

## ÇATI TASARIMI VE UYGULAMASINDA DETAY HATALARI, SONUÇLARI VE DÜZELTME ÇALIŞMALARI

Yrd. Doç. Dr. Ali Ergün <sup>1</sup>  
Gökhan Kürklü <sup>2</sup>

Konu Başlık No: 3 Çatı ve Cephe Sistemlerinde Süreçler

### ÖZET

Bina yapımının her aşamasında detaylar kullanıcının konforu ve güvenliği açısından çok önemlidir. Binanın atmosferik dış etkilerden koruyan ve estetik açıdan görsellik noktasında tamamlayıcısı olan çatıların, tasarımında birçok parametreyi içerdiği için dikkate alınması gereken detaylar oldukça fazladır. Çatı düzenlenmesinde, çatı taşıyıcı sisteminin gerek tasarımında, gerekse uygulamasında gözden kaçan detaylar, insan hayatının güvenliğini tehdit ederken; yalıtım uygulamasında yapılan hatalar ise kişinin hem sağlığını, hem de konforunu olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Bu çalışmada, tasarım ve uygulama noktasında yapılmayan veya gözden kaçan hatalı detaylar ve bu hataların düzeltilme çalışmalarını içeren bina örnekleri sergilenerek, neden sonuç ilişkileri verilmektedir.

### ANAHTAR KELİMELER

Çatı Detayı, Uygulama Hataları, Hatalı Çatı Örnekleri

<sup>1</sup> **Ali Ergün:** Afyon Kocatepe Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Afyonkarahisar, 03200, Telefon 0 272 2281311, Faks 0 272 2281319, aergun@aku.edu.tr

<sup>2</sup> **Gökhan Kürklü:** Afyon Kocatepe Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Afyonkarahisar, 03200, Telefon 0 272 2281312, Faks 0 272 2281319, kurklu@aku.edu.tr

## 1. GİRİŞ

Binayı oluşturan temel birleşenlerden biri olan çatı, kimi zaman yapıyı tamamlayan estetik bir tasarım, kimi zaman da yapıya sağladığı iklimsel konfor değerleri sayesinde yaşanılır mekânlar oluşturma adına önemli yapı birleşenlerinden birisidir. Bu özellikleriyle birlikte çatılar, mimarlık ve mühendislik disiplinlerinde yoğun olarak ele alınan bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır[1]. Bir binayı teşkil eden, binayı kar, yağmur, rüzgâr, sıcak ve soğuk gibi tesirlere karşı koruyan, güzelliğini ve sağlamlığını etkileyen çatılar, üzerine gelen suları durmadan akıtabilmesi için yüzeyleri meyilli olarak yapılır. Bu meyil çatının yapıldığı yerin iklimine, kullanılacak çatı örtü malzemesinin cinsine ve binanın görünüşüne göre değişir[2].

Dışla temasta olan tüm diğer yapı elemanları gibi (örneğin, dış duvarlar, açık geçit üzerindeki döşemeler, vb.), çatılarda da nem, su, ısı ve gürültüye karşı yalıtım ve korunma önlemleri alınmalıdır. Dış kabuk elemanlarından yalıtım sorunu en karmaşık olanı hiç şüphesiz ki çatılardır. Çatılar tüm yüzeyleri ile günün her zamanında doğal etkilere açık olan yapı bileşeni olmasına karşılık, duvar ve diğer dış yapı elemanları ise zaman zaman doğal etkilere maruz kalmaktadır[3]. Kendi yükünden başka rüzgâr ve kar yüklerini taşıyan çatı sistemlerinde, çevresel şartlara ve atmosferik etkilere bağlı yük değişimleri de önemli olmaktadır. Rüzgarın soldan veya sağdan esmesine bağlı olarak çatı düzlemine basınç veya çekme etkisi yapması, kar yükünün kuzeye bakan çatı düzlemlerinde güneğe göre daha fazla durması ve buzlanmaya bağlı daha çok ağırlık oluşturması tamamen atmosferik etkilere bağlı yük değişimidir[4].

Çatı konstrüksiyon, izolasyon ve kaplama malzemelerindeki gelişim ile sağlanan olanaklar, farklı yapı cinslerinde, farklı form ve detay kullanımını beraberinde getirmiştir. Ancak bu çeşitlilik içinde form-fonksiyon çelişkisi ile beraber doğru malzemenin doğru şekilde uygulanması anlamında birtakım problemler ortaya çıkmaktadır. Bu problemler bazen estetik kaygılar nedeniyle farklı formlarla tasarlanmış bir çatıda, yapının sürdürülebilirliği açısından zamanla ortaya çıkmakta; bazen de yapılan yanlış malzeme tercihleri ve/veya yanlış detay uygulamaları nedeniyle yapının hizmete girmesi ile beraber kendini göstermektedir[1].

Çatılar, toplam bina maliyetinin % 2-4 gibi küçük bölümünü oluşturdukları halde, yapıların kullanımı aşamasında karşılaşılan yapısal sorunların ve şikayetlerin yaklaşık % 90'ını oluştururlar. Bu sorunları en aza indirmek açısından, çatıların, yapımında ve detaylandırılmasında göz önünde bulundurulması gereken noktalar şunlardır:

- Dış ortam etkilerinden yapıyı koruması,
- Üzerine gelen suyun kolayca uzaklaştırılabilmesi için gerekli form ve eğime sahip olması,
- Yapının yeterli iklimsel konfor şartlarını ekonomik olarak sağlaması için gerekli izolasyonları içermesi,
- Kar, rüzgar gibi ilave yüklere karşı taşıyıcı konstrüksiyonun mukavemeti,
- Yangın oluşumuna ve yayılımına karşı direnç gösterebilmesi,
- Kaplama tabakasının altındaki taşıyıcı sistemi koruyacak kabuk mukavemetine sahip olması
- Her hangi bir sebeple çatı üzerinde yapılacak tamirat ve imalatlar (anten takılması, baca işlemleri v.b.) sırasında oluşacak insan trafiğine karşı yırtılma ve kırılma direncinin yüksek olması,
- Çatının, bulunduğu bölgenin mimari yapısına uygun olması ve mümkünse katkı yapması
- Çevrenin bozucu etkilerine karşı özelliklerinin sürdürülebilir olması,
- Tüm bu nitelikleri elde etme maliyetinin kabul edilebilir seviyede olması[3,1].

Çatı sistemlerinde kullanılan çatı örtüsünün, yapıyı atmosferik koşullardan koruyucu olması ve bunun yanında iyi bir izolasyon özelliğine sahip olması esastır. Bir mekânın yılın her döneminde konforunu sağlamak ve ısı kayıplarını en aza indirerek yakıt tüketimini azaltmak üzere, farklı uygulama

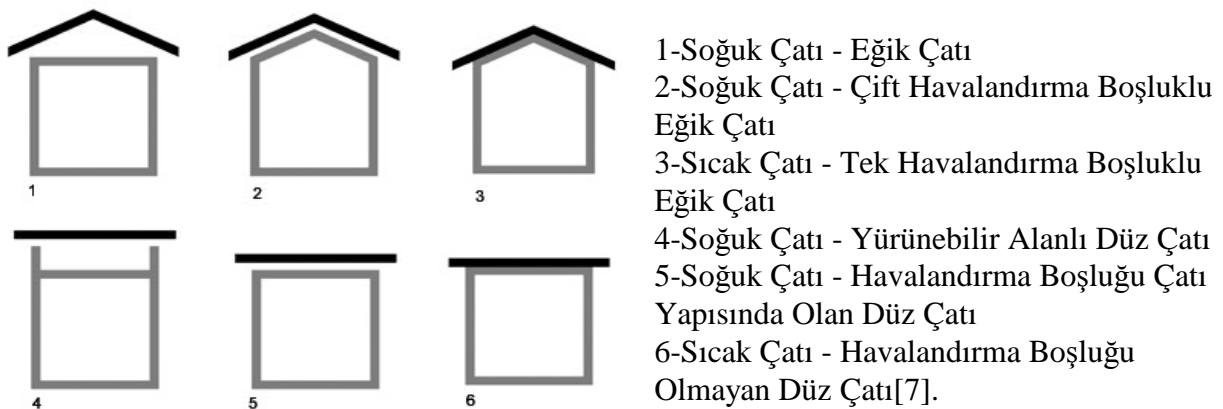
detaylarına göre farklı özelliklerde ısı yalıtım malzemeleri bulunmaktadır. Çatı yalıtım malzemelerinin yangın dayanımı, kolay uygulanabilirliği, bozulup çürümemesi, asit ve yağmura karşı dirençli oluşu, paslanma, böcek ve mikroorganizmalar tarafından tahrip edilmemesi önemli özellikleridir.

Çatının alt yapısı, gerek kullanılan çatı malzemesinin uygulama kalitesini, gerek tüm çatı örtüsünün fonksiyonel ömrünü belirlemede çok önemli bir yer tutar. Çatının bina yapımına tam uyum sağlaması, eğim ve detayının oluşturulması çok önemlidir. Bir çatının projelendirilmesi ve inşası aşamalarında göz önünde tutulması gereken altyapı ve uygulama özelliklerinden en önemlileri; çatının eğimi ve uzunluğu, çatı kaplamasının altında hava dolaşımıdır.

Kaplama altı ile dış ortam arasındaki ısı farklılığından dolayı oluşan yoğunlaşma da önemli bir sorundur. Bu sorunun önlenmesi için, uygulama detayları doğru çözülmeli, modüler çatı sisteminin gerekli gördüğü tüm elemanlar kullanılmalı ve kaplama altında sürekli ve etkin bir havalandırma yaratılarak daima kuru kalması sağlanmalıdır.

Çatı kaplamasının fonksiyonelliğine atmosferik koşullar açısından baktığımızda yağmurun şiddeti, içinde bulundurduğu kimyasal maddelerin aşındırıcı etkisi ve suyun kiremitlerin arasından sızmasına neden olabilecek şiddetli yatay rüzgârlar, önemli rol oynayan faktörlerdir. Bu faktörlere ek olarak çatı üzerine düşen buz parçacıklarının büyüklüğüne ve hızına bağlı olarak dolunun da çatı kaplamasına etkisi vardır. Düşük ve orta şiddette dolu yağışında çatı kaplama malzemesinin yüzeyi bozulabilirken çok şiddetli yağışlarda kaplama elemanın kırılması dahi söz konusudur. Sadece yağış sırasında değil sonrasında da dolu birikmesi ile çatı üzerinde yüksek ağırlıklı buz kümeleri veya bir takım su sızıntılarının meydana gelmesi de olasıdır. Kar da, yarattığı önemli olumsuz etkilerle çatı kaplaması için önemli bir unsurdur[5].

Pratikte, bir çatı konstrüksiyonunun gruplandırılmasını zorlaştıracak kadar çok sayıda ara geçiş tipleri mevcuttur. Yapı fiziği açısından bakıldığında prensip olarak iki tip çatı vardır. Birincisi, altlarında sıcak hava bulunduran (sıcak çatı) tek kabuklu çatılar, ikincisi ise aralarında dış havaya bağlantısı yapılmış bir hava boşluğu bulunan alt ve üst kabuktan oluşan, iki kabuklu çatılardır. Aradaki hava boşluğu kışın soğuktur (soğuk çatılar). Bu çatıların ana tipleri şematik olarak şekil 1’de gösterilmiştir[6].



Şekil 1. Yapı fiziği açısından çatı çeşitleri

## 2. MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada yukarıda bahsedilen ideal bir çatı teşkilinde gerekli olan hususlara dikkate edilmeden tasarlanan ve uygulaması yapılan dört farklı çatı sisteminde oluşan yapısal hatalar ve bu hataların bazılarında sorunun giderilmesi için gerçekleştirilen iyileştirme çalışmaları incelenmiştir. Yapılan hatalar, sonuçları ve çözüm çalışmaları görsel olarak ortaya konmaya çalışılmıştır.

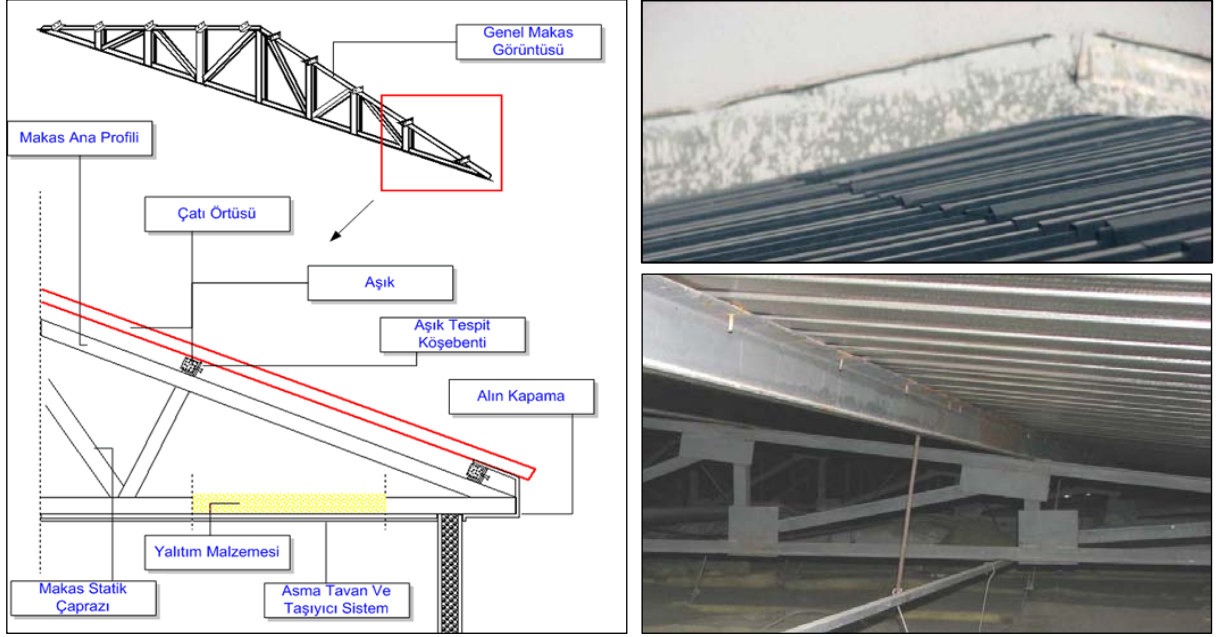
### 2.1. Birinci Örnek

Atölye olarak tasarlanan ve bu amaçta kullanılan bina, tuğla dolgu duvarlı, karkas taşıyıcı sisteme ve çelik kafes kirişli çatı konstrüksiyonuna sahiptir. Prefabrik sistemlerde de sıkça kullanılan bu çatı detayı şekil 3’de gösterildiği gibidir. Tasarım aşamasında çatı, soğuk çatı olarak düşünülmüş, dış havayla bağlantısı yapılacak bir hava boşluğu bulunacak şekilde çatı arası olarak tasarlanmıştır. Bu çatı detayının uygulamasında ise, izolasyonsuz çatı örtüsü ile çelik kafes kiriş alt başlığında teşkil edilen, üzerinde cam yünü izolasyon malzemesi bulunan taş yünü plakalardan oluşturulan asma tavan arasında bir soğuk çatı teşkil edilmiştir. Fakat bu ara boşluğun, dış ortam ile bağlantısını sağlamak üzere tepe mahyasında veya aşıkların duvarla birleştiği kısımlarda hava boşluğu bırakılmamıştır. Bunun sonucu olarak çatı örtüsü üstü ile altı arasında ısı farkından dolayı çatı boşluğunda yoğunlaşma oluşmuş ve hem izolasyon malzemesinin hem de asma tavan malzemesinin bozulmasına sebep olmuştur(şekil 2). Bu hatanın düzeltilmesi için çatının kalkan duvarlarında, hava akımı oluşturulup yoğunlaşmayı ortadan kaldırmak için şekil 4’de görüldüğü gibi havalandırma pencereleri açılmıştır. Bu işlem ile atölye içerisinde yoğunlaşmanın çok olduğu zamanlarda oluşan su akıntıları önlenmiştir. Daha önceden oluşan akıntılar, asma tavan malzemesi taş yünü plakaların lekelenmesine ve zaman içerisinde bunların bazılarının çürüyüp çökmelerine sebep olmuşlardır.

Mevcut atölye binalarına ilave olarak yapılan yeni atölye binalarında, daha önceden yapılan soğuk çatı uygulamasından vazgeçilmiş ve izolasyonlu sandviç çatı kaplaması kullanılarak, benzer hataların oluşması ve zararları engellenmiştir(şekil 4). Bu tip çatı sistemli atölye binalarında göze çarpan diğer bir hata türü ise çatı üzerindeki yağmuru ve karı tahliye edecek uygun bir oluk sisteminin uygulanmamasıdır. Bu da şekil 3’de görüldüğü gibi özellikle gece ve gündüz sıcaklık farkının çok olduğu kış aylarında sarkıkların oluşmasına neden olmakta ve insanların hayat güvenliğini tehlikeye sokmaktadır. Ayrıca oluk sisteminin yapılmaması ve bina etrafında tretuvar bulunmaması, yer üstü sularının binaya zemin seviyesinden itibaren zarar vermesine de sebep olmaktadır.



Şekil 2. Yanlış uygulama sonucu oluşan asma tavandaki tahribat ve saçaklardaki sarkıklar



Şekil 3. Sistem detayı, çatı boşluğu ve tepe mahyasının dıştan görünüşü

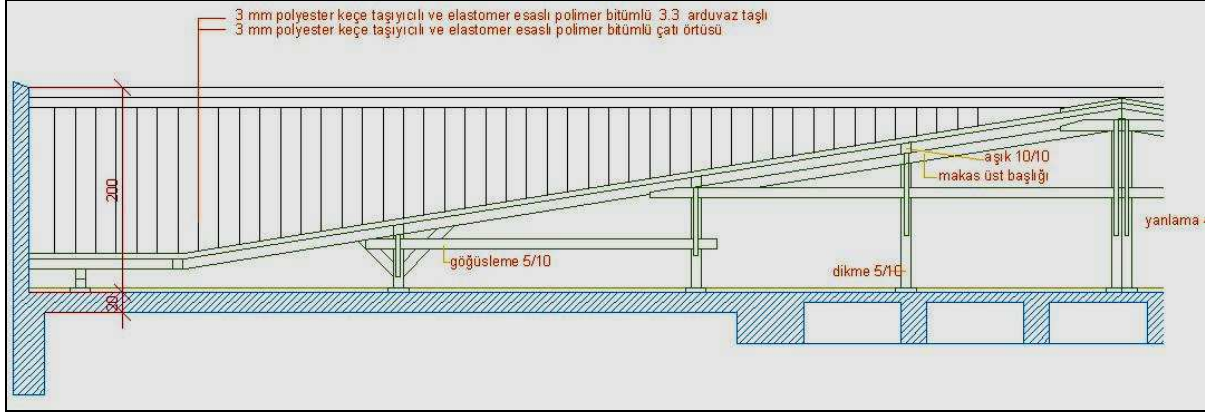


Şekil 4. Yanlış detayın ardından doğruyu yapma çalışmaları

## 2.2. İkinci örnek

İkinci örnek ise yanlış bir gizli oluk uygulamasına aittir. Gizli oluklar, çatının saçak tarafına, genellikle çatıyı gizlemek amacıyla parapet (alın duvarları) yapıldığında, parapetle çatı eğiminin birleştiği yerde oluşturulur. Gizli oluğun kesiti, kare ya da dikdörtgen olur. Oluklar, dikey yağmur borularının bulunduğu yerlerde yağmur hazneleriyle, araya alın duvarının içerisinden geçen bir boru kullanılarak bağlanır. Böylece oluktan geçen su önce yağmur haznesine, sonra da dikey yağmur borusuna geçer. Çok kar yağın bölgelerde, karın oluk içerisinde donması ve eriyen kar suyunun oluktan akamaması durumunda, suyun çatı arasına sızma tehlikesi doğar. Bu nedenle soğuk iklim bölgelerinde gizli oluk uygulaması tercih edilmez[2]. Bu yapının bulunduğu yerin rakımı 1000 m'nin üzerinde ve TS498'e göre 3. derece kar yükü bölgesindedir. Çatı eğimi 1/5 kadardır ve bu çatıyı gizlemek için 2 m'lik bir parapet yapılmıştır(şekil 5). Kış aylarında parapetin ardında kalan karlar direk güneş ışığı alamadığından erimeyip, bu bölgenin üzerindeki karlar erimekte ve alt bölgede bulunan don eriyip gelen kar sularının geçişine de izin vermeyerek olukların donmasına ve böylelikle su tahliye sistemini iflasına sebep olmuştur. Bunun sonucunda eriyen kar suları, çatı örtüsünden sızıp, çatı kat döşemesinden alt kata ve hatta bina derzlerinden sızarak zemin kata kadar ulaşmıştır.





Şekil 5. Parapet ve gizli uygulamalı çatının detayı



Şekil 6. Yanlış gizli oluk uygulamasına geliştirilen çözüm



Şekil 7. Gizli oluk uygulaması ve cephede oluşan arızalar

Mimari açıdan, estetiği sağlamak adına yapılmış olan bir parapetli gizli çatı sistemi, bölgesel şartlar dikkate alınmadığından dolayı, binayı kullananların sağlık ve konforuna olumsuz etki yapar bir hal oluşturmuştur. Olukların uygun çalışmaması ayrıca cephedeki boya ve sıva arızalarına da sebep olmuş estetiği olumsuz yönde etkilemiştir(şekil 6).

Bu yanlış uygulamanın düzeltilmesi için önce mevcut yapıya zarar vermeyecek tarzda yatay ve düşey oluklar içerisine ısıtıcı rezistanslar yerleştirilip donmanın oluşmasını engellemek istenmiştir. Bu uygulamanın sağlıklı sonuç vermemesi üzerine, başta düşünülmeyen yağmur hazneleri oluşturulmuş ve bu hazneler parapetin dışına yapılmıştır. Zamanla bozulan alüminyum trapez çatı örtüsü sökülüp 3 mm polyester keçe taşıyıcılı ve elastomer esaslı polimer bitümlü çatı örtüsü ve en üstede 3 mm polyester keçe taşıyıcılı ve elastomer esaslı polimer bitümlü arduvaz taşı çatı kaplaması yapılmıştır. Mimari estetik kaygısıyla yapılan parapetli gizli çatı uygulaması, konforu tamamen etkilemiş ve

soruna çözüm geliştirmek amacıyla yapılan iyileştirme ise görsel olarak binanın estetiğini zedelemiştir(şekil 7).

### 2.3. Üçüncü örnek

İnşa aşamasında önemsenmeyen ve hatası henüz ortaya çıkmayan bir yanlış uygulama örneği de şekil 8. de verilmiştir. Şekilden görüldüğü gibi birleşik bir yapı sisteminde yer alan öndeki binanın çatısı tek yüzeyli sundurma çatı tipidir. Bu çatı sisteminin üç kenarında kalkan duvar adı verilen yığma duvarlar teşkil edilmiştir. Kalkan duvarlar çatı yüzeyinin yükünü taşıyan elemanlar olduğundan, bu duvarların gerek tasarımında gerekse uygulanmasında ilgili standart ve yönetmelikler dikkate alınması gerekir. Özellikle deprem bölgesinde yapılan binalarda uyulması gereken DBYBHY 08 yönetmelik gereği, ilgili şartlardan örnekle ilişkili olanları şunlardır;

- En üst kattaki yatay hatla oturan çatı kalkan duvarının yüksekliğinin 2 m’yi geçmesi durumunda, düşey ve eğik hatıllar yapılacaktır
- Herhangi bir taşıyıcı duvarın, planda kendisine dik olarak saplanan taşıyıcı duvar eksenleri arasında kalan mesnetlenmemiş uzunluğu, birinci derece deprem bölgesinde 5.5 m’yi, diğer deprem bölgelerinde ise 7.0 m’yi geçmeyecektir
- Yukarıdaki belirtilen koşulun sağlanmaması durumunda, bina köşelerinde ve planda eksenler aralıkları 4.0 m’yi geçmemek üzere kat yüksekliğince betonarme düşey hatıllar yapılacaktır. Ancak bu tür duvarların mesnetlenmemiş uzunluğu 16 m’den fazla olmayacaktır.



Şekil 8. Yanlış inşa edilmiş kalkan duvar örneği

Şekil 8.de görülen uygulamada kalkan duvarlar için herhangi bir şekilde ne yatay ne de düşey hatlı uygulaması yapılmamış, yüksekliği 4 m., uzunluğu ise 20 m. olan bir kalkan duvarın depremsiz durumda bile stabilitesinin var olması hayret vericidir. Bu kalkan duvarın zaman içerisinde en küçük yer sarsıntısında zarar görüp, komşu binanın çatısına zarar vermesi kaçınılmazdır.

### 2.4. Dördüncü Örnek

Bu örnek, atölye binasında çatı sistemi oluşturan çelik kafes kirişin mesnetlenmesine bağlı olarak ortaya çıkan hasarları içermektedir. 21 m açıklıklı kafes kiriş izostatik olarak hesapları yapılmış, uygulamada kafes kirişin iki ucu betonarme kolonlar üzerine ankre edilen çelik levhalar üzerine kaynaklanmıştır. Böylece izostatik olarak hesapları yapılan kafes kiriş, hiperstatik duruma geçmiş ve sıcaklık değişmesine bağlı etkilerden dolayı kesitlerde ve mesnetlerde ilave iç kuvvetler doğmasına neden olmuştur. İlave iç kuvvetler, çubukların sehim yapmasına sebep olmuş, mesnetlerin ise açılmasını tetikleyerek, kafes kiriş-betonarme kolon bağlantısını bozmuştur(şekil 9.).



Şekil 9. İlave iç kuvvetlere bağlı yapısal hasarlar

### 3.SONUÇ

Burada kısıtlı sayıda verilen hatalı uygulamalar ve bunların yapı üzerindeki olumsuz etkilerinin incelenmesi sonrası, yapı fiziği, yapı statığı ve tasarım ilkeleri gibi teorik bilgilerin uygulamada göz önüne alınmaması, yapıların çatı sistemlerinin kullanılabilirliği ve güvenliği noktasında yapısal ve yapısal olmayan hasarların oluşmasına neden olduğu ortaya çıkmaktadır. Yapım aşamasında dikkate alınmayan detaylar, kalifiyesiz işçilik ve bilgi yoksunluğuna bağlı zamanla ortaya çıkan çatı sistemlerindeki hasarların giderilmesi için yapılacak iyileştirme çalışmaları gerek ekonomik, gerekse estetik ve fonksiyonellik açısından isteneni veremediği de bir gerçektir. Bundan dolayı, yapının başlangıcında önemsiz bir yapı elemanı olarak düşünülen ve özen gösterilmeyen çatı sistemlerin yapımında, gerekli önlemlerin alınması ve standartlarda ve yönetmeliklerde yer alan tekniklerin uygulanması, sonrası oluşması muhtemel hasarların önlenmesi ve yapının uzun ömürlü olması açısından önemlidir.

### KAYNAKLAR

- [1] Köse, M.,“Çatı Tasarımında Malzeme Seçim Ve Kullanım Kriterleri”, Aralık 2005, İnşaat Dünyası, Sayı: 272.
- [2] Oymael, S., “Yapı Bilgisi II”, 2003, MEB, İstanbul.
- [3] Türkçü, Ç., “Yapım”, 2000, Birsen yayınevi, İstanbul.
- [4] Binan, M., “Ahşap Çatılar”, 1990, Birsen yayınevi, İstanbul.
- [5] Sobutay, T., “Çatı Kaplama Sektör Araştırması”, Mart 2005, İTO, İstanbul.
- [6] muzaffer özer, "yapılarda ısı-su yalıtımı", Ocak 2006, Maya basın yayın.
- [7] “Çatı”, Raf ürün dergisi sayı 13, mart 2008, ISSN: 1306-1348
- [8] TS 498, “Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri”, Kasım 1997, Ankara.
- [9] DBYBHY 08 “Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik” TC Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 2007, Ankara.