, paslanma gibi sonuçlarından sonra anlaşılmaktadır.

C. Yoğuşmanın Sonuçları

Havada var olan su buharı tek başına yapıya zarar vermediği halde, suya dönüştüğü, yani yoğuşmanın gerçekleştiği durumlarda zararlı olabilmektedir (Patterson ve Mehta, 2001).

Yoğuşmanın en fazla görüldüğü noktalardan biride çatılardır. Yüksek orandaki nemliliğin büyük bir sonucu olan yoğuşma, özellikle iyi yalıtılmış çatılarda, iyi yalıtılmamış çatılara göre daha sık gözükmektedir. İyi bir yalıtım uygulaması yapılmamış çatılarda, çatı boşluğu sıcaklığı, yapı içinden gelen sıcak hava nedeniyle yeterli yalıtımın yapıldığı çatılara göre daha yüksek olacaktır. Sıcak hava bünyesinde daha fazla nemi barındırabilmektedir. Yalıtımlı yapılarda oluşan daha soğuk çatı boşluklarında ise, düşük nem oranları sonucunda kolaylıkla yoğuşma olayına rastlanmaktadır.

Yoğuşma ile çatı kesitinde biriken nemin oluşturacağı kötü etkiler aşağıda sıralanmaktadır.

- Çatı kesitini oluşturan sistem malzemelerini ıslatır. Metallerde korozyona, ahşapta çürümeye, kaplamalarda kabarmaya neden olur ve strüktürün dayanıklılığını azaltır. Kimi durumlarda çatının tamamen çökmesine neden olmaktadır.

- Islanan yalıtımın ısı iletkenliği artacak, R değeri azalacaktır. Bu da yalıtım etkisini azaltacaktır. Islaklığın uzun sürmesi Şekil 3.9'da görüldüğü gibi yalıtımın parçalanmasına neden olacaktır. Bu durumda ısısal konforun sağlanması için daha fazla enerji harcanılması gerekecektir. 10 cm kalınlığında ıslak bir ısı yalıtım tabakası, m²'sinde 96 kg su taşır. İçerdiği bu su, yalıtımı parçalamanın yanı sıra, çatıdaki diğer ürünlere de zarar verecektir (Tobiasson, 1994).



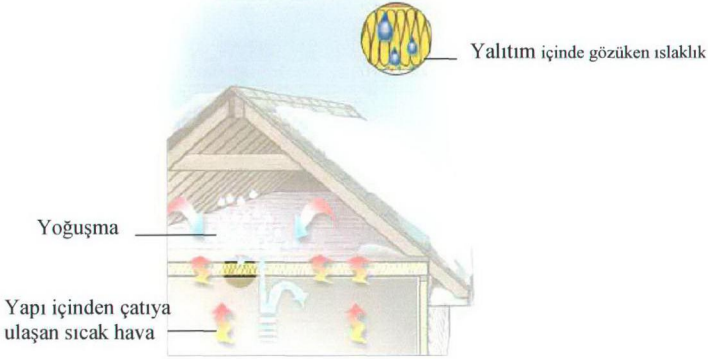
Şekil 3.9 Nemlenme sonucunda parçalanmış çatı yalıtımı [8]

- Nemden dolayı ısı iletkenliği artan kesitten geçen buhar miktarı da artacağından yoğuşma daha da artmaktadır. Nemlenen kabuk elemanı da, ortam konforunda olumsuzluk yaratacaktır. Bunun yanı sıra havadaki artan nem oranı kullanıcıların sağlığını da olumsuz yönde etkileyecektir.

- Elemanların içine işleyen su, kesit içindeki tuzun yüzeylerde birikmesine, yani çiçeklenmeye ve küfe neden olacaktır. Bağlı nemin özellikle % 70 oranında olduğu ortamlar mikrobiyolojik canlıların üremelerine izin verip, sağlık için büyük bir risk teşkil etmektedir.

- Kesit nemden etkilenmeyecek malzemelerden oluşsa bile yoğuşan suyun buharlaşmak istemesi sonucu oluşan kuvvetler kesitin buhar difüzyonu direncini (μ) yüksek katmanlarını zorlayarak hasarlara neden olabilir.

- Fazla yoğuşma, çatı strüktüründen alt yaşama mekanlarına doğru su akıntılarının nedeni olacaktır (Şekil 3.10). Akma olmasa bile yanlış yerde bulunan su nemlenmeyi daha da fazlaştıracaktır (Oliver, 1997; Özgür, 1982; Patterson ve Mehta, 2001).



Şekil 3.10 Çatıda oluşan nemlenmenin çatıya ve yalıtıma zararları [9]

3.2.2 Buzlanma Sorunu

Buzlanma, ülkemiz koşullarında sadece doğu bölgelerinin bir sorunu olarak gözüke de kar ve karın getirdiği olumsuzluklar tüm yerleşim birimlerinin karşı karşıya kaldığı önemli sorunlardandır (Çukurçayır, 2002).

Kar ilk etkisini gösterdiği çatılar için özellikle strüktürel bir sorundur. Yoğun kar yağışları veya tasarım ve uygulama eksiklikleri sonucunda strüktürel çatı hasarları oluşmaktadır. Bu hasarlar kimi zaman çatının tamamen çökmesiyle sonuçlanmaktadır. (Hardy, 1998).

Kar ve karın oluşturduğu yük özellikle eğimli çatılarda, önemli bir tasarım ölçütüdür. Oluşacak kar yükü, hava sıcaklığı, rüzgar hızı ve yönü, çatı eğimi, yapının konumu, diğer yapılarla olan ilişkisi ve yapı içinden dışarı doğru olan ısı transferinden etkilenmektedir. Çatı eğimi fazla ise çatıda biriken kar, yerde oluşan kar yükünün % 30-50'sini aşmamaktadır. Şiddetli esen rüzgar karın, esinti yönünde yer değiştirip, bazı noktalarda aşırı yüklenmesine neden olacaktır. Eğim üzerinde eşit olarak dağılmayan kar yükü, çatı strüktürü üzerinde tahribata neden olacaktır (Hardy, 1998, Çukurçayır, 2002).

Eğimli çatılarda karın oluşturduğu en önemli sorun buzlanmadır. Sanıldığından daha yaygın olarak ortaya çıkan ve özellikle saçak bölgelerinde oluşan buz bentleri karın erimesi ve tekrar donması döngüsünün bir sonucudur. Yoğun kar yağışının ve havasızlığın saçaklarda neden olduğu buzlanma aşağıdaki Şekil 3.11'de görülmektedir.



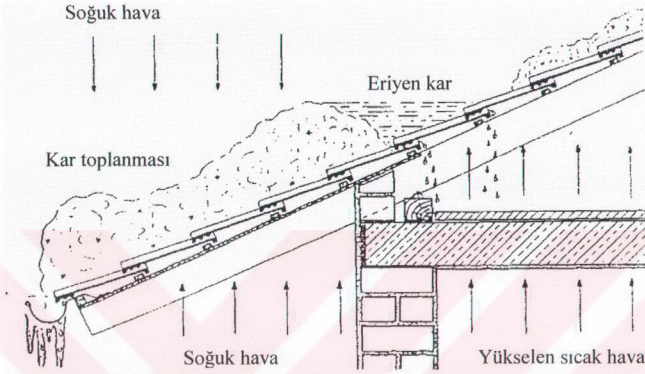
Şekil 3.11 Eğimli çatılarda kar sularının saçaklarda neden olduğu buzlanma
(Tobiasson, 1994)

Çatılarda biriken kar, güneşten gelen UV ışınlarıyla eşit şekilde erimeye başlar. Ancak yapı içinden gelen sıcak hava, çatının bazı bölgelerindeki sıcaklığın artmasına neden olur. Genelde sıcaklığın 0 °C'ye ulaştığı bölgelerde, dışarıdaki sıcaklık donma seviyesinin altında olduğu halde kar çatı yüzeyinde hızla erimeye başlar. Karın erimeye başlama zamanı kar kalınlığı, rüzgar koşulları, çatı konstrüksiyonu, dış hava sıcaklığı, iç hava sıcaklığı, iç mekandan dışarıya kaçan ısı miktarıyla ilgilidir. Yalıtımsız binalarda dış hava sıcaklığının çok düşük olduğu zamanlarda bile erime gözüktüğü halde, yalıtımlı binalarda bu sıcaklık yükselmektedir (Johnson, 2000) [10].

Eriyen kar suyu saçaklara doğru ilerler. Yapı içinden gelen sıcak hava saçaklara ulaşmadığı için, saçaklar üst bölgelere göre daha soğuktur. Eriyen kar suyu bu noktada soğuk hava yüzünden donarak buz halini alır. Bu döngü bu şekilde devam etmektedir. Oluşan buz tabakası bir baraj gibi çalışarak, eriyerek akan suyun önünü keser ve kar suyunun yapıdan uzaklaşmasını engeller. Sürekli donan kar suları sonucunda oluşan buz kütesinin büyüklüğü de artar ve ısınan bölgelere kadar çıkar. Bu noktadan itibaren kar suları daha az donar (Çukurçayır, 2002).

Oluşan buz kütleleri bir baraj görevi görerek, kar sularının yapıdan uzaklaşmasını engelleyecektir. Bu nedenle çatıdan aşağıya doğru akamayan kar suları kendilerine çıkış noktası arayacaktır. Bu noktada rüzgar ve kılcal emme, kar suyunu özellikle parçalı gereç kaplama ürünlerinin birleşim yerlerinden yukarı doğru itmekte bu da boşluklardan sızıp yapının iç bölgelerine doğru ilerlemesine neden olmaktadır. Oluşan buzlanmanın büyüklüğü,

rüzgar ve çatı eğimine bağlı olarak kar suyunun 15 hatta 30 cm yukarıya doğru ilerlediği görülebilir. Bu noktalardan sızan su yapı içine ulaşır, yalıtım varsa ıslanmasına, ahşap strüktürün kabarmasına, kaplamaların kalkmasına, çatı döşemelerinde akmalara neden olacaktır (Çelik, 1976, Johnson, 2000). Şekil 3.12’ de yapı içinden yükselen sıcak havanın neden olduğu, buzlanmanın sonucu olarak çatının içine doğru gerçekleşen su akıntılarını göstermektedir.



Şekil 3.12 Eğimli çatılarda kar sularının saçaklarda neden olduğu buzlanma (Işık, 1988)

Oluşan buzlanmayı etkileyen önemli bir etken de çatının eğimidir. Az eğimli bir çatıda eriyen kar suyu, daha eğimli bir çatıya göre daha iç noktalara ulaşır, daha büyük su akıntılarını neden olacaktır. Burada kullanılan çatı kaplamasının büyüklüğünün de önemi vardır.

Çatılarda ısıtılan mekandan yani duvardan sonra uzatılacak saçağın genişliği de su girişini etkileyecektir. Saçağın dar yapılması, kar sularının saçağın üst noktalarında eriyerek, ısıtılan mekanlar üstünden çatının içine girmesine neden olacaktır [10].

Saçaklarda oluşan buzlanmanın, çatıya getirdiği bir diğer olumsuzlukta ağırlığı nedeniyle oluşturacağı strüktürel hasarlardır. Oluşan ağırlık saçağa hasar vermekle beraber, buzların saçaklardan kırılıp zemine düşmesi, çevrenin yanında yapı içi ve dışı kullanıcılarının sağlığını da tehdit edecektir [11].

Buzlanmayı engellemek için, sadece saçak bölgesindeki karların süpürülmesi, ortaya çıkacak eşit olmayan kar dağılımı yüzünden tehlikelidir. Buzlanmayı engellemek için çatı sıcaklığının dış hava sıcaklığına eşit olması sağlanmalıdır. Bunun için de iyi bir ısı yalıtımı, su yalıtımı ve

en önemlisi uygun bir havalandırma oluşturulmalıdır (Hardy, 1998).

3.2.3 Soğutma Yükünün Artması Sorunu

Günümüz yapılarının özellikle üst katlarında yaşanan en önemli sorun, kışın soğuklar nedeniyle yeterince ısınamama, yazınsa aşırı sıcaklar nedeniyle konfor koşullarının sağlanamamasıdır. Bu durumda çözüm olarak mekanik ısıtma veya soğutma sistemlerine başvurulmaktadır. Kullanıcıların tüm yıl süren bu konfor arayışları, ısıtma ve soğutma enerjisi gereksinimi, dolayısıyla yakıt tüketimi ve enerji giderlerinin artması şeklinde kendini göstermektedir.

Yapının içine giren ve çıkan enerji miktarının kontrol altında tutulması noktasında, çatılara büyük rol düşmektedir. Dış etkenlere diğer yapı bileşenlerinden daha açık olduklarından, değişen dış hava sıcaklıklarına karşı iç sıcaklığı dengede tutarak istenmeyen ısı alışverişinin önüne geçilmesinde ve enerji korunumunun sağlanmasında çatıların önemi büyüktür (Çakır, 2000).

Bir enerji türü olan ısı, her zaman sıcaklığı yüksek olan nesneden, sıcaklığı düşük olan nesneye doğru hareket eder. Bu hareket, nesnelerin sıcaklığı eşit olana kadar devam eder. Isının yayılımında üç yol vardır.

- İletim yoluyla: İletim, molekülden moleküle ısı enerjisinin, moleküllerin titreşimleriyle geçtiği yayılma biçimidir. Moleküller birbirine ne kadar yakınsa iletim o kadar etkili olur. Burada molekül hareketi değil, enerji hareketi vardır. Isı naklinin hızı, malzemeye göre değişiklik gösterir.

Gümüş, bakır, alüminyum gibi malzemeler ısıyı kolaylıkla naklederler. Poliüretan köpük, cam yünü, stropor gibi ürünler ısıyı çok yavaş ilettikleri için çatılarda genelde ısı yalıtım ürünleri olarak kullanılırlar.

- Taşınım yoluyla: Taşınım, moleküllerin yer değiştirme hareketiyle gerçekleşir. Bu nedenle sadece gaz ve sıvılarda gerçekleşir. Isınan yere yakın moleküller ısınıp yükselmeye başlar. Böylece soğuk ve ağır moleküller aşağıya doğru inip ısınmaya yol açar.

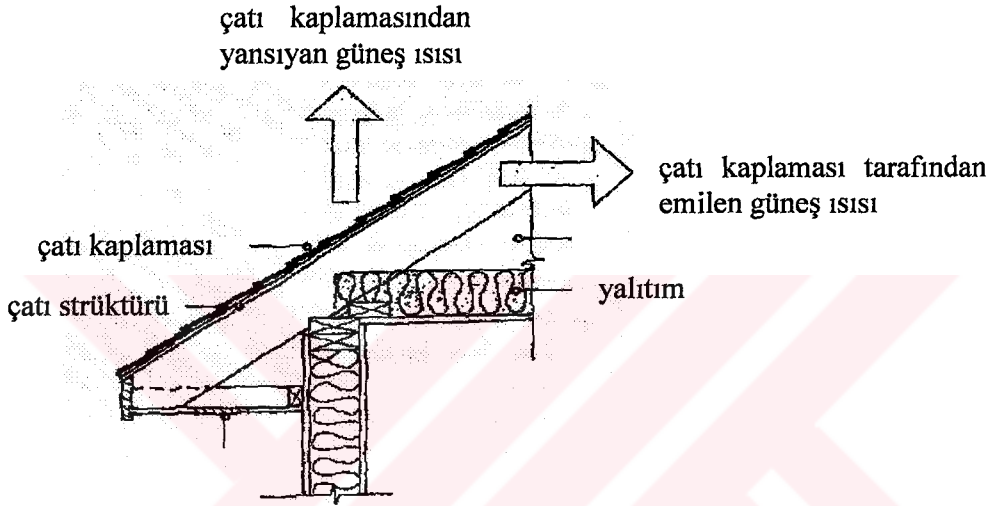
- Işınım yoluyla: Işınım, katı, sıvı, gaz ve boşlukta görülen, elektromagnetik dalgalarla ısı yayılımıdır. Bu dalgalar, bir cisme geldikleri zaman, üzerine geldikleri malzemede ısı enerjisine dönüşürler. Güneşten gelen ısı enerjisinin yerküreye ulaşması bu yolla gerçekleşir.

Her nesne sıcaklığından dolayı elektromagnetik dalgalar yayar. Bu nedenle her iki nesne, sıcaklıkları oranında birbirini etkilemektedir. Bir nesne daha sıcaksa, daha fazla ısı gönderip

daha az ısı alacak, böylece sıcak nesneden soğuk nesneye doğru ısı transferi olacaktır.

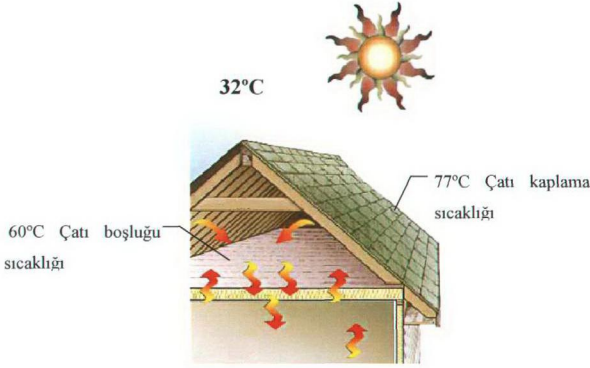
Işınım ile ısı yaymada, malzemenin yüzey rengi de önem kazanmaktadır. Koyu renkli yüzeyler gelen ışınları tutucu, açık renkli yüzeyler ise ışınları daha fazla yansıtıcı özellik göstermektedirler. Çatı arasında biriken ısının büyük yüzdesinin ışınım ile güneşten geldiği düşünülmüşse, kullanılan çatı kaplamasının rengi de önem kazanmaktadır. Koyu renkli çatı kaplamalarından kaçınılması gerekmektedir (Patterson ve Mehta, 2001).

Çatılarda güneşten gelen ışınlar Şekil 3.13’de görüldüğü gibi çatı kaplaması tarafından tutulur ve çatıdan yansarak yukarı doğru ve çatının altındaki boşluğa doğru olmak üzere iki yönde hareket eder.



Şekil 3.13 Çatılardan iki yöne doğru yayılan ısı (Patterson ve Mehta, 2001)

Güneşten gelen ve emilen ısı, gün boyunca toplanarak çatı boşluğunun sıcaklığını yükseltecektir. Toplanan bu ısı, iyi bir havalandırma yoksa gece de dağıtılamayacaktır. Ertesi gün tekrar ısınmaya devam eden bu durağan havanın sıcaklığı, bir süre sonra dış hava sıcaklığının çok üstüne çıkacaktır. Isınan bu hava, yapı içine ışınım şeklinde yayılarak, yapı içi sıcaklığının istenmeyen boyutlara ulaşmasını sağlamaktadır. Aşağıdaki örnek Şekilde 3.14’de güneşli bir günde havalandırılmayan bir çatı örneği verilmiştir. Güneşten gelen ve emilen ısı nedeniyle çatı içi hava sıcaklığı (60°C) dış hava sıcaklığının (32°C) üstüne çıkmış ve çatı kaplaması sıcaklığının (77°C) artması neden olmuştur. Artan sıcaklıklar kullanıcılarının iç hava sıcaklığını dış havadan daha yüksek hissetmelerine neden olarak yapı içi konfor koşullarının bozulmasına neden olmaktadır.



Şekil 3.14 Havalandırılmayan çatılarda hissedilen hava sıcaklıkları [9].

Döşemede iyi bir ısı yalıtım kullanılması da artan sıcaklıklar karşısında yapı içine ısı geçişini önleyemeyecektir. Yalıtım gün boyu radyasyonla ısınacaktır. Yalıtım tarafından yutulan ısı, çatı boşluğuna ve yapı içine ışıma şeklinde yayılarak yapı içi sıcaklığının artmasına neden olacaktır.

3.2.4 Kaplama Örtülerinin Servis Ömürlerinin Kısalması

Büyük bir tasarım ölçütü olarak düşünülmesi de havalandırma yapılmayan çatılarda, kullanılan bazı çatı kaplama ürünlerinin servis ömürlerinin kısaldığı bilinmektedir. Çatıda kullanılan kaplama ürünleri sürekli olarak güneş ışınlarına maruz kalmaktadır. Gözle görülmeyen mor ötesi ve kızıl ötesi ışınlar, yapı ürünlerinde çözümlere ve fazla ısı toplanmasına neden olmaktadır. Dış hava sıcaklık değerinin normalin üstüne çıktığı durumlarda, hava sıcaklığı çatı yüzeyini olumsuz etkilemekte ve özellikle asfalt shingle gibi bitüm esaslı kaplama ürünlerinde Şekil 3.15’de görüldüğü gibi erken yaşlanma ve kullanım ömürlerinin kısalmasıyla sonuçlanmaktadır [12].



Şekil 3.15 Kaplama örtülerinde görülen bozulma ve renk değişimleri [9].

Kullanılan kaplama ürünlerinin servis ömürlerinde, önemli bir diğer nokta da ürün rengi ve

yüzey özelliğidir. Koyu renk yüzeyler ışığı daha az yansıtıp, daha çok emmeleri nedeniyle, daha çok ısı yüküne sahip olacaklardır. Bu da kaplama ürünlerinin erken yaşlanmalarına neden olmaktadır.

3.3 Eğimli Çatılarda Havalandırmanın Nedenleri

Tasarım aşamasında, uygulama aşamasında ve kullanım aşamasında yapılan hatalar eğimli çatılarda büyük sorunlar yaratmaktadır. Bunlardan en önemlileri çevresel atmosferik verilere uygun olmayan tasarım ve yanlış ürün kararların verilmesidir. Daha tasarım aşamasında verilecek doğru kararlar ve doğru uygulamalarla, çatılarda oluşacak birçok sorunun önüne geçilebilmektedir.

Çatıların havalandırılması tasarım aşamasında verilmesi gereken kararlardan biridir. Genelde yapı kullanıcıları ve hatta uygulayıcıları tarafından havalandırmanın sadece, yaz aylarında çatıda biriken sıcak havanın uzaklaştırılmasını sağladığı düşünülmektedir. Fakat uygulanacak doğru havalandırma sistemi, Bölüm 3.1’de detaylı olarak verilen nemin çatı boşluğundan uzaklaştırılmaması, buzlanma, soğutma yükünün artması ve kaplama ürünlerinin servis ömürlerinin kısalması gibi sorunların çözümünün de büyük rol oynamaktadır. Aşağıda bu sorunların, etkili bir havalandırma ile nasıl çözüleceği anlatılmıştır.

3.3.1 Nem Birikmesinin Önlenmesi

Yapı içinden ve dışından toplanan su buharının çatıda birikerek, çatıdaki en soğuk elemanlar üzerinde yoğunlaşması, çatılarda ortaya çıkan en önemli sorunlardan biridir. Yoğuşmayla ortaya çıkan ıslaklık, uzun süre devam ederse, çatı strüktürü, kaplama elemanları ve yalıtımlarda bozulmalara neden olmaktadır.

Çatı arasına giren nemin ana kaynağı yapıdan yukarıya doğru hareket eden nemdir. Çatıda oluşacak nem sorunlarının teoride iki çözümü vardır. İlki, içinde su buharı bulunan havanın, çatı boşluğunun içine girmesinin önlenmesidir. İkincisi ise, nemli havanın yoğunlaşarak çatıya zarar vermeden uzaklaştırılmasıdır.

Nemli havanın çatıya ulaşmasının engellenmesi için, döşemenin üstünde, yalıtım tabakasının sıcak tarafında polietilen veya benzeri buhar geçirgenlik direnci çok yüksek olan buhar bariyerleri uygulanmaktadır. Kullanılan buhar bariyerleri, nemin çatıya gidişini engelleyecektir. Çatının başarısı, buhar bariyerinin başarısıyla doğru orantılıdır. Bu tür çatıların tasarımı ve uygulaması, havalandırılan çatılara göre daha kolaydır. Su yalıtımı olarak kullanılan asfalt bitüm çatı membranları, çok iyi buhar bariyeri olarak da kullanılmaktadır.

Fakat yapılan uygulamalarda, buhar bariyerlerini delen elektrik kabloları, sıcak ve soğuk su

tesisat boruları, havalandırma kanalları gibi elemanların buhar bariyerinin geçirimsizliğini tehlikeye attıkları gözlenmiştir. Kullanılan buhar bariyerlerinin ek yerlerinde de yeterli önlemler alınmaması, bu noktaların buharın çatıya ulaşacağı noktalar haline dönüştürmektedir. Su buharını özellikle banyo, mutfak gibi bazı mekânlarda kapalı tutmak da oldukça zordur. Sonuçta, buhar yalıtımı buharın büyük bölümünün geçişini engelleyecek, ama aynı zamanda küçük bir bölümünün geçişine izin verecektir. Çatı boşluğunda biriken nemin az da olsa yoğunlaşma ve sonunda küflenme gibi etkileri ortaya çıkacaktır. Oluşan yoğunlaşma etkilerinin az olması, etkilerin gözükmesinin ve farkına varılmasının büyük zaman almasına neden olacaktır. Bu da yeni sorunlar oluşmasına neden olmaktadır (Mindham, 1999).

Buhar bariyeri kullanımının bir diğer sakıncası da, çatıya ulaşamayan su buharının, buhar yalıtımı altında birikip, çatı döşemesine zarar vermesidir (Oliver, 1997).

Nemin birikmesine engel olmak için günümüzde uygulanan ikinci ve modern yöntem ise, su buharının çatı boşluğuna gitmesinin sağlanması ve çatının doğal olarak havalandırılmasıdır. Havalandırılmada esas olan nemin çatı boşluğuna ulaşması ve dışardan gelen havayla birlikte yapıdan ve çatıdan uzaklaştırılmasıdır.

Sıcak ve nemli dönemlerde havalandırmayla içeriye giren hava bir miktar nemi de iç ortama taşıyacaktır. Çatıda biriken bu nem, soğuk sezonlardaki yapılan havalandırmayla dışarı atılacaktır (Lstiburek ve Carmody, 1994).

Bazı durumlarda çatı boşluğunda biriken nem, havalandırılmayla atılamayacak boyutlarda olmaktadır. Buna iç ortamdaki aşırı nemlilik ve dışardan gelen havanın bağıl nem oranının yüksek olması örnek olarak verilebilir. Bu durumlarda çatıya ulaşacak nemin kontrol altına alınıp buhar geçişini düzenleyecek bir buhar dengeleyici tabakanın ısı yalıtımının sıcak yani alt tarafında kullanılmasına gerek duyulmaktadır. Çok kalabalık evler, kapalı yüzme havuzları, çamaşırhaneler gibi yapılar yüksek nem oranının görüleceği yapılardır. Bu durumlarda buhar basıncı hesabı yapılmalı ve yapılan hesaplara göre buhar kontrol tabakası yerleştirilmelidir (Demiraslan ve Üstüner, 1971).

Çatıda havalandırma boşluğu oluşturulmadan önce nem kaynakları bilinerek kontrol altına alınması gereklidir.

A. Yapım nemi

Yapım sırasında oluşan nemin çatıyı etkilememesi için, malzemelerin önceden kuru olmalarına dikkat edilmelidir. İnşaat alanına getirildiklerinde kuru olsalar bile yağmur, kar,

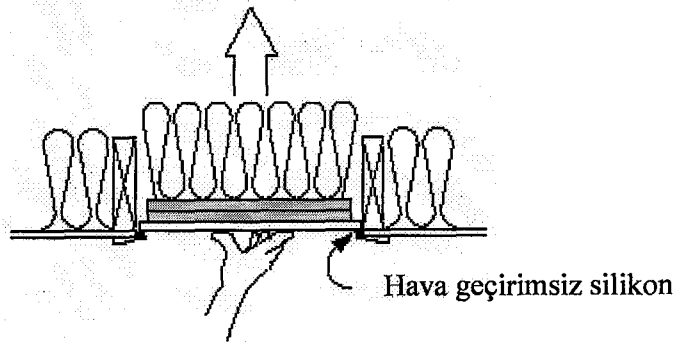
çiğ gibi yağışlardan korunmalıdır. Yalıtım ürünlerinin uzun süre nemli havada kalarak, nem oranlarının artmaları önlenmelidir. Yapı ürünlerinin bulunduğu yerde sabit hava sıcaklığı ve belirli bir nem oranında uzun süre bulunduktan sonra, sahip olduğu nem miktarına denge nemi denir. Ortamın nem dengesiyle, ürünlerin nem oranlarının yükselmesi önlenmelidir (Baldaş ve Kantar, 1975).

Çatıda kullanılacak tüm ürünler kuru bir mekanda saklanamıyorsa, su geçirmeyen, su buharına dirençli, polietilen benzeri bir ürünle sarılmalıdır. Zemindeki nemli betondan nem geçişini engellemek için, ürün alt tarafından da sarılmalıdır.

Bu önlemler kısmen yalıtılmış, yapımı bitmemiş yapılarda da özenle alınmalıdır. Yalıtım ürünlerinin ıslak mekanlara uygulanmasından kaçınılmalıdır. Ürünlerin tam olarak kuru olmalarını sağlamak, uygulamada zor olarak görünse de ilerde oluşabilecek sorunların önlenmesi için gereklidir [12].

B. Su Buharı Üretimi

Yapı elemanlarının birleşim yerlerinde oluşan çatlaklarda, kapatılmamış birleşim yerlerinden olacak hava akımı, yapı içindeki su buharının çatıya ilerlemesini sağlayacaktır. Döşemeyi delen tesisat boruları, aydınlatma elemanları, elektrik telleri, ısıtma ve soğutma elemanları çevreleri, bacalar ve çatıya açılan kapılar hava akışının gerçekleşmesi için uygun yerlerdir. Bu noktalarda özel önlemler alınmalı, birleşim yerleri için tasarlanmış bantlar kullanılarak hava akışının önüne geçilmelidir. Örneğin Şekil 3.16' da çatı giriş kapısının üstüne yerleştirilen ısı yalıtımı ve birleşim noktasında hava girişinin önlenmesi için kullanılan silikonla, yapı içinden, çatıya doğru oluşacak bir hava akımının önüne geçilmeye çalışılmaktadır.



Şekil 3.16 Çatı giriş kapısında yapılan ısı yalıtımı [13].

C. Yağmur Suyu Girişi

Tasarım yapılırken yağmur suyu girişine karşılık aşağıdaki maddelere dikkat edilmelidir.

- Çatı yüzeyine toplanacak suyun etkilerine karşı koyabilme,
- Rüzgarla taşınan suyun içeri girmesinin önlenmesi,
- Sele neden olabilecek yağmurun uzaklaştırılması.

Yağmura karşı en uygun önlemlerin alınabilmesi için, bölgelere göre düşen yağmur oranı bilinmeli ve buna karşılık standartlar oluşturulmalıdır (Hardy, 1998).

D. Yoğuşma

Çatıda oluşabilecek nem kaynaklarının bilinerek denetim altına alınması, nemin en kötü etkisi olarak tanımlayabileceğimiz yoğuşmanın önlenmesinde büyük rol oynamaktadır. Yoğuşma, içinde büyük miktarlarda su buharı bulunan havanın en soğuk çatı elemanı ile karşılaştığında, içindeki su buharının bir kısmının suya dönüşmesidir. Nemli havanın doğal havalandırma ile çatı boşluğundan uzaklaştırılması, yoğuşmanın gerçekleşmesini önleyecektir. Yoğuşmanın önlenmesi metallerde oluşacak korozyonun önüne geçilmesi; ısı yalıtımının iletkenliğinin değişmemesi ve yalıtım katmanlarının parçalanmaması; küflenme ve çirkinleşme oluşmaması ve çatıdan alt mekanlara doğru bir su akıntısının olmaması için çok önemlidir.

3.3.2 Buzlanmanın Önlenmesi

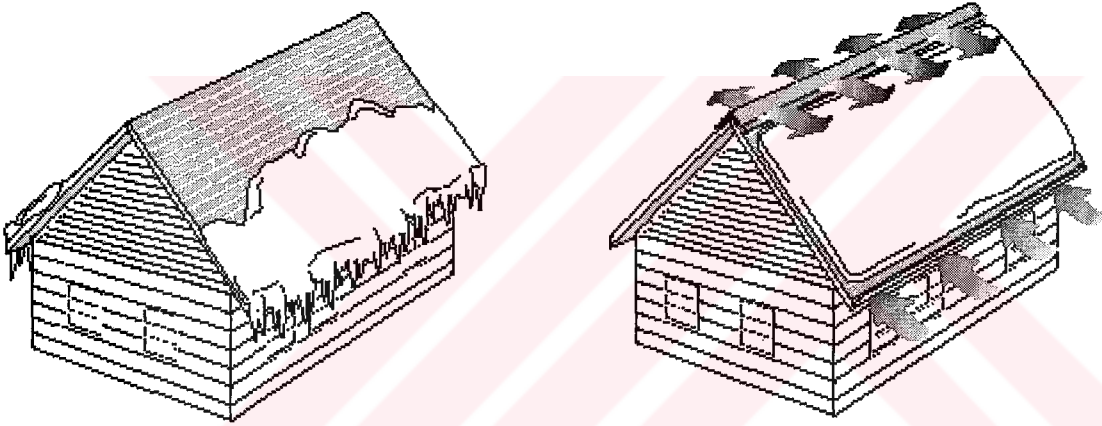
Yapı içinden gelen sıcak havayla karın erimesi ve ısıtılmayan saçak bölgelerinde eriyen kar suyunun tekrar donmasıyla oluşan buz bentleri, yapı içine suyun girmesine olanak sağlamaktadır. İçeriye giren yağmur ve kar suları ahşabın içine işlemekte; ürünlerin nem seviyelerini yükseltmekte; yalıtımda, kaplamalarda ve çatı strüktüründe hasarlara neden olmaktadır.

Oluşan buzlanmanın tamamen ortadan kaldırılması zordur. Ancak buzlanmaya neden olan etkenlerin önüne geçilerek buzlanmanın büyük oranlarda azaltılması mümkündür (Çukurçayır, 2002).

İyi bir ısı yalıtımı yapılması, yapı içiyle çatı arasında ısı alışverişini en aza indirecektir. Yapı içinden çatı boşluğuna geçen ısının azalması, kar sularının erime hızını azaltacaktır. Ancak ısı yalıtımının yetersiz kaldığı noktalar, ya da zamanla yalıtımın etkinliğini kaybetmesi ve yapı için uygun değerlerde bir yalıtım ürününün seçilmiş olmaması, çatı içine ısı geçişine neden olacaktır. Ek olarak güneşten gelen UV ışınları çatı sıcaklığının dış ortama göre daha sıcak olmasını sağlayacaktır. Özellikle yapıların güney cephelerindeki çatılar üzerinde kar tamamen erimişken, kuzey cephelerinde hala kar birikintilerinin varlığı, çatıların dış ortamlardan farklı sıcaklıklarda olduğunun göstergesidir (Çukurçayır, 2002).

Çatı arasının havalandırılması, bu boşluğun sürekli doğal yönlerden soğuk kalmasını sağlayarak, çatı ve dış ortam sıcaklığının aynı kalmasını sağlayacaktır. En kolay ve ekonomik yöntem de doğal havalandırma yapmaktır. Yapı içinden gelen sıcak havanın dışardan gelen soğuk havayla uzaklaştırılması; çatı sıcaklığının yükselip, karın hızla eriyip, saçaklarda tekrar donmasını önleyecektir.

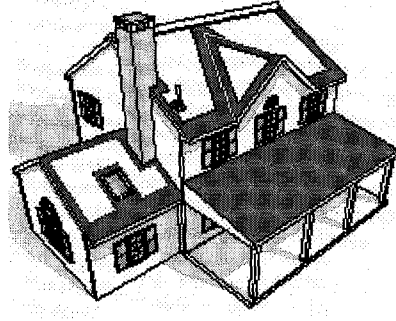
UV ışınları nedeniyle kar suyu üretilmesinin tamamen önüne geçilemeyecektir. Ancak karın, güneşten gelen enerjinin sadece % 10'unu emmesi nedeniyle, erimesi çok yavaş olacaktır. Havalandırma yapılarak, erime döngüsü en az miktarda tutulmaya çalışılmalıdır (Çelik, 1976). Şekil 3.17'de ilk olarak havalandırılmayan çatılarda karın hızla eriyip saçaklarda oluşturduğu buz kütleleri gösterilmiştir. İkinci olarak ise aynı çatıda doğal havalandırma yapılması sonucu karın, normal erime döngüsü içinde eşit şekilde erimeye başlaması ve buzlanmaya rastlanılmaması görülmektedir.



Şekil 3.17 Havalandırılmalı ve havalandırılmayan çatılardaki karın erime döngüsü [14].

Havalandırma yapılarak buzlanmanın önüne geçilmesi aynı zamanda, buz kütlelerinin ağırlığı nedeniyle oluşacak strüktürel hasarların ve kırılarak yere düşen buz kütlelerinin çevre ve kullanıcılar üstündeki zararlı etkilerinin de ortadan kalkmasını sağlayacaktır.

Çatının yalıtılması ve eşit havalandırma yapılması, çatıda oluşabilecek buzlanmayı en aza indirgese de yetersiz kaldığı durumlar olabilecektir. Çok soğuk hava koşulları, çatının eğimi, yapının şekli ve diğer etkenler, bazı durumlarda çatıda buzlanmayı ve neticesinde su akıntılarına neden olabilecektir. Bu nedenle tüm çatıda uygulanamıyorsa bile Şekil 3.18'de görünen koyu yerlerde örneğin çatıyla duvarın birleşim yerlerinde, saçakta, eğik derelerde özellikle su yalıtımı uygulanması gerekmektedir [14].



Şekil 3.18 Su yalıtımının özellikle uygulanması gereken bölgeler [14].

Havalandırmanın ve ısı yalıtımının kullanılmak istenmediği veya kullanılmadığı durumlarda buzlanmanın önüne geçilmesi için, yapı içinden gelen sıcak havayla eriyen kar sularının, saçaklara ulaşmadan önce su oluklarıyla çatıdan uzaklaştırılmasıdır. Uygulamada zor olan bu sistemle kar sularının saçaklarda tekrar donmasının engellenmesi amaçlanmaktadır [10].

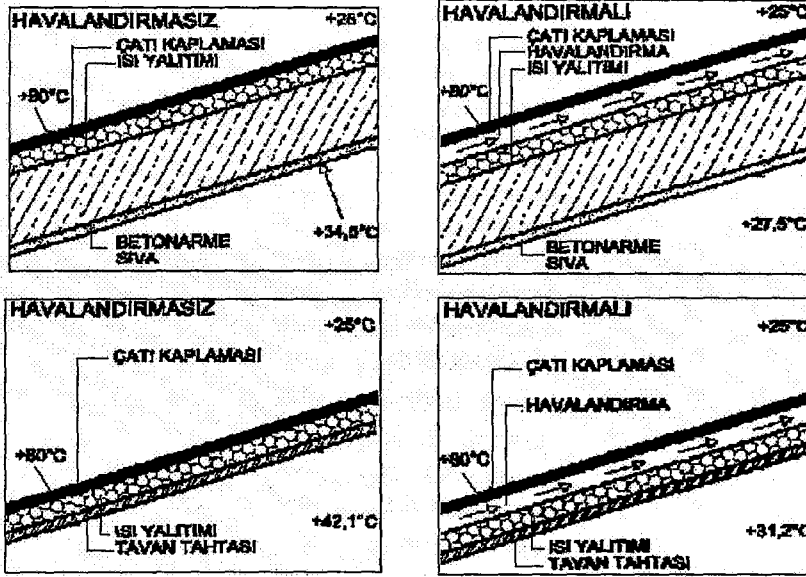
3.3.3 Soğutma Yükünün Düşürülmesi

Son yıllarda yükselen enerji maliyetleri, yapıların ısıtılması ve soğutulması için harcanan enerjinin en düşük seviyede tutulması gerekliliğini ve yüksek yalıtım standartlarını getirmiştir (Mindham, 1999). Fakat çatı boşluğunun sıcaklığının yükselmesi, yapı içini de olumsuz etkileyerek yalıtımın etkisini azaltmakta ve özellikle soğutma yükünü artırmaktadır.

Çatı arası boşluğunun, güneş ışınlarıyla dış hava sıcaklığının üzerinde bir sıcaklığa yükselmesi, toplanan ısının yapı içini de etkilemesine ve yapı içi hava sıcaklığının artmasına neden olacaktır.

Çatıda bir ısı yalıtım tabakasının kullanılsa da, çatı boşluğunda artan yüksek sıcaklıklar nedeniyle yalıtımdan beklenen performans alınamayacaktır. Yalıtım tabakası gün boyu radyasyonla ısınacaktır. Yalıtım tarafından yutulan ısı, çatı boşluğuna ve yapı içine ışıma şeklinde yayılacaktır. (Özer, 1974).

En etkili çözüm, çatı boşluğunun havalandırılarak, ısınmış durağan hava kütlelerinin dışarı atılmasıdır. Havalandırma, çatı boşluğuna toplanan ısının hepsini yok edemese de çok büyük ölçülerde azaltacaktır Böylece çatı altında serin bir hava ortamı yaratılması sağlanacaktır. Şekil 3.19'da havalandırmasız çatılarda artan sıcaklık değerlerinin havalandırma ile düşürülerek, dış hava sıcaklığına yakın değerlere indirildiği gösterilmektedir.



Şekil 3.19 Havalandırmalı ve havalandırmaz çatılarda değişen iç hava sıcaklıkları (Avlar,2000)

3.3.4 Kaplama Örtülerinin Servis Ömürlerinin Uzatılması

Çatı arası boşluğunun doğal yönlerden havalandırılmasıyla, içerde oluşacak taze hava belirli bir oranda kaplama ürünlerinin sıcaklıklarını düşürülmesini sağlayacaktır. Böylece oluşacak erken bozulmaların önüne geçilmesi hedeflenmektedir (Harrje, 1994). Kaplama ürünlerinde ortaya çıkan bozulmalar ve yıpranmalar, içeriye su girişine de izin vererek diğer çatı ürünlerinin de bozulmasına neden olmaktadır.

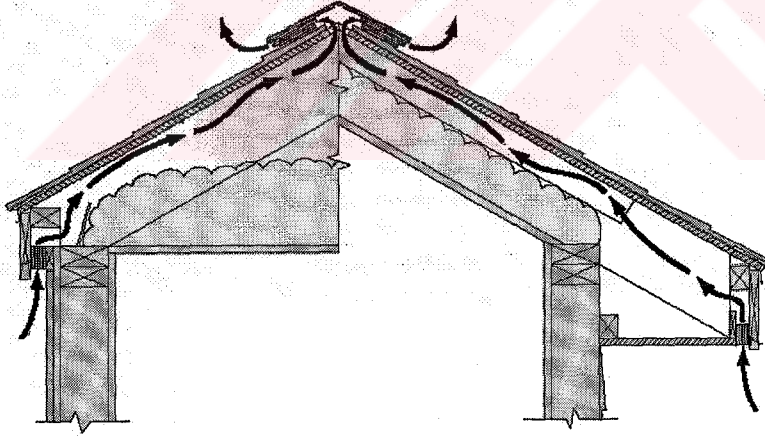
Kullanılan kaplama ürünlerinin servis ömürlerinde, havalandırma yapılması kadar önemli bir diğer nokta da ürün rengi ve yüzey özelliğidir. Koyu renk yüzeyler ışığı daha az yansıtıp, daha çok emmeleri nedeniyle, daha çok ısı yüküne sahip olacaklardır. Bu da kaplama ürünlerinin erken yaşlanmalarına sebep olmaktadır (Lstiburek ve Carmody, 1994).

4. EĞİMLİ ÇATILARDA HAVALANDIRMA YÖNTEMLERİ

Çatı yapının kolaylıkla hasar gören en hassas noktalarından biridir. Oluşacak hasarların çok kısa süreler içerisinde kullanıcılar tarafından hissedilebilir olması, çatının önemini artırmaktadır. Hasarların en aza indirilebilmesi için, yapı kabuğunun önemli bir parçası olan çatının yapı kabuğu gibi nefes alması sağlanmalıdır (Ersoy,1994).

Çatıların nefes almasının sağlanması, içlerinde biriken su buharının ve hareketsiz sıcak havanın dışarı atılmasıyla gerçekleşir. Dışarıdan gelen soğuk havanın, çatı kesitinde ya da çatı boşluğunda biriken sıcak, hareketsiz nemli havayla yer değiştirmesi esasına dayanan çatı havalandırılması, yapı içinin ısısal konfora ulaştırılması için uygulanan ısı yalıtım katmanının yeriyle doğrudan ilgilidir. Eğimli çatılarda ısı yalıtım katmanının uygulama yeri ise, çatı biçimi ve çatı altı mekanının kullanılıp kullanılmamasına göre şekillenmektedir.

Eğimli çatılarda temel olarak ısı yalıtımının iki uygulama yeri bulunmaktadır. Çatı arasının kullanılmadığı yapılarda, yalıtım Şekil 4.1'in sol tarafında olduğu gibi tavan döşemesinin üstüne yerleştirilmektedir. Bir diğer uygulama yeri de, aynı şeklin sağ tarafında gösterilen, özellikle çatı arasının kullanılmasının istendiği veya tavan döşemesi yapılmayarak çatı boşluğunun yapı içine eklendiği durumlarda (katedral döşeme), ısı yalıtımının çatı eğimiyle paralel olarak, çatı kesitinin içinde yer aldığı durumlardır. Her iki durumda da ısı yalıtımının yanında doğru bir havalandırma yapılmalıdır.



Şekil 4.1 Eğimli çatılarda ısı yalıtımı uygulama yerleri ve havalandırma [15].

Havalandırmada çatı boşluğundan nemin ve sıcak havanın uzaklaştırılmasında en verimli etkiyi sağlamak için iki doğal güç olan rüzgar basıncı ve ısısal etki kullanılmaktadır. Rüzgar basıncı en küçük bir rüzgar etkisinde bile oluşur. Isısal etki ise oluşan sıcaklık değişiminin sonucunda, ısınan havanın yükselmesi, soğuk havanın alçalması prensibine dayanır. Doğal

havalandırmada bu iki etki bir arada kullanıldığı halde, mekanik havalandırma da sadece ısısal etki kullanılmaktadır.

4.1 Havalandırmada Kullanılan Etmenler

4.1.1 Isısal Etki

Isınan havanın yükselmesi, uygun bir havalandırma da hava çıkış deliklerinin mahya veya mahya yakınlarında olmasını gerektirmektedir. Böylece ısınarak yükselen hava Şekil 4.2'de görüldüğü gibi kolaylıkla tahliye edilebilmektedir. Yine ısısal etkinin meydana getirdiği doğal hava hareketi soğuk havanın çatının alçak noktalarından aynı şekilde görüldüğü gibi giriş yapmasını kolaylaştırmaktadır. Dışardan gelen soğuk hava, havanın içerdeki döngüsünü hızlandıracaktır [14].

Mahyadan sıcak
hava çıkışı

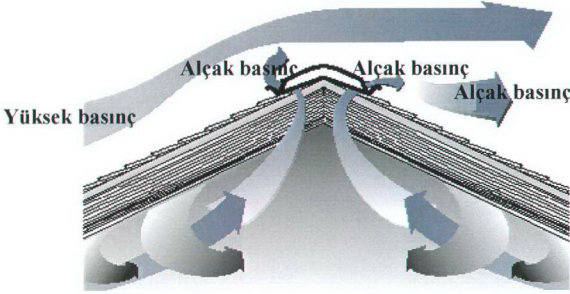


Şekil 4.2 Isısal etkiyle soğuk havanın alçalıp, sıcak havanın yükselmesi [9].

4.1.2 Rüzgar Etkisi

Rüzgar basıncı, ısı etkisinden daha büyük etki yapmaktadır. Isısal etki tek başına hava hareketinin gerekli hıza ulaşmasını sağlayamaz. Rüzgar, doğal bir hava akışı olduğu için havalandırma tasarımında yararlanılan en önemli etkindir.

Bir kütleyle sahip olan hava hareket etmeye başladığında, başka yönden etkilenmediği sürece o yönde harekete devam etmek isteyecektir. Eğer havalandırma delikleri doğru yönde açılmazsa, havanın doğru yönde hareket etmesi sağlanamayacaktır. İyi bir tasarımla, hava kütesinin rüzgar basıncının oluşturduğu pozitif ve negatif alanlarda hareket etmesi sağlanabilecektir. Yüksek basınç alanları, havayı içeri girmeye, alçak basınç alanları ise havayı dışarı çıkmaya zorlayacaktır [9]. Şekil 4.3'de mahya çevresinde oluşan yüksek (pozitif) ve alçak (negatif) basınç alanları gösterilmiştir.



Şekil 4.3 Rüzgarın oluşturduğu yüksek ve alçak basınçlar [14].

4.2 Isı Yalıtımının Döşeme Üstünde Uygulandığı Durumlarda Havalandırma

Yapıların dış yüzleriyle, ısıtılmayan mekanlara bitişik yüzlerinin enerji tasarrufu açısından ısı yalıtımlı olmaları gereklidir. Isı yalıtımı uygulanması gereken bu yüzlerden biri de kullanılmayan çatı arası döşemesidir. Döşemeden gerçekleşen ısı kaçışlarıyla, çatı boşluğunun gereksiz yere ısıtılıp soğutulmasının önlenmesi, böylece harcanacak enerji miktarının azalmasının sağlanması için, kullanılmayan çatı aralarında yalıtım döşeme üstünde uygulanmaktadır.

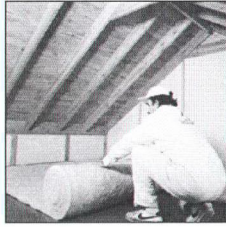
Bu tür çatılar, içine girilemeyecek kadar küçük olabildikleri gibi, içinde emeklenecek ve hatta kolaylıkla yürünebilecek yükseklikte olabilirler. Çatı yüksekliğinin en azından bir kişinin eğilerek yürümesinin sağlanabileceği seviyede olması, çatının periyodik bakımını kolaylaştıracaktır (Türkçü, 1997).

Genellikle kullanılmayan eşyaların yer aldığı bu çatı boşluklarında suya karşı önlemler, çatı kesitinde su yalıtım katmanlarıyla alınmış olmalıdır. Döşeme üstündeki ısı yalıtım katmanlarının üstü çatıdan gerçekleşecek su akışına karşı naylon veya bitümlü kartonlar gibi ürünlerle örtülerek yalıtımın nefes almasının engellenmesi önlenmelidir. Yalıtımın kirlenmesinin önüne geçilmesi için gerektiği durumlarda cam tülü gibi buharı geçirgen bir örtü kullanılabilir [5, 17].

Döşeme üstüne uygulanan ısı yalıtım katmanları ülkemizde yüksek bir pazara sahip olan ısı yalıtımının yanında ses yalıtımı ve yangın güvenliği de sağlayan, mineral yünler olarak adlandırılabilen taş yünü ve cam yünü şilteleri arasından seçilmektedir [16]. Levha şeklinde bir uygulama yapılması istendiği durumlarda extrude polistiren (XPS) ve genleştirilmiş polistiren (EPS) levhalar uygulanmaktadır. Şekil 4.4'de EPS levha, cam yünü ve taş yünü ısı yalıtım katmanları uygulamalarına örnek gösterilmiştir.



a) Genleştirilmiş polistiren



b) Cam yünü



c) Taş yünü

Şekil 4.4 Çatı döşemesi üstünde farklı ürünlerle yalıtım uygulamaları [3, 16]

Şilte şeklinde serme ürünlerin kalınlıkları 60 mm ve 200 mm arasında değişir. Bu ürünlerin ısı iletkenlik katsayısı ortalama olarak $0.04 \text{ W/m}^2\text{K}$ alınmaktadır. Kullanılan ürünün kalınlığına göre bu değer de değişiklik göstermektedir. Bu ürünler uygulandığında, çatı arasının özel durumlarda kullanılmasından dolayı (bakım, onarım v.b.) üzerlerine basılıp, sıkıştırılmaları yani yalıtım özelliklerinin azalması durumuyla karşılaşılabilir. Ek önlem olarak, yalıtımın üzerinde zarar vermeden yürümenin sağlanabileceği, yükseltilmiş yürüme bantlarının oluşturulması ve şiltelerin üzerine ağırlık konulmaması yalıtımın ömrünü uzatacaktır (Barry, 1990).

Bu tür eğimli çatılarda yapılacak havalandırma, eğimli çatı kesitiyle döşeme yani ısı yalıtımı arasında ki tüm havanın tazelenmesidir. Oluşabilecek en iyi havalandırma rüzgar etkisiyle pozitif ve negatif basınç alanları yaratılmasıyla oluşturulan doğal havalandırma. Rüzgarın yönünün, büyüklüğünün ve yapının çevresinde ki rüzgarı önleyecek etmenlerin havalandırma nasıl etkilediği bölüm 3.1.1'de anlatılmıştır.

Havalandırma da havayı doğal yollardan saçaktan alıp, mahyadan vermek en uygun yöntemdir. En uygun tasarım olan saçaktan havayı alıp mahyadan vermede, giriş net delikleri çikış net delik alanına eşit olmalıdır.

Bir diğer uygulama ise mekanik havalandırma. Mekanik güçlerle yapılan havalandırma soğutma yükünü azaltmada ve nem dengesini ayarlama, doğal havalandırma kadar etkili değildir. Bunun yanı sıra yapıya getirdiği ek maliyetler nedeniyle, sadece doğal havalandırmanın yetersiz kalacağı durumlarda tavsiye edilmektedirler.

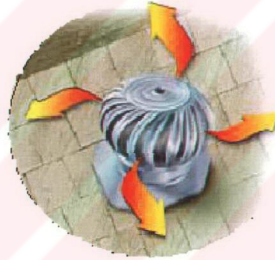
4.2.1 Doğal Havalandırma

Doğal havalandırma, çatı boşluğundaki nemin ve sıcak havanın ısasal etki ve rüzgar etkisine bağlı olarak doğal yollardan çatıdan uzaklaştırılmasıdır.

Doğal havalandırmada genelde çatıda açılan pencereler, havalandırma boşlukları veya havalandırma sistemleri kullanılır. Pencereler ve havalandırma boşlukları sabitken, havalandırma sistemleri sabit veya hareketli olabilir. Havalandırma sistemleri diğer bir deyişle fanları genelde çatının en üst noktasına yakın yerlerde konumlandırılırken, havalandırma pencereleri ve boşlukları konumlandıkları yere göre hava giriş veya çıkış delikleri görevini almaktadır [13].

4.2.1.1 Türbin Havalandırma Sistemleri

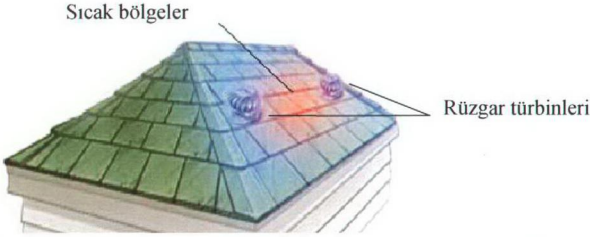
Çatılarda kullanılan çeşitli havalandırma sistemleri vardır. Bunlardan en fazla kullanılan rüzgar türbinleridir. Rüzgar türbinlerinin çalışması hareket eden bir parçaya bağlıdır. Dışarıda esen rüzgarın hızına bağlı olarak hareket eden ve dönen bu parça, türbin çevresinde pozitif ve negatif basınç alanı yaratır. Oluşan negatif basınç alanı, Şekil 4.5'deki gibi içerdeki havanın dışarı çıkmasını sağlar. Rüzgarın olmadığı durumlarda bile, içerdeki ve dışarıdaki havanın sıcaklık farkına bağlı olarak çalışmaya başlar [14].



Şekil 4.5 Rüzgar türbinleri [9]

Rüzgar hızının 5 milden hızlı olduğu durumlarda rüzgar türbinleri çatıda etkin ve maliyeti düşük bir havalandırma sağlar. Ancak rüzgar hızının daha az olduğu durumlarda etkisi azalır.

Çatıda yeterli bir havalandırma sağlanabilmesi için rüzgar türbinlerinin çatı üzerinde eşit uzaklıklarda ve yeterli sayıda yerleştirilmeleri gerekmektedir. Aksi halde çatı üzerinde bazı noktalar üzerinde yeterli havalandırma sağlanması ve kimi bölgelerde sıcak noktalar oluşmasına neden olunabilir [8]. Şekil 4.6'da rüzgar türbinleri, belirli noktalarda havalandırma sağlarken, hava akışının sağlanmadığı noktalarda sıcak alanlar oluşmasına neden olmuştur.



Şekil 4.6 Yetersiz havalandırmanın oluşturduğu sıcak bölgeler [9]

Rüzgar türbinlerinin en olumlu yanları, yağış ve çatıya zarar verecek böcek gibi canlıların girişine engel olmalarıdır.

4.2.1.2 Havalandırma Pencere ve Boşlukları

Çatıda açılan pencereler veya havalandırma boşlukları dışarıdaki havayı içeriye almada veya içerdeki havayı dışarı vermede kullanılır. Çeşitli şekillerde, büyüklük ve malzemelerde üretilebilirler [9].

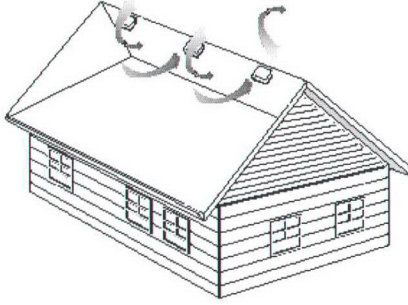
Bu tür pencerelerin ve boşlukların en büyük sorunları içeriye canlı (böcek, kuş, sinek vb.) ve yağış girmesinin önüne geçilememesidir. Bunun içinde üzerinde küçük delikler olan koruyucular yerleştirilmesi tavsiye edilir. Fakat bu koruyucunun da içeriye girecek veya çıkacak havayı önlememesi açısından deliklerin hava akışını sağlayacak büyüklüklerde açılması gerekmektedir [14].

Illinois üniversitesinde 1961-1975 yılları arasında yapılan araştırmalarda havalandırma pencereleri ve boşluklarının çatı üstündeki etkileri araştırılarak en uygun havalandırma yeri bulunmaya çalışılmıştır. Aşağıda araştırmaya konu olan havalandırma bölgeleri belirtilmiştir (Hardy, 1998).

Çatı Pencere ve Boşlukları

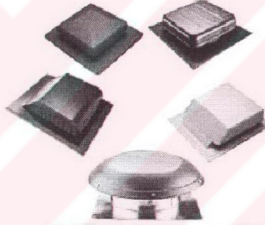
Çatı pencereleri, çatının geniş yüzeyinde genelde mahyaya yakın açılan havalandırma pencereleridir. Hava hareketinin Şekil 4.7’de görüldüğü gibi açılan çatı pencerelerinin altında ve arasında sınırlı olması, ısınan nemli havanın çatıdan uzaklaştırılmasında yetersiz kalmasını sağlayacaktır. Isınan havanın yukarıya doğru hareket etme isteği de pencerelerin yeri nedeniyle sınırlandırılmış olacaktır. Pencere ve boşlukların mahyaya olabildiğince yakın konumlandırılması, ısınan havanın tahliyesini kolaylaştıracaktır. Çatı içinde ki tüm sıcak havanın tahliyesi için çok sayıda pencere açılması gerekmektedir. Çok fazla pencere açılması

uygulamada sorunlar yaşanmasına neden olacaktır.



Şekil 4.7 Çatı pencereleriyle havalandırma

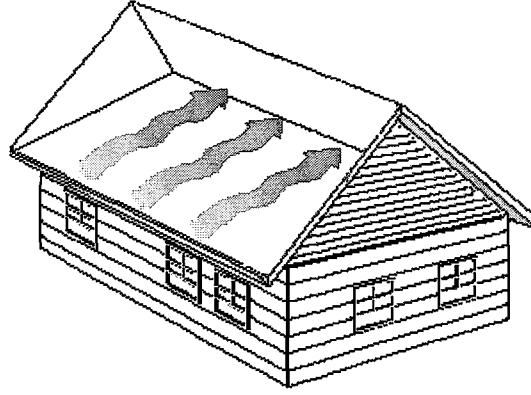
Çatı pencereleri Şekil 4.8’de görüldüğü gibi yuvarlak ve kare gibi çeşitli şekillerde üretilmektedir.



Şekil 4.8 Çatı pencereleri [9]

Saçak Havalandırması

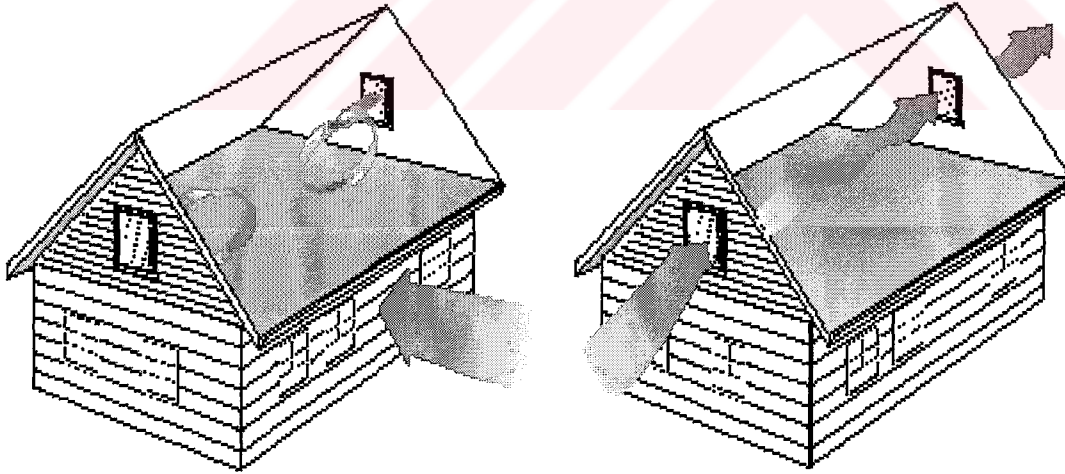
Sadece saçaklarda açılan devamlı hava boşlukları hava girişini ve çıkışını sağlama da yetersiz kalacaktır. Rüzgarın mahyaya dik estiği durumlarda, Şekil 4.9’daki gibi hava bir saçaktan girip diğer saçaktan çıkacaktır. Saçak hattı boyunca etkin havalandırma sağlandığı halde çatının üst bölgelerinde hava akımı gerçekleşemeyecektir. Saçak bir diğer deyişle taban havalandırmasında dörtgen metal elemanlar yerleştirilir.



Şekil 4.9 Saçaktan havalandırma [14].

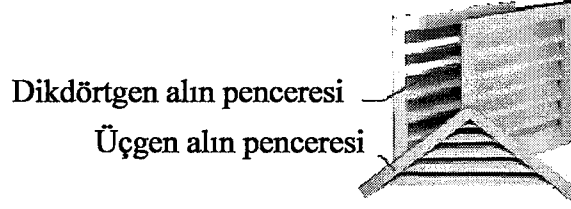
Alın Pencereleeri

Alın pencereleeri, çatının kalkan duvarına yani alın bölgesine açılan pencereleerdir. Sadece çatı alın pencereleeriyle de yeterli derece havalandırma yapılamamaktadır. Dikdörtgen veya üçgen olarak düzenlenirler. Rüzgarın mahyaya paralel olarak estiğinde, Şekil 4.10'daki gibi açılan çatı pencereleeri arasında hava dolaşımı sağlanacaktır. Rüzgar mahyaya dik olarak estiğinde ise şekilde görüldüğü gibi iki yönde de pozitif ve negatif alanlar oluşacaktır. Buradaki delikler hem hava girişi hem de hava çıkışını sağlayan pencereleer halini alacaktır. Böylece çatının iç bölgelerinde hava akımı oluşmayacaktır. Çatı alın duvarına yerleştirilen pencereleere örnekler Şekil 4.10'da verilmiştir.



Şekil 4.10 Alından havalandırma [14].

Çatı alın duvarına yerleştirilen pencereleere örnekler Şekil 4.11'de verilmiştir.

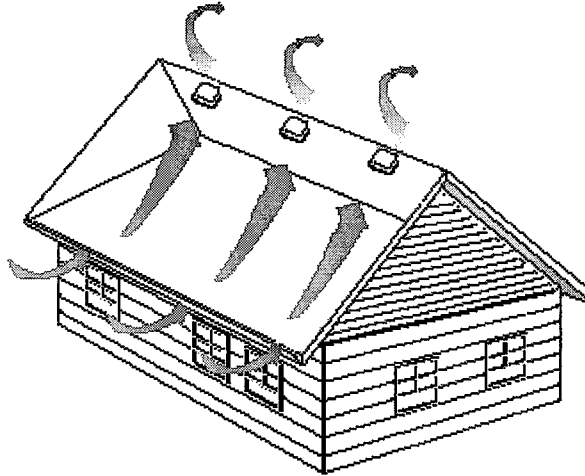


Şekil 4.11 Alın pencereleri [9].

Çatı da hedeflenen seviyede havalandırma sağlanabilmesi için, her türlü hava koşulunda çatı içinde sürekli büyük bir hava döngüsünün gerçekleşmesi gerekmektedir. Yukarıda verilen havalandırma seçenekleri gerekli havalandırmayı sağlamada tek başlarına yetersiz kalmaktadırlar. Aynı cins havalandırma penceresi veya sistemlerinin birden çok sayıda kullanımı da yeterli etkiyi sağlayamamaktadır. Bu nedenle bu sistemlerin bir arada kullanılarak çatıda eşit, sürekli ve dengeli bir havalandırma sağlanması önerilmektedir. Aşağıda bu sistemlerin bir arada çalışmalarının, havalandırma üzerine etkileri verilerek en uygun sistem bulunmaya çalışılmıştır.

Saçak ve Çatı Pencereleri

Saçaktan havayı alıp, çatı yüzeyinde açılan pencerelerden dışarı vermek, havalandırma prensiplerinden ısınan havanın yükselmesi ve rüzgarın hareketine uygundur. Yine de çatı içine giren havanın tüm çatı boşluğunu süpürmediği, sadece saçak boyunca ve çatı pencereleri çevresinde hareket ettiği gözükmemektedir (Şekil 4.12). Birden çok çatı penceresi açılması, daha büyük bir hava döngüsü sağlayacaktır. Ancak uygulamaya zorluklar getirdiği için kabul görmemektedir. Bu tür tasarımda sıcak havanın çatıyı terk edememesinin yanı sıra büyük bir hava kütlesi havasız kalmaktadır. Bu hareketsiz hava kütlesi yeterince ısınınca, çevresini de ısıtmaya başlayacak ve çatının gereğinden fazla ısınmasına neden olacaktır.



Şekil 4.12 Çatı pencereleri ve saçaktan havalandırma

Saçak ve Alın Pencereleri

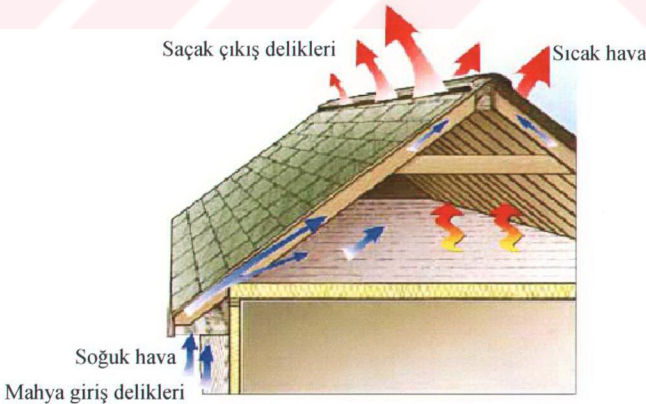
Saçak ve alın pencerelerinin bir arada kullanılması, yüksek ve alçak seviyelerde hava giriş ve çıkışları düzenlemesi açısından olumludur. Ancak çatıda oluşan havalandırma büyüklüğü, nemin denetim altına alınması, çatı boşluğunun süpürülmesi ve çatıdaki ısınan havanın çatıdan uzaklaştırılması açısından yetersiz kalmaktadır. Şekil 4.13’de saçakta oluşturulan boşlukla, altında açılan pencere arasında gerçekleşen hava hareketi gösterilmiştir.



Şekil 4.13 Çatı alın penceresi ve saçaktan havalandırma [14].

Mahya ve saçak

Hava girişini saçakta ki deliklerden, hava çıkışını ise mahyada ki deliklerden sağlamak en uygun havalandırma tasarımıdır. Bu tasarımda rüzgar basıncı ve ısınan havanın yükselmesi kuralı bir arada kullanılarak en uygun ve dengeli giriş-çıkışlar sağlanır. Şekil 4.14’ de basitçe giriş ve çıkışlar belirtilerek havanın izlediği yol gösterilmiştir.



Şekil 4.14 Saçak ve mahyadan havalandırma [9].

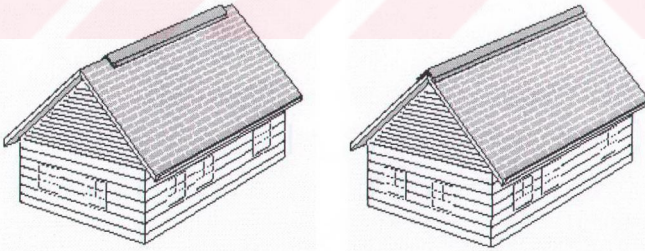
Saçaktan mahyaya doğru bir havalandırma, eşit ve düzenli hava dolaşımı sağladığından nem birikmesini önleyerek, soğutma giderlerini de azaltacaktır.

Saçakta ve mahyada havalandırma boşlukları oluşturulurken saçakta pozitif, mahyada ise negatif basınç alanı oluşturulmasına dikkat edilmelidir. Mahyada oluşturulacak negatif basınç alanı önemlidir. Oluşturulan boşlukta pozitif basınç oluşması, mahyanın hava çıkışı ve hava giriş deliği olarak çalışmasına neden olacaktır. Mahya deliğinin üzerine yerleştirilecek bir levha, rüzgarın mahyaya dik olarak estiği durumlarda, pozitif basınç oluşmasını önleyerek, içeriye rüzgar girmesinin önüne geçecektir. “Bernoulli etkisi” olarak adlandırılan bu hareket, mahyanın iki tarafında negatif basınç alanı yaratarak çatı içindeki sıcak havanın dışarıya çıkmasını sağlamaktadır (Hardy,1998).

Rüzgarın mahyaya paralel olarak estiğinde de yine mahya çevresinde negatif basınç alanı oluşarak havanın tahliyesi sağlanır.

Isınan havanın yükselerek mahyadan çıkması, dışarıdaki soğuk ve taze havanın çatı içine girmesine olanak sağlamaktadır. Tüm mahya boyunca havalandırma çıkış delikleri bulunacağı için, çatı strüktürünün altında eşit bir havalandırma olanağı doğmaktadır. Böylece diğer havalandırma tasarımlarında olduğu gibi sıcak noktaların oluşması önlenmektedir.

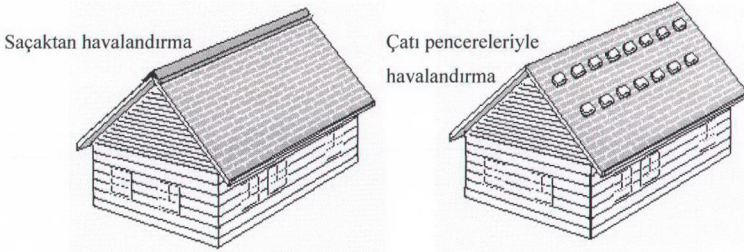
Mahya havalandırmasında uzun metal bir havalandırma bandı mahyanın üzerine yerleştirilir. Mahyadaki havalandırma yerinin Şekil 4.15’de görüldüğü gibi tüm mahya boyunca devam etmediği durumlarla da karşılaşılabilir. Ama mahyanın hiç bir noktasında sıcak hava bölgelerinin oluşmadığı sağlıklı ve eşit dağılımlı bir havalandırma için, tüm mahya boyunca devam etmesi önerilmektedir.



Şekil 4.15 Tüm mahya boyunca devam eden ve etmeyen havalandırma [14].

Saçak ve mahyadan yapılan havalandırmanın etkisi diğer havalandırma tasarımlarıyla karşılaştırıldığında daha iyi anlaşılmaktadır. Örneğin Şekil 4.16’ de uygun genişlikte yapılan

bir havalandırma boşluğunun, on beş adet çatı üzerine açılacak pencereyle sağlanabileceği gösterilmiştir. Bu da hem estetik hem de havalandırmanın başarısı yönünden, saçak ve mahya havalandırmasının önemini göstermektedir.



Şekil 4.16 Çatı pencereleri ve saçaktan yapılan havalandırma [14].

Saçak ve mahya birleşmesinden oluşturulan sistem, çatı içinde oluşan hava akımının hızını da olumlu olarak etkilemektedir. Çizelge 4.1'de yazın ve kışın, havalandırma pencereleri ve boşluklarının yalnız olarak ve bir arada kullanımlarının, dışarıdaki rüzgar hızına bağlı olarak çatı içinde oluşturduğu hava akım hızları verilmiştir. Dışarıdaki rüzgar hızının 0 olduğu durumda, tüm sistemlerde çatı içinde de bir hava akımı oluşmazken, saçak ve mahya birleşiminde ısısal etkiden oluşan bir rüzgar hareketi oluşmaktadır.

Çizelge 4.1 Etkili rüzgar hızı (Hardy, 1998)

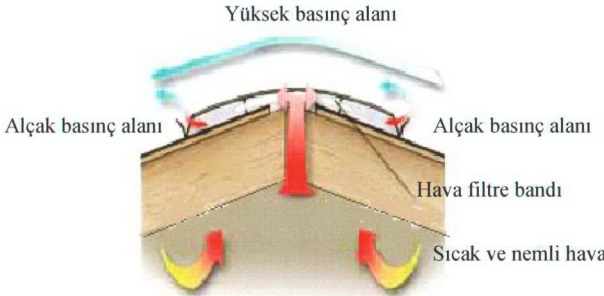
Havalandırma sistemi	Rüzgar hızı (mi/h)					
	0	2.5	5.0	7.5	10	15
Yaz						
Sadece çatı pencereleri	0	0.153	0.306	0.459	0.612	
Sadece saçak	0	0.173	0.347	0.520	0.695	
Sadece alın pencereleri	0	0.208	0.416	0.624	0.832	
Saçak ve çatı pencereleri	0	0.163	0.326	0.435	0.660	
Saçak ve alın pencereleri	0	0.208	0.382	0.555	0.728	
Saçak ve mahya	0.40	0.48	0.695	1.000	1.32	
Kış						
Sadece çatı pencereleri	0	0.063	0.076	0.090	0.118	0.109
Sadece saçak	0	0.097	0.125	0.153	0.181	0.278
Sadece alın pencereleri	0	0.104	0.139	0.194	0.250	0.364
Saçak ve çatı pencereleri	0	0.083	0.111	0.167	0.222	0.333
Saçak ve alın pencereleri	0	0.118	0.146	0.167	0.187	0.219
Saçak ve mahya	0.222	0.347	0.66	1.000	1.32	1.96

Uygulanacak havalandırma sistemine tasarım aşamasında karar verilmesi uygulamayı kolaylaştıracaktır. Havalandırmanın saçak ve mahya birleşiminden yapılması, yapımının kolaylığı ve maliyetinin düşük olması nedeniyle de, tasarımcılar ve uygulamacılar tarafından kabul görülüp, uygulanmaktadır.

4.2.1.3 Dengeli Havalandırma İçin Öneriler

Dengeli ve etkin bir havalandırma yapılırken dikkat edilmesi gereken birçok etken vardır. Bazı havalandırma boşlukları aynı büyüklükte ve aynı yerde olsalar bile diğerleri kadar iyi çalışmazlar. Aşağıda en iyi havalandırma yolu olarak düşünülen saçak ve mahyadan havalandırma yapılırken, hava hareketinin istenilen düzeylerde olması için dikkat edilmesi gereken noktalar verilmiştir.

- Hava giriş delikleri çatının alt bölümünde, hava çıkış delikleri ise çatının üst bölümünde olmalıdır. Böylece hava hareketinin istenilen yolu takip etmesi sağlanır. Oluşacak ters rüzgarlarla, ya da yanlış konumlandırılmayla çatının üst bölgesinden hava girişinin, alt bölgesinden ise hava çıkışının gerçekleşmesinin önüne geçilmelidir.
- Havalandırma sisteminin iki ayağından biri olan mahyada, içeriye rüzgar girişinin önlenmesi için dışarıdan yansıtıcı yüzey yerleştirilmiş bir koruyucu levha bulunmalıdır. Levhanın iki yüzeyinde yerleştirilecek yansıtıcılar rüzgara yön gösterip, içerdeki havanın çıkışına neden olacak negatif basınç alanı yaratacaklardır. Aynı zamanda içeriye rüzgar ve dolayısıyla yağışın girmesi engellenecektir. Şekil 4.17 ve 4.18'deki örneklerde iki yanda yerleşen yansıtıcılar, iki tarafta negatif basınç alanı oluşturarak içerdeki havayı dışarı çekmektedir.

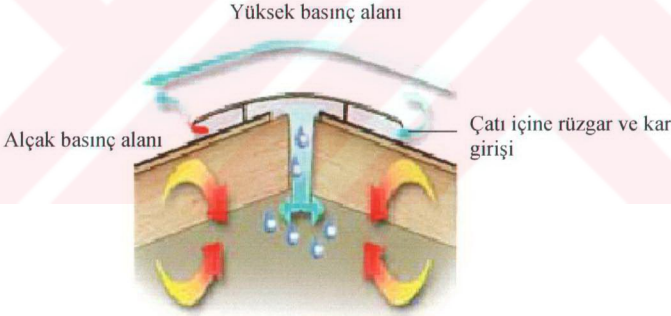


Şekil 4.17 Yansıtıcı mahya düzenlemesi [9].



Şekil 4.18 Yansıtıcılı mahya düzenlemesi [9].

İki yönde yansıtıcıların yerleştirilmemesi, mahya havalandırmasını etkisiz kılarak, yeterli negatif basınç alanı oluşturamamaktadır. Hava geçirimsiz filtre görevini yapan mahya bandının yanlış ürünlerden seçilmiş olması da aynı kötü sonuçları doğuracaktır. Yapılan araştırmalarda kullanılan bazı ürünlerin, rüzgar hızının 15 mil olduğu durumlarda bile, sadece bir yüzeyde negatif basınç oluşturarak diğer yüzeyden içeriye rüzgar ve yağış girişine izin verdikleri anlaşılmıştır. Şekil 4.19'de yansıtıcıların olmadığı durumlarda, mahyanın bir yönünden hava çıkışının sağlandığı halde, diğer yönünde hava girişini gerçekleştirdiği görülmektedir [13].



Şekil 4.19 Yansıtıcının kullanılmadığı durumlarda mahya havalandırması [9].

- Hava giriş ve çıkış deliklerinin hava akış kapasitelerinin yani alanlarının birbirine orantılı olması gerekir. Yani hava giriş deliklerinin net alanı, hava çıkış deliklerine eşit veya daha büyük olmalıdır.

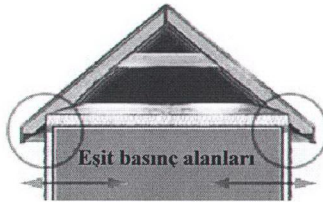
Birbirine eşit olarak oluşturulan hava giriş ve çıkış delikleri, oluşan negatif ve pozitif basınç alanlarının büyüklüğünün de eşit olmasını sağlayacaktır. Dengenin sağlanamaması havalandırmanın etkisini de sınırlayacak ve çatı içinde sıcak bölgelerin oluşmasına neden

olacaktır. Örneğin oluşturulan havalandırma boşluklarının % 75'i çatının üst kısmında, % 25'i ise çatının alt kısmında yani saçaktaysa, hava akımı düşük oranda açılan havalandırma boşluğuyla doğru orantılı olacaktır. Şekil 4.20'da havalandırmanı eşit oluşturmadığı zamanlar etkisinin düştüğü nasıl düştüğü gösterilmiştir.



Şekil 4.20 Eşit oluşturulan ve oluşturulmayan havalandırma boşluklarının etkisi [9].

- Saçaklarda oluşturulan hava giriş deliklerinin büyüklüklerinin de Şekil 4.21'de ki gibi birbirine eşit olması gereklidir. Böylece iki saçak boyunca eşit basınç alanları oluşturularak havanın, tüm çatı döşemesini eşit olarak süpürmesi sağlanır. Fakat iki saçak boyunca oluşturulan boşlukların sadece pozitif basınç alanı oluşturduğu, hava çıkışının sağlanması için mahyada negatif basınç alanı yaratılması gerekliliği unutulmamalıdır.



Şekil 4.21 Saçakta oluşturulan eşit hava giriş delikleri [9].

• Havalandırma giriş ve çıkış deliklerinin toplam alanı bazı özel durumlar da değişse bile ortalama olarak yalıtılmış döşeme alanının $1/150$ 'si olarak hesaplanmaktadır. Aşağıda gerekli giriş ve çıkış alanı hesaplaması bir örnekle anlatılmıştır [18].

1- İlk olarak yalıtılmış döşeme alanı hesaplanır. Çatı döşemesinin boyutlarının 15 metreye 20 metre olduğu bir örnekte:

$$15 \text{ m} \times 20 \text{ m} = 300 \text{ m}^2 \text{ toplam çatı döşemesi alanı}$$

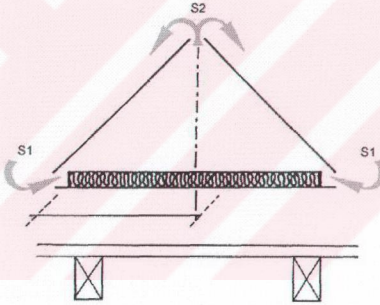
2- Gerekli olan toplam havalandırma alanı hesaplanır.

$$300 \div 150 = 2 \text{ m}^2 \text{ toplam havalandırma alanı}$$

3- Toplam havalandırma alanı 2' ye bölünerek toplam giriş ve çıkış alanları bulunur.

$$2 \div 2 = 1 \text{ m}^2 \text{ (1 m}^2 \text{ toplam giriş alanı ve 1 m}^2 \text{ toplam çıkış alanı)}$$

Bu büyüklerde oluşturulmuş hava delikleri çatı boşluğunun, saatte üç kere hava değişimini sağlayacaktır. Aşağıdaki şekil 4.22'de S1'lerin toplam alanı yani hava giriş delikleri toplamı, S2'ye yani hava çıkış delikleri toplamına eşittir.



Şekil 4.22 Havalandırma alanı büyüklükleri

Çatıda aşağıdaki şartlar sağlanıyorsa, toplam çatı döşemesinin $1/300$ 'ü kadar havalandırma alanı bırakılması yeterlidir.

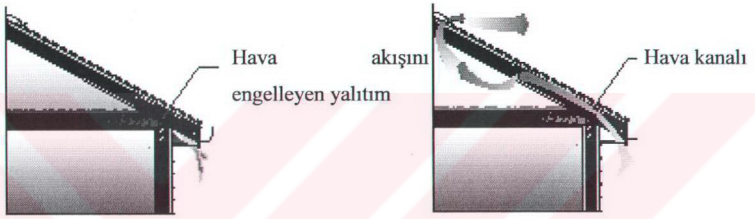
1- Çatıdaki ısı yalıtımının alt yani sıcak tarafında buhar bariyerleri kullanılmışsa,

2- Havalandırma boşluklarının yarısı çatının üst bölgesinde (en azından hava giriş deliklerinin en az bir metre yukarısında) yerleştirilmişse.

Bu gibi durumlarda kullanılan buhar bariyerinin çatı içinde birikecek nem oranını azaltacağı ve havalandırma ihtiyacının azalacağı düşünülerek, havalandırma alanı büyüklükleri buhar

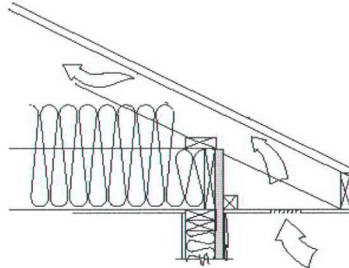
bariyeri kullanılmayan çatıların yarısı yani toplam döşeme alanının 1/300'ü olarak hesaplanmaktadır [18].

- Havalandırma yolu üzerinde, havanın hareketini sınırlayacak veya tamamen durduracak engellerin olmamasına, havanın izlediği yolun temiz olmasına dikkat edilmelidir. Gerek çatı formunda ki ve eğiminde ki değişikliklerin, gerekse bazı çatı konstrüksiyon elemanlarının, çatının izlediği yolu daraltarak, havalandırmanın büyüklüğünü azaltmasına izin verilmemelidir. Özellikle saçağın iç tarafında, ısı yalıtımının havalandırmayı engelleyecek şekilde yerleştirilmesi önlenmeli ve yalıtımın üzerinde, havalandırmanın sağlanabileceği boşluk bırakılmalıdır. Şekil 4.23 [17].



Şekil 4.23 Yalıtımın hava kanalının önünü kestiği ve hava girişine izin verdiği örnekler [14].

- Özellikle hava giriş deliklerinin içinden çatıya yağmur ve kar girişi olmamalıdır. Yağmur ve kar suyu girişi çatı içindeki nem oranını artırarak su akıntılarına neden olacaktır. Yapılacak havalandırmanın bu tür yeni problemler açması önlenmelidir. Bu nedenle hava giriş deliklerinin Şekil 4.24'deki saçak altı gibi korunaklı bölgelerde olması önemlidir.



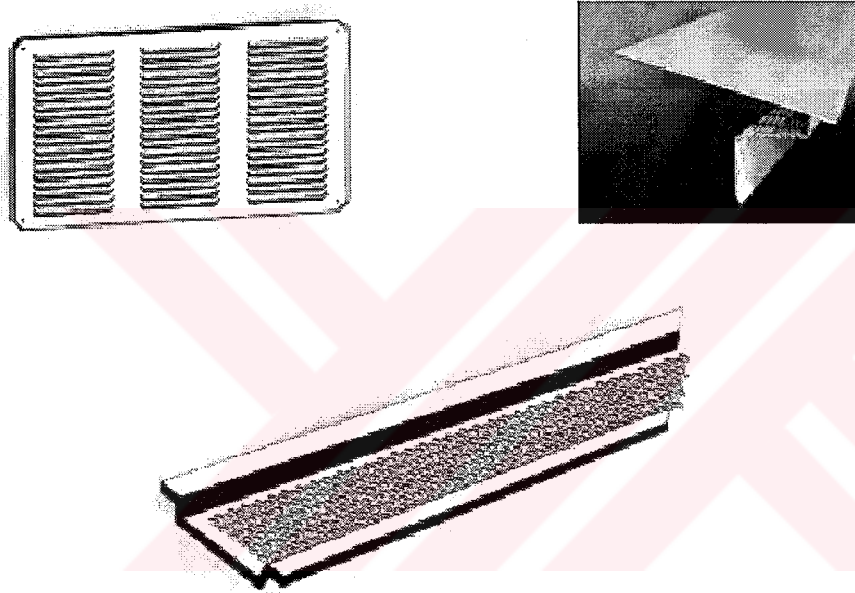
Şekil 4.24 Saçaktan hava girişi [13]

Havalandırma boşluğunun saçakta olması, içeriye sert rüzgarlarla kar ve yağmur girişini tamamen kesemeyecektir. Ancak saçak, bu zararlı etkilerden korunulabilecek en uygun yerdir.

Yine de içeriye ulaşan nem, toplanmasına izin verilmeden havalandırma ile kolayca çatı boşluğundan uzaklaştırılacaktır.

Bazı durumlarda havalandırma boşluklarının üstü içeriye kuş, böcek gibi canlıların girmesini önlemek için delikli levhalar gibi elemanlarla kapatılmaktadır. Levha üzerindeki küçük delikler zamanla kir, toz ve yalıtım parçalarıyla dolmaktadır. Burada kullanılacak levhanın deliklerinin hem içeriye böcek girmesini engelleyecek kadar küçük, hem de kısa zamanda tozla dolmayacak kadar büyük olmasına özen gösterilmelidir (Hardy, 1998)

Şekil 4.25'de saçak altına yerleştirilen dörtgen ve uzun levhayla, saçak olmayan çatılarda uygulanan levha gösterilmiştir.



Şekil 4.25 Saçak koruma levhaları [9]

Saçak altında en çok kullanılan havalandırma sistemi, saçak boyunca devam eden uzun levhalardır. Çatı için gerekli havalandırma büyüklüğü hesaplanırken bulunan değer, bu levhaların deliklerinin toplam yani net büyüklüğüdür. Delikler arasındaki metal parçalar, hava akımının bir miktar da olsa azaltacağından, sadece delik alanları hesaplara dahil edilmektedir.

4.2.2 Mekanik Havalandırma

Mekanik havalandırma da, rüzgar türbinlerinde ki gibi, üzerinde dönen sistemle, çatı boşluğunda toplanan sıcak havanın çatı dışına çekilmesi ve tahliyesi sağlanır. Sistemin dönerek havalandırma sağlamasına neden olan ise rüzgar değil elektrik gücüdür. Az da olsa güneş enerjisiyle çalışan motorlar da kullanılmaktadır. Sistemin rüzgardan bağımsız çalışması, rüzgarın yeterince hıza ulaşmadığı durumlarda da işlemlerini sağlar [14].

Mekanik fanlar genelde çatının merkezinde, mahyaya yakın noktalarda yerleştirilirler. Yüksek ısıya veya yüksek neme duyarlı olmasına bağlı olarak, otomatik olarak açılıp kapanmaktadırlar. Sistemin en büyük eksi yönü sadece ısıya duyarlı olduğu durumlarda kışın, sadece neme duyarlı olduğu durumlarda ise yazın etkilerinin azalmasıdır. Bu nedenle kullanılacak iklim özellikleri düşünülerek, neme veya ısıya kimi zamanda ikisine birden duyarlı bir sistem seçilmesi gereklidir. Şekil 4.26'da çatı havalandırmasında kullanılan bir mekanik fan örneği verilmiştir.

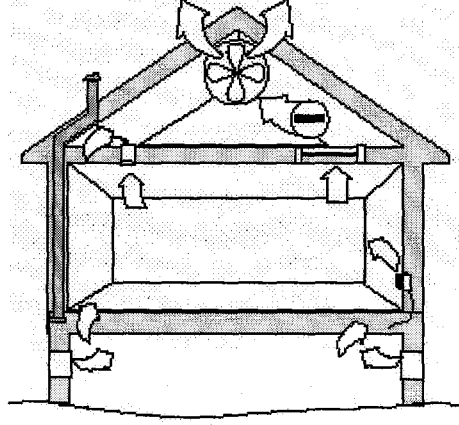


Şekil 4.26 Mekanik fan [9].

Mekanik havalandırma sistemleri, elektrik fanlarının motor güçlerine bağlı olarak büyük boyutlarda hava tahliyesi sağlayabilirler. Dakikada ortalama on kere çatı boşluğunun havasını değiştirecek güce sahiptirler. Büyük miktarlarda hava hareketi sağlayabildikleri halde, sadece bir fan tüm havayı çekmekte yetersiz kalacaktır. Tüm havanın döngüsü için saçaktan yapılacak hava girişiyle birlikte, çatı üstünde eşit aralıklarla birden çok fan kullanılması gereklidir.

Mekanik fanın kullanılacağı çatılarda gerekli olan fan sayısı hesaplamada çatının döşeme alanı ve fanın motor gücüne bağlı olarak bir saatte çatıda gerçekleştirebileceği hava değişim sayısı önemlidir. Bununla birlikte hava değişim katsayısı havalandırmanın etkinliğini ölçmede bir ölçüt olarak kullanılmamalıdır. Mekanik havalandırmanın istenilen verimlilikte gerçekleşmesi için, hava akımının kışın çatıda nem birikmesi olası noktalarda, yazınsa tüm çatı yüzeyinde etkili olması gereklidir.

Mekanik fanlar çatı içinde yüksek boyutlarda negatif basınç alanı oluştururlar. Oluşan bu basınç, kimi durumlarda çatı döşemesinde oluşan boşluklar nedeniyle sadece çatı boşluğundaki havanın yanında yapı içindeki ısıtılarak veya soğutularak konfor koşullarına getirilmiş olan havayı da Şekil 4.27'de görüldüğü gibi çekmekte ve çatı boşluğunda oluşan toz ve yabancı maddelerin yapı içine girmesine izin vermektedir.



Şekil 4.27 Mekanik fanların meydana getirdiği negatif basınç [13].

Bu sistemler, çatıyı soğutarak enerji korunumu sağlasalar bile, yapımı ve kullanımı yüksek maliyetler gerektirmektedir. Kullanım esnasında kazanılan enerji çoğu zaman kaybedilen enerjiyi karşılamamaktadır. Bu nedenle sadece doğal havalandırmanın sağlanamayacağı karmaşık ve çok eğimli çatılarda, çatı boşluğunda eşit bir yalıtımın yapılmadığı durumlarda veya uygulaması kolay olduğu için sonradan havalandırma yapılmasına karar verilen çatılarda kullanılır [9].

4.3 Isı Yalıtımının Çatı Kesitinin İçinde Uygulandığı Durumlarda Havalandırma

Yapı fiziğinde yaşanan gelişmelere bağlı olarak, çatılarda ısı yalıtımının yeri, su yalıtımıyla olan ilişkisi, su buharının yaratacağı sorunlar, çatı kaplamasının yalıtım üzerindeki konumu gibi konular önem kazanmaya başlamıştır (Dindoruk ve Topçu, 1999).

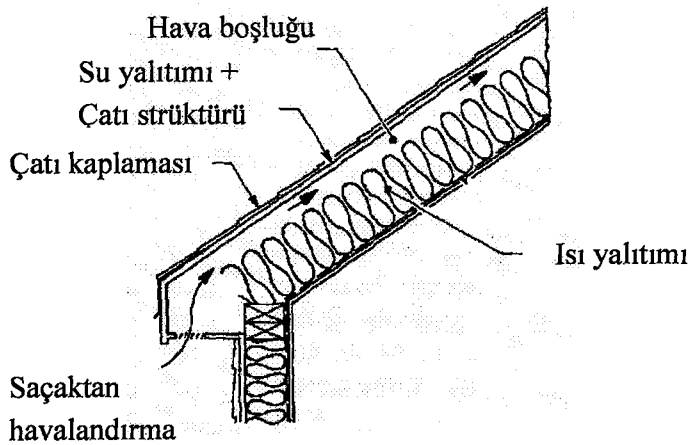
Isı yalıtımının tavan döşemesi üzerinde kullanılmasıyla, çatı arası mekanlarının kullanılamaz olması, çatıdaki ısı yalıtımı ve havalandırma sorunlarının çatı kesitinin içinde çözülmesi gerekliliğini doğurmuştur. Çatı altlarının yaşama mekanlarına eklenmesi, var olan konut sıkıntısına da bir çözüm önerisi getirmektedir. ÇATIDER (Çaticılar Derneği) tarafından yapılan araştırmaya göre çatı altlarının kullanılabilmesi, Türkiye konut gereksiniminin % 15'inin karşılanabilmesini sağlayacaktır [4]. Gerek kullanılan çatı örtüsünden dolayı getirilen eğim sınırlandırmaları, gerekse konfor koşullarına ulaştırılamamaları nedeniyle genel kullanıma katılmayan çatı altı mekanlarının kullanıma açılmaması, çatıya verilen önemin de azalmasına neden olmaktadır. Bu mekanların yaşama alanlarına dahil edilmesi çatılarda daha iyi bir tasarım ve uygulama zorunluluğu getirecek ve böylece, çatılarda hak ettikleri ilgiyi göreceklerdir ve çatı altı mekanları daha kullanılabilir hale gelecektir.

Bu tez kapsamında yapılan anket çalışmasında katılımcılara çatı aralarının kullanılıp kullanılmadığı sorulmuştur. Eğimli çatılı yapılarda çatı aralarının kullanım oranı % 26,8'ken, teras+eğimli çatılarda bu oran % 43,2'ye çıkmaktadır. Teras ve eğimli çatılarda, yapılan teras çatının kullanılabilmesi, eğimli çatı altı mekanlarının da kullanıma sokulmasını zorunlu kıldığını göstermektedir. Ortalama olarak çatı arasının kullanılıp kullanılmadığını bilmeyenlerin oranı ise % 13,1'dir (Bakınız Ekler Çizelge 2.5)

Isı yalıtımın çatı kesitinin içinde yer alarak, çatı alt boşluğunun yaşama mekanlarına eklendiği çatılar katedral döşeme adını almaktadır. Bu tür çatılarda ısı yalıtım tabakası olarak rijit ve düşük λ değerine sahip extrude polistiren (XPS) veya genleştirilmiş polistiren (EPS) levhaların yanında serme şeklinde uygulanan mineral yünler de kullanılmaktadır. Isı yalıtımının çatı eğimine paralel olarak yerleştirilmiş olması, yalıtımın sudan korunabilmesini daha da önemli kılmaktadır. Su yalıtımının görevini yerine getiremediği durumlarda ıslanan ısı yalıtım tabakası nitelik kaybına uğrayacak ve yeterli yalıtım sağlayamayacaktır. İçine emdiği suyun varlığıyla daha fazla iletkenlik kazanarak tersine çalışmaya başlayacaktır. Özellikle lifli ürünler de (taş yünü, cam yünü, ahşap yonga levha v.b.) bu olumsuzluk önem kazanmaktadır.

4.3.1 Doğal Havalandırma

Yalıtımın çatı eğimine paralel olduğu çatılarda saçaktan çatı kesitine girecek olan taze havanın, Şekil 4.28'te de görüldüğü gibi kesit boyunca ilerleyip mahyadan çıkışı, uygulanabilecek olan en iyi doğal havalandırma yöntemidir. Bu tür çatılarda doğal havalandırma yapmak, çatı kesiti içerisinde yalıtımın ve havalandırmanın bulunacağı alan kısıtlı olduğundan, çatı arasının kullanılmadığı çatılara göre daha zordur. Havalandırmayı şekillendirense ısı yalıtımından çok, kullanılacak olan su yalıtımının cinsi ve uygulandığıdır.



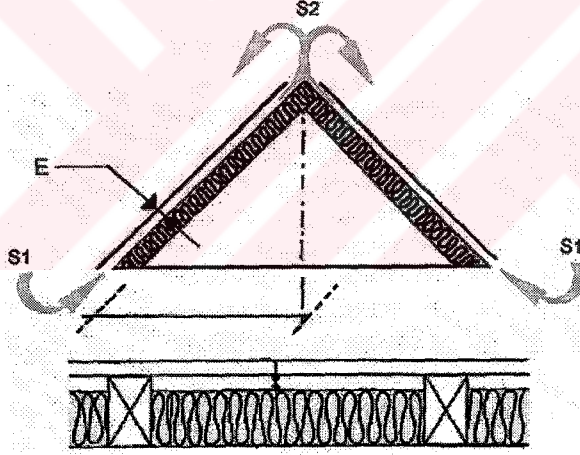
Şekil 4.28 Isı yalıtımının çatı kesiti içinde yer aldığı durumlarda havalandırma (Tobiasson, 1994)

Bu tür çatılarda, uygulanacak su yalıtımının buhar geçirmez ürünler arasından seçildiği durumlarda, ısı yalıtımının üstünde sıcak ve nemli hava birikecektir. Yapılacak olan havalandırma, birikecek olan nemin çatıdan uzaklaşmasının yanında, çatı kesitinin özellikle ısı yalıtımının çok fazla ısınması engellenecektir.

Su yalıtım katmanı olarak buhar geçirgen örtüler kullanıldığında ise, ısı yalıtımının üstünde havalandırma yapmaya gerek yoktur. Çatı örtüsünün altında oluşturulacak hava tabakası, çatı örtüsü altında biriken nemin ve suyun çatıdan uzaklaştırılması için yeterli olacaktır.

Isı yalıtımının çatı eğimini takip ettiği bu tür çatılarda havalandırma boşluklarının toplam alanı, yalıtım yapılmış çatı yüzeyinin $1/150$ 'sidir. Hesaplamalarda alınacak olan döşeme alanı eğimli çatı kesitinin yüzeyinin toplam alanıdır. Ayrıntılı olarak hesaplamaların nasıl yapılacağı bölüm 4.1.3'de verilmiştir.

Bu tür çatılarda havalandırma, ısı yalıtımıyla çatı kaplaması arasındaki dar kesitte yapıldığı için, bu boşluğun genişliği önem kazanmaktadır. Şekil 4.29'da E olarak gösterilen havalandırma alanının genişliği, çatı eğimli yüzeyi uzunluğunun 12 m' den kısa olduğu durumlarda 40 mm, çatı eğimli yüzeyi uzunluğunun 12 m' den uzun olduğu durumlarda 65 mm olarak alınmalıdır [18].

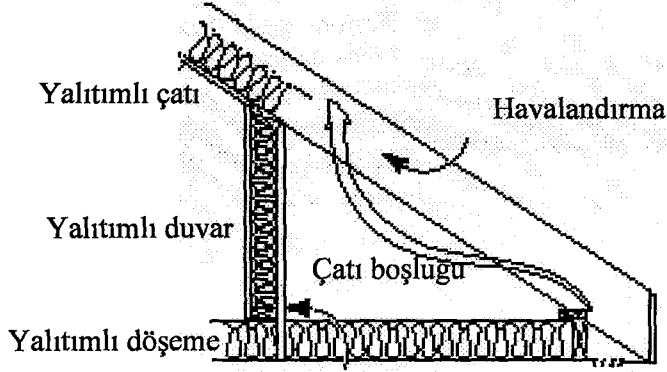


Şekil 4.29 Isı yalıtımının çatı kesiti içinde yer aldığı durumlarda havalandırma

Çatı arasının yaşama mekanı olarak kullanıldığı yapılarda, çatının eğimine bağlı olarak çıkan yüksekliğin düştüğü ve mekanın kullanımını zorlaştıracığı saçağa yakın seviyelerde bir duvar oluşturularak, bu mekan kullanım alanından ayrılır

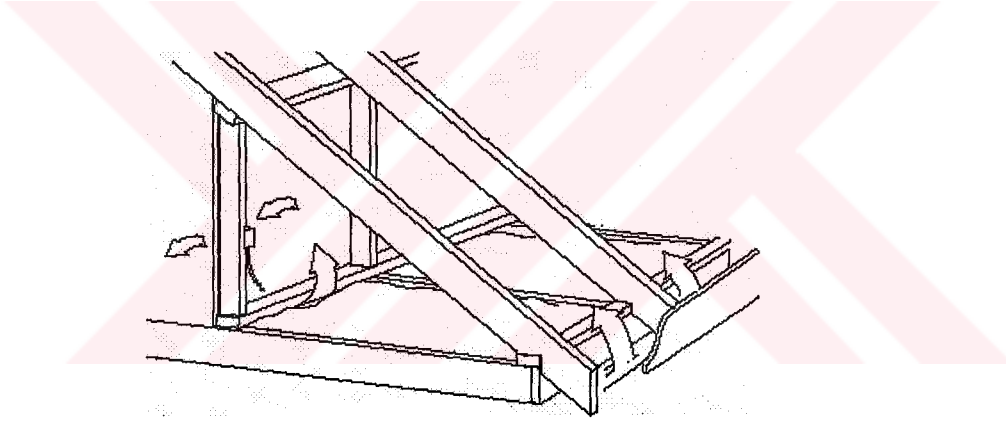
Bu durumlarda en sık karşılaşılan uygulama, ortaya çıkan çatı boşluğunun döşeme üstünden yalıtılmasıdır. Buna ek olarak da duvardan yalıtım yapılması bu alanı gereksiz yere ısıtılmayan ve havalandırılan bir mekan haline dönüştürecektir (Şekil 4.30). Duvarın bittiği

noktadan itibaren, çatı yalıtımı, çatı kesitinin içinde yer alarak, havalandırma bu kesit içinde devam etmektedir.



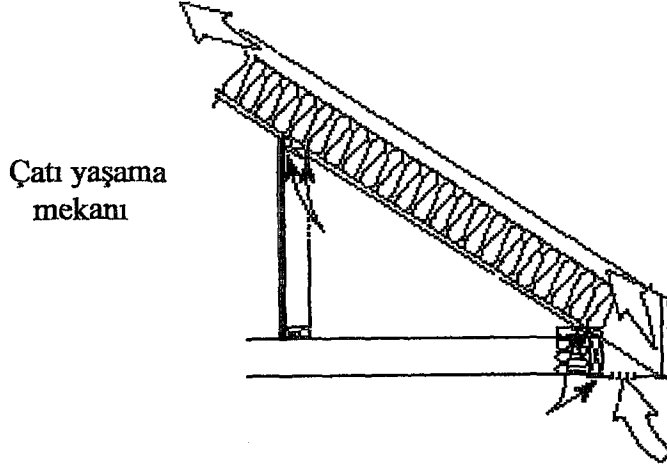
Şekil 4.30 Kullanılmayan eğim altı boşluğunda yapılan havalandırma [13].

Duvar üzerinde yapılan yalıtımın yeterli olmaması, ve birleşim noktalarında hava kaçaklarına karşı önlemler alınmamış olması, çoğu durumda havalandırılan boşluktan, iç mekanlara doğru bir hava akımının olmasına neden olmaktadır (Şekil 4.31) [13].



Şekil 4.31 Havalandırılan boşluktan, iç mekanlara doğru istenmeyen hava akışı [13].

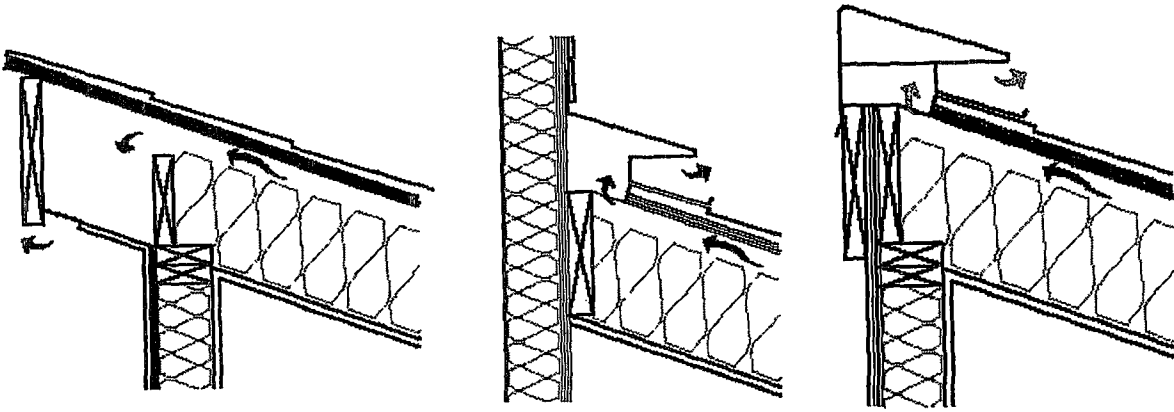
Çatı eğimi boyunca yapılan ısı yalıtımının bu boşluk üzerinde saçağa kadar devam ettirilmesi, iç mekan konforu için daha uygundur. Şekil 4.32’de okla işaretlenmiş olan duvarla çatı, döşemeyle çatı birleşim noktalarının iyi yalıtılmış olması oluşacak hava kayıplarının da önüne geçilmesini sağlayacaktır.



Şekil 4.32 Çatı eğimi altında oluşan boşluk [13].

Eğimli çatılar, bir veya birden fazla eğik düzlemin bir araya gelmesinden oluşur. İki veya daha fazla yöne doğru eğim barındıran kırma çatı, beşik çatı gibi çatılarda gerçekleşen saçak ve mahyadan havalandırma sistemi, tek eğimli sundurma çatı olarak bilinen çatılarda da aynı şekilde gerçekleştirilmektedir. Eğimin alt noktasındaki saçaktan soğuk hava girişi ve çatının eğiminin üst noktasından da sıcak hava çıkışı sağlanmaktadır.

Şekil 4.33'de çeşitli sundurma çatı örnekleri verilerek, havanın çatı boşluğunu terk ediş yolları verilmiştir. İlk örnekte bir saçak oluşturularak havanın çıkışı sağlanırken, ikinci ve üçüncü örneklerde ise duvar yüzünde bitirilen çatılar da, saçak yapılmadan bırakılan boşluklardan sıcak havanın çatıdan uzaklaşması sağlanmaktadır.



Şekil 4.33 Tek yöne doğru eğimli (sundurma) çatılarda doğal havalandırma ayrıntıları [20]
Daha öncede belirtildiği gibi, havalandırma sadece çatı kesidinde gerçekleştirildiği için, ısı yalıtımının üstünde kullanılan su yalıtımının önemi artmaktadır. Bu nedenle aşağıda Türkiye'de en çok fazla kullanılan su yalıtım katmanları olan polimer bitümlü buhar geçirmeyen su yalıtım membranları, oluklu su yalıtım levhaları ve son yıllarda uygulanmaya

başlanan buhar geçirgen su yalıtım örtülerinin kullanım ilkeleri ve doğal havalandırmayı nasıl etkiledikleri verilmektedir.

4.3.1.1 Buhar Geçirmeyen Su Yalıtım Örtüleriyle Havalandırma

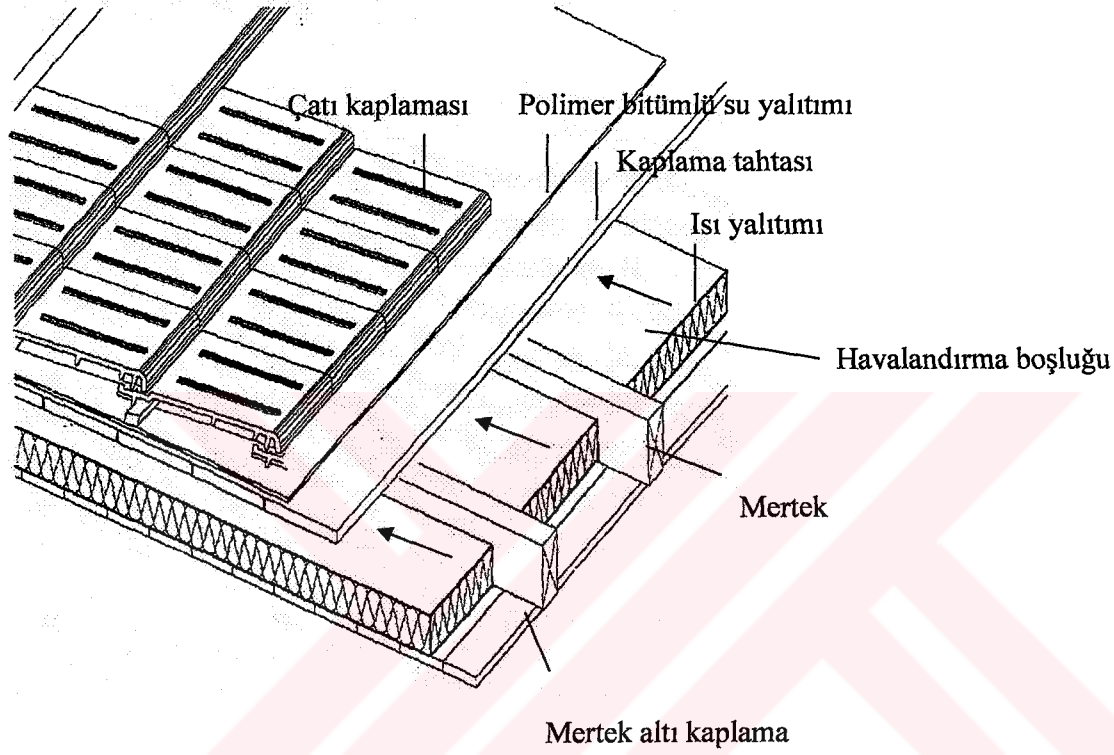
Türkiye de eğimli çatılarda su yalıtım katmanı olarak uzun süre rüberoit adı verilen bitümlü karton taşıyıcılı membranlar kullanılmıştır. Tek katın yeterli yalıtım sağlayamadığı durumlarda üst üste iki kat uygulamasına gidilmiştir. Özellikle geleneksel çatı örtüsü olarak nitelendirebileceğimiz kiremit altında yıllarca ülkemizde uygulama alanı bulan bu membranların suya karşı yeterince dayanıklı olmamaları ve kısa sürelerde su yalıtım özelliklerini kaybetmeleri beraberinde birçok sorunu getirmiştir. Oluşan bu sorunlar ve su yalıtım sektöründeki yeni gelişmeler, bu ürünlerin yerini buhar geçirmeyen polimer bitümlü su yalıtım membranlarına bırakmasına neden olmuştur [21].

Ana hammaddesi modifiye edilmiş bitüm olan polipropilen lifli bu membranlar temel olarak polimer bitümlü karışım, taşıyıcı ve yüzey kaplaması olmak üzere üç üründen oluşmaktadır. Taşıyıcılarına göre polyester keçe ve cam tülü taşıyıcılı; bitüme katılan modifiye maddesine göre atactic polipropilen (APP) katkılılar (plastomerik membranlar) ve styrene butadiene styrene (SBS) katkılılar (elastomerik membranlar) olmak üzere ikiye ayrılırlar. Membranın taşıyıcısı, onun kopmaya karşı dayanımını belirleyip yüksek ısılarında akışkanlığını da önlerken, katkı maddesi membranın hareket yeteneğini etkilemektedir (Gel, 1999).

Membran ruloları, betonarme veya ahşap çatı döşemesi üstüne çatı saçağına paralel olarak serilir. Saçak hattından mahyaya doğru devam ettirilen uygulamada, her üst sıranın bir alt sıraya yaklaşık 10-12 cm bindirilmesine dikkat edilir. Böylece çatının üst bölgelerinden gelen yağış suyunun, yalıtım membranlarının birleşim noktalarından içeriye sızmasının önüne geçilir [22].

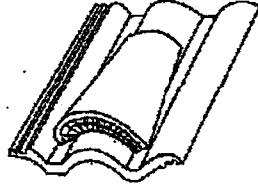
Polimer bitümlü membranlar su yalıtımı yanında pratikte buhar geçirimsiz olarak kabul edildikleri için iyi bir de buhar yalıtımı görevi görmektedir. Bu nedenle yapı içinden gelen su buharını geçirmemesi, bu tür membran kullanımında çatı kesitinde biriken nemin havalandırma ile dışarı atılmasını zorunlu kılmaktadır. Buhara açık olmayan su yalıtım membranları, kesit içindeki havasızlığa, biriken nemin yoğunlaşmasına ve ısı yalıtımının ıslanmasına neden olabilmektedir. Islanan su yalıtımının ısı iletkenlik değeri artacak ve yapı içi konfor koşulları bozulacaktır. Havasızlığın getirdiği sıcaklık değişimleri membranlarda yırtılmalara, kopmalara neden olur ve zamanla tüm özelliklerini kaybederek, çatıyı suya ve onun zararlı etkilerine karşı korumasız bırakmaktadır [21].

Türkiye’de hala çok fazla uygulama alanı bulan polimer bitümlü membranlarla, ısı yalıtımı arasında biriken nemin dışarı atılmasını sağlayarak nem kaynaklı sorunlara engel olmak için, saçıktan mahyaya doğru bir havalandırma hattı oluşturulmalıdır. Kullanılan çatı örtüsüne göre de, çatı örtüsü altında oluşturulacak ikinci hava boşluğu, örtü altında biriken nemin ve suyun çatıdan uzaklaşmasını sağlayacaktır. Şekil 4.34’de çatı örtüsü olarak kiremidin kullanıldığı bir uygulamada, ısı yalıtımıyla polimer bitümlü su yalıtım membranları arasında oluşturulan hava boşluklarıyla yapılan havalandırma gösterilmektedir.



Şekil 4.34 Buhar geçirmeyen polimer bitümlü su yalıtım membranları ve mertek arası ısı yalıtım katmanı arasında havalandırma (İzotoprak Detay Kılavuzu)

Yine çatı örtüsü olarak kiremitin kullanıldığı durumlarda, kiremidin altında oluşturulacak boşluğun, çatı boyunca yeterli havalandırma sağlayamadığı durumlarda, çatı üzerindeki belli noktalarda havalandırma kiremiti kullanılmalıdır. Bu kiremitlerin üzerinde hava geçişini sağlamak için bir hava boşluğu vardır. Bu boşluktan havayla birlikte her türlü yabancı nesnenin (kuş, böcek v.b) girerek çatı kesidine zarar vermesini önlenmesi için plastik bir kafesle desteklenmiş özel bir başlıkla donatılmışlardır. Şekil 4.35’de havalandırma kiremidi şekli verilmiştir (Brass Teknik Kılavuzu).

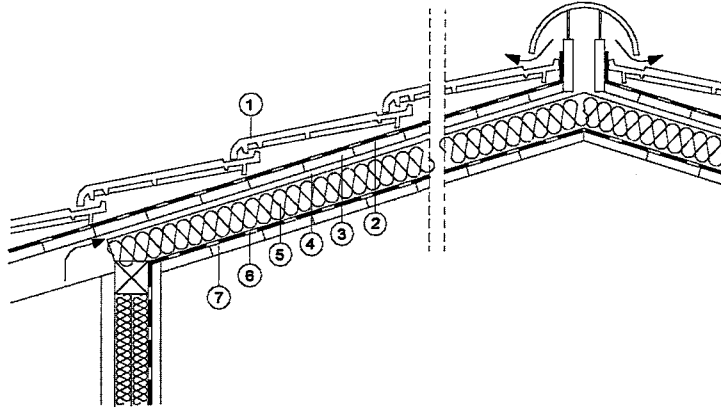


Şekil 4.35 Havalandırma kiremidi (Brass Teknik Kılavuzu).

Çatı eğim uzunluğunun 10 m'yi geçtiği durumlarda, saçak ve mahya hattından yapılacak havalandırmanın yeterli olmadığı, ya da karmaşık çatılarda, çatının durumuna bakılarak, saçak hattından sonraki sıra da ve orta sırada her 3-5 kiremitte bir havalandırma kiremi döşenmektedir. Özellikle mahyada hava çıkış deliklerinin bulunmadığı çatılarda, havalandırmanın sağlanabilmesi için, bu sayıların artırılmasında yarar vardır (Brass Teknik Kılavuzu).

Bu tür çatılarda yapılan bir yanlış da mahya kiremitlerinin harç yardımıyla mahyaya sabitlenerek, çatı içine giren havanın dışarı çıkmasının önüne geçilmesidir. Havalandırma sadece çatı kesitindeki dar alanlarda gerçekleştiği için mahyadaki hava çıkışları, havalandırmayı büyük ölçüde etkilemektedir. Çatı kesitine hava girişi sağlandığı halde hava çıkışının olmaması havalandırma etkisini azaltacaktır. Mahyadan içeriye su sızıntılarının önlenmesi ve mahyanın dayanıklılığını sağlamak için sabitlenen kiremitlerin harcı hava sıcaklık değişimi, rüzgarın etkisi ve çatıda çeşitli olaylar (deprem, küçük hareketler) sonucu yaptığı oynamalarla çatlayıp, çatı içine su girişine izin vermektedir.

Şekil 4.36'da yine çatı örtüsü olarak kiremitin, su yalıtımı içi polimer bitümlü membranların kullanıldığı bir çatı kesidi verilerek, havanın giriş ve çıkış arasında izlediği yol gösterilmiştir.



- 1- Çatı kaplaması
- 2- Polimer bitümlü su yalıtımı
- 3- Çatı tahtası
- 4- Havalandırılan çatı arası boşluğu
- 5- Isı yalıtımı
- 6- Buhar dengeleyici
- 7- Tavan kaplaması

Şekil 4.36 Polimer bitümlü su yalıtım membranlarının kullanıldığı çatılarda havalandırma ayrıntısı [17]

4.3.1.2 Buhar Geçirgen Su Yalıtım Örtüleriyle Havalandırma

Günümüzde çatı katlarının yaşanabilir mekanlar haline gelmesi nedeniyle daha önem kazanan çatı ayrıntı çözümlerinde, yeterli havalandırmanın sağlanabilmesi için oluşturulan hava boşluklarının uygulanmaması veya yetersiz boşlukların bırakılması sonucu ortaya çıkan sorunlar nedeniyle, kullanılmaya başlanan bir diğer su yalıtımı da buhar geçirgen su yalıtım örtüleridir.

Buhar geçirgen su yalıtım örtüleri, yapı içinde buharı dışarı atabilen ancak suyu çatı içine geçişine izin vermeyen örtülerdir. Her türlü eğimli çatıda kullanılan bu örtüler, yüksek yoğunluklu polietilen liflerin eritilmesi ve dokunmamış ısı bağı yöntemiyle elde edilmişlerdir (Türker, 2002).

Nefes alan su yalıtım örtüleri olarak nitelendirilen bu örtüler, bitümlü membranlardan 300 kat daha yüksek bir buhar geçirgenliğine sahiptirler. Sahip oldukları yüksek buhar geçirgenliği sayesinde (1800gr/m²/24 saat) havalandırma boşluğu bırakmadan su buharını kolayca dışarı atabilirler (Tyvek Teknik Kılavuzu)

Bitüm esaslı su yalıtım membranlarının aksine, üstün buhar geçirgenlikleri sayesinde, çatı kesitinde yer alan yalıtım ve strüktür elemanlarını nemin kötü etkilerinden korumaktadırlar. Yapı içinde oluşan su buharının yapı dışına çıkışına izin vererek, nem akışının dengelenmesini sağlamakta ve oluşması muhtemel yoğuşma sorunlarını ortadan kaldırmaktadır [21].

Buhar geçirgenliklerinin yanında çatı örtüsünün arasından sızan yağmur sularını içeri almamaya, çatı strüktürünü suyun zararlı etkilerine karşı korurlar.

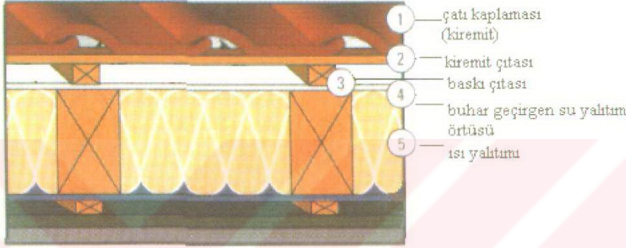
Cam yünü, taş yünü, extrude polistiren (XPS), genişletilmiş polistiren (EPS) gibi ısı yalıtım ürünlerinin üzerine doğrudan uygulanabilirler (Şekil 4.35). Su yalıtımının nefes alan yapısı, doğal bir hava geçişine izin verdiği için, ısı yalıtımının da havalanmasını sağlayarak, yalıtımın ömrünü uzatır.

Bu örtülerin kullanıldığı uygulamalarda ısı yalıtımıyla su yalıtım tabakası arasında, bitüm esaslı ürünlerde olduğu gibi su buharının dışarı atılması için saçakta oluşturulacak hava dolaşım boşluklarına gerek yoktur. Yüksek derecede buhar geçirgenlikleri sayesinde doğrudan ısı yalıtım ürünlerinin (mineral yünlü, XPS, v.b) üzerine saçaktan başlayarak mahyaya doğru birbirleri üzerine bindirilerek serilebilirler (Türker, 2002).

Yapı içinden gelip, su yalıtım örtüsünü geçen su buharının çatı kaplamasına zarar vermesinin engellenmesi gereklidir. Bu nedenle, çatı örtüsünün altında yeterli havalandırma sağlamak

amacıyla, su yalıtım örtüsünün üstünde minimum 40 mm kalınlıkta baskı çitaları yerleştirilir. Baskı çitaları, su buharının çatıyı terk etmesini sağlamanın yanı sıra çatı örtüsü ve su yalıtım örtüsü için güçlü bir tutunma düzlemi yarattıklarından, yeterli sayılarda yerleştirilmelerine özen gösterilmelidir.

Şekil 4.37'de çatı örtüsü olarak gösterilen kiremidin döşenmesi için yerleştirilen kiremit çitaları ve baskı çitaları arasındaki 50 mm. 'lik boşluk, içerden gelen su buharı ve çatıdan sızan suyun çatıyı terk etmesi için yeterli boşluklardır.



Şekil 4.37 Buhar geçirgen su yalıtım örtüleriyle mertek arası ısı yalıtımlı çatı uygulaması (Tyvek Teknik Kılavuzu)

Nefes alan su yalıtım örtülerinin kullanılarak, havalandırma boşluklarının oluşturulmaması, yapıda oluşacak hava kaçakları ve taşınım yoluyla ısı kayıplarını da en alt seviyede tutarak enerji korunumunu sağlamaktadır.

Yapı içinde, buhar geçirgen örtülerle dışarı atılmayacak kadar büyük oranlarda nem kaynakları mevcutsa, ısı yalıtımının sıcak tarafında taşınımla ısı akımını engelleyen; su, hava ve rüzgar geçirimsiz bir buhar dengeleyici tabaka konulmasında yarar vardır.

Buhar geçirgen su yalıtım örtüleri özel yapıları sayesinde sıcaklık değişimlerinden de etkilenmezler. Yüksek sıcaklıklardan etkilenmeyen yapılarıyla, bitümlü membranlarda görülen çatlama ve kopmaya bu tür ürünlerde rastlanmamaktadır. Çok hafif bir yapıda oldukları halde 60-140 gr/m² rüzgar gücüne ve yırtılmaya karşı dayanımlıdır (Türker, 2002). Bu örtülerle iç ortamın kontrollü bir biçimde havalandırılması için gerekli özelliklere sahip su, hava ve rüzgar geçirimsiz bir dış kabuk yaratılmış olur. Şekil 4.38'de yapı içinden gelen su buharının buhar geçirgen örtüyü geçerek çatıyı terk edişi, yapı dışından gelen rüzgarın örtüye çarparak geri dönüşü ve çatı dış yüzeyinden gelen suyun örtü üzerinden çatıdan uzaklaşması gösterilmiştir.



- a) Yapı içinden gelen su buharı
- b) Yapı dışından gelen rüzgar
- c) Çatı dış yüzeyinden gelen yağışma veya rüzgarla gelen yağmur suyu

Şekil 4.38 Buhar geçirgen su yalıtım örtülerinin kullanıldığı çatılarda su buharının, rüzgarın ve yağmur suyunun hareketi (Tyvek Teknik Kılavuzu)

4.3.1.3 Oluklu Su Yalıtım Levhalarıyla Havalandırma

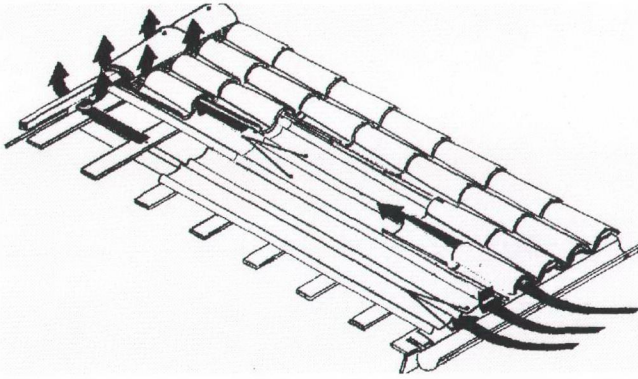
Çatı kaplaması altında kullanılacak üçüncü su yalıtım tabakası, oluklu levhalardır. Su ve buhar geçirimsizliğini sağlayan bitümlü yapılarının yanı sıra sahip oldukları oluklu yapıları dolayısıyla, saçaktan mahyaya kadar doğal bir hava akımını oluşmasına neden olurlar (Şekil 4.39).



Şekil 4.39 Oluklu su yalıtım levhaları

Oluklu levhaların altında meydana gelen hava akımı, yapı içinden gelen su buharının, ısı yalıtımının üzerinde yoğunlaşmadan, çatının dışına atılmasına olanak verir. Mahyada da uygun hava çıkışlarının bırakılması sonucunda, ek bir havalandırma boşluğu oluşturulmasına gerek yoktur [22].

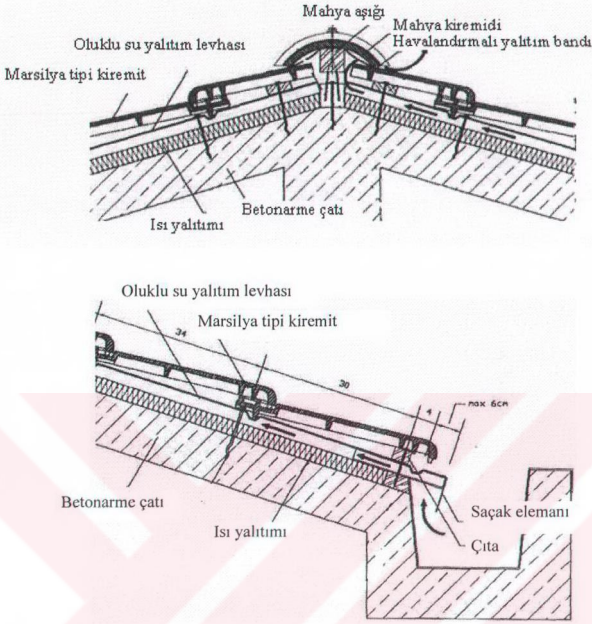
Kıvrımlı yapılarıyla özellikle kiremidin rahatça oturmasına izin veren bu levhalar, oluşturdukları hava akımıyla sıcak mevsimlerde, çatının ısı yükünün düşürülmesine de izin verirler (Kamil, 1999). Levha içinde saçaktan mahyaya kadar oluşan hava akımı, çatıyı doğal yollardan soğutmaktadır (Şekil 4.40).



Şekil 4.40 Oluklu su yalıtım levhaları ve uygulanış biçimleri (Kamil, 1999)

Su yalıtımı özelliklerinin yanısıra ses ve ısı yalıtımında yardım eden özel profilli oluklu levhalar, siyah, kırmızı, kahverengi ve yeşil olmak üzere dört ana renkte üretilmektedir. Alaturka, Valensia ve tüm Marsilya kiremitlerine için özel olarak üretilmiş oluklu levhalar mevcuttur. Kiremitin yapısına uygun olarak biçimlenen oluklu su yalıtım levhalarında, kiremitin tam olarak levhaya oturması sağlandığından, hareket etmesi engellenerek, kiremitlerin kaymalarına engel olunur [22].

Şekil 4.41'de bir betonarme çatı örneği görülmektedir. Son yıllarda sıkça uygulanmaya başlanan bu çatı tipinde ısı yalıtımı, döşeme üzerine doğrudan yerleştirilmiştir. Isı yalıtımın üstüne, seçilen kiremit çeşidine (Marsilya) uygun oluklu levhalar konulmaktadır. Saçaktan hava girişine izin veren yapısı nedeniyle, ısı yalıtımıyla oluklu levhalar arasında boşluk bırakılmamıştır. Su yalıtımının üzerine kiremit sıralarının döşenmesiyle uygulama bitirilmiştir. Mahyada ise mahya kiremiti yerleştirilerek saçaktan giren havanın, çatı içinde birikmesine izin verilmeden çatıyı terketmesi sağlanmaktadır [23].



Şekil 4.41 Betonarme çatı üzerinde oluklu su yalıtım levhalarıyla mahya ve saçak ayrıntısı

4.3.2 Mekanik Havalandırma

Isı yalıtımının çatı eğimine paralel olduğu çatılarda, çatı kesidinin havalandırılmasının bir diğer yolu da mekanik havalandırma yapmaktır. Doğal havalandırmadan, havalandırma için ayrılan boşluğun sınırlı olması nedeniyle yeterli verim alınmadığı durumlarda mekanik havalandırma uygulamasına gidilmektedir. Sistemin elektrik gücüne bağlı olarak çalışması, doğal havalandırmaya göre maliyetini artırsada, havalandırma boşluğunun çeşitli engellerle sınırlandığı, yada eğimin değiştiği çatılarda, saçakta oluşturulacak taze hava girişiyle desteklendiği durumlarda, uygun bir havalandırma sağlanmaktadır.

5. SONUÇLAR

Türkiye’de gerek iklimsel etkenler, gerek geleneksel yapıım teknolojileri nedeniyle yaygın olarak uygulanan eğimli çatılarda oluşan sorunların büyük bir bölümünün havalandırma ile ilgili sorunlar olduğunu göstermek amacıyla gerçekleştirilen bu çalışmada bu sorunların iyi bir havalandırma uygulaması ve doğru ürün kararlarının verildiği ayrıntı çözümleriyle önlenebilecek sorunlar olduğu ortaya çıkarılmıştır.

Çatı kesitinde veya boşluğunda etkin ve devamlı bir hava dolaşımının olmaması, havalandırmanın zamanla etkisini kaybetmesi ve havalandırma uygulamasında yanlış ürünlerin seçilmesi, eğimli çatılarda sorunlarla karşılaşılmasına yol açmaktadır.

Havalandırılma yapılmaması özellikle su buharının, çatı boşluğundan uzaklaştırılmayıp yoğunlaşmasına; çatı üstündeki karın yapısı içinden gelen sıcak havayla hızla eriyip buzdan barajlar oluşmasına; çatının çok ısınması nedeniyle soğutma yükünün artmasına ve çatıda kullanılan ürünlerin kullanım ömürlerinin kısalmasına neden olmaktadır.

Yazın ve kışın yapılacak iyi bir havalandırma uygulamasıyla nemin ve fazla ısının çatıyı terk etmesi, çatı sistemlerinin devamlılığı ve oluşacak hasarların önlenilmesinde büyük rol oynamaktadır. Çatı içinde biriken nemin ve ısının çatı boşluğundan uzaklaştırılması çatının ve elemanlarının sürekli kuru ve serin kalmasını sağlayacak, çatı elemanlarının servis ömürlerinin uzatacak ve en düşük enerji maliyetiyle yapı içi konfor şartlarının oluşturulmasına yardım edecektir.

Dışarıdan gelen soğuk havanın, çatı kesitinde ya da çatı boşluğunda biriken sıcak, hareketsiz nemli havayla yer değiştirmesi esasına dayanan çatı havalandırılması uygulamasının en basit, maliyeti düşük, güvenilir ve etkili yolu, çatı içine en düşük nokta olan saçaktan soğuk havanın girişinin ve en yüksek nokta olan mahyadan sıcak havanın çıkışının sağlanmasıdır.

Çatı arasının kullanılmadığı yapılarda, yalıtım tavan döşemesinin üstüne yerleştirilmektedir. Bu durumda, tavan döşemesiyle çatı kesiti arasındaki tüm çatı boşluğu havalandırılmalıdır.

Çatı altı mekanının kullanıldığı çatılarda ise ısı yalıtımı, çatı kesitinin içine yerleştirilmektedir. Bu durumda havalandırma ısı yalıtımıyla su yalıtımı arasındaki boşlukta gerçekleştirilmektedir. Kullanılan su yalıtım katmanının su buharı geçirgenlik direncinin, iç mekanla dış mekan arasında su buharı akımını kestiği durumlarda, su yalıtımıyla ısı yalıtım arasındaki havalandırma daha da önem kazanmaktadır. Su buharı geçirgen ürünler kullanıldığında ise, örtü kaplamasının altında oluşturulacak bir havalandırma boşluğu yeterli olacaktır.

Araştırma çerçevesinde, mekanik güç yerine ısınan havanın yükselmesi ve rüzgar basıncının oluşturduğu pozitif ve negatif alanlarda hareket etmesi gibi iki doğal gücü kullanan bu sistemden en yüksek derecede verim alınabilmesi için dikkat edilmesi gereken bazı kurallar saptanmıştır.

İyi bir havalandırmanın temeli dengenin kurulabilmesidir. Bu nedenle saçaklarda oluşturulan hava giriş deliklerinin büyüklüklerinin birbirine eşit olması sağlanarak eşit basınç alanları yaratılmalıdır.

Dengenin ikinci ayağı saçakta oluşturulan hava giriş delikleri büyüklükleri toplamının, mahyadaki hava çıkış delikleri büyüklüklerine eşit oluşturulmasıdır. Böylece havanın tüm çatı boşluğunu ve kesidini eşit olarak süpürmesi sağlanır.

Mahyada, içeriye rüzgar girişini engelleyerek, içerdeki sıcak havanın dışarı çıkmasını sağlayacak bir koruyucu levha bulunmalıdır.

Çatı içerisinde hareket eden havanın, yolunu kesecek, daraltacak engeller (yalıtım, çatı konstrüksiyon elemanları v.b) bulundurulmamalıdır.

Hava giriş ve çıkış deliklerinin toplam alanı yalıtım uygulanmış döşeme alanının 1/150'sinden daha az olmamalıdır.

Eğimli çatılardan en yüksek oranda verim alınabilmesi için "ısı yalıtımı" ve "su yalıtımı" katmanlarının yanında yeterli bir "havalandırma" oluşturulması gereklidir. Bunlardan birinin eksikliği bile, çatı sistemini zorlayacaktır. Yaptığımız araştırmaya göre çatı sistemini zorlayan en önemli etkenin havalandırma olduğu ortaya çıkmıştır. Bunun engellenmesi için çatı boşluğu, kesiti yeterli derecede havalandırılmalı veya günümüzde yeni kullanılmaya başlanan su geçişini engelleyip, su buharı geçişine izin veren ürünler verimli olarak kullanılmalıdır.

Bu nedenle, bu konuda hazırlanacak olan bir yönetmeliğin yürürlüğe girmesiyle, çatılarda havalandırma konusuna gereken önemin verilerek, eğimli çatılarda doğru bir havalandırma ayrıntısının uygulanabilmesi ve oluşacak sorunların en aza indirgenebileceği öngörülmektedir.

Uygulanacak olan yönetmelikle, yeni yapı üretiminde çatıların denetlenmesi, çatının biçimine ve özelliklerine göre yönetmelikte öngörülen maddelere ait şartların aranması, yönetmelik şartlarına uygun olmayan, havalandırma ayrıntısının uygulanmadığı yapılara, bu eksiklikler giderilip yönetmeliğin öngördüğü esaslara uygun hale gelene kadar yapı ruhsatının verilmemesi gereklidir.

Araştırmada çatılarda havalandırma konusunun yapı üreticileri tarafından dikkate alınması

gerekli bir konu haline gelmesi sonucunda tasarım ve uygulama aşamasında verilecek genel kararlarla doğru çatı sisteminin seçilebileceği, bunun sonucu yapı içi ve dışı bozulmaların giderilebileceği, ürün israfı ve kullanım maliyeti yükselmesi gibi olumsuzlukların önlenebileceği gösterilmiştir.



KAYNAKLAR

- Aker, E., (1998), Çatılarda Seçenek Özelliklerinin Tanımlanması, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü., İstanbul.
- Aköz, F., (1988), “Çatı Malzemelerinin Servis Ömrü Araştırması”, Eğimli Çatılar Bildirileri, 22 Aralık 1988, Y.E.M., İstanbul.
- Anonim, (2000), “Yapılarda Nemlenmenin ve Su Buharı Yoğuşmasının Sebepleri ve Alınabilecek Önlemler”, Isı- Ses- Su- Yangın Yalıtım Teknolojileri Dergisi, Mart- Nisan 2000, sayı 17, Doğa Yayınları.
- Anonim, “Building Physics and Roof Design” TECU – Copper Roofing Manual KME Teknik Bülten.
- Avlar, E. ve Alver, G., (1999), “Çatılarda Su ve Su Buharının Oluşturduğu Sorunlar ve Çözüm Önerileri”, Çatılarda Örtü ve Yalıtım Sorunları Sempozyum Bildirileri, 10 Mayıs 1999, Y.T.Ü., İstanbul.
- Avlar, E., (2000), Yapılarda Su ve Nem Korunumu, Ders Kitabı, Y.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, İstanbul.
- Avlar, E., (2004), “Yapılarda Oluşan Su Sorunları Üzerine Bir Araştırma”, İzolasyon Dünyası, Isı- Ses- Su Yalıtım Dergisi, Ocak- Şubat 2004, sayı 45, İzoder.
- Baldaş, A. ve Kantar, F., (1975), Yapı Fiziği- Yapıların Isıya, Suya, Sese, Titreşimlere, Yangına Karşı Korunumu, Sermet Yayınları, İstanbul.
- Barry, R., The Construction Of Buildings, Volume 1, (1990), 7. Edition, Blackwell Science, U.K.
- Bayülgen, C., (1975), Çatılarda Suya Karşı Korunum İlkeleri ve Güncel Yapım Koşulları İçinde Ülkemizde Uygulanabilirlik Açısından Analizleri, Doçentlik Tezi, İ.D.M.M.A., İstanbul.
- Binan, M., (1990), Ahşap Çatılar, Birsan Yayınevi, İstanbul.
- Brass Çatı Sistemleri Teknik Kılavuzu, 2002, İstanbul.
- BTM Teknik Kılavuzu, İstanbul.
- Burkut, E. T., (2002), Türkiye’de Akdeniz Bölge Özelliklerine Göre Eğimli Çatı Örtülerinin Kullanım İlkeleri, Yüksek Lisans Tezi, Y.T.Ü., İstanbul.
- Callender, J., (1974), Time- Saver Standarts for Architectural Design Data, Mc Graw- Hill Company, New York.
- Ching, D. K. ve Adams, C., (1991), Building Construction, Von Nostrand , NewYork.
- Christian, J. E., (1994), “Effect of Air Infiltration and Ventilation”, Moisture Control in Buildings, H.R. Trechsel (Derl.), Prentice-Hall, New Jersey.
- Çakır, Z., (2000), Düz Çatılarda Isı ve Yalıtım Malzemelerinin Performans Yaklaşımı İle Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü., İstanbul.
- Çatak, N., (1997), Büyük Açıklıklı Yapılarda Çatı Örtü Malzemeleri, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü., İstanbul.
- Çelebi, M.R., (1994), Yapı Elemanları I-II, Y.T.Ü., Ders Kitabı, İstanbul.
- Çelik, A. P., (1976), Biyoklimatik Konfor Açısından Çatı Eğimi ile İzolasyon Direnci Bağlılığının Saptanmasında Bir Yöntem, Doktora Tezi, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, İstanbul.

Çukurçayır, F., 2002, "Çatılardaki Kar Yükününün Hesaplanması", Şehircilik Meteorolojisi ve Şehirleşme Çalışmalarında Meteorolojik Kriterler, 2002, İstanbul

Demiraslan, Ü. ve Üstüner, A., (1971), Soğuk Çatılar, Bayındırlık Bakanlığı Yapı ve İmar İşleri Bölümü, İstanbul.

Dindoruk, G. ve Topçu, D., (1999), "Teras ve Kıırma Çatı Yalıtımında Güncel Çözümler", Çatılarda Örtü ve Yalıtım Sorunları Sempozyum Bildirileri, 10 Mayıs 1999, Y.T.Ü., İstanbul.

Ersoy, E. H., (1994), "Yapı Biyolojisi; İnsan, Yapı ve Çevre", Yapı, Kültür, Sanat ve Mimarlık Dergisi, Ocak-Şubat 2004, sayı 146, YEM.

Esen, B., (1991), Çatılarda Tasarım, Uygulama Hataları ve Bakım Eksikliğine Bağlı Hasarların İncelenmesi ve Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü., İstanbul.

Gel, K., (1999), "Bitümlü Su Yalıtım Membranları, Uygulama Şekilleri ve Detaya Özel Ürünler", Çatılarda Örtü ve Yalıtım Sorunları Sempozyum Bildirileri, 10 Mayıs 1999, Y.T.Ü., İstanbul.

Hardy, S., (1998), Time-Saver Details for Roof Design, Mc Graw- Hill Companies Inc., New York.

Harrje, D. T., (1994), "Moisture Sources", Moisture Control in Buildings, H.R. Trechsel (Derl.), Prentice-Hall, New Jersey.

İldız, E. (2004), "Çatılarda Işınım Yolu İle Yayılan Isının Yalıtılmasının TS 825'de Dikkate Alınması İçin Öneri", 1. Ulusal Çatı & Cephe Kaplamalarında Çağdaş Malzeme ve Teknolojiler Sempozyumu Bildirileri, 2-3 Nisan 2004, CNR, İstanbul.

İşık, B., (1988), "Çatı Altı Mekanlarının İskan Edilmesi İçin Gereklikler", Eğimli Çatılar Bildirileri, 22 Aralık 1988, Y.E.M., İstanbul.

İzotoprak Isı ve Ses Yalıtımı Mimari Detay Kılavuzu, İstanbul.

Johnson, D., "Defeat Ice Dams", Family Handyman, Sept. 2000, USA.

Kamil, M., (1999), "Bitümlü Çatı Kaplama ve Yalıtım Ürünleri, Kiremit Altında Su Yalıtımı ve Oluklu Levhalar", Çatılarda Örtü ve Yalıtım Sorunları Sempozyum Bildirileri, 10 Mayıs 1999, Y.T.Ü., İstanbul.

Lstiburek, J. ve Carmody, J., (1994), Moisture Control Handbook, Van Nostrand Reinhold, New York.

Lufsky, K., (1980), Yapılarda Su İzolasyonu, İzolasyon Tekniğinde Bitüm ve Plastikler (Çev.,A. İpekoğlu), Berlin III. Baskının Çevirisi, İstanbul, Seyaş Yayınları.

McCampbell, B. H., (1991), Problems in Roofing Design, Butterworth Architecture, Butterworth-Heinemann, USA.

Mindham, C. N., (1999), Roof Construction and Loft Conversion, 3. Edition, Blackwell Science, U.K.

Oliver, A., (1997), Dampness in Buildings, Blackwell Science, Edinburgh.

Öncel, L. E., (2001), Teras Çatılarda Suya Karşı Korunum İlkeleri, Yüksek Lisans Tezi, Y.T.Ü., İstanbul.

Özcan, K., (2000), Yapı, Bilim Yayınları, 8. Baskı, Ankara.

Özer, M., (1974), Yapılarda Isı, Su ve Buhar Yalıtımları, Haşmet Basımevi, İstanbul.

Özgür, İ. E., (1982), Yapı Elemanlarında Su Buharının Etkisinin İncelenmesi, İ.T.Ü.

Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, İstanbul.

Öztürker, M. O., (1999), “Çatı Kaplama Malzemeleri, Yalteks Asphalt Shingle/ Polimer Bitümlü Su Yalıtım Membranları”, Çatılarda Örtü ve Yalıtım Sorunları Sempozyum Bildirileri, 10 Mayıs 1999, Y.T.Ü., İstanbul.

Öztürkoglu, H. E., (1999), “Çatı Kaplama Malzemeleri, Polistren Dolgulu Alüminyum/ Saç Sandviç Paneller EPS (Expanded-Polistren Sert Köpük Stropor)”, Çatılarda Örtü ve Yalıtım Sorunları Sempozyum Bildirileri, 10 Mayıs 1999, Y.T.Ü., İstanbul.

Patterson, S. ve Mehta, M., (1994), Roofing Design and Practise, Prentice-Hall, New Jersey.

Sungurluoğlu, İ., (1979), Düz veya Az Eğimli Çatılarda Suya Karşı Korunum, İ.T.Ü, Mimarlık Fakültesi Yayınları, İstanbul.

Tobiasson, W. (1994), “General Considerations for Roofs”, Moisture Control in Buildings, H.R. Trechsel (Derl.), Prentice-Hall, New Jersey.

Toydemir, N. ve Bulut, Ü., (2004), Çatılar, Yapı Yayın, Y.E.M., İstanbul.

Türkçü, Ç., (1997), Yapım, İzmir Mimarlar Odası Yayınları, İzmir.

Türker, A., (2002), “Nefes Alabilen Su Yalıtım Örtüleri”, Isı- Ses- Su- Yangın Yalıtım Teknolojileri Dergisi, Ocak- Şubat 2002, sayı 34 Doğa Yayınları.

Tyvek, DuPont, Nefes Alan Su Yalıtım Örtüleri Teknik Klavuzu, İstanbul.

Ulkay, S., (1988), Çatı Örtüleri, Y.T.Ü, Mimarlık Fakültesi Yayınları, İstanbul.

Zorer, G., (1992), Yapılarda Isısal Tasarım İlkeleri, Y.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, İstanbul.

INTERNET KAYNAKLARI

- [1] <http://www.yapiteknik.com/sistemcati/tr/index.htm>
- [2] http://www.foam-tech.com/theory/roof_vents.htm
- [3] <http://www.ezgiizolasyon.com/urun.asp>
- [4] http://www.catider.org.tr/makale_oku.asp?id=4
- [5] <http://www.normyapidenetim.com/default.asp?PG=52>
- [6] <http://www.catider.org.tr/images/basin/Izolasyon-Dünyası--Eylül-Ek.jpg>
- [7] <http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/cbd/cbd073e.html>
- [8] <http://www.fourseasonsroofingandsiding.com/vent>
- [9] wsuonline.weber.edu/course.cmt.1210/Lecture/Vent/Attic%20Ventilation.pdf
- [10] <http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/cbd/cbd089e.html>
- [11] http://www.north_rthn.org/Factsheets/94_216.html
- [12] http://www.casma.ca/cas_tech1.html
- [13] <http://www.habitat.org/pdf/ENV7-CeilingAndAttic.pdf>
- [14] <http://www.airvent.com/pdf/literature/PAVbooklet.pdf>
- [15] <http://www.cor-a-vent.com/PDF/BalancedVent.pdf>
- [16] http://www_pud_org_tr_2.htm

- [17] www.izoder.org.tr/docs/isi_catilar.pdf
- [18] <http://www.vnzinc-us.com/cold.htm>
- [19] http://www.foam-tech.com/theory/vent_basics.htm
- [20] http://www.ahfc.state.ak.us/Department_Files/RIC/Construction%20Manuals/AHM/ch6-attic-roof.pdf
- [21] www.kilicoglu.com.tr/sss/Ayrinti.asp?HaberNo=48 - 5k
- [22] http://www.yalteks.com.tr/Urunler_Membran.htm
- [23] <http://www.onduline.net/>
- [24] <http://www.onduline.com.tr/ondportal/DesktopDefault.aspx?tabid=1>



EKLER

- Ek 1 Anket soruları
Ek 2 Anket tabloları



Ek 1 Anket Soruları

İyi günler,

Yüksek lisans tezi kapsamında yapmakta olduğum bir araştırma ile ilgili olarak aşağıdaki sorulara yanıt vermeniz beni çok mutlu edecektir. Katkı ve desteğiniz için teşekkür ederim.

Mimar Belma Küskü

1- Size göre yapılarda kullanım aşamasında sorun oluşturan yapı elemanlarını, önem sırasına göre numaralandırınız.

- bodrum kat
- dış duvarlar
- ıslak hacimler
- çatı

2- Binanızın çatı biçimi aşağıdakilerden hangisidir?

- teras çatı
- eğimli çatı
- teras ve eğimli çatı
- bilmiyorum

3- Çatı türü eğimli çatıysa kullanılan örtü kaplaması nedir?

- pişmiş toprak esaslı çatı örtüsü(kiremit)
- metal çatı örtüsü (bakır, çinko, alüminyum...)
- bitüm esaslı çatı örtüsü (asfalt shingle, oluklu kaplama levhaları)
- diğer çatı kaplama örtüleri(.....)
- bilmiyorum

4- Çatı arasında gerekli havalandırma sağlanıyor mu?

- evet
- hayır
- bilmiyorum

5- Binanızda çatı arası kullanılıyor mu?

- evet
- hayır
- bilmiyorum

6- Binanız çatı bölümünden su alıyor mu?

- evet
- hayır
- bilmiyorum

7- Çatınızda kullanılan yalıtım türleri nelerdir?

- su yalıtımı
- ısı yalıtımı
- su yalıtımı + ısı yalıtımı
- hiçbiri
- bilmiyorum

8- Çatının bakımı her yıl periyodik olarak yapılıyor mu?

- evet
- hayır
- bilmiyorum

9- Çatınızda kaç yılda bir onarım yapılmaktadır?

- 3-5 yılda bir
- 5-10 yılda bir
- 10- 20 yılda bir
- 20 – daha fazlada bir
- bilmiyorum

10- Size göre çatılardaki en önemli konuları önem sırasına göre numaralandırınız.

- ısı yalıtımı sağlaması
- su yalıtımı sağlaması
- havalandırma sağlaması
- görünüşü
- maliyeti
- onarım kolaylığı
- diğer. Lütfen açıklayınız..

Ek 2 Anket Tabloları

Çizelge 2.1 Sorun oluşturan yapı elemanlarının önem dereceleri

Yapı Elemanları	Frekans	%	Ağırlıklı puan*	Toplam puan**
Bodrum kat				
1. derece önemli	42	21,0	42*4=	168
2. derece önemli	59	29,5	59*3=	177
3. derece önemli	57	28,5	57*2=	114
4. derece önemli	36	18,0	36*1=	36
Toplam	194	97,0		495
Yanıt vermeyen	6	3,0		
Dış Duvarlar				
1. derece önemli	16	8,0	16*4=	64
2. derece önemli	37	18,5	37*3=	111
3. derece önemli	42	21,0	42*2=	84
4. derece önemli	96	48,0	96*1=	96
Toplam	191	95,5		355
Yanıt vermeyen	9	4,5		
Islak Hacimler				
1. derece önemli	47	23,5	47*4=	188
2. derece önemli	40	20,0	40*3=	120
3. derece önemli	53	26,5	53*2=	106
4. derece önemli	53	26,5	53*1=	53
Toplam	193	96,5		467
Yanıt vermeyen	7	3,5		
Çatı				
1. derece önemli	92	46,0	92*4=	368
2. derece önemli	56	28,0	56*3=	168
3. derece önemli	39	19,5	39*2=	78
4. derece önemli	5	2,5	5*1=	5
Toplam	192	96,0		619
Yanıt vermeyen	8	4,0		
Toplam	200	100,0		

* Ağırlıklı puanı bulabilmek için 1. derece önem verilen yapı elemanı 4 ile, 2. derece önem verilen 3 ile, 3. derece önem verilen 2 ile, 4. derece önem verilen ise 1 ile çarpılmıştır.

** Toplam puan ağırlıklı puanların aritmetik olarak toplanması ile elde edilmiştir.

Çizelge 2.2 Binaların çatı biçimleri

Çatı Biçimi	Frekans	%
Teras çatı	18	9,0
Eğimli çatı	142	71,0
Teras ve eğimli çatı	37	18,5
Bilinmiyor	3	1,5
Toplam	200	100,0

Çizelge 2.3 Eğimli çatılarda kullanılan örtü kaplamaları

Örtü Kaplama Çeşidi	Frekans	%
Pişmiş toprak esaslı çatı örtüsü	155	77,5
Metal çatı örtüsü	4	2,0
Bitüm esaslı çatı örtüsü	9	4,5
Diğer	3	1,5
Bilinmiyor	20	10,0
Toplam	191	95,5
Yanıt vermeyen	9	4,5
Toplam	200	100,0

Çizelge 2.4 Çatı biçimlerine göre çatı arasında gerekli havalandırmanın sağlanıp sağlanmadığı

		Evet	Hayır	Bilmiyorum	Toplam
Eğimli çatı	Frekans	54	35	53	142
	%	% 38,0	% 24,6	% 37,3	% 100
Teras ve eğimli çatı	Frekans	13	9	15	37
	%	% 35,1	% 24,3	% 40,5	% 100
Toplam	Frekans	70	49	76	198
	%	% 35,9	% 24,7	% 39,4	% 100

Çizelge 2.5 Binaların çatı biçimi ile çatı arası kullanımı arasındaki ilişki

		Evet	Hayır	Bilmiyorum	Toplam
Eğimli çatı	Frekans	38	89	15	142
	%	% 26,8	% 62,7	% 10,5	% 100
Teras ve eğimli çatı	Frekans	16	16	5	37
	%	% 43,2	% 43,2	% 13,6	% 100
Toplam	Frekans	54	105	20	179
	%	% 27,3	% 59,6	% 13,1	% 100

Çizelge 2.6. Binaların çatı biçimi ile çatı bölümünden su alma arasındaki ilişki

		Evet	Hayır	Bilmiyorum	Toplam
Teras çatı	Frekans	3	13	2	18
	%	% 16,7	% 72,2	% 11,1	% 100
Eğimli çatı	Frekans	43	73	26	142
	%	% 30,3	% 51,4	% 18,3	% 100
Teras ve eğimli çatı	Frekans	13	9	15	37
	%	% 32,4	% 51,4	% 16,2	% 100
Toplam	Frekans	58	106	36	200
	%	% 29,0	% 53,0	% 18,0	% 100

Çizelge.2.7 Binaların çatı biçimi ile çatı yalıtım türleri arasındaki ilişki

		Su yalıtımı	Isı yalıtımı	Su + ısı yalıtımı	Hiçbiri	Bilmiyorum	Toplam
Teras çatı	Frekans	4	-	8	-	6	18
	%	% 22,2	-	% 44,4	-	% 33,3	% 100,0
Eğimli çatı	Frekans	32	9	43	8	50	142
	%	% 22,5	% 6,3	% 30,3	% 5,6	% 35,2	% 100,0
Teras ve eğimli çatı	Frekans	12	1	11	4	9	37
	%	% 32,4	% 2,7	% 29,7	% 10,8	% 24,3	% 100,0
Toplam	Frekans	48	10	62	12	68	200
	%	% 24,0	% 5,0	% 31,0	% 6,0	% 34,0	% 100,0

Çizelge 2.8 Binaların çatı biçimi ile çatının yıllık periyodik bakımı yapıpı yapılmaması arasındaki ilişki

		Evet (Yapılıyor)	Hayır (Yapılmıyor)	Bilmiyorum	Toplam
Teras çatı	Frekans	1	7	10	18
	%	% 5,6	% 38,9	% 55,6	% 100,0
Eğimli çatı	Frekans	25	89	28	142
	%	% 17,6	% 62,7	% 19,7	% 100,0
Teras ve eğimli çatı	Frekans	5	23	9	37
	%	% 13,5	% 62,2	% 24,3	% 100,0
Toplam	Frekans	31	119	50	200
	%	% 15,5	% 59,5	% 25,0	% 100,0

Çizelge 2.9 Binaların çatı biçimi ile çatı onarım zamanları arasındaki ilişki

		3-5 yıl	5-10 yıl	10-20 yıl	20'den fazla yıl	Bilmiyorum	Toplam
Teras çatı	Frekans	1	-	-	-	17	18
	%	% 5,6	-	-	-	% 94,4	% 100,0
Eğimli çatı	Frekans	45	23	12	2	59	141
	%	% 31,9	% 16,3	% 8,5	% 1,4	% 41,8	% 100,0
Teras ve eğimli çatı	Frekans	11	5	2	2	17	37
	%	% 29,7	% 13,5	% 5,4	% 5,4	% 45,9	% 100,0
Toplam	Frekans	57	28	14	4	96	199
	%	% 28,6	% 14,1	% 7,0	% 2,0	% 48,2	% 100,0

Çizelge 2.10 Çatılardaki en önemli konular

Çatılardaki en önemli konular	Frekans	%	Ağırlıklı puan*	Toplam puan**
Isı yalıtımı sağlaması				
1. derece önemli	24	12,0	24*6=	144
2. derece önemli	136	68,0	136*5=	680
3. derece önemli	26	13,0	26*4=	104
4. derece önemli	8	4,0	8*3=	24
5. derece önemli	3	1,5	3*2=	6
6. derece önemli			0*1=	0
Toplam	197	98,5		958
Yanıt vermeyen	3	1,5		
Su yalıtımı sağlaması				
1. derece önemli	154	77,0	154*6=	924
2. derece önemli	29	14,5	29*5=	145
3. derece önemli	9	4,5	9*4=	36
4. derece önemli	4	2,0	4*3=	12
5. derece önemli	1	0,5	1*2=	2
6. derece önemli			0*1=	0
Toplam	197	98,5		1119
Yanıt vermeyen	3	1,5		
Havalandırma Sağlaması				
1. derece önemli	6	3,0	6*6=	36
2. derece önemli	14	7,0	14*5=	70
3. derece önemli	101	50,5	101*4=	404
4. derece önemli	45	22,5	45*3=	135
5. derece önemli	21	10,5	21*2=	42
6. derece önemli	7	3,5	7*1=	7
Toplam	194	97,0		694
Yanıt vermeyen	6	3,0		
Görünüş				
1. derece önemli	5	2,5	5*6=	30
2. derece önemli	4	2,0	4*5=	20
3. derece önemli	13	6,5	13*4=	52
4. derece önemli	27	13,5	27*3=	81
5. derece önemli	47	23,5	47*2=	94
6. derece önemli	98	49,0	98*1=	98
Toplam	194	97,0		375
Yanıt vermeyen	6	3,0		
Maliyet				
1. derece önemli	3	1,5	3*6=	18
2. derece önemli	11	5,5	11*5=	55
3. derece önemli	22	11,0	22*4=	88
4. derece önemli	36	18,0	36*3=	108
5. derece önemli	74	37,0	74*2=	148
6. derece önemli	51	25,5	51*1=	51
Toplam	197	98,5		468
Yanıt vermeyen	3	1,5		

Onarım Kolaylığı				
1. derece önemli	5	2,5	5*6=	30
2. derece önemli	5	2,5	5*5=	25
3. derece önemli	25	12,5	25*4=	100
4. derece önemli	74	37,0	74*3=	222
5. derece önemli	49	24,5	49*2=	98
6. derece önemli	36	18,0	36*1=	36
Toplam	194	97,0		511
Yanıt vermeyen	6	3,0		
Toplam	200	100,0		

* Ağırlıklı puanı bulabilmek için 1. derece önem verilen yapı elemanı 6 ile, 2. derece önem verilen 5 ile, 3. derece önem verilen 4 ile, 4. derece önem verilen 3 ile, 5. derecede önem verilen 2 ile, 6. derecede önem verilen ise 1 ile çarpılmıştır.

** Toplam puan ağırlıklı puanların aritmetik olarak toplanması ile elde edilmiştir.

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	17.07.1980	
Doğum yeri	İstanbul	
Lise	1990–1996	Kadıköy Kız Lisesi
Lisans	1996–2001	Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü
Yüksek Lisans	2003–2005	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık. Anabilim Dalı, Yapı

