

## Eğimli Çatı Konstrüksiyonlarında Havalandırma ve Yoğuşma Kontrolü

**Sibel Maçka Kalfa**<sup>1</sup>  
**Yalçın Yaşar**<sup>2</sup>  
**Asiye Pehlevan**<sup>3</sup>

**Konu Başlık No: 2 Çatı ve Cephe Sistemlerinin Performansları**

### ÖZET

Günümüzde, özellikle yağışlı iklim bölgelerinde yağmur suyunun çatıdan uzaklaştırılmasında sağladığı olanaklardan dolayı eğimli çatı konstrüksiyonları az eğimli çatı konstrüksiyonlarına göre daha fazla kullanım alanı bulmaktadırlar. Ancak eğimli çatılarda çatı konstrüksiyonunu oluşturan katmanlarda yoğuşmanın önlenmesi ve yalıtım malzemesinin veriminin artırılması amacıyla sürekli, etkin bir havalandırma sağlanması gereklidir. Havalandırma vasıtasıyla yazın çatı örtüsü altındaki mekanın aşırı ısınması önlenirken, kışın dış ortama ısı kayıpları azaltılarak bina içindeki nemin ve buharın kontrollü bir şekilde dışarı atılması ile çatı örtüsü üzerindeki karın dengeli erimesi sağlanmaktadır. Eğimli çatı konstrüksiyonu, ısı yalıtım katmanının kullanım yerine ve havalandırma katmanını ile ilişkisine göre sıcak, soğuk ve hibrid çatılar olmak üzere üç grup altında incelenebilir. Bu çalışmada sıcak, soğuk ve hibrid çatı konstrüksiyonları eğim açıları, bulunulan yerin deniz seviyesinden yüksekliği ve geçilen açıklık dikkate alınarak havalandırma prensipleri ve yoğuşma kontrolü açısından irdelenecek, detaylandırma ilkeleri ayrıntılı olarak açıklanacaktır.

### ANAHTAR KELİMELER

Sıcak çatı, soğuk çatı, hibrid çatı, yoğuşma kontrolü, havalandırma

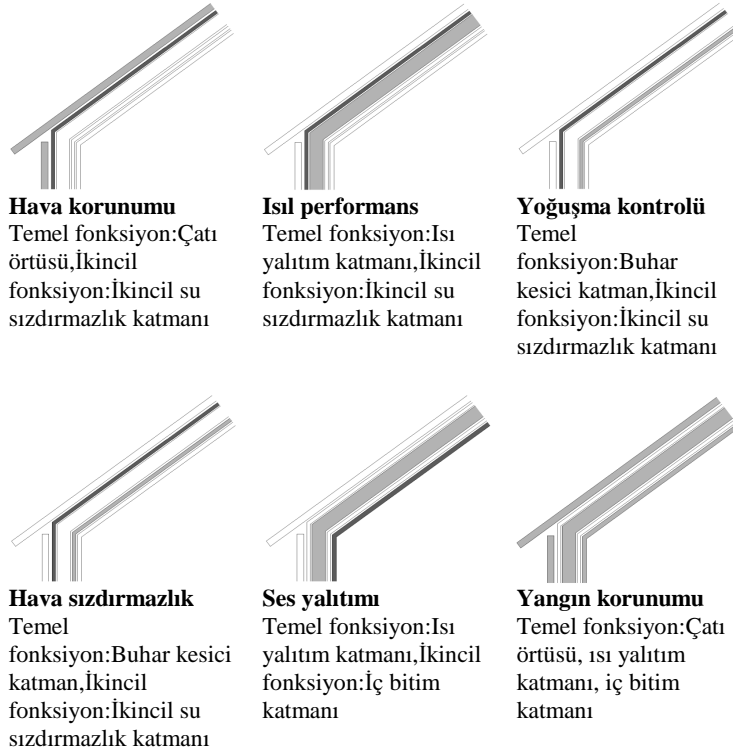
<sup>1</sup> Sibel Maçka Kalfa, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Trabzon/Türkiye, sibelmacka@ktu.edu.tr

<sup>2</sup> Yalçın Yaşar, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Trabzon/Türkiye, yyasar@ktu.edu.tr

<sup>3</sup> Asiye Pehlevan, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Trabzon/Türkiye, apahlevan@ktu.edu.tr

## 1.GİRİŞ

Çatılar bir binayı üstten sınırlayan ve iç ortamı dış atmosfer koşullarından ayıran önemli bir yapı elemanıdır. Yağmur, kar, güneş vb. gibi dış atmosferik koşulların etkisi altında kalan çatılar, kullanıcının iç ortam konfor koşullarını sağlamak için hava korunumu, ısı performans, yoğuşma kontrolü, hava sızdırmazlık, ses yalıtımı ve yangın korunumu gibi bir çok yapı fiziki fonksiyonunu yerine getirmekle yükümlüdürler [1]. Bu fonksiyonları yerine getirmek için bir çatı konstrüksiyonu farklı işlevli bir çok katmandan meydana gelmektedir. Bu katmanlar; çatı örtüsü, havalandırma katmanı, ikincil su sızdırmazlık katmanı, ısı yalıtım katmanı, buhar kesici katman, hava sızdırmazlık katmanı, taşıyıcı eleman ve iç bitim katmanıdır. Şekil 1’de çatının üstlendiği fonksiyonlar ve bu fonksiyonları yerine getiren çatı katmanları görülmektedir [1,2].



Şekil 1. Çatının üstlendiği fonksiyonların çatı katmanlarıyla ilişkisi [1].

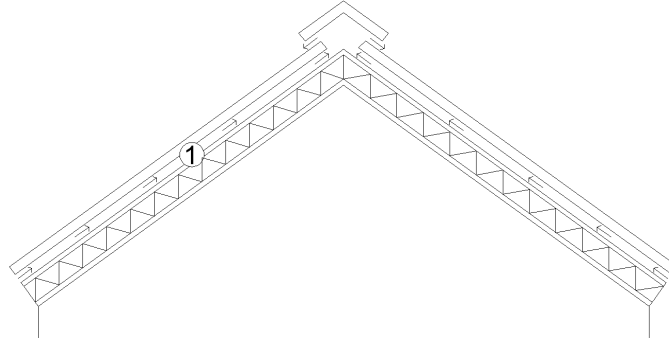
Eğimli çatı konstrüksiyonlarından yüksek oranda verim alınabilmesi için çatı taşıyıcısı, yalıtım katmanı ve havalandırma katmanı ile birlikte düşünülmelidir. Havasızlık her türlü hava koşulunda çatı konstrüksiyonunu zorlayan ve su buharından kaynaklı katmanlar üzerinde yoğuşmaya neden olan bir etkidir. Çatı konstrüksiyonunun havalandırılması özellikle biriken nemin ve sıcak havanın uzaklaştırılmasında çok önemlidir. Bu nedenlerle çatı konstrüksiyonunun havalandırılması etkin şekilde sağlanmalı ve ikincil su sızdırmazlık katmanı kullanımına dikkat edilmelidir.

## 2. EĞİMLİ ÇATI KONSTRÜKSİYONLARI

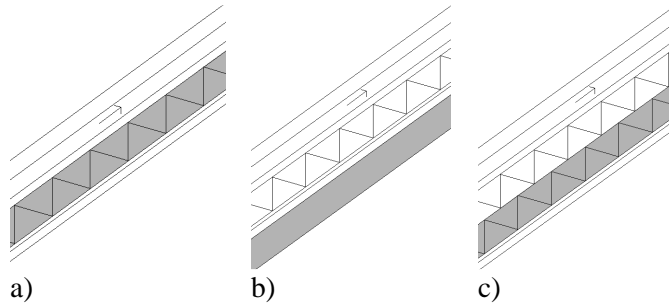
Eğimli çatı konstrüksiyonları ısı yalıtım katmanının kullanım yerine ve havalandırma katmanı ile ilişkisine bağlı olarak üç gruba ayrılmaktadırlar.

## 2.1. Sıcak çatılar

Sıcak çatıda ikincil su sızdırmazlık katmanı veya yayılma geciktirici katman ısı yalıtım katmanının hemen üstüne serilir. Isı yalıtım katmanının dışında yayılan su buharı havalandırılmayan yalıtımın soğuk tarafında yoğunlaşabilir ve doymuş hale gelir. İç tarafta uygulanan bir buhar kesici katman ılık doymuş buharlı havanın yalıtıma girmesini ve herhangi bir zarar verici yoğunlaşmayı önler. Geleneksel bir sıcak çatı; çatı örtüsü, ikincil su sızdırmazlık katmanı, ısı yalıtım katmanı, buhar kesici ve dengeleyici katman ve taşıyıcı elemanlardan oluşmaktadır. Sıcak çatı konstrüksiyonlarında çatı örtüsü ve ikincil su sızdırmazlık tabakası arasında tek bir havalandırma katmanı bulunur. Sıcak çatı konstrüksiyonları ısı yalıtım katmanının eğim doğrultusunda, taşıyıcı elemanlar arasında ve üstünde yer aldığı ve çift kat ısı yalıtımlı konstrüksiyonlar olmak üzere üç gruba ayrılır. [1-6]. Şekil 2’de sıcak bir çatı konstrüksiyonu, Şekil 3’te ise ısı yalıtım katmanının konumuna göre sıcak çatı konstrüksiyonları görülmektedir.



Şekil 2. Tek havalandırma katmanlı sıcak çatı konstrüksiyonu  
1.Çatı örtüsü ve ikincil su sızdırmazlık katmanı arasındaki havalandırma [1-3]

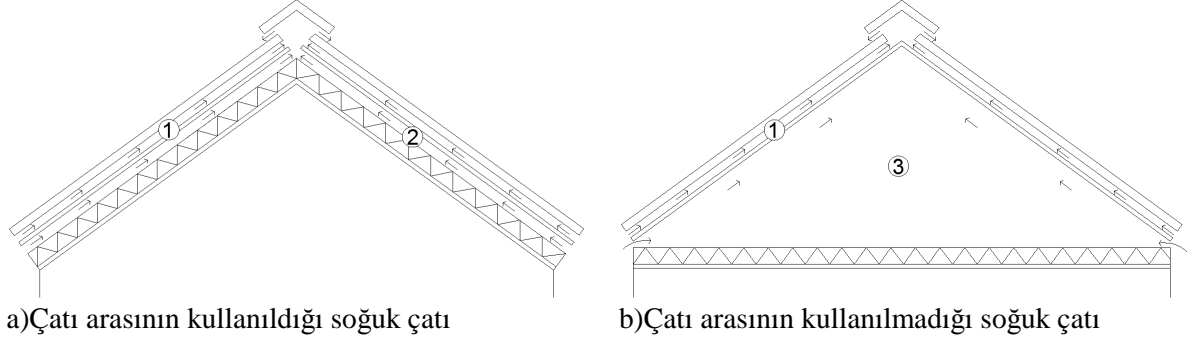


Şekil 3. Yalıtımın konumuna göre sıcak çatı konstrüksiyonları [1]  
a)Taşıyıcı elemanlar arasında, b)Taşıyıcı elemanlar üstünde, c)çift kat yalıtımlı

## 2.2. Soğuk çatılar

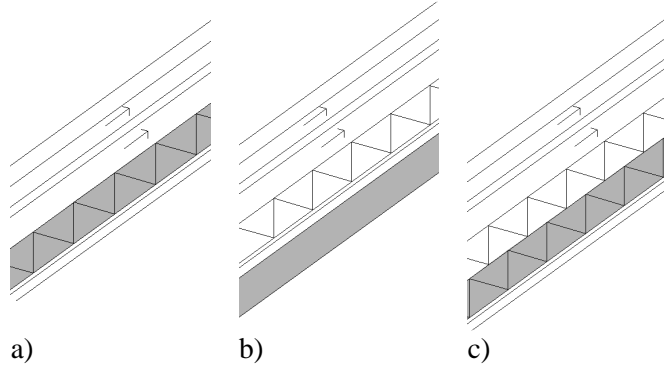
Soğuk çatılar, tip ve uygulama açısından oldukça değişiklerdir. Bu nedenle bu çatı türü hakkında geçerli genel saptamalar yapmak zordur. Genel olarak bir soğuk çatı üst kabuk, alt kabuk ve havalandırma çatı aralığından oluşmaktadır. Soğuk çatı konstrüksiyonunda üst kabuk konstrüksiyonu yağmur, kar, rüzgâr ve güneş gibi atmosferik koşullara karşı korur. Isı yalıtım fonksiyonu yoktur. Isı yalıtımı alt kabuk tarafından gerçekleştirilir [1,2]. Literatürde iki tip soğuk çatı tanımına rastlanmaktadır. Birinci tip soğuk çatı, ısı yalıtım katmanının eğim doğrultusunda uygulandığı, çatı

örtüsü ve ikincil su sızdırmazlık katmanı arasında ve ikincil su sızdırmazlık katmanı ve ısı yalıtım katmanı arasında olmak üzere iki tane havalandırma katmanına sahip çatıları [1-3,7-10], ikinci tip soğuk çatı ise yalıtımın çatı eğimi doğrultusunda değil yatay döşemenin üstünde uygulandığı çatıları tanımlamaktadır [5,6]. Şekil 4'te soğuk çatı konstrüksiyonları, Şekil 5'te ise yalıtımın konumuna göre çatı arasının kullanıldığı soğuk çatı konstrüksiyonları görülmektedir.



Şekil 4. Soğuk çatı konstrüksiyonları [1-3]

1. Çatı örtüsü ve ikincil su sızdırmazlık katmanı arasındaki havalandırma, 2. Isı yalıtım katmanı ve ikincil su sızdırmazlık katmanı arasında havalandırma, 3. Çatı arası boşlukta havalandırma

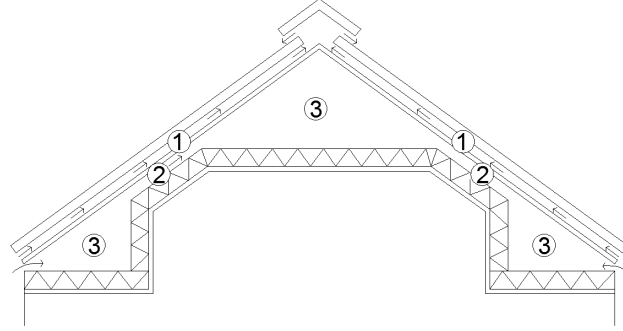


Şekil 5. Yalıtımın konumuna göre soğuk çatı konstrüksiyonları [1]

a) Taşıyıcı elemanlar arasında, b) Taşıyıcı elemanlar üstünde, c) çift kat yalıtımlı

### 2.3. Hibrid çatılar

Hibrid çatı konstrüksiyonları kullanılabilir çatı arası mekanları yaratmada sıklıkla tercih edilmektedirler. Literatürde bu çatı konstrüksiyonları havalandırılmalı sıcak çatı olarak da tanımlanmaktadır [11]. Hibrid çatı konstrüksiyonu kesiti hem sıcak çatı hem de soğuk çatı konstrüksiyon kesitlerini içermektedir [5]. Sıcak çatı konstrüksiyonunu içerdiği bölüm çatı arasının kullanıldığı soğuk çatı kesitiyle aynı olmakla birlikte, ikincil su sızdırmazlık ve ısı yalıtım katmanı arasında daha küçük bir havalandırma katmanı bulunmaktadır. Bu tip çatılarda ısı yalıtım katmanının altında kesinlikle buhar kesici katman kullanılması ve ikincil su sızdırmazlık katmanının hava geçirgen özellikli olması gereklidir. İkincil su sızdırmazlık katmanının geçirgen özellikte olmayışı katmanlar üzerinde yoğuşmaya neden olmakta ve yoğuşma sonucunda ısı yalıtım katmanı ve bağlantıları zarar görebilmektedir. Hibrid çatılarda yoğuşmadan kaynaklı zararları en aza indirmek için ısı yalıtım katmanının ve bağlantılarının hava sızdırmazlığının sağlanması gereklidir. Şekil 6'da hibrid bir çatı konstrüksiyonu görülmektedir. Bu çatı konstrüksiyonları sıcak çatı kesitini içerdiği bölümlerde Şekil 5'deki gibi ısı yalıtımının eğim doğrultusunda taşıyıcı elemanların arasında ve üstünde yer aldığı ve çift kat ısı yalıtımlı konstrüksiyonlar olarak üçe ayrılırlar. [5,11].



Şekil 6. Eğimli çatı konstrüksiyonları [5,11]

1.Çatı örtüsü ve ikincil su sızdırmazlık katmanı arasındaki havalandırma, 2.Isı yalıtım katmanı ve ikincil su sızdırmazlık katmanı arasında havalandırma, 3.Çatı arası boşlukta havalandırma

Eğimli çatı konstrüksiyonları ısı yalıtım katmanının konumuna göre Şekil 3 ve Şekil 5’de gösterildiği gibi üç farklı konstrüksiyon tipine ayrılmaktadır. Bu konstrüksiyonlarının her birinin avantajları ve dezavantajları Tablo 1’de verilmiştir.

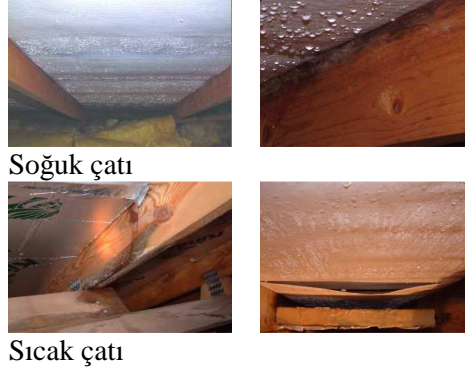
Tablo 1. Eğimli çatı konstrüksiyonlarında ısı yalıtım katmanının taşıyıcı elemanların üzerinde, arasında, altında ve çift tabakalı kullanıldığı durumlardaki avantaj ve dezavantajları [6]

Isı yalıtımının konumu	Avantajlar	Dezavantajlar
Taşıyıcı elemanların üzerinde	Hava sızıntılarını azaltır,yalıtım performansını artırır,ısıl köprü oluşumunu engeller,yoğuşma riskini azaltır,iç ortamın aşırı ısınması önler,yazın istenmeyen ısı kazançlarını bloke eder	Yüksek maliyet, çatı kesitinde artış, birleşim detayları ve bağlantılardaki zorluk, yüksek kalitede işçilik, çatı yükünü artırma
Taşıyıcı elemanların arasında	Çatı kesitini artırmaz, düşük maliyet	Çatı kiriş kalınlığının en az gerekli yalıtım kalınlığı kadar olması, ısı köprüsü oluşumuna imkan verir,yüksek kalitede işçilik gerektirir, taşıyıcı elemanlara su buharı girişine neden olur.
Çift tabakalı	Yalıtımdan maksimum verimin alındığı en uygun konumdur. Diğer tüm uygulamaların avantajlarına sahiptir ve dezavantajları çok azdır.	Ek maliyet

### 3. EĞİMLİ ÇATI KONSTRÜKSİYONLARINDA YOĞUŞMA KONTROLÜ

Yaşam standartlarındaki değişim ve yapım sistemlerindeki farklılık yapılarıdaki nem oranının artmasına ve bundan kaynaklı yoğuşmanın ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Yoğuşmanın kendini en çok gösterdiği yapı elemanı çatılardır. 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 çatı konstrüksiyonunu oluşturan katmanların soğuk yüzeyleriyle karşılaştığında içindeki su buharının bir kısmının suya dönüşmesidir. Yoğuşma uzun süre devam ederse çatı taşıyıcı elemanları, çatı örtüsü ve yalıtım katmanlarında bozulmalara neden olmaktadır [12,13]. Şekil 7’de yoğuşmanın olduğu soğuk ve sıcak eğimli çatı konstrüksiyonu örnekleri gömülmektedir. Eğimli çatı konstrüksiyonlarında yoğuşma kontrolünün sağlanması için içinde su buharı bulunan havanın çatı konstrüksiyonu içerisine

girmesinin engellenmesi ve nemli havanın yoğunlaşarak çatıya zarar vermeden uzaklaştırılmasının sağlanması gereklidir. Bunun için; çatı konstrüksiyonunda tasarım ve uygulama aşamasında ikincil su sızdırmazlık katman seçiminin ve buhar kesici katman kullanımının doğru yapılması, döşemenin hava sızdırmazlığının sağlanması ve çatı konstrüksiyonun havalandırma gereksinimlerinin karşılanması gereklidir.



Şekil 7. Soğuk ve sıcak eğimli çatı konstrüksiyonlarında yoğuşma örnekleri [5]

### 3.1. İkincil su sızdırmazlık katmanı seçimi

Günümüzde çatılarda buhar geçirimsiz ve buhar geçirgen olmak üzere iki tip ikincil su sızdırmazlık katmanı kullanılmaktadır. Buhar geçirimsiz katmanlar yapı içinden gelen nemi geçirmediği için bu nemin birikmesinin engellenmesi ve çatıdan uzaklaştırılması amacıyla çatı konstrüksiyonunda havalandırma katmanı düzenlenmesi gereklidir. Buhar geçirgen katmanlar ise yapı içerisinden gelen nemi dışarı atabilen ve suyun çatı içerisine girişine izin vermeyen örtülerdir. Bu örtüler yüksek buhar geçirgenlik direncine sahiptirler ve bu sayede çatı konstrüksiyonunda havalandırma katmanına gerek duyulmaksızın ısı yalıtım katmanının üzerine serilerek yapı içerisinden gelen nemin uzaklaştırılmasını sağlarlar [13,14,15]. İkincil su sızdırmazlık katmanı buhar geçirgen bir malzeme ise su buharı geçirgenlik direnci 50 MNs/g (mega-newton saniye/gram)'ın üzerinde, buhar geçirimsiz bir malzeme ise 25 MNs/g (mega-newton saniye/gram)'ın altında olmalıdır. Şayet ikincil su sızdırmazlık katmanı çok küçük boşluklara sahip bir malzemeye su buharı geçirgenlik direnci 25 MNs/g (mega-newton saniye/gram)'dan büyük olmalı ve hava geçirimsiz bir malzeme olarak tanımlanmamalıdır [5].

### 3.2. Buhar kesici katmanı kullanımı

Özellikle sıcak çatı konstrüksiyonları olmak üzere eğimli çatı konstrüksiyonlarının tümünde nemli havanın çatıya ulaşmasının engellenmesi için, döşemenin üstünde yalıtım katmanının sıcak tarafında buhar geçirgenlik direnci yüksek olan buhar kesici katmanlar kullanılmaktadır. Ancak uygulamaların çoğunda buhar kesici katmanlar elektrik kabloları, sıcak ve soğuk su boruları, havalandırma kanalları gibi elemanlardan dolayı yer yer delinebilmekte buda nemin çatı konstrüksiyonuna ulaşarak yoğuşmasına imkan sağlamaktadır. Bundan dolayı buhar kesici katmanın delindiği her noktada sızdırmazlığın sağlanması ve çatı konstrüksiyonunda havalandırma katmanı düzenlenmesi gereklidir. [13].

### 3.3. Eğimli çatı konstrüksiyonlarında hava sızdırmazlık

Hava sızdırmazlığın sağlanması için çok farklı detaylandırma ilkeleri mevcuttur. Aşağıda Tablo 2'de sıcak ve soğuk çatı konstrüksiyonlarında farklı durumlar için hava sızdırmazlık katmanının kullanıldığı detaylar görülmektedir. Hava sızdırmazlık katmanı ısı yalıtım katmanının sıcak tarafına serilir ve montajı yapılır. Genellikle hava sızdırmazlık ve buhar kesicilik fonksiyonunu plastik tabakalar veya levha tipi malzemeler (OSB, kontraplak, alçı levha vb.) gibi tek bir katman üstlenir. Bu gibi malzemeler latalar üzerine yapıştırılarak veya mekanik montaj ile uygulanmaktadırlar. Eğimli çatı

konstrüksiyonlarında sadece buhar kesici katman veya hava sızdırmazlık katmanı olabildiği gibi iki katman birlikte de yer alabilmektedir. Hava sızdırmazlık katmanı yoğuşma kontrolünde gerekliyken havalandırma verimine etki etmemekte ancak yapı fiziği açısından binanın enerji etkinlik performansına buhar kesiciden daha çok etki etmektedir [1-6].

Tablo 2. Sıcak ve soğuk eğimli çatı konstrüksiyonlarında hava sızdırmazlık katmanı kullanımı-mahya detayı [1]

		Sıcak çatı	Soğuk çatı
Hava sızdırmazlık katmanı	Plastik esaslı tabaka		
	Levha tipi malzeme		

### 3.4. Eğimli çatı konstrüksiyonlarında havalandırma

Eğimli çatı konstrüksiyonlarında meydana gelen sorunların büyük çoğunluğu doğru ve etkin bir havalandırma ile çözülebilmektedir. Etkin bir havalandırma ile nemin ve sıcak havanın uzaklaştırılmasını sağlamak için rüzgâr ve ısıl etkidenden faydalanılır. Bu etkilerden faydalanarak eğimli çatıların havalandırılmasının etkin şekilde gerçekleştirilmesi için, çatı biçimi ve eğimi, geçilen açıklık, bulunulan yerin deniz seviyesinden yüksekliği, çatı boşluğunun kullanım durumu ve konstrüksiyon tipi, ısı yalıtımının konumu ve buna bağlı olarak çatı konstrüksiyon detayları bilinmelidir [1-5]. Eğimli çatı konstrüksiyonlarında; sıcak çatılarda bir, soğuk çatılarda iki ve hibrid çatılarda üç havalandırma katmanı düzenlenir. Bunlar sırayla;

- Çatı örtüsü ve ikincil su sızdırmazlık katmanı arasındaki havalandırma katmanı (Şekil 2)
- İkincil su sızdırmazlık katmanı ve ısı yalıtım katmanı arasındaki havalandırma katmanı (Şekil 4a)
- Çatı eğimi ve yatay döşeme arasındaki çatı boşluğu havalandırması (Şekil 6)

dır [10].

Bu ikinci ve üçüncü havalandırma katmanları çatının soğuk çatı olarak değerlendirilmesini sağlar. Bu tür havalandırma katmanları ile çatıda yoğuşma engellenir. Birinci tür havalandırma katmanı ile çatı örtüsü altında etkin ve devamlı bir hava sirkülasyonu yaratılmasının yararları şunlardır:

- Çatı örtüsü altında biriken su buharı yok edilir.
- Islanan çatı örtü malzemesinin hızla kuruması sağlanır.
- Yaz aylarında çatı örtüsü altında bulunan ısınmış durağan hava kütlesi dışarı atılarak, çatı altında serin bir alan yaratılır.
- Kış aylarında yapının iç kısmından gelen ısının kontrollü bir şekilde tasfiye edilmesiyle, kar örtüsü doğal ve kontrollü bir şekilde erir.



- Özel hava koşulları sonucu ortaya çıkan muhtemel su sızıntıları kurur [10].

Genellikle çatılarda etkili bir havalandırma için; hava giriş deliklerinin çatının altında (saçaklarda), hava çıkış deliklerinin ise çatının üstünde(mahyada) düzenlenmesine ve her ikisinin alanlarının birbirine eşit olmasına, mahyadan içeriye hava girişinin engellenmesi için negatif basınç alanı yaratıp rüzgarın yönünü değiştirecek bir yansıtıcı yüzey yerleştirilmesine, havalandırma için oluşturulan boşlukların toplam alanının, yalıtılmış döşeme alanının 1/150'si kadar olmasına ve havalandırma hattının engelsiz olmasına dikkat edilmelidir. Eğimli çatı konstrüksiyonlarında havalandırma boşluklarının giriş ve çıkış ölçüleri ve çalışma prensipleri konstrüksiyonda kullanılan ikincil su sızdırmazlık katmanının hava geçirgen olup olmamasına ve hava sızdırmazlık katmanı kullanımına ve eğime göre değişmektedir [1,2,10].

Tablo 3'de Şekil 2 ve Şekil 4a'da gösterilen 1 ve 2 nolu havalandırma katmanlarının derinliğinin çatı eğimi, giriş açıklığı ve deniz seviyesindeki yüksekliklere göre değişimi görülmektedir. 1 nolu havalandırma katmanının derinliğinin deniz seviyesinden yükseklikle ilişkili olmadığı ancak 2 nolu havalandırma katmanının derinliğinin deniz seviyesinden yükseklik arttıkça arttığı Tablo 3'de görülmektedir. 1 nolu havalandırma katmanının derinliği 5m'den küçük açıklıklı çatılarda tüm çatı eğimleri için aynı iken, açıklık arttıkça farklı eğimler için değişken değerler göstermektedir. Ancak Tablo 3'den de görüldüğü üzere 1 nolu havalandırma katmanının derinliğinin açıklık ve eğimle orantılı olarak arttığı ve azaldığı söylenemez. 2 nolu havalandırma katmanının derinliğinin 5 m'den küçük açıklıklı çatılarda deniz seviyesinden yüksekliğin 1000 m'den küçük olması durumunda aynı olduğu, deniz seviyesinden yükseklik arttıkça değiştiği Tablo 3'de görülmektedir. 2 nolu havalandırma katmanının derinliğinin tüm çatı eğimleri için genel olarak açıklık arttıkça arttığı Tablo 3'den yorumlanabilmektedir. Tablo 4'de eğimli çatı konstrüksiyonları yoğunlaşma, havalandırma ve enerji etkinlik performansları açısından karşılaştırılmıştır. Tablo 4'ten görüldüğü üzere havalandırma verimi, yoğunlaşma kontrol performansı ve enerji etkinlik performansı açısından soğuk ve hibrid çatı konstrüksiyonları en iyi performansı göstermektedirler. Sıcak çatı konstrüksiyonlarının performans sıralamasında altta kalmasının nedenin bu çatı konstrüksiyonlarında tek havalandırma katmanının yer alması ve bu katmanında verimli bir havalandırma için yeterli olmayışındır. Tablo 4'e baktığımızda tüm çatı konstrüksiyonlarında hava geçirgen ikincil su sızdırmazlık katmanı kullanımının havalandırma verimini ve yoğunlaşma kontrol performansını artırdığı, hava sızdırmaz katman ile birlikte kullanımının yoğunlaşma kontrol performansına pozitif etki yaptığı, ancak enerji etkinlik performansına etkisi olmadığı görülmektedir. Enerji etkinlik performansının hava sızdırmaz katman kullanımıyla arttığı Tablo 4'de açık olarak görülmektedir. Tüm çatı konstrüksiyonlarında ısı yalıtım katmanının taşıyıcı elemanlar arasında ve üstünde uygulandığı örneklerde havalandırma verimi, yoğunlaşma kontrolü ve enerji etkinlik performansı benzer özellik göstermesine karşın, ısı yalıtım katmanının çift tabakalı olarak uygulandığı örnekler enerji etkinlik açısından çok daha iyi performans göstermektedirler (Tablo 4).

## 4. SONUÇLAR

Türkiye'de özellikle yağışlı bölgelerde yaygın olarak kullanılan eğimli çatı konstrüksiyonlarından kaynaklı problemlerin büyük bir bölümünün havalandırma ve yoğunlaşma ile ilgili sorunlar olduğunun vurgulandığı bu çalışmada, bu sorunların farklı tip çatı konstrüksiyonları uygulamaları için tasarım ve uygulama aşamasında etkili bir havalandırma ve çatı konstrüksiyonunu oluşturan katmanların doğru düzenlenmesiyle nasıl çözümlenebileceği konusunda mimarlara ve uygulayıcılara yol gösterilmiştir. Çatı konstrüksiyonunda etkin bir havalandırmanın olmayışı, çatı konstrüksiyonunu oluşturan katmanların malzemelerinin konstrüksiyon türüne göre yanlış seçilmesi ve çatılarda hava sızdırmazlığın yeterli oranda sağlanamaması eğimli çatı konstrüksiyonlarında başta yoğunlaşma olmak üzere bir çok soruna yol açmaktadır. Havalandırılmayan çatılarda özellikle yapı içinden gelen nemin uzaklaştırılmaması sonucu yoğunlaşma gerçekleşmekte, kışın çatı örtüsü üzerinde biriken karın iç ortamdan gelen sıcak havayla karşılaşarak hızla erimesi sonucu buz bentleri oluşmakta, yazın çatı ısısının artmasından kaynaklı soğutma yükü artmakta ve çatı konstrüksiyonunu oluşturan katmanların kullanım ömürleri azalmaktadır. Bu gibi sorunlardan kaynaklı olarak eğimli çatı konstrüksiyonlarında etkili bir havalandırma katmanı düzenlenerek yaz ve kış koşullarında çatı



*7. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu 3– 4 Nisan 2014  
Yıldız Teknik Üniversitesi Beşiktaş - İstanbul*

konstrüksiyonlarında nemin ve fazla ısının uzaklaştırılması sağlanmalı ve bu sayede çatı kullanım ömrü artırılmalı, iç ortam konfor koşullarında iyileştirme sağlanmalıdır. Bu çalışmada eğimli çatı konstrüksiyonlarında havalandırma ve yoğuşma kontrolü açısından elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

*7. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu 3-4 Nisan 2014  
Yıldız Teknik Üniversitesi Beşiktaş - İstanbul*

Tablo 3. Çatı eğimi, kiriş açıklığı ve deniz seviyesinden yüksekliğe bağlı olarak havalandırma boşluk boyutları (mm) [1]

Havalandırma yeri		1				2							
		<15°	15°-20°	20°-25°	>25°	<15°		15°-20°		20°-25°		>25°	
Eğim (%)		<15°	15°-20°	20°-25°	>25°	<1000 m	>1000 m	<1000 m	>1000 m	<1000 m	>1000 m	<1000 m	>1000 m
Deniz seviyesinden yükseklik (m)		-	-	-	-	<1000 m	>1000 m	<1000 m	>1000 m	<1000 m	>1000 m	<1000 m	>1000 m
Kiriş açıklığı (m)	<5 m	40	40	40	40	45	60	45	60	45	45	45	45
	5 m-10 m	60	40	40	40	60	60	45	60	45	60	45	60
	10 m-15 m	60	60	60	40	60	80	60	80	60	80	45	60
	>15 m	80	80	60	40	80	100	80	100	80	80	60	80

Tablo 4. Eğimli çatı konstrüksiyonlarının yoğuşma, havalandırma ve enerji etkinlik performansları açısından karşılaştırılması [1,2,5,6].

Çatı tipi	Sıcak çatı			Soğuk çatı			Hibrid çatı		
	Taşıyıcı elemanlar arasında	Taşıyıcı elemanlar dışında	Çift tabakalı	Taşıyıcı elemanlar arasında	Taşıyıcı elemanlar dışında	Çift tabakalı	Taşıyıcı elemanlar arasında	Taşıyıcı elemanlar dışında	Çift tabakalı
Isı yalıtım katmanı							*Sıcak ve soğuk çatı kesitlerinin her iki tipini de içerir.		
Havalandırma boşluk sayısı	1	1	1	2	2	2	3	3	3
Havalandırma yeri	1	•	•	•	•	•	•	•	•
	2				•	•	•	•	•
	3				•	•	•	•	•
Hava geçirgen ikincil su sızdırmazlık katmanı	○ ● ○ ● ○ ● ○ ● ○ ● ○ ●	○ ● ○ ● ○ ● ○ ● ○ ● ○ ● ○ ●	○ ● ○ ● ○ ● ○ ● ○ ● ○ ● ○ ●	○ ● ○ ● ○ ● ○ ● ○ ● ○ ● ○ ●	○ ● ○ ● ○ ● ○ ● ○ ● ○ ● ○ ●	○ ● ○ ● ○ ● ○ ● ○ ● ○ ● ○ ●	○ ● ○ ● ○ ● ○ ● ○ ● ○ ● ○ ●	○ ● ○ ● ○ ● ○ ● ○ ● ○ ● ○ ●	○ ● ○ ● ○ ● ○ ● ○ ● ○ ● ○ ●
Hava sızdırmazlık katmanı	○ ○ ● ● ○ ○ ● ● ○ ○ ● ● ○ ○ ● ●	○ ○ ● ● ○ ○ ● ● ○ ○ ● ● ○ ○ ● ●	○ ○ ● ● ○ ○ ● ● ○ ○ ● ● ○ ○ ● ●	○ ○ ● ● ○ ○ ● ● ○ ○ ● ● ○ ○ ● ●	○ ○ ● ● ○ ○ ● ● ○ ○ ● ● ○ ○ ● ●	○ ○ ● ● ○ ○ ● ● ○ ○ ● ● ○ ○ ● ●	○ ○ ● ● ○ ○ ● ● ○ ○ ● ● ○ ○ ● ●	○ ○ ● ● ○ ○ ● ● ○ ○ ● ● ○ ○ ● ●	○ ○ ● ● ○ ○ ● ● ○ ○ ● ● ○ ○ ● ●
Havalandırma verimi	□ ■ □ ■ □ ■ □ ■ □ ■ □ ■	□ ■ □ ■ □ ■ □ ■ □ ■ □ ■ □ ■	□ ■ □ ■ □ ■ □ ■ □ ■ □ ■ □ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
Yoğuşma kontrol performansı	□ ■ ■ ■ □ ■ ■ ■ □ ■ ■ ■ □ ■ ■ ■	□ ■ ■ ■ □ ■ ■ ■ □ ■ ■ ■ □ ■ ■ ■	□ ■ ■ ■ □ ■ ■ ■ □ ■ ■ ■ □ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■
Enerji etkinlik performansı	□ □ ■ ■ □ □ ■ ■ □ □ ■ ■ □ □ ■ ■	□ □ ■ ■ □ □ ■ ■ □ □ ■ ■ □ □ ■ ■	□ □ ■ ■ □ □ ■ ■ □ □ ■ ■ □ □ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■

○Yok ●Var □Kötü ■Orta ■ İyi ■■■■■Çok iyi

- Sıcak çatılar Tablo 4’te görüldüğü üzere, bir tane havalandırma katmanına sahip oluşundan dolayı diğer çatı konstrüksiyon tiplerine göre havalandırma açısından kötü performans göstermektedirler. Bu tip çatılarda yoğunlaşma kontrolünün sağlanması için ısı yalıtımının sıcak tarafına buhar kesici ve hava sızdırmaz katmanın doğru bir şekilde uygulanması ve kullanılan ikincil su sızdırmazlık katmanının hava geçirgen özellikte olması gereklidir.
- Soğuk ve hibrid çatılar sıcak çatı konstrüksiyonlarına göre daha fazla havalandırma katmanına sahip oluşlarından dolayı sıcak çatılara oranla daha etkili bir havalandırma ve yoğunlaşma kontrolü sağlamaktadırlar. Ancak havalandırmanın etkili olabilmesi için havalandırma boşluk boyutlarının Tablo 3’te verildiği gibi çatı eğimi, giriş açıklığı ve deniz seviyesinden yükseklik dikkate alınarak düzenlenmesi gereklidir.
- Eğimli çatı konstrüksiyonlarının tümünde hava sızdırmaz katman kullanımı çatı konstrüksiyonlarının enerji etkinlik performansını arttırmaktadır. Bundan dolayı, hava sızdırmaz katmanın kullanılmadığı örnekler enerji etkinlik açısından düşük performans göstermektedirler.
- İkincil su sızdırmazlık katmanının hava geçirgen özellikte olduğu soğuk çatı konstrüksiyonlarında daha az bir havalandırma boşluk alanıyla etkin bir havalandırma sağlanabilir. Diğer bir ifadeyle hava geçirgen bir ikincil su sızdırmazlık katmanı kullanımı havalandırma verimini arttırmaktadır.
- Hava geçirgen ikincil su sızdırmazlık katmanı ve ısı yalıtım katmanının altında hava sızdırmaz katmanın birlikte uygulandığı örnekler Tablo 4’te görüldüğü gibi havalandırma, yoğunlaşma ve enerji etkinlik performansı açısından en yüksek performansı gösterirler.
- Tablo 1’de görüldüğü üzere ısı yalıtımının çift tabakalı olarak uygulandığı örnekler taşıyıcı elemanların üzerinde ve arasında uygulandığı örneklerle oranla dezavantajı en az olan, havalandırma, yoğunlaşma kontrolü ve enerji etkinlik açısından en iyi performansı gösteren konstrüksiyon tipidir.

Sonuç olarak özellikle yağışlı bölgelerde, etkili bir havalandırma, yoğunlaşma kontrolü ve enerji etkinlik performansı açısından sorunsuz bir çatı düzenlemek istenildiğinde ısı yalıtımının çift tabakalı kullanıldığı ve yalıtımın sıcak tarafına buhar kesici ve hava sızdırmaz katmanın birlikte monte edildiği, hava geçirgen özellikli ikincil su sızdırmazlık katmanı kullanılan soğuk ve hibrid çatı konstrüksiyonları tercih edilmelidir. Hibrid çatı konstrüksiyonları havalandırma, yoğunlaşma kontrolü ve enerji etkinlik performansı açısından soğuk çatı konstrüksiyonlarıyla benzer özellik göstermekle birlikte kullanılabilir bir çatı arası mekânı yaratması soğuk çatılara göre avantaj olarak görülmektedir.

## KAYNAKLAR

- [1] Kolb, J., Syst em in Timber Engineering, Birkhauser, Berlin, 2008.
- [2] Oster, S. and Kiessl, B., Roof Construction Manual, Pitched Roofs, Edition Detail,2003, Germany
- [3] Scharff, R., Kennedy,T., Roofing Handbook, Second Edition, McGraw-Hill,2000,USA.
- [4] Aker,E. Çatılarda Seçenek Özelliklerinin Tanımlanması,Yüksek Lisans Tezi,İstanbul Teknik Üniversitesi,İstanbul,1998.
- [5] Condensation Control In Energy Efficient Cold and Warm Pitched Roofs,Erişim Tarihi: 01.02.2014,[http://www.surevent.org.uk/Documents/SureVent\\_EBrochure\\_2006\\_version\\_6\\_09\\_04\\_08.pdf](http://www.surevent.org.uk/Documents/SureVent_EBrochure_2006_version_6_09_04_08.pdf),
- [6]Energy efficiency and historic buildings, Insulating roofs at rafter level, Erişim Tarihi: 25.01.2014, [www.english-heritage.org.uk/partL](http://www.english-heritage.org.uk/partL)
- [7]Yaşar, Y., Pehlevan, A., Maçka, S., Az Eğimli Çatıların Kullanım Olanaklarının Değerlendirilmesi, Yapı Dünyası, 175 (2010) 41-52.
- [8] Pehlevan, A., Yaşar, Y., Maçka, S., Bitkilendirilmiş Çatılar: Yeşil Çatılar,Çatı Bahçeleri, Mimarlık Arredamento Dergisi, 236 (2010) 114-124.
- [9] Pehlevan, A., Yaşar, Y., Maçka, S., Eğimli Çatılarda İkincil Su Sızdırmazlık Tabakası Kullanımı, Yalıtım Dergisi, 75 (2008) 76-86.
- [10]Yaşar, Y., Pehlevan,A., Maçka, S., Eğimli Çatılarda Havalandırma, 4. Ulusal Çatı & Cephe Kaplamalarında Çağdas Malzeme ve Teknolojileri Sempozyumu, 13–14 Ekim 2008, İTÜ Mimarlık Fakültesi Taskısla – İstanbul.
- [11] Hybrid roof (habitable roof space), Erişim Tarihi: 27.01.2014, <http://permavent.co.uk/hybrid-roof-habitable-roof-space/>
- [12]Oliver, A., Dampness in Buildings, Blackwell Science, Edinburg, 1997.
- [13]McCampbell,B.H., Problem in Roofing Design, Butterworth Architecture, Butterworth-Heinemann,USA, 1991.
- [14]Küskü, B., Eğimli Çatılarda Havalandırma, Yüksek Lisans Tezi,Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2005.
- [15]Brotrück, T., Basic Roof Construction, Birkhauser Architecture, Boston, 2006.