ÇATIDER
ÇATI SANAYİCİ VE İŞ ADAMLARI DERNEĞİ

8. ULUSAL ÇATI VE CEPHE SEMPOZYUMU

02 - 03 Haziran 2016

Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi
Mimarlık Fakültesi

Sedad Hakkı Eldem Oditoryumu - Fındıklı / İstanbul

Ana Sponsor

BRAAS ÇATI SİSTEMLERİ

Altın Sponsorlar

Işıklar Yapı Ürünleri · Kingspan Insulated Panels · Mardav · YTONG

Sponsorlar

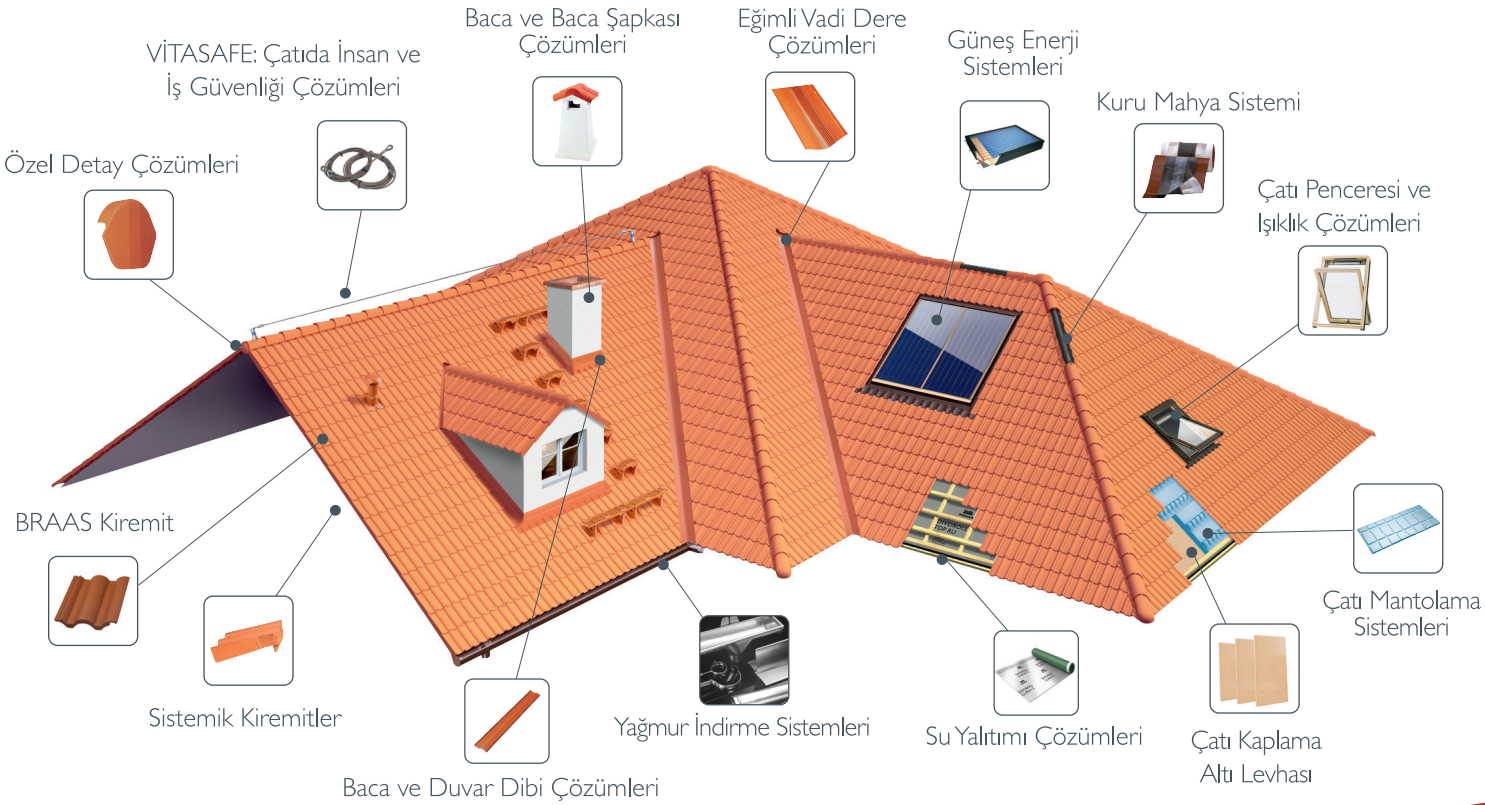
3M · dsm · Multiplan · Onduline Avrasya A.Ş. · Rheinzink

Destekleyen


20 yıldır
Türkiye'nin en güvendiği panel markası
NUHPANEL
Daha iyi bir çevre için,
akılcı çözümler...
nuhpanel.com.tr

ÇATI
ÇÖZÜLMESİ GEREKEN BİR
SİSTEMDİR

BRAAS KİREMİT'TE
30 YIL
SUYA VE DONA KARŞI
GARANTİ



+90 262 751 24 91 www.braas.com.tr info@braas.com.tr

BRAAS
ÇATI SİSTEMLERİ


“dış cephenizin yeni modası”
Yarı sinüs formlu, gizli vidalı cephe panelimiz ile binalarınıza teknik ve estetik çözümler sunuyoruz.
Cephepan hakkında bilgi almak için;
www.panelsan.com
panelsan
cephepan
PUR-PIR YALITIMLI YARI SİNÜS CEPHE PANELİ
PUR-PIR INSULATED SEMI SINUS WALL PANELS

8. ULUSAL ÇATI & CEPHE SEMPOZYUMU BİLDİRİLERİ

Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Mimarlık Fakültesi

02 - 03 Haziran 2016

Sponsorlarımıza ve Destekçilerimize Teşekkürlerimizle

Ana Sponsor

BRAAS ÇATI SİSTEMLERİ

Altın Sponsorlar

Işıklar Yapı Ürünleri · Kingspan İzopoli · Mardav · YTONG

Sponsorlar

3M · ASM · Multiplan · Onduline · Rheinzink

Destekleyen

Medya Sponsorları

çatıcephe · Emlakwebtv

8. ULUSAL ÇATI & CEPHE SEMPOZYUMU

Bildiriler Kitabı

Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Mimarlık Fakültesi
02 - 03 Haziran 2016

© Bütün hakları saklıdır. Bu eserin bir kısmı ve tamamı ÇATIDER Çatı Sanayici ve İşadamları Derneği'nin izni olmadan, hiçbir şekilde çoğaltılamaz, kopya edilemez.

ISBN: 978-605-61283-7-0

Baskı ve Cilt: Altan Basım Ltd.

Yayınlayan:

B2B medya

Teknik Sektör Yayıncılığı A.Ş.
Barbaros Mah. Uğur Sk. No: 2/2 34662 Üsküdar / İstanbul
Tel: 0216 651 7878 / Faks: 0216 651 7898
www.b2bmedya.com • info@b2bmedya.com

Önsöz

Değerli Akademisyenler, Değerli SMGM Üyeleri, Sektörümüzün Kıymetli Temsilcileri,

Çatı ve cephe sektörü ile akademi dünyasını buluşturan 'Çatı & Cephe' sempozyumlarının 8'incisini gerçekleştirmenin mutluluğunu yaşıyoruz. 2004 ve 2005 yıllarında Çatı ve Cephe Fuarı bünyesinde, 2006 ve 2008 yıllarında İTÜ Mimarlık Fakültesi'nde gerçekleştirdiğimizin sempozyumun 5'incisini İzmir Dokuz Eylül Üniversitesi'nde, 6'ncısını Bursa Uludağ Üniversitesi'nde, 7'ncisini Yıldız Teknik Üniversitesi'nde düzenledik. Bugüne kadar tüm sempozyumlarımız, sektör temsilcileri ve akademisyenlerin yanı sıra, ilgili tüm kesimlerin geniş katılımıyla gerçekleşti.
8. Ulusal Çatı ve Cephe Sempozyumu'na, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi ev sahipliği yapıyor. Çatı ve cephe sektörü ile üniversitelerimiz arasındaki iş birliğini geliştirmek, çatı ve cephe konusunda toplumsal bilinci artırmak, güncel ve doğru bilgiye en kolay biçimde ulaşmak amaçları ile düzenlediğimiz sempozyum, giderek daha çok ilgi görüyor.

Bu yıl düzenlediğimiz sempozyumun ana teması "Çatı ve Cephe Sistemlerinde Yangın ile Rüzgâr Güvenliği" olacak. Sempozyumda, 'Çatı ve Cephelerde Yangından Korunma', 'Yapı Malzemelerinin Yapı Güvenliğine Etkisi' ve 'Çatılarda Rüzgar Tehdidi' başta olmak üzere yapılardaki önemli riskleri azaltan yeni uygulama ve teknolojileri ele alacağız. Ayrıca bugüne kadar yapılmış bilimsel ve teknik araştırma ile geliştirme-uygulama çalışmalarının yanı sıra çatı ve cephe sistemlerinin tasarım, yapım, kullanım, bakım, onarım ve dönüştürme süreçlerinde yer alan konsept, malzeme ve teknoloji alanlarındaki gelişmeleri paylaşmayı amaçlıyoruz. Sempozyum ayrıca Türkiye'de çatı ve cephe sistemleriyle ilgili süreçlerde yer alan tasarımcıları, malzeme üretici ve dağıtıcılarını, uygulamacıları, araştırmacıları ve ilgili diğer meslek gruplarını bir araya getirerek, sektörün gelişmesine zemin oluşturacak. Bu bağlamda dünyada geçerli teknoloji ve standartlara ulaşarak yenilerini belirlemek için iş birliği olanaklarının geliştirilmesini de hedefliyoruz. 8. Çatı & Cephe Sempozyumu aynı zamanda, Mimarlar Odası Sürekli Mesleki Gelişim Merkezi'nce SMGM kapsamında değerlendiriliyor.

Sempozyumda yer alan bildirilere baktığımızda birçok farklı konunun yer aldığını görüyoruz ve bunu çeşitliliği yakalamak açısından çok önemli buluyoruz. Çatı ve cephe sistemlerini, bileşenler, performans, süreçler, görsel etkiler, yasal olanaklar, sınırlamalar, sigortalar, iş güvenliği, sürdürülebilir çatı ve cephe sistemleri gibi başlıklarla kategorize ederken, tarihi yapı ve çatıları da göz ardı etmeyeceğimiz bir sempozyum gerçekleştireceğiz.

Bu güne kadar gerçekleştirmiş olduğumuz 7 sempozyumda sunulan toplam 169 bildiriye ve 8. sempozyumda sunulan 35 bildiriye, www.catider.org.tr adresinde yer alan "Yayınlar - Sempozyum Bildirileri" bölümünden ulaşabilirsiniz.

8. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu'nun düzenlenmesi ve gerçekleştirilmesinde emeği geçen Yürütme Kurulu Başkanı ve Üyelerine, Bilimsel ve Teknik Kurul Üyelerine, MSGSÜ Mimarlık Fakültesi Dekanlığı'na, İstanbul Mimarlar Odası Sürekli Mesleki Gelişim Merkezi 'ne, İstanbul Mimarlar Odası'na, organizasyona sponsor olarak katkı sağlayan BRAAS, TÜRK YTONG, IŞIKLAR PAZARLAMA, MARDAV, İZOPOLİ KINGSPAN, ALSİM, 3M, ONDULİNE AVRASYA ve MULTIPLAN firmalarına teşekkür ederiz.

İki yılda bir düzenlediğimiz sempozyum ile Türkiye'nin çeşitli üniversitelerinde yeniden bir araya geleceğiz.
Tüm katılımcılara ilgileri için teşekkürlerimizi sunarız.

M. Nazım Yavuz
ÇATIDER Yönetim Kurulu Başkanı

Sempozyum Yürütme Kurulu

Prof. Dr. Nihal Arıoğlu - Eş Başkan	(İTÜ)
Prof. Dr. Nil Türkeri	(İTÜ)
Doç. Dr. Mustafa Özgünler	(MSGSÜ)
Yrd. Doç. Dr. Cem Altun - Eş Başkan	(İTÜ)
Yrd. Doç. Dr. Erkan Avlar	(YTÜ)
Yrd. Doç. Dr. Sevgül Limoncu	(YTÜ)
Yrd. Doç. Dr. Ümit Arpacıoğlu	(MSGSÜ)
Öğr. Gör. Dr. Caner Göçer	(İTÜ)
Ar. Gör. Onur Savaşkan	(MSGSÜ)
Semih Kafadar	(İnş. Müh. - Çatıder)
Atila Gürses	(Y. Mimar - Onduline Avrasya)
Adil Baştanoğlu	(Mimar - Arımeks)
Levent Pelesen	(İnş. Müh. - Mardav)
Jozef Bonfil	(İnş. Müh. - BTM)
Lebriz Akdeniz	(İnş. Müh. - Türk Ytong)
Süleyman Mazlum	(Mimar)

Bilimsel ve Teknik Kurul

Başkan: Prof. Dr. Nihal Arıoğlu

Unvan - İsim	**Kurumu**
Prof. Dr. Atilla Orbay	(DEÜ)
Prof. Dr. Belkis Uluoğlu	(İTÜ)
Prof. Dr. Eti Akyüz Levi	(DEÜ)
Prof. Dr. Fevziye Aköz	(YTÜ)
Prof. Dr. Gül Koçlar Oral	(İTÜ)
Prof. Dr. H. Çetin Türkçü	(İzmir Ü)
Prof. Dr. Leyla Tanaçan	(İTÜ)
Prof. Dr. Nihal Arıoğlu	(İTÜ)
Prof. Dr. Nilüfer Akıncıtürk	(Uludağ Ü)
Prof. Dr. Alpin Köknel Yener	(İTÜ)
Prof. Dr. Oğuz Cem Çelik	(İTÜ)
Prof. Dr. Sema ERGÖNÜL	(MSGSÜ)
Prof. Dr. Abdurrahman KILIÇ	(İTÜ)
Prof. Dr. Özlem ESSİZ EREN	(MSGSÜ)
Prof. Dr. Orcan Gündüz	(DEÜ)
Prof. Dr. Nil Türkeri	(İTÜ)
Prof. Dr. Aslıhan Tavil	(İTÜ)
Doç. Dr. Emrah Acar	(İTÜ)
Prof. Dr. M. Birgül Çolakoğlu	(İTÜ)
Doç. Dr. Murat Taş	(UÜ)
Doç. Dr. Hakan Yaman	(İTÜ)
Doç. Dr. Seda Tönük	(YTÜ)
Doç. Dr. S. Cengiz Yesügey	(DEÜ)
Doç. Dr. Hüseyin Kahvecioğlu	(İTÜ)

Unvan - İsim	**Kurumu**
Doç. Dr. Yüksel Demir	(İTÜ)
Prof. Dr. Ayşin Sev	(MSGSÜ)
Doç. Dr. Mustafa Özgünler	(MSGSÜ)
Doç. Dr. Seden Özgünler	(İTÜ)
Doç. Dr. Çiğdem Çelik Tekin	(MSGSÜ)
Doç. Dr. Özlem Köprülü Bağbancı	(UÜ)
Doç. Dr. Papatya Seçkin	(MSGSÜ)
Yrd. Doç. Dr. Erkan Avlar	(UÜ)
Yrd. Doç. Dr. Filiz Şenkal Sezer	(UÜ)
Yrd. Doç. Dr. İlkay Koman	(MSGSÜ)
Yrd. Doç. Dr. M. Cem Altun	(İTÜ)
Yrd. Doç. Dr. Nurgün Tamer Bayazıt	(İTÜ)
Yrd. Doç. Dr. Ömer Şükrü Deniz	(MSGSÜ)
Yrd. Doç. Dr. Volkan Gür	(MSGSÜ)
Yrd. Doç. Dr. Ümit Arpacıoğlu	(MSGSÜ)
Yrd. Doç. Dr. S. Müjdem Vural	(YTÜ)
Yrd. Doç. Dr. Ülger Bulut	(MÜ)
Öğr. Gör. Dr. Caner Göçer	(İTÜ)
Adil Baştanoğlu	(ARIMEKS)
Atila Gürses,	(ONDULİNE A.)
Fahri Yavuzer	(MONIER)
Jozef Bonfil	(BTM)
Kürşad Sakarya	(MARDAV)
Dilek Karaköz Toruş	(IŞIKLAR)

Sunuş

8. Ulusal Çatı ve Cephe Sempozyumunun Değerli Katılımcıları

Geleneksel olduğu kadar sevindirici ve değerli olan bu birlikteliğimize ev sahipliği yapan Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Rektörlüğüne, Mimarlık Fakültesi Dekanlığına, Mimarlık Bölüm Başkanlığına teşekkür ederiz. Mesleki çalışmalarını bizlere ileten tüm akademisyenlere, yürütme ve bilimsel-teknik kurul üyelerine, hakemlerimize, sponsorlarımıza, çatı - cephe malzemeleri sektörünün değerli üyelerine, Çatı Sanayici ve İşadamları Derneğine ve görevlilerine, katkılarından dolayı yürütme kurulumuz, öğrencilerimiz adına teşekkür ederim ve sizleri sevgiyle, saygıyla selamlarım.

Değerli Katılımcılar, 8.Ulusal Çatı ve Cephe Sempozyumunun ana teması yangın ve rüzgar olarak tanımlanmıştır. Çatı ve cephe sistemlerindeki süreçlerde son derece önemli olan bu iki tema çerçevesinde; konsept, malzeme ve teknoloji alanlarındaki çalışmaları paylaşmak, tartışmaya açmak, bilginin işlenmesini, kullanımını, dağıtımını sağlamak amacıyla gerçekleştirilen bu etkinlik öğretim-eğitim alanında birlikte gelişmenin ve bilinçlenmenin örneği olduğu kadar üniversite-sanayi iş birliğinin de güzel bir örneğidir. 2000'li yıllarda başlayan bu işbirliği sürecinde; ilki Nisan 2004'te olmak üzere toplam sekiz adet sempozyum düzenlenmiş ve konuya özel bir makale envanteri elde edilmiştir. Bu birikim, gelecekteki kullanıcılara yol gösterici bir arşiv niteliğinde olup yeni arayışlara ışık tutacak fikirler üretildikçe, yapılacak sempozyumlarla daha da artacaktır.

Bilindiği gibi yapı kabuğunun üçte ikisini oluşturan çatı ve cephe yapının hem ekonomik hem de işlevsel açıdan en önemli parçalarıdır. Özellikle her geçen gün büyüyen enerji sorunu ve iklimsel değişkenlikler nedeniyle yapı kabuğuyla ilgili bilgiden bilgi türetmede yeni çözümlere ve oluşumlara duyulan gereksinme daha da artmaktadır. Değerli araştırmacılar ülkemizin içinde bulunduğu durumdan kendimizi elbette soyutlayamayız ancak Ulu Önderimizin gösterdiği hedeflere doğru koşabiliriz; çalışacağız ve güveneceğiz.

Çalışacağız; hep de ifade ettiğim gibi yeni fikirler oluşturabilmek için aslında var olan hayal etme yeteneğimizi kullanacağız. Ancak bunun için; var olan bilginin çok iyi araştırılması, yorumlanması, hayal gücünün zorlanması önem kazanmaktadır. Güveneceğiz; doğru planlanmış ve kurgulanmış çalışmalarımızı destekleyecek pek çok kurum ve kuruluş bulabiliriz. Araştırmacı; maddi ve manevi destek bulacağından kuşku duyulmamalıdır ve başarının rastlantısal olmadığının bilincinde olup, özverili gece okumalarını alışkanlık haline getirmelidir.

Yapı üretim sürecinin tüm aşamalarında kaliteye önem veren, sürdürülebilir ve ülkemiz yararı doğrultusunda bilgi üretme, geliştirme ve pazar isteklerine uygun şekillendirmede biz akademisyenlere büyük görevler düştüğünü bir kez daha hatırlatarak şahsım ve Sempozyum Yürütme Kurulu adına saygılar sunuyorum. Bir sonraki baharda görüşmek dileğiyle şen ve esen kalın.

Sempozyum Yürütme Kurulu Adına
Prof. Dr. Nihal ARIOĞLU

İçindekiler

Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik ve Çatılar 1

Kırsal Sürdürülebilirlik Bağlamında Köy Evlerinin Korunması İçin Cephe ve Çatı Yaklaşımlarında Yeni Bir Model Köyünü Yaşat Projesi 9

Sürdürülebilir Binaların Çatı ve Cephelerinde Oluşan Yangın Risklerinin Analizi 21

Kenetli Metal Çatı Kaplama Sistemleri için DIN 18339'a Göre Rüzgar Güvenliği Açısından İlkesel Tasarım Önerileri 31

Çatı ve Cephelerde Kullanılan Yalıtım Malzemelerindeki Yangın Riski 43

Mimari Tasarımda Yeşil Çatıların Gelişimi 51

Bursa'da Bulunan Geleneksel Ahşap Yapıların Çatı ve Cephe Detaylarının İncelenmesi 61

Kars'taki Rus Dönemi Yapılarının Çatı ve Cephe Özellikleri 69

İç Bükey Cephelerde Odak Etkisinin İncelenmesi 79

Bina Cephelerinde Titanyum Çinko Levha Uygulamaları 87

Otopark Üstü Park ve Bahçelerin Kent Yaşamındaki Yeri ve Önemi 95

Yapı Cephelerinin Gelişiminde Bir Öncü: Menier Çikolata Fabrikası (1872) 105

Enerji Korunumunda Adaptif/Uyarlı Cepheler 113

Çift Cidarlı Cephe Sistemlerinde Duman Hareketinin Sayısal Olarak İncelenmesi 119

Kerpiç Binalarda Çatı ve Cephe Malzemeleri 127

Polimer Çatı Malzemelerinin Yangın Karşısında Davranışlarının İrdelenmesi 133

Dış Cephe Sisteminde Alçı Esaslı Levha Bileşeninin Kullanımı 145

Bitkilendirilmiş Çatı Sistemlerinde Geri Dönüştürülmüş Yapı Malzemesi Kullanımının İrdelenmesi 153

Yapısal Amaçlı Ağaç Malzemede Mühendislik Sorunları ve Çözüm Önerileri 165

Alüminyum ve PVC Doğrama Pencerelerin Duvar, Lento, Denizlik Birleşim Detayları ve Sorunları 175

Eskişehir'de Mansard Çatının Kent Mimarisine Etkileri 185

İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından Yüksekte Çalışma 195

Kubbelerin Yapım Sistemlerinin Yük Aktarım Prensiplerine Göre İrdelenmesi 203

Osmanlı Dönemi İnşaat Belgelerine Göre Anıtsal Yapılarda Örtü ve Duvar Sistemleri 211

Çatıda Ahşap Kullanımı 221

Giydirme Cephelerin Tasarım ve Yapım Sürecinin Analiz Edilmesi ve Türkiye'deki Durumun İncelenmesi 231

Mimari Yüzeylerde Biomimesis Etkisi 239

Giydirme Cephe Sistemlerinde Karşılaşılan Hasarların Sınıflandırılması 249

Çatı ve Cephe Sistemlerinde Etfe Kaplamalarının Kullanımı 257

Yapılarda Gazbeton Panellerin Yangın Performansı 265

Ultra Yüsek Performanslı Betonun Çatı ve Cephelerde Kullanımının İncelenmesi 273

İstanbul'da Otel Binalarının Dış Duvarlarındaki Sistem ve Malzeme Seçimlerinin İncelenmesi 285

Enerji Etkin Çift Kabuk Cephe Sistemlerinde Yangın Performansını İyileştirecek Yöntemler 293

Ankara'da Hafif Giydirme Cepheli Bir Binanın Ses Yalıtım Performansının Analizi 301

İlstanbul Koşullarında Doğal Olarak Yetişen Bitki Türlerinin Ekstensif Yeşil Çatı Sistemlerinde Kullanım Olanaklarının Belirlenmesi 309

Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik ve Çatılar

Jozef Bonfil [1]

Konu Başlık No: 2

ÖZET

2009 ve 2015 yıllarında revize edilen Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmeliğinin çatılar ile ilgili maddesinin açıklanması, madde içinde geçen tanımların (Broof, yanmaz malzeme, zor alevlenen malzeme) ve TS EN 13501-1 standardında tanımlanan yangın sınıflarının açıklanması, bu bilgilere bağlı olarak çatılarda kullanılacak olan malzemeleri bu malzemelere yönelik detayları içermektedir.

ANAHTAR KELİMELER

Broof, yanmaz malzeme, zor alevlenen malzeme

ABSTRACT

Explanation of the roofing materials and details related to Fire Regulation which was revised in 2009 and 2015 include definitions of the articles (broof, nonflammable material, difficult flammable material) and explanation of the fire classes according TS EN 13501-1 fire classification standard.

KEYWORDS

Broof, Non Flamable Materials, Difficult Flammable Material

1 Jozef Bonfil, BTM AŞ Kemalpaşa Sanayi Sitesi- İzmir Tel: 0232 8770402 Faks: 0232 8770410, jozef.bonfil@btm.com

GİRİŞ:

2009 ve 2015 yıllarında revize edilen Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmeliğinin, çatılar ile ilgili maddelerinin açıklanması, yönetmelik içinde geçen tanımların (Broof, yanmaz malzeme, zor alevlenen malzeme) ve TS EN 13501-1 standardında tanımlanan yangın sınıflarının açıklanması, bu bilgilere bağlı olarak çatılarda kullanılabilecek su geçirimsiz çatı kaplama ve ısı yalıtım malzemelerinde aranacak özellikler ve bu malzemelerle yapılan detayları içermektedir. Sonç olarak çatılarda yangına karşı alınması gereken önlemler açıklanacaktır.

ÇATILARDA YANGIN SENARYOLARI:

1- Bina İçinden Çatıya Sıçrayan Yangın:

Bina içinden yangın çıkması halinde çatıya sıçramasını önleyecek olan üst döşeme betonudur. 09/09/2009 Yönetmeliğinin 26. maddesi yapının kullanım amacına ve yüksekliğine göre döşemelerin yangın duvarı niteliğinde olmasını şart koşar ve döşemelerin yangına dayanım süreleri verilmiştir. Ayrıca döşeme kaplamalarının en az normal alevlenici, yüksek binalarda ise en az zor alevlenici malzemeden yapılmasını önermektedir

2- Çatı Arasında Yangın Çıkması:

09/09/2009 Yönetmeliğinin 26. Maddesi döşeme üzerinde kolay alevlenen malzemeden ısı yalıtımı yapılmasına, üzeri en az 2 cm kalınlığında şap tabakası ile örtülmesi şartı ile müsaade eder. Çatı arasına çıkan su, elektrik, ısıtma ve havalandırma tesisatı ile benzeri tesisatların döşemeden geçmesi halinde, tesisat çevresi, açıklık kalmayacak şekilde en az döşeme yangın dayanım süresi kadar, yangın ve duman geçişine karşı yalıtılmasını önerir.

3- Dıştan Çatıya Gelecek Olan Yangın Tehdidi:

09/09/2009 Yönetmeliğinin 28. Maddesi çatılar ile ilgilidir. Buna göre;
Çatı kaplamalarının B_{ROOF} sınıfı malzemelerden, çatı kaplamaları altında yer alan yüzeyin veya yalıtımın en az zor alevlenici malzemelerden olması gerekir. Ancak, çatı kaplaması olarak yanmaz malzemelerin kullanılması durumunda üzerine çatı kaplaması uygulanan yüzeyin en az normal alevlenen malzemelerden olmasına izin verilir.
Yüksek binalarda ve bitişik nizam yapılarda;

a) Çatıların oturdukları döşemelerin yatay yangın kesici niteliğinde,
b) Çatı taşıyıcı sistemi ve çatı kaplamalarının yanmaz malzemeden,

olması gerekir.

MALZEMELERİN SINIFLANDIRMALARI:

09/12/2009 Yönetmeliğinin 28. Maddesini daha iyi anlayabilmek için, $B_{ROOF,}$ normal alevlenen, zor alevlenici ve yanmaz malzeme terimlerini anlamamız gerekmektedir.

1-Yanıcılık Sınıfları:

09/09/2009 Yönetmeliğinin ekinde yayınlanan döşemeler dışındaki yapı malzemeleri için yanıcılık sınıfları Tablo-1'de verilmiştir.

Tablo-1

Döşemeler Dışındaki Yapı Malzemeleri İçin Yanıcılık Sınıfları	
Malzemenin Yanıcılık Özelliği	TS EN 13501-1(2)
Hiç Yanmaz	A1
Zor Yanıcı	A2 - s1, d0
Zor Alevlenici	B, C - s1, d0
	A2 - s2, d0 A2, B, C - s3, d0
	A2, B,C - s1, d1 A2, B,C - s1, d2
(en az)	A2, B, C - s3, d2
Normal Alevlenici	D - s1, d0 D - s2, d0 D - s3, d0 E
	D - s1, d2 D - s2, d2 D - s3, d2
(en az)	E - d2
Kolay Alevlenici	F

2- Yanmaz Malzeme Olarak Kabul Edilenler:

Yapı İşleri Genel Müdürlüğü'nun YIĞ/2011-3 Yapı Malzemeleri Yönetmeliği (89/106/Eec) Kapsamında, Yapı Malzemelerinin Yangına Tepki Sınıflarına, Yapı Elemanlarının Yangına Dayanıklılığına, Çatı ve Çatı Kaplamalarının Dış Yangın Performansına Dair Tebliğine göre teste tabi tutulmadan yanmaz malzeme olarak kabul edilen ürünler Tablo-2'de verilmiştir.

Tablo-2

[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]

[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]

3- B_{ROOF} Malzemeler:

09/09/2009 Yönetmeliğinin ekinde yayınlanan ve hiçbir teste tutulmaksızın B_{ROOF} olarak kabul edilen ürünler ve çatı kaplamaları Tablo-3'te verilmiştir.

Tablo-3

Yanıcılık SınıfıBROOFçatı kaplaması malzemeleri	
Test edilmesine gerek olmadan "Dış yangın performansı" özelliklerinin tüm gereklerini karşılayan BROOF çatı kaplaması terimi, çatı teşkilinde en üst tabakayı oluşturan ürünü tanımlamak için kullanılır.	
Arduvazlar: Doğal arduvazlar, suni arduvazlar	Ek-2/C sınırlamalarına uygun
Kiremitler: Taş, beton, kil, seramik veya çelik çatı kiremitleri	Ek-2/C sınırlamalarına uygun. Herhangi dış kaplamasının inorganik olması veya PCS (Brüt Kalori Değeri) ≤ 4MJ/m2 veya kütlesinin ≤ 200 g/m² olması
Çimento esaslı elyaflı levhalar: Düz ve profilli tabakalar, arduvazlar	Ek-2/C sınırlamalarına uygun veya PCS (Brüt Kalori Değeri) ≤ 4MJ/m2 olması
Profilli metal tabakalar: Alüminyum, alüminyum alaşım, bakır, bakır alaşım, çinko, çinko alaşım, kaplanmamış çelik, paslanmaz çelik, galvanize çelik, halka sac kaplanmış çelik, vitrifiye emaye çelik	Kalınlık ≥0.4 mm, herhangi bir dış kaplamasının inorganik olması veya PCS (Brüt Kalori Değeri) ≤ 4MJ/m2 veya kütlesinin ≤ 200 g/m² olması
Yassı metal tabakalar: Alüminyum, alüminyum alaşım, bakır, bakır alaşım, çinko, çinko alaşım, kaplanmamış çelik, paslanmaz çelik, galvanize çelik, halka sac kaplanmış çelik, vitrifiye emaye çelik	Kalınlık ≥ 0,4 mm, herhangi dış kaplamasının inorganik olması veya PCS (Brüt Kalori Değeri) ≤ 4.0 MJ/m² veya kütlesinin ≤ 200 g/m² olması gerekir.)
Normal kullanımda yan sütunda listelenen inorganik örtülerle tamamen kaplanması amaçlanan malzemeler	En az 50 mm kalınlığında veya ≥80 kg/m2 kütlede gevşek serimli çakıl (agrega büyüklüğü en az 4 mm en fazla 32 mm). En az 30 mm kalınlığında kum/çimento şap, en az 40 mm kalınlığında dökme suni taş veya mineral altyüzeyler
(1) Bu tablolar, TS EN 13501-1'e göre malzemelerin yanıcılık sınıflarını göstermektedir. TS 1263'de verilmiş olan yanıcılık sınıflarına sahip yapı malzemelerinin, TS EN 13501-1'de verilen yanıcılık sınıflarına denkliği için, söz konusu yapı malzemelerinin TSE EN 13501-1'de belirtilmiş olan ilgili sınıfa ait test standardları şartlarını sağlaması gerekir. (2) Yapı Malzemeleri Yönetmeliği (89/106/EEC) kapsamında, Avrupa Birliği Komisyonunun ilgili kararları ile ortaya konulmuş, uyumlaştırılmış standardlara tabi yapı malzemelerinin uyacakları Avrupa Sınıflarıdır.	

4- TSE CEN/ TS 1187 Dış Yangına Maruz Kalan Çatılar İçin deney Yöntemleri:

Tablo-3'te tanımlanmayan ürünler veya sistemler için B_{ROOF} belgesi almak için TSE CEN/ TS 1187'de tanımlanan dört test metodundan birine göre test edilmeleri ve belge almaları gerekmektedir.
a-Alman Test Metodu: Ürün üzerinde belli boyutlarda yangın çıkarılır.
b-İskandinav Test Metodu: Yangın, çift kademeli rüzgar ile desteklenir.
c-Fransız test Metodu: Yangın, rüzgar ve ısı kaynağı ile (infrared lamba) desteklenir.
d-İngliz Test Metodu: Yangın, rüzgar ve ısı kaynağı ile (infrared lamba) desteklenir. Fransız test metodundan farkı rüzgar hızının daha yüksek olmasıdır.
Bu test yöntemleri ile üst çatı kaplaması B_{ROOF} , C_{ROOF}, D_{ROOF} , E_{ROOF} , F_{ROOF} olarak sınıflandırılır. Çatı kaplama malzemesi veya sistemi üzerinde yaratılan yangının yarattığı alev izi öngörülen değerlerin içinde olması gerekir. (Fotograf-1,2) Bu testlerin tarafsız ve CEN tarafından akredite olmuş laboratuvarlarda yapılması önemlidir. Bu testlerden başarı ile geçen malzemeler ve sistemler B_{ROOF} belgesi almaya hak kazanırlar. (Fotograf-3,4)

Fotograf-1



Fotograf-2



Fotograf-3



Fotograf-4



Çatılarda yapılacak olan uygulamaları ve kullanılacak olan malzemelerin özellikleri[(1)] Tablo-4'te özetlenmiştir

Tablo-4[(1)]

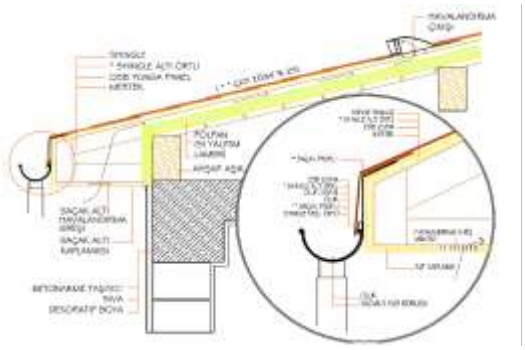
ÇATI TEŞKİLİ		1.Alternatif		2. Alternatif
Çatı Kaplamaları		B_{ROOF}		Yanmaz (A1)
Çatı Kaplamaları Altında Yer Alan Yüzey veya Yalıtım		En az Zor alevlenici (en az C - s3, d2)	veya	En az normal alevlenici (en az E - d2)
Çatı Taşıyıcı Sistemi				Yanmaz[(*)] (A1)
[(*)] Yalnızca yüksek yapılarda ve bitişik nizam yapılarda				

Eğimli Çatılar:

Çatı eğiminin %5'ten daha yüksek olması halinde eğimli çatı adını almaktadır. Kullanılacak olan malzemelere göre min çatı eğimleri değişmektedir. Örn. Bitümlü örtüler için min. eğim %2 iken, kiremit için %20, metal levhalar için %8 olmamalıdır. Yüksek binalarda çatıların oturacakları döşemelerin kullanım amacına uygun yangın dayanım süresinde olmalıdır. Yüksek yapılarda ve bitişik nizam yapılarda çatı konstrüksiyonunun özel ahşaplardan veya metal malzemeden yapılması gerekir.

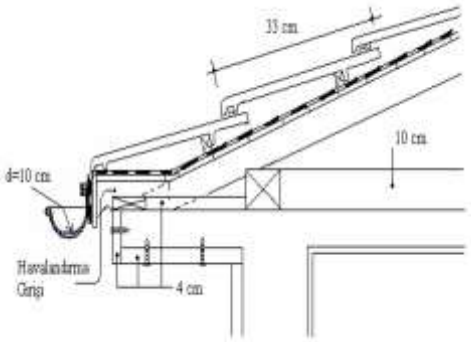
1- Bitümlü malzemeler: B_{ROOF} belgesine sahip olmalı altta kullanılacak olan ısı yalıtım malzemesinin mineral yün olması gerekir. Genellikle 21,5m'den kısa ve ayrık nizam yapılarda uygulanmalıdır.





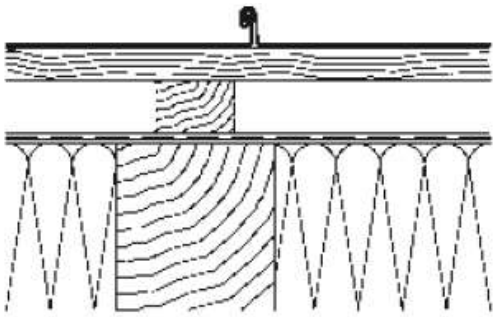
2- Kil Esaslı Malzemeler: Bina yüksekliğine göre kullanılacak ısı yalıtım malzemeleri ve çatı karkası değişkenlik göstermektedir.





3- Metal Kaplamalar: Bina yüksekliğine göre kullanılacak ısı yalıtım malzemesi ve çatı karkası değişkenlik göstermektedir.

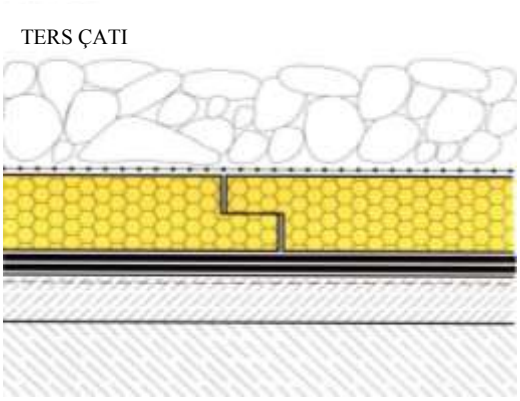




Teras Çatılar:

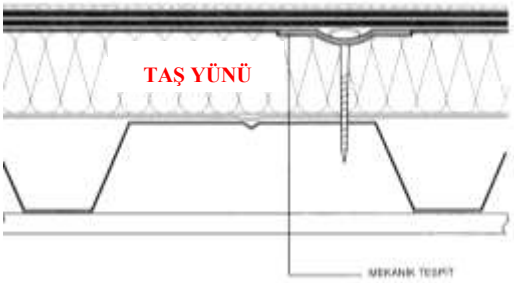
1- Üzerinde Gezilmeyen Teras Çatılar: Ters çatılarda kullanılacak olan ısı yalıtım malzemesinin XPS olması gerekir. En üstte kullanılacak olan çakıl katmanının 5cm. yükseklikte Ø16-32mm aralığında olması gerekir. Klasık çatılarda mineral yün üzerine B_{ROOF} belgesine sahip su yalıtım örtüleri kullanılır.





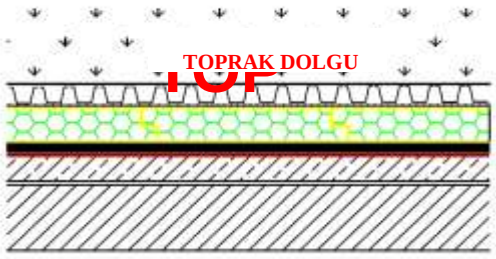
2- Hafif Metal Çatı: Altta kullanılacak olan ısı yalıtım malzemesinin mineral yün olması gerekir. Genellikle 21,5m kısa ve ayrık nizam yapılarda uygulanmalıdır. B_{ROOF} belgesine sahip su yalıtım örtüleri kullanılır.





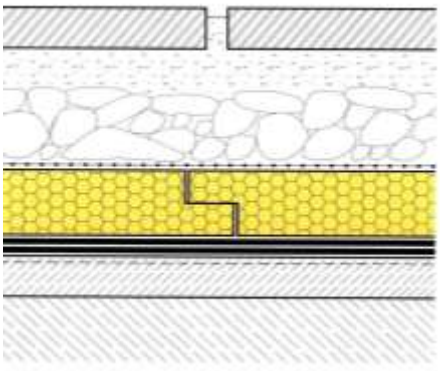
3- Bitkilendirilmiş Çatılar: Örtülerin üzerindeki min. 8 cm toprak kalınlığı olmalıdır. TSEN13948 bitki köklerine dayanım test belgesine sahip su yalıtım örtüleri kullanılır.





4- Gezilen Çatılar: En üstte kullanılacak olan katmanın 3cm. yükseklikte şap veya 4cm kalınlıkta dökme suni taş olması gerekir.





SONUÇ:

Çatılarda yangına karşı alınması gereke önlemleri kısaca özetlersek:
1- Bina içinden çıkacak olan yangınların çatıya sıçramaması için çatı döşemesinin yapı amacına uygun yangın dayanım süresinde olmalıdır. Çatı döşemesini geçen tüm tesisat şaftları yangın yalıtımına uygun olarak tasarlanmalı, yangın geçişini engelleyecek malzemeler ile tüm boşluklar doldurulmalıdır.
2- Çatı boşlukları amacı dışında kullanılmamalıdır.
3- Çatıda son katman olarak kullanılacak olan malzemelerin en az B_{ROOF} sınıfında olması gerekir. Yüksek binalarda son katman yanmaz malzemeden olmalıdır.
4- Çatı yüzeyinde uygulama yapılırken yangına karşı gerekli emniyet tedbirleri alınmalıdır.

KAYNAKLAR:

1- Yrd. Doç. Dr. Sedat Altındaş, Çatıder 6. Çatı ve Cephe Sempozyumu. 12-13/04/2012
2- TS EN 13501-1+A_1: İnşaat Ürünlerinin ve Yapı Elemanlarının Yangınla İlgili Sınıflandırılması-Bölüm 1: Yangına Tepki Deneyleri Verilerinin Kullanılması İle Sınıflandırma
3- TS EN 13501-5 Yapı mamulleri ve yapı elemanları - Yangın sınıflandırması - Bölüm 5: Çatıların dış yangınlara maruz bırakılması deneylerinden elde edilen veriler kullanılarak sınıflandırma
4- "Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik"in yürürlüğe konulması; Bayındırlık ve İskân Bakanlığının 1/11/2007 tarihli ve 5098 sayılı yazısı üzerine, 7126 sayılı Sivil Savunma Kanunu'nun ek 9 uncu maddesine göre, Bakanlar Kurulu'nca 27/11/2007 tarihinde kararlaştırılmıştır. 19/12/2007 tarihli Resmi Gazetede yayınlanmıştır.
5- "Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik"in yürürlüğe konulması; Bayındırlık ve İskân Bakanlığının 8/7/2009 tarihli ve 2313 sayılı yazısı üzerine, 7126 sayılı Sivil Savunma Kanununun ek 9 uncu maddesine göre, Bakanlar Kurulu'nca 10/8/2009 tarihinde kararlaştırılmıştır. 09/09/2009 tarihli Resmi Gazete'de yayınlanmıştır.
6- Yapı Malzemelerinin Yangına tepki Sınıflarına, Yapı Elemanlarının Yangına Dayanıklılığına, Çatı ve Çatı Kaplamalarının Dış Yangın Performansına Dair Tebliğ (Tebliğ No: YIG/2011-3) 5 Mart 2011 tarihli Resmi Gazete
7- Binaların Yangından Korunması hakkında Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik - 09/07/2015 tarihli Resmi Gazete
8- BTM Bitümlü Tecrit Maddeleri Sanayi ve Ticaret AŞ Teknik Yayınları ve Fotoğraf Arşivi
9- BTM Bitümlü Tecrit Maddeleri Sanayi ve Ticaret AŞ'ye ait TEBAR Test Belgelendirme Araştırma ve Geliştirme Ticaret AŞ'nin test raporları. Fotoğraf 3 ve 4

Kırsal Sürdürülebilirlik Bağlamında Köy Evlerinin Korunması İçin Cephe ve Çatı Yaklaşımlarında Yeni Bir Model Köyünü Yaşat Projesi

Ümit Arpacıoğlu[1], Mustafa Özgünler[2], Seden Acun Özgünler[3]

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

ÖZET

Kırsal alan mimarisinin korunması ve geleneksel kültürümüzün sürekliliği açısından olumlu olmayan bu durum ayrıca geleneksel yapım sistemlerinin deprem karşısında daha dayanıksız olduğu yönünde kamuoyunda güvensizlik oluşturmakta ve kırsal bölgelerin korunabilirliği için yapılacak çalışmalara engel oluşturmaktadır. Türkiye'de kırsal alanda gözlenen yapım sistemleri; yığma, iskelet ve karma sistemlerdir. Kerpiç dolgulu ahşap taşıyıcılı yapım sistemi Anadolu'da yaygın olarak kullanılan ve halen kullanılmaya devam eden yapım sistemlerinden biridir. Bu sistemin yapısal ve fiziksel çevre değerleri bakımından değerlendirilmesi, sistemin korunması açısından önemlidir. Bu çalışma, evlerinde genellikle ahşap taşıyıcılı ve kerpiç dolgu sistemi kullanılan örnek bir köyde yapılan alan çalışmalarını ve daha sonra yapılan analiz çalışmalarını kapsamaktadır. Referans alınan evlerde analiz çalışmaları yapıldıktan sonra karşılaştırmalı değerlendirmeler yapılmıştır. Böylece bölgede yoğun kullanıma sahip bu yapım sistemi günümüz gereklilikleri açısından değerlendirilebilecek, gelişime açık yönleri belirlenecek ve geliştirilmesi mümkün olacaktır.

Anahtar Kelimeler: *Kırsal Sürdürülebilirlik, Kerpiç, Geleneksel Yapım, Enerji Verimliliği*

ABSTRACT

This is not positive in terms of preservation of the rural architecture and the continuity of our traditional culture. In addition to that it creates insecurity among the public towards the earthquake resistance of traditional construction systems and hinders the work to be done for the preservation of these areas. Construction systems observed in the rural areas in Turkey are masonry, timber-framework and hybrid systems. Adobe filled timber framework construction system is one of the widely used construction systems in Anatolia. The evaluation of this system in terms of structural and physical environmental values is important for the protection of the system. The study covers field studies and subsequent analyses of a village which generally consists of houses with timber frame and adobe filled system. After the analyses performed on the selected houses, comparative evaluations were made. By this way the construction system can be evaluated in terms of today's needs, its open aspects to development can be determined and it will be able to develop the system which has an intensive use in the area.

Key Words: *Rural Sustainability, Adobe, Traditional Construction, Energy Efficiency*

[1] Yrd. Doç. Dr. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü,
[2] Doç. Dr. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü,
[3] Doç. Dr. İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü,

1. GİRİŞ

Kırsal alanlar, tarihten gelen farklı inanç ve yaşam alışkanlıklarını, bulundukları coğrafyadaki iklim verilerini ve yerel yapı malzemelerini kullanma geleneğini birleştiren çok zengin bir yapı çeşitliliğini bünyesinde barındırmaktadır. Kırsal yerleşmelerde yaşayan insanların günlük yaşamındaki kültürünü, sosyal ilişkilerini ve alışkanlıklarını, yapı sahibinin ve ustasının beğenilerini, inançlarını ve yaşam önceliklerini yansıtan kırsal yapı kendi özgün kimliğiyle var olurken, içinde bulunduğu çevre ve toplum ile bütünleşerek bulunduğu yerin bir parçası da olmuştur. Geçmişin izlerini taşıyan kırsal kültürün mimarlıkla buluşması anlamına gelen bu yapılar, yerleşim dokusunun da en temel öğesidir.

Kırsal mimaride, yüzyıllar boyunca deneyimlenmiş ve yaşamın içinde şekil bulmuş oldukça fazla bilgi birikimi mevcuttur. Geleneksel yapılarda gördüğümüz birçok çözümün bugün çağdaş olarak nitelendirdiğimiz yapılarda bulunmamasının sebeplerinden biri ise endüstri devriminden sonra mimarlık alanında yaşanan hızlı gelişmedir. Yüzyıllarca süre gelen bu bilgi birikimini, günümüzde her bilimsel alanda olduğu gibi mimarlık alanında da yeniden keşfetmeye ve tanımlamaya çalışmaktayız.

Doğanın ve yaşamın özgün çözümlerini tanımlamak, yeni tasarımlar için bir bilgi dağarcığı oluşturmak bugün mimari amaçlarımızdan biri haline gelmiştir. Geleneksel kırsal mimaride iklimden, malzemeden, yapım teknolojisinden gelen birçok özellik keşfedilip, mevcut bilgi birikimimize eklenerek yeni yapılacak mekânlar için daha sağlıklı, daha konforlu ve daha az enerji harcayan, insan ile daha uyumlu bir mimarinin temelleri atılmaya çalışılmaktadır. Kırsal alanlarda bulunan geleneksel mimari bu açıdan oldukça özgün bir bilimsel hafızaya sahiptir. Keşfedilmeyi bekleyen bu mimari özellikler bizim günümüzde sahip olduğumuz yapısal standartları insan, fiziksel çevre ve konfor ilişkisi bakımından geliştirecek özellikler taşımaktadır.

Anadolu'daki son 30 yıllık dönem incelendiğinde kırsal alanlardaki yerleşim dokusunun, yerel mimari özelliklerin ve yerel halkın ihtiyaçları göz önünde bulundurulmadan, bölgeye ve kültüre aykırı gerçekleşen yapılaşmalar sonucu doğal ve yapılı çevre mirası bozularak yok olduğu görülmektedir. Kentsel odaklı yaşam biçimlerinin yaygınlaşması kırsal yapılı çevrenin, dolayısıyla da konut dokusunun kalitesini olumsuz etkilemektedir. Kırsal yerleşimlerin dokusu ile zengin ve çeşitli kırsal yapı yapma sanatı ve kültürü, modern yaşamın getirdiği aşırı tüketim ve kitle üretim biçimlerinin tehdidi altındadır [1]–[4]

Cumhuriyetin ilk yıllarında Türkiye nüfusunun önemli bir kısmı köylerde yaşamaktayken 1950'li yıllardan itibaren şehirlerin giderek gelişmesi, sanayileşme ve işgücü kapasitesinin artmasıyla kırsal bölgelerden şehirlere göçler başlamış ve buna hazırlıksız olan kentlerin düzensiz ve kontrolsüz bir şekilde büyümesine sebep olmuştur. Günümüze kadar olan süreç içerisinde büyük şehirler başta olmak üzere şehirlerimizin nüfusunun büyük oranda artmasında göçlerin payı büyüktür. Örneğin İstanbul'un nüfusu 1950'li yıllardan günümüzde yaklaşık 15 kat artmıştır. Köylü kimi zaman sosyolojik, kimi zaman mimari, en önemlisi de ekonomik, sebeplerden dolayı kırsal alanları terk ederek şehir yaşamını tercih etmiş ve böylece kırsal alanların sahipsiz, kimliksiz kaldığı bir süreç başlamıştır.

Geçimini büyük oranda tarım ve hayvancılıkla sağlayan köylünün temel sorunları arasında ürünlerini çok aracıyla satışı ve güncel ihtiyaçları karşılayamayan kırsal mekanlar sayılabilir. Ülkemizde bugüne kadar kırsal alanlarla ilgili yürütülen ekonomik, mimari ya da tarımsal modeller köylüyü tatmin edememiş, göçü engelleyememiştir. Önceki dönemlerde ekonomik büyüme adına yapılan yanlış politikalar sonucu özellikle kıyı kesimlerdeki köylerin ve yerleşmelerin halkın katılımı düşünülmeden içe kapalı modellerle ekonomik dönüşüme katılması önceleri bölgeye ekonomik canlanma getirdiyse de sonrasında yerel halkın bu ekonomik potansiyelden yararlanamamasına neden olmuştur.

Geleneksel köy evlerimizi kaybetmemizde ve kırsal alanlarda betonlaşma ile apartman kültürünün oluşmasının aslında basit sebepleri vardır. Bu gerekçeler köylünün bilinçsiz yaklaşımları ile daha da kötü sonuçlar doğurmadan, köylüyü ve kırsal alanlar ile ilgilenen halkımızın bilinçlendirilmesi gereklidir.

Yapılan alan çalışması insanların ata evlerinden vazgeçmelerinden aşağıdaki yapısal sorunların neden olduğunu göstermiştir. Bu sorunlar Kayseri, Balıkesir, Bilecik kırsallarında yapılan anket çalışmaları ve köylü ile röportajlar sonucunda ortaya sıkça çıkan sorunlardır .

- **Cepheye Bağlı Malzeme Sorunları**; Geleneksel mimaride cephe malzemesi olarak kullanılan sıva malzemelerinin dış şartlar altında periyodik bakım gerektirmesi ve köylünün bu bakım ile ilgilenmek istememesi
- **Çatıya Bağlı Bakım Sorunları;** Geleneksel mimaride evlerin zarar görmesine ve yıkılmasına en büyük sebep çatıdaki detay sorunlarına bağlı sorunlardır. Özellikle kullanılmayan köy evleri zamanla deformasyona uğramaktadırlar.
- **Tipolojik Sorunlar** ; Çağdaş yaşamın getirdiği bazı mekanlar (Özellikle salon kavramı) geleneksel kırsal mimaride bazı bölgelerde bulunmamaktadır. Isıtmaya bağlı sebepler, hayatın daha çok dış mekanda geçiyor olması, geçmişte gecelerin daha az kullanılması tipolojik ihtiyaçları doğurabilmektedir.
- **Isıtmaya Bağlı Sorunlar**; Geleneksel mimarimiz içinde ısıtma için kullanılan teknoloji tüm mekanları konforlu hale getirememektedir. Buna bağlı olarak insanlar evlerinden vazgeçebilmektedirler.
- **Tesisat Sorunları** ; Özellikle pis su tesisatında ve ilişkili mekanlarında bulunan sorunlar evlerin kaybedilmesine sebep olabilmektedir.
- **Algı ve Sosyolojik Sorunlar**: Geleneksel köy evleri hakkında köylünün algısı tüm bu sebeplerden dolayı olumsuzdur. Ata evlerini bir yandan koruma isteği mevcutken bir yandan da yeni bir ev algısı kırsal alanlarda yaşayan insanlarda bulunması bu evlerin yıkılmasına neden olmaktadır.

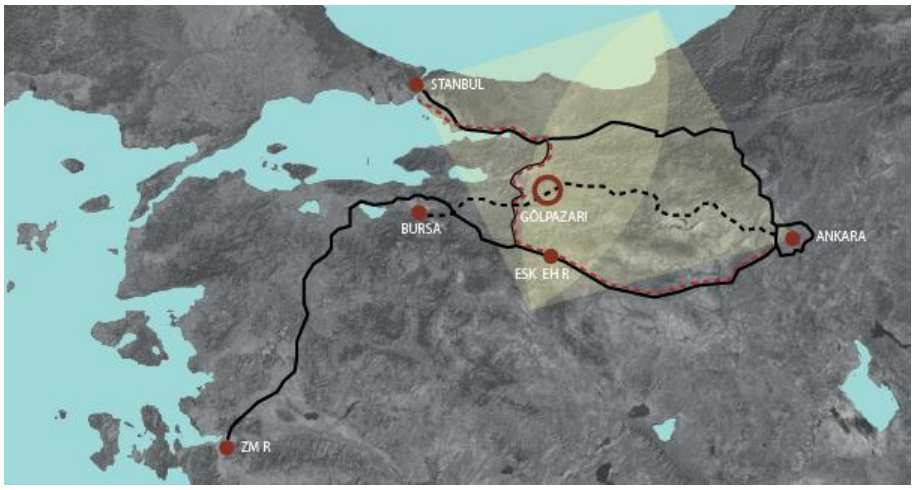
Geleneksel köy evlerimizi tehdit eden başka bir etken de yeni gelişen yollarımızın ve ulaşım imkanlarımızın kırsal alanların özgün değerleri için risk oluşturduğudur. Hızlı ulaşabilme beraberinde hızlı bozulmayı da getirmekte birçok bölgede bu nedenle geleneksel kırsal mimarimizi kaybederek yerine kimliksiz binalar ile sonuçlanmaktadır.

Geleneksel kırsal alanlarımızı ve köy evlerimizi korumak için başlattığımız "Köyünü Yaşat Projesi" düşünsel olarak çok yünlü faaliyetlerin köyün özgün değerlerini bozmadan kırsal bölgenin verileri kullanılarak bütünleşik bir projeye dönüştüren değişken bir proje modelidir.

Mimari ağırlığı fazla olan bu proje kapsamında Anadolu'da terk edilmiş ve gün geçtikçe yitirilen özgün köy evlerimizin yeniden ele alınmasına yönelik modeller geliştirilmeye çalışılmıştır. Köy evlerinin yıkılıp yerlerine tanımsız, kimliksiz yeni binaların yapılması yerine mevcut evlerin dönüşümün mümkün olabileceği, bir takım eklemeler ve teknoloji ile çağdaş ihtiyaçlara bu evlerin de cevap verebileceği, aynı zamanda tarihsel değeri olan bu evlerin de geleceğe taşınabileceği proje kapsamında değerlendirilmeye çalışılmıştır. Köyün yeniden mimari olarak ele alınması kadar köyün bağlı oluğu ilçenin de mimari kimliği ve mekan kalitesi önem kazanmıştır. Köyü yeniden işlevlendiren şehir insanı şehirde yaşadığı mekânsal kaliteyi köyde ve ilçede aramaktadır. Bu bakış açısı ile tüm öğrencilerimiz ile proje kapsamında ilçenin ihtiyacı olan projeleri de oluşturmak için Köyünü Yaşat Projesi kapsamında gece atölyeleri kurulmuştur. Öğrencilerimiz gündüz inşaatta çalıştıktan sonra akşamları da tasarım yaparak ilçenin mekansal kalitesinin arttırılması için fikirler üretmişlerdir.

Hızla büyüyen ve gelişen şehirlerimiz arasındaki ulaşım imkanlarımız arttıkça kırsal alanda bulunan köylere erişim daha da kolaylaşmaktadır. Bu ulaşım imkanları bu alanların gelişmesine ve ekonomik büyümeye neden olmaktadır. Fakat bu konu planlı bir yöntem çerçevesinde ele alınmadığı takdirde kırsal alanların küçük şehir parçaları haline gelip, özgün değerlerini kaybetmesi ile sonuçlanabilir. Bursa, Ankara, Bilecik ve Eskişehir illeri arasında bulunan alan yeni yollar ile gelişen ulaşım ağı, özellikle sanayi gelişimini bu şehirlerarasında desteklemekte, yeni yapılan hızlı tren ise İstanbul, Ankara Eskişehir arasında bağı güçlendirmektedir. Bursa, Eskişehir, Bilecik alanı içindeki şehirlerin özgün değerleri açısından gelişim potansiyeli oldukça yüksek bir alan oluşturmaktadır. Bu alan içinde kalan kırsal bölge için ise bu gelişim beraberinde fırsatlar kadar riskleri de getirmektedir. Bursa, Eskişehir, Bilecik arasında bulunan kırsal alanda belirgin şekilde artan baskı ile gelişim alanları planlı yapılaşmaya ve sürekliliği sağlanan ekonomik gelişime ihtiyaç duymaktadır,[5].

Köyünü Yaşat Projesi düşünsel ve yapısal model olarak Türkiye'nin her bölgesindeki köylere uygulanabilecek bir yapıdadır. Çalışma alanı olarak büyük şehirlerin arasında kalmış ekonomik sıkıntılar yaşayan bölgelerden Bilecik ili seçilmiştir.



Şekil 1. Bilecik Gölpazarı İlçesinin Çevre Yollar İle İlişkisi,[1]

Bilecik ili için yapılan Beşeri Gelişmişlik Endeksi verileri değerlendirildiğinde, bölgenin oldukça zayıf olması dikkat çekmektedir. Bu veriler bölgenin yenilikçi çözümlere ihtiyacını doğrulamaktadır.(Şekil 2)



Şekil 2. Bilecik Kalkınma Endeksi Değerleri, [6]

2010 yılında yapılan Kalkınma Endeksi Değerlerine göre de Bilecik ilinin diğer illere göre durumu bölgenin yoğun göç vermesini doğrulamaktadır. Bu nedenle bölgenin doğal güzellikleri ve çevresindeki büyük şehirlere kolay ulaşımı değerlendirilerek bölge için kalkınma projelerine ihtiyaç vardır.

Büyük şehirlerin arasında kalmış özgün kırsal mimariye sahip bölgeler ve yeni yapılan ulaşım hatları önemlidir. Bu hatlar ve büyük şehirler bu bölgeler için hem imkan hem de risk demektir. Bir diğer faktör doğal güzelliklerin bir turizim kaynağı yaratması ve bölgenin yerel yönetiminin bu iş için istekli olmasıdır. "Köyünü Yaşat" projesinin odağı göç veren ve Bursa, Eskişehir, Ankara ve İstanbul gibi büyük şehirlerin arasında kalan Bilecik olarak belirlenmiştir. Yeni yapılan hızlı tren, duble yollar ve bunun yanında Sakarya Nehri, doğal güzellikleri dikkat çekicidir. Bozulmaların başlaması, bu bölgede mimaride geleneksel hımış sistemin olması, plan tipolojisi olarak orta sofalı köy evlerinin bulunması bu bölgenin çalışma alanı olarak ele alınmasının sebeplerindendir. Ayrıca bu bölge içinde Gölpazarı ilçesini seçilmiştir. İlçede daha önce askeri eğitim tesisleri bulunması bölgeye ekonomik bir kazanç sağlarken bu tesislerin kapanması ile ilçe sıkıntılı bir duruma düşmüştür. Köylerin ekolojik tarım ve alternatif turizm potansiyelleri kullanılarak ilçeye yeni bir gelir, canlılık getireceği düşünülmüştür. Bilecik Gölpazarı ilçesine bağlı Tongurlar ve Kurşunlu Köyleri öncelikli çalışma alanları olarak seçilmiştir. Bölgede bulunan doğal taş kaynakları da projede ayrıca değerlendirilmiştir.



Şekil 3. Bilecik Gölpazarı ilçesi Tongurlar Köyü Genel Görünüm.

2014-15 yaz döneminde Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Mimarlık Bölümü tarafından Tongurlar Köyünde 4 farklı atölyeden oluşan bir staj programı düzenlenmiştir. Bu programa 8 üniversiteden 120 öğrenci katılım sağlamıştır.

2. PROJEDE ALGI VE SOSYOLOJİK ÇALIŞMALAR

Geleneksel köy evlerimizi kaybetmemizdeki en büyük sebeplerden biri de köylünün bu evler hakkındaki algısıdır. Bu evlerin değeri köylüye hissettirilmeli ve köylünün bu evleri çağdaş mekanlara dönüştürmesi için kullanılabilecek yöntemler aktarılmalıdır.

3. TİPOLOJİK ÇALIŞMALAR

Köyünü Yaşat Projesi kapsamında bölgede ön çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda yöreye ve köye özgü farklı ev planları gözlemlenmiştir. Bu gözlemler sonucu köyde 16 adet plan tipolojisi çıkarılmıştır. Köy içinde tespit edilen plan tiplerinde homojen bir yapı gözlenmektedir. Orta sofalı plan tipi ağırlıklı olarak kulanılmaktadır. Bu yönüyle bölgenin orta sofa karakteristik yapıda olduğu sonucu çıkarılmıştır. Bilecik bölgesinde Anadolu mimarisinin tipik karakteristiği olan bu orta sofalı plan tipinin basit, kullanışlı örnekleriyle sıklıkla karşılaşmak mümkündür.

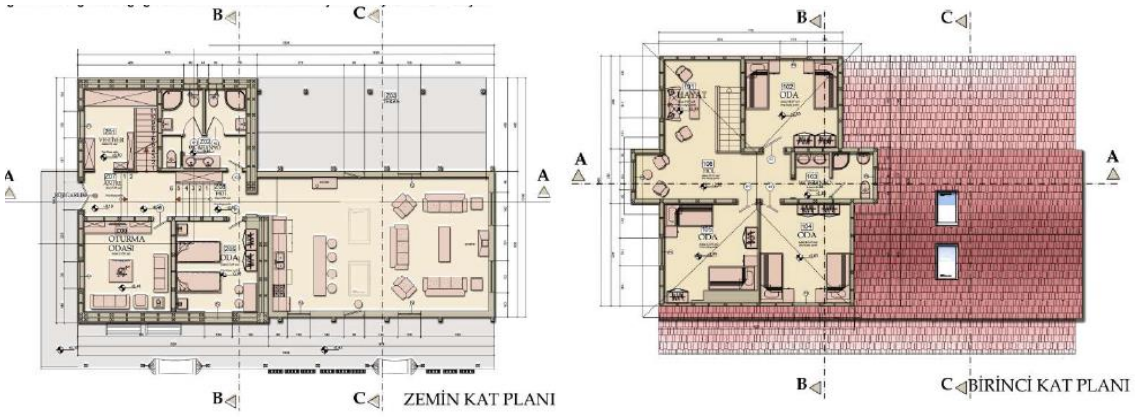
Köyde yapılan tiplojik araştırmalar göstermiştir ki günümüzün çağdaş yaşamında ihtiyaç duyduğumuz salon ve yaşam mekanı ihtiyacı köy evlerinde yeterince karşılanamadığı için evlerin

yıkılması ile sonuçlanmaktadır. Halbuki her eve çoğunlukla bitişik bir ahır mevcuttur. Bu köy evleri yıkmak yerine mevcut evin yanında olan ahır mekanlarının dönüştürülerek yaşam mekanı haline getirilmesi evlerin hem korunmasını sağlayabilir hem de daha az bir maliyetle ihtiyaç karşılanabilir.

Köyünü Yaşat kapsamında bir evin dönüşümü öğrencilerle birlikle gerçekleştirilmiş ve ahır yaşam mekanına dönüştürülmüştür. Ahırın olmadığı durumlarda da geleneksel binaya ek modül düşünülerek sorun çözülebilir.

4. ISITMA UYGULAMALARI

Köylünün geleneksel köy evlerinden vaz geçmesinin bir başka sebebi ise ısıtma sorunlarıdır. Eski köy yaşantısında kuzine veya sobanın olduğu odanın yaşam mekanı olarak kullanılması ve yatak odalarının soğuk olması günümüzde çağdaş insanın istemediği bir olgu olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu sorunun da geleneksel evlerimizi kaybetmeden çözümleri mevcuttur. Köyünü Yaşat Projesi kapsamında Kuzine radyatör ve güneş enerji sistemleri kullanımı düşünülerek evin tüm mekanları çok fazla enerji harcamadan konfor sıcaklıklarına getirilebilmektedir.



Şekil 4. Köy evinin yanındaki ahır binasının tipolojik dönüşümü ile yaşam mekanı haline getirilmesi

5. CEPHE MALZEMESİ GELİŞTİRİLMESİ

Tongurlar köyü malzeme kullanımında homojen bir karakter göstermektedir. Yerleşim dokusunun tamamında kullanılan malzeme kerpiçtir. Köyde kış mevsiminde yaşayan çok az aile olmasına rağmen, yaz mevsiminde yazlık olarak kullanan çok aile vardır. Ancak, konutlar genellikle eski, yani mevcut haliyle kullanıldığı için kullanıcıların ihtiyaçlarına yeterince cevap verememektedir. Bu amaçla konutların rehabilitasyonu amacıyla, malzemelerin de iyileştirilmesi gerekmektedir.

Bu amaçla;

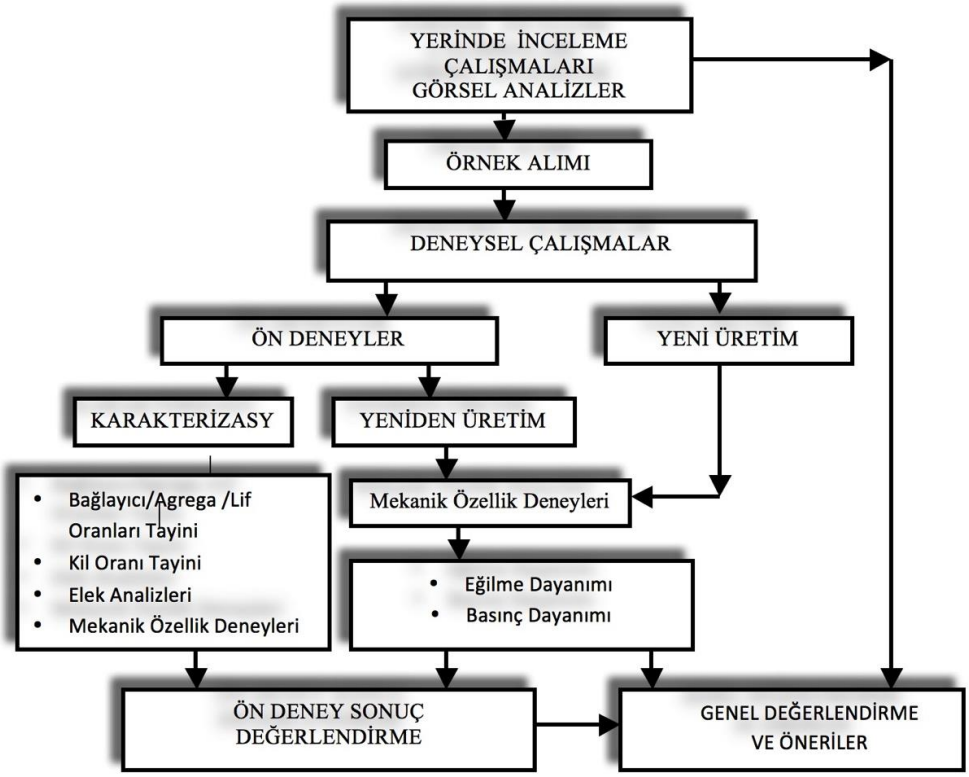
- Farklı yapılardan kerpiç örnekleri alınmıştır. Alınan örnekler üzerinde kimyasal, fiziksel ve mekanik analizler yapılmıştır.
- Kerpiç üretiminde kullanılan toprak türlerinin belirlenebilmesi için yakın çevreden toprak örnekleri alınmıştır. Bu örneklerin kimyasal özellikleri belirlenmiştir.
- Malzemenin sürdürülebilirliğinin ve iklim koşullarına karşı dayanıklılığının arttırılabilmesi için geliştirilmesi öngörülmektedir. Bu amaçla mevcut malzeme analizlerine göre durum değerlendirmesi yapılıp, mevcut koşullara göre kerpiç

malzemenin ve üzerine gelebilecek dış sıva için malzeme önerileri geliştirilmiştir. Bu öneriler yine kerpiç malzeme ve üzerine toprak esaslı sıvanın geliştirilmesi şeklinde olmuştur.



Şekil 5. Bilecik Gölpazarı Tongurlar Köyünde Bir Ev

Tongurlar köyü küçük ve bir sırt hattında çizgisel oluşmuş bir köydür. Rölöve krokileri alınan her evin teknik modelleri yapılarak enerji kullanımı hesaplanmıştır. Enerji kullanımları köylünün bu evleri kullanım koşulları düşünülerek hesaplanmıştır. Yapılan analizler göstermiştir ki bu evler enerji verimliliği açısından problemleri olsa da uygun değerlere sahiptir. Çatı ve duvar katmanlarında yapılacak iyileştirmeler sonucunda ise oldukça düşük enerji kullanımları sağlanabilecektir[5].

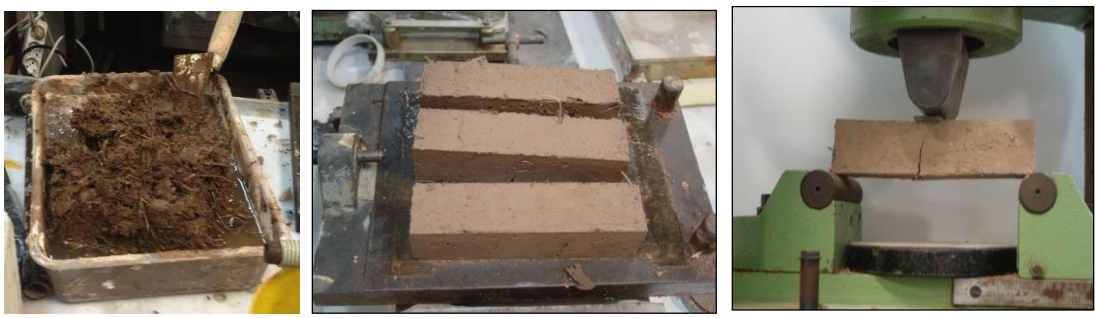


Şekil 6. Deneyleri Gösteren Akım Şeması [7]

Bu programda farklı meslek gruplarının katılımıyla birçok proje gerçekleştirilmiştir. Bu projelerden biri Tongurlar köyünde yer alan mevcut geleneksel bir köy evinin restore edilmesidir.

2013 yılında yapılan alan çalışması sırasında özgün olduğu belirlenen geleneksel yapılardan kerpiç derz harcı, sıva ve blok örnekleri alınmıştır. Bu örneklerde öncelikle karakterizasyon testleri yapılmış, malzeme türü ve oranları belirlenmiştir. Daha sonra performans testleri yapılmıştır. Kerpiç harç ve sıvaların suya karşı dayanıklılıklarını artırmak, blokların ise hem su hem de basınç yüklerine karşı dayanımlarını artırmak amacıyla özgün malzemeyi geri dönüştürerek geliştirmek üzere çalışmalar yapılmıştır. Mekanik testler sonrasında kırılmış olan kerpiç bloklar su katılıp çamur haline getirildikten sonra sıkıştırma yapılarak kalıplara dökülmüş herhangi bir katkı konulmadan yeni kerpiç bloklar üretilmiştir. Bu blokların basınç dayanımı özgün örneklere göre 2 kat fazla bulunmuştur. Ayrıca suya dayanım için özgün örneklere sırasıyla %20 ve % 30 oranlarında söndürülmüş kireç katılmıştır. Deneylerde kullanılan kireç, yine Tongurlar köyü yakınlarında bulunan mermer ocaklarından alınan mermer kırıklarının laboratuvar ortamında 1100°C de pişirilip, söndürülmesiyle elde edilmiştir. Bu mermer kırıklarının öncelikle jeokimyasal analizi yapıldıktan sönmüş kireç olarak kullanılabileceğine karar verilmiştir. % 20-30 oranlarında kireç katılan kerpiç blokların basınç dayanımı özgün örneklere göre % 3,5 oranında artmıştır. Ayrıca, kireç katılmamış örnekler ile kireç katkısı olan örnekler ıslanma-kuruma testlerine tabi tutulmuştur. Suya bırakılan örneklerden ilk 5 dakika içinde kireç katkısı olmayan örnekler dağılmıştır, kireç katkısı olan örnekler dağılmamış, 6 ay boyunca su içinde bırakıldıkları halde dağılma görülmemiştir. Sonuç olarak özgün kerpiç örneklerde kullanılmış olan killi toprak ile kireç puzolanik reaksiyon benzeri bir reaksiyon yapmıştır. Bu durum da örneklerin suya dayanımını arttırmıştır.

2013 yılında alandan alınan numune kerpiç malzeme bölgenin doğal taşlarından elde edilen kireç ile güçlendirilmiştir. Şekil 6,7. Yapılan deneyler sonucunda elde edilen formül öğrenciler ile birlikte Köyünü Yaşat Projesinde uygulamaya dönüştürülmüştür. Bu amaçla laboratuar şartlarında geliştirilen kerpiç malzeme yaklaşık olarak 100 yaşındaki bu konutun restorasyonu kapsamında kullanılmıştır. Konut ve ahır birimlerinden oluşan yapının restorasyonunda işlev olarak ahırın konuta dahil edilmesi amaçlanmıştır. Ancak, mevcut hali ile kullanılamayacak durumda olan yığma kerpiç sistemle üretilmiş olan ahır yapısının yıkılarak yeniden inşa edilmesi planlanmıştır.



Şekil 7. Laboratuvarda kerpiç için yapılan arge çalışmaları

Ahır yapısının yeniden inşa edilmesinde, ahırın mevcut duvarları tek tek bloklar halinde sökülerek bu malzeme yeniden kullanılmıştır. Mevcut bloklar öğütülerek yeniden kerpiç harcı üretilmiştir. Harç karışımında deneylerde elde edilen sonuçlar esas alınmıştır. Yeniden üretilen kerpiç malzeme ile duvar için bloklar ve sıva için harç üretilmiştir, Şekil 8 .



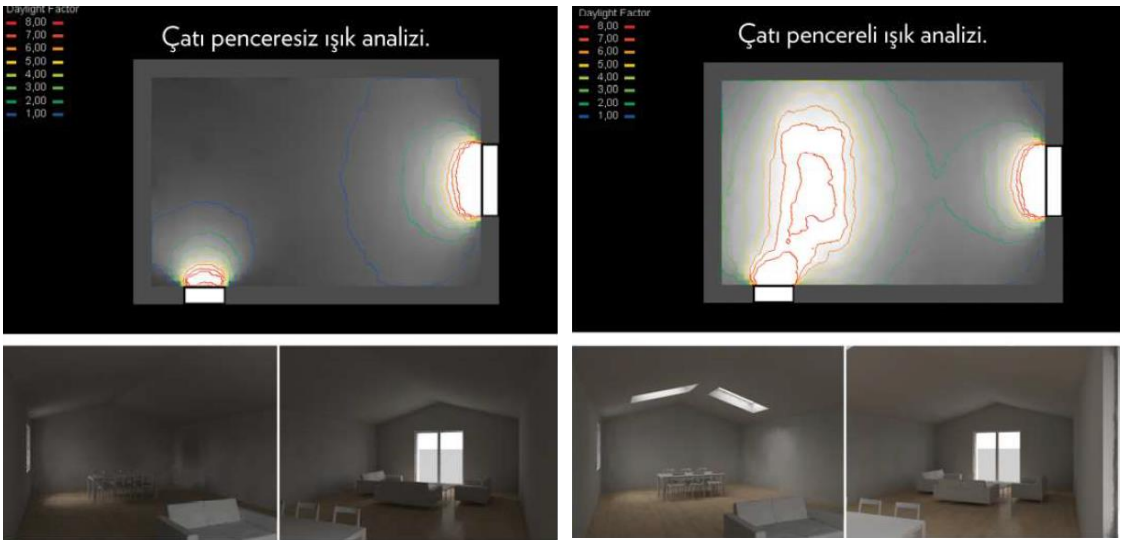
Şekil 7. Mimarlık öğrencileri ile ustaların geleneksel yöntemleri kullanarak birlikte kerpiç malzeme üretmesi

6. ÇATI UYGULAMALARI

Köy evlerinin özellikle terk edilmiş ve kullanılmayan köy evlerinin kaybedilmesinin en önemli sebeplerinden biri çatı detaylarına bağlı deformasyonlardır. Zamanla çatı detaylarına bağlı su sorunları oluşmakta ve özellikle kerpiç dolgulu binalar zamana çok fazla karşı koyamamaktadır. Köyünü Yaşat Projesi kapsamında Tongurlar Köyü evlerinin çatıları incelenmiş ve proje destekçilerinin de yardımı ile öğrenciler, köylüler çatıların bakımını yapıp, okul ve öğrenci evi olarak restore edilen binaların çatılarını yenilemişlerdir.



Şekil 8. Ahırın yaşam mekanına dönüşümde çatı çözümleri



Şekil 9. Ahırın yaşam mekanına dönüşümde çatı penceresi çözümleri ve mekanın görsel konforuna etkisi

Ayrıca ahırın yaşama mekanına dönüşümü sırasında çatı penceresi çözümlerinin hem görsel konforu arttırdığı hem de doğal havalandırmaya destek olduğu hesaplanmıştır, Şekil 9-10.



Şekil 10. Ahırın yaşam mekanına dönüşümde çatı çözümleri

7. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Köy evlerinin yapısal detayları günümüz çağdaş ince yapısal detaylar ile desteklendiğinde enerji kullanımının daha da olumlu seviyelere düşeceği düşünülmektedir. Özellikle kırsal alanda saydam yüzeylerde yaygın olarak kullanılan tek camlı ahşap doğramalar ve hava, ısı kaçışına sebep olan yapısal detay hataları modernize edilirse oldukça verimi yüksek ve konfor açısından da olumlu fiziksel çevre ve enerji değerlerine ulaşılacaktır.

Tüm değerlendirmelerin sonucunda kırsal alanda geleneksel köy evlerinin fiziksel çevre değerlerinin incelenmesi neticesinde elde dilen bulgular mevcut binaların korunabileceğini güncel ihtiyaçları cevap verecek şekilde iyileştirilerek korunabileceğini gösteren önemli bulgular ile karşılaşılmıştır.

Kırsal geleneksel mimarinin birçok fiziksel çevre faktörü açısından bugün yaşadığımız çağdaş konut yapılarının birçoğunda bulunmayan, özellikle mekânsal konfor değerleri açısından önemli özelliklere sahip bulunduğu saptanmıştır.

Bu çalışma göstermektedir ki kırsal alanda yapılacak geleneksel mimariye uygun yapısal detaylar öncelikli olarak fiziksel çevre çalışmaları sonucunda belirlenmelidir. Bu değerlendirmeler kırsal alanda yeni yapılacak ve mevcut yapıların yenilenmesi çalışmalarında mimari kimliğin niteliksel olarak korunmasına destek olacak niteliktedir.

KAYNAKLAR

[1] Ü. Arpacıoğlu, Ç. Tekin, and İ. Eren, “Orta Anadolu Kerpiç Mimarisi Araştırma Sergisi,” İstanbul, 2013.

[2] K. Çorapçıoğlu, Ö. Erem, and C. Görgülü, “Balıkesir Kırsalında Yöresel Doku ve Mimari Özeliklere Uygun Yapılaşmanın Yaygınlaştırılması Kitap 2 Tipoloji ve Uygulama Projeleri.” Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Teknik Araştırma ve Uygulama Genel Müdürlüğü, Ankara, 2010.

[3] Ç. S. Çorapçıoğlu K. Aysel N.,Görgülü C.,Kolbay D.,Seçkin P.,Ünsal E., *Kırsal Alanda Yöresel Mimari Özeliklerin Belirlenmesi Kitap 4 Tipoloji Çalışmaları*. Ankara: Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi ile Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Teknik Araştırma ve Uygulama Müdürlüğü, 2008.

[4] “Bilecik Meteorological Data,” *Turkish State Meteorological Service*, 2013. [Online]. Available: http://www.mgm.gov.tr/.

[5] Ü. Arpacıoğlu, “Orta Anadolu Kerpiç Mimarisi Örneği-Bir Köyün Mimari ve Çevre Değerleri Açısından Değerlendirilmesi,” in *Greenage III İnternational Symposium*, 2015.

[6] “TÜİK Bölgesel Göstergeler,” *Türk İstatistik Kurumu*, 2015. [Online]. Available: http://www.tuik.gov.tr/Start.do.

[7] Ü. Arpacıoğlu, S. Özgünler, M. Özgünler, and Ç. Tekin, “Kerpiç malzemenin modern kullanım olanaklarının sağlanması için geliştirilmesi,” İstabul, 2015.

Sürdürülebilir Binaların Çatı ve Cephelerinde Oluşan Yangın Risklerinin Analizi

Mustafa Özgünler [1]
Seden Acun Özgünler[2]
Ümit Arpacıoğlu[3]

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

ÖZET

Günümüze değin düşüncesizce yok edilen doğa ve sınırsızmış gibi kullanılan tükenebilir enerji kaynaklarının yarattığı kirlilik ve bu kaynakların bir gün tükenebileceği düşüncesi, bu tip kaynakların daha az kullanıldığı kendi kendine yeten, sürdürülebilir enerji kaynaklarını kullanan doğaya en az zararı veren ve kirletmeyen binaların yapılmasını gerekli kılmıştır.

Bu tip binalarda uygulanan birçok ek sistem nedeniyle özellikle bina dış duvarlarında ve çatıda ek yangın tehlikeleri oluşabilmektedir. Ayrıca, bazı uygulamalar itfaiye müdahalesini zorlaştırmaktadırlar. Bu durum yangın güvenliği açısından olumsuz olarak değerlendirilmektedir.

Bu çalışmada, sürdürülebilir binaların çatı ve cephelerinde oluşabilecek bu tip ek yangın riskleri, gerekli önlemlerin alınabilmesi için analiz edilmiştir.

ANAHTAR KELİMELER
Yangın Güvenliği, Sürdürebilir Yapılarda Yangın,

ABSTRACT

From the past to present, because of the incerase of the consumption of energy sources and air pollution, the construction of sustainable buildings which have minor affect on nature and ecosystem is required.

Because of the installation of many systems for sustainability on such buildings, extra fire risks may occur especially on exterior walls and roofs. Moreover, some applications make the fire officers' s works difficult. This situation has a negative affect on fire safety.

In the study, the fire risks on roofs and facades of sustainable buildings were analyzed in order to supply the required precautions for this extra fire load.

KEYWORDS
Fire Safety, Fire on Sustainable Buildings,

[1] Doç. Dr. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü,
[2] Doç. Dr. İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü,
[3] Yrd. Doç. Dr. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü,

1. GİRİŞ

18. yüzyıl sonlarında Sanayi Devrimiyle başlayan endüstrileşme hareketi; yenilenemeyen fosil enerji kaynaklarının hızla tüketilmesini de beraberinde getirmiştir. Bu devrimden günümüze kadar, hammaddelere erişim ve onların işlenişi, orman alanlarının tahrip ve yok edilmesi, bu alanların yerini hızlı, kontrolsüz biçimde yapılaşmaya bırakmasıyla sonuçlanmıştır. Bunun neticesinde yapma çevre, doğal çevre içerisindeki oranını arttırmıştır. Artan enerji tüketimi ve sera gazı doğanın dengeleyebileceği oranların çok üzerine çıkmıştır. Bu durum ekolojik dengeyi olumsuz yönde etkilemiştir. Özellikle yapma çevre ve sanayi kaynaklı olarak ortaya çıkan su buharı, karbondioksit (CO_2), metan (CH_4) , azot oksit (N_2O), kloroflorokarbonlar (CFCs), hidrofiloro karbonlar (HFCs) gibi sera gazlarının atmosfere bırakılması ile atmosferin yapısı bozulmuş, ozon tabakası hasar görmüş ve atmosfer genelinin ısı tutuculuğu artmıştır. Bunun sonucunda geçtiğimiz yüzyıl içinde ortalama Dünya kara ve deniz sıcaklığı 0,6°C yükselmiştir, [1].

Yukarıda açıklanan çevre problemleri doğaya en az zararı veren ve kirletmeyen binaların yapılmasını gerekli kılmıştır. Bu tip binalar "Enerji Etkin", "Yeşil Binalar" veya "Sürdürülebilir Binalar" gibi çeşitli isimlerle anılmakta ve tüm Dünya'da yaygınlaşmaktadır.

Bu nedenlerden ötürü tüm dünyada kabul edilen kendi kendine yetebilen sürdürülebilir bina tasarımını teşvik etmek ve konfor koşullarının sağlanması için gereken enerjinin en aza indirilmesini sağlayan çeşitli yönetmelikler ve sertifika sistemleri oluşturulmuş ve oluşturulmaktadır. Ancak bu tip binalara eklenen sistemler nedeniyle binanın doğal afetlere ve yangına karşı davranışı değişmekte midir? Eklenen sistemlerin özellikle yangın tehlikesi karşısındaki davranışları nasıl olmaktadır gibi konular halen üzerinde çalışılması gereken konulardır. Sürdürülebilir ve ekolojik yapıların yaygınlaştırılması için oluşturulmuş tüm sertifika sistemlerinde bu konulara ait eklentiler yapılarak bir farkındalık oluşturulmaktadır.

Yukarıda sıralanan ve gelecek nesillere daha yeşil ve sürdürülebilir çevreler bırakmak amacı ile desteklediğimiz yeşil binalarımız bu tip doğal afetlere karşı ne kadar güvenli? Herhangi bir doğal afet karşısında yok olabilecek bir bina gerçekten yeşil bina olabilir mi? Sorularına cevap bulmak bu durumda çok önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu konuda geçerli cevapları bulabilmek için Dünya çapında geçerli olan sertifika sistemlerinde bu konuya nasıl değinildiğini araştırmak gerekmektedir.

2. MEVCUT YEŞİL BİNA SERTİFİKA SİSTEMLERİNDE DOĞAL AFET

Yapılan tüm yeşil bina sertifika çalışmalarında temel amaç gelecek nesillere kaynakları tükenmemiş yaşanabilir bir Dünya bırakmaktır. Bu nedenle yangın, deprem, su baskını gibi doğal afetlere karşı alınabilecek temel önlemler, ilgili ayrı yasa ve yönetmelikler ile belirlenmiştir. Bu nedenle kıt kaynaklar kullanılarak üretilmiş tüm yapma çevrenin birden bire yok olmasına neden olabilecek bu tip doğal afetlere karşı dayanıklı olması ve dolayısı ile konu ile ilgili yasa ve yönetmeliklere uygun olması temel şarttır. Ancak yeşil bina sertifika sistemlerinde önerilen bazı eklentilerin yaratabileceği tehlikeler de ayrıca incelenmeli ve önlemler alınmalıdır.

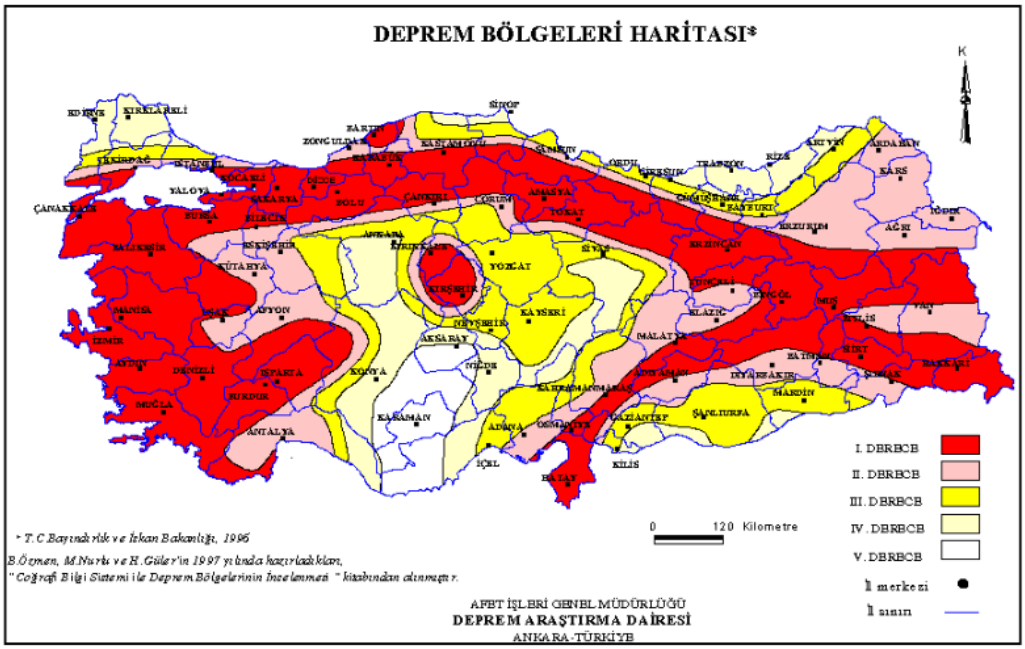
1948 yılında kurulan "Doğa ve Doğal Kaynakların Korunması için Uluslararası Birlik" (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources IUCN) günümüze değin bir çok kurum ve kuruluş ile bu konularda çalışmalar yapmıştır. Günümüzde ise, 1997 yılında hükümetler arasında

imzalanan uluslararası çevre koruma yasaları ve yaptırımları çerçevesinde, Kyoto protokolü öne çıkmaktadır, [2].

Kyoto protokolü dışında bir çok ülke doğa dostu binalar yapılmasına teşvik amaçlı sertifika sistemleri oluşturmuştur. Bunlardan başlıcaları 1990'da İngiltere'de oluşturulan BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method), 1998'de Amerika Birleşik Devletleri'nde oluşturulan LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), 2004'de Japonya'da ortaya çıkan CASBEE (Comprehensive Assessment for Building Environmental Efficiency) ve 2009'da Almanya'da ortaya çıkan DGNB (Deutsche Gesellschaft fur Nachhaltiges Bauen)' olarak adlandırılan sertifika sistemleridir, [3,4].

Yukarıda sıralanan yaygın sertifika sistemlerinin hemen hepsinde, temel doğal afet olarak, ülkemiz için de önemli bir tehlike olan deprem ön plana çıkmaktadır. Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Deprem Araştırma Merkezi tarafından hazırlanan haritadan da görüldüğü gibi Ülkemizin büyük bir bölümü 1. Derece deprem bölgesi olarak görülmektedir.

Deprem tehlikesine karşı en güçlü yaptırımları olan sistem bizim ülkemiz gibi deprem tehdidi altında bulunan Japonya'nın kullandığı sertifika sistemi olan CASBEE'dir. Casbee "Q2 Quality of Service" bölümünde madde "2,1 Earthquake Resistance" başlıklıdır. Bu maddede temel kriter binaların geçerli yasa ve yönetmeliklerin üzerinde deprem dayanımına sahip olması, uzmanlar tarafından özel stres hesapları yapılması ve tüm bina alt sistemlerinin depremde hasar görmeyecek şekilde çalışmasıdır. Diğer sertifika sistemleri uygun yasa ve yönetmeliklere uygun olma şartını ararken CASBEE yönetmeliklerin üzerinde bir emniyet katsayısı ile çalışılmasını istemektedir.



Şekil 1. Türkiye deprem bölgeleri haritası [5.]

Doğal afet olarak adlandırılabilecek bir diğer tehlike ise "Su Baskını" riskidir. Bu konu ile ilgili olarak Amerika Birleşik Devletlerinde kullanılan LEED sertifika sistemi, Sürdürülebilir Araziler, başlığı altında "1 Arazi Seçimi" bölümünde son yüzyılda sel basan arazilerden 5 feet (1,5 m.) aşağı yerleşilmemeli kriterini getirmiştir. Aynı konu ile ilgili olarak İngiliz Sertifika sistemi BREAM, Taşkın riski bölümünde yerleşim yeri orta ve üzerinde sel riski taşıyor ise sele dayanıklı bina, sel bariyeri, ada etkisini azaltmak için yükseltilmiş yaya ve taşıt yolu yapılmalı, drenaj sistemi

çözülmelidir, demektedir. Japonya'nın kullandığı sertifika sistemi olan CASBEE : Quality of Service bölümünde sel baskın riski olan yerlerde güç kaynağı ve enerji sağlayıcı araçlar yer seviyesi altına konumlandırılmamalı, zorunluluk durumunda ise su kesici sistemler (iyi drenaj, geçirimsiz kapı ve paneller, kuru hendek veya suyolları açılması vb.) kullanılmalı demektedir.

Yine doğal afet olarak karşımıza çıkan yangın tehlikesi için ise tüm sertifika sistemlerinde yangın engelleyici ve/veya söndürme sistemlerinde kullanılan malzemelerin doğaya uyumlu malzemeler olmasına dikkat edilmiş ve genelde zehirli gaz çıkarmayan sistem kullanımına özendirici yaptırımlar getirilmiştir. Örneğin LEED'de : "Enerji ve Atmosfer" bölümünde Yangın söndürme sistemlerinde söndürücü gaz olarak HCFC (hidrokloroflorokarbon) ve halon gazı kullanılmamalıdır denmektedir. Aynı şekilde "İç Mekan Çevre ve Hava Kalitesi" bölümünde Yangın durdurucu mastiklerde "VOC" (uçucu organik bileşen) değerlerinin düşük olmasına dikkat edilmelidir, yaptırımı vardır. İngiliz Sertifika sistemi BREAM'de de: Bitirme ve dolgu malzemelerinin VOC değerlerinin düşük olmasına dikkat edilmelidir, yaptırımı vardır. Japon sertifika sistemi CASBEE: "LR2 Resources & Materials" bölümünde, yangın geciktirici ve söndürücülerde CFCs ve Halon kullanımını istememektedir.

Yukarıda verilen örneklerden de anlaşıldığı gibi mevcut sertifika sistemlerinde afetlere karşı hazırlık ve yangın güvenliği bölümleri çok fazla detaylandırılmamış, ülkede mevcut yasa ve yönetmeliklere uyulduğu takdirde binanın güvenli olacağı varsayılmıştır.

Bu durum deprem ve su baskını için geçerli olabilir. Yeşil binalar için önerilen sistemler bu konularda güvenli tarafta kalınmasını sağlamaktadırlar.

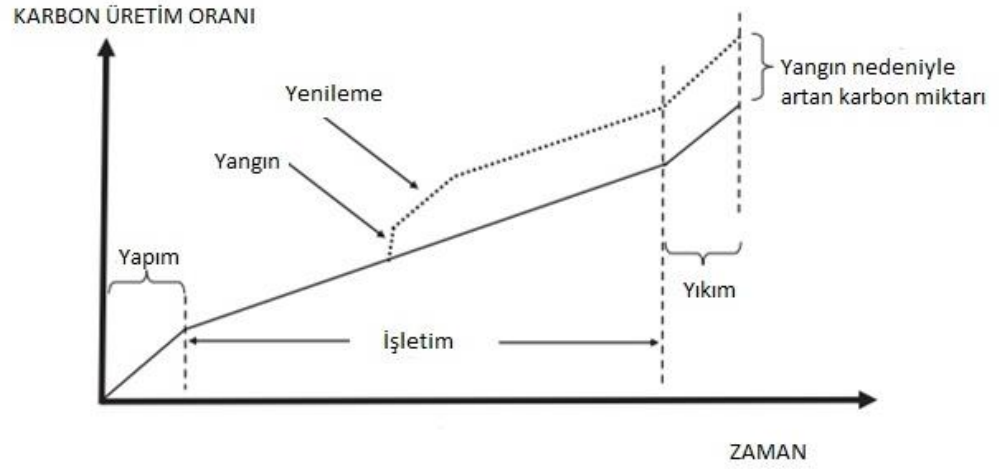
Ancak söz konusu yangın güvenliği olduğunda yeşil binalarda, özellikle müdahale ve yayılmada etkili olan bina çatı ve cephelerinde, mevcut yasa ve yönetmeliklerin öngörmediği bazı ek tehlikeler ortaya çıkabilmektedir.

Herhangi bir bina yangın geçirdiğinde yangın anında oluşan karbon emisyonu ve binanın tekrar inşasında harcanan enerji ve artan karbon ayak izi öngörülen ve izin verilen değerlerin çok üzerine çıkabilmektedir. Bununla birlikte Yeşil bina sertifikaları için yangının çevreye yaptığı zararlı etki ile yangından korunma amaçlı yapılan tüm ek işlemlerin çevreye yaptığı etki detaylı olarak araştırılmalı ve yangına karşı alınacak yanlış önlemlerin bazı durumlarda çevreye yangından daha fazla zarar verebileceği düşünülmelidir.

3.YEŞİL BİNALARDA OLASI EK YANGIN RİSKLERİ

Sürdürülebilirlik kriterlerine uyum için yapılan bazı ek işlerde üretim aşamasında ve kullanımında bina yangın riskini arttıracak bir çok faktör bulunmaktadır.

Yeşil binalarda yangın riskini çoğaltan nedenleri anlamak ve bu riskin giderilmesi için atılacak en büyük adımdır. Ancak Dünya genelinde bu amaçla yapılmış olan araştırmalar henüz çok azdır.



Şekil 2. Yangın riskinin yaşam dönemi karbon emisyonuna yaptığı katkı [6]

Şekil 2' den görülebildiği gibi normal bir yangın tehlikesinin yarattığı ek karbon salınım oranı binanın tüm yaşam döneminde saldığı karbon ayak izinin yaklaşık %20'si kadardır. Bu nedenle yangın tehlikesine karşı alınan tüm ek önlemlerin de karbon miktarını bu orandan daha az etkilemesi gerekir. Yangın sistemlerinde kullanılan malzeme ve imalat süreci de devreye girdiğinde bu oranı yakalamak oldukça zor olmaktadır. Bu nedenle bina yangın riskini azaltıp alınması gereken aktif önlemleri buna göre sınırlandırmak gerekmektedir. Oysa sürdürülebilirlik kriterleri içerisinde yangın riskini arttırabilecek birçok değişken bulunmaktadır. Aradaki dengeyi kurabilmek çok önemlidir.

4. YEŞİL BİNA CEPHELERİNDE OLUŞABİLECEK EK YANGIN RİSKLERİ

Bilindiği gibi sürdürülebilirlik kavramı içerisinde binaların harcadığı enerjiyi azaltmak en temel kavram olarak ele alınmaktadır. Binanın harcadığı enerjiyi azaltabilmek için ise başvurulan en temel çözüm yalıtımdır. Özellikle temel ısı kaybı alanları olan cephe ve çatılarda yapılan ısı yalıtımları ile bu alanlarda oluşacak kayıpları azaltmak gerekmektedir. Isı korunumu yönetmeliklerinde temel yaptırım bu alanlarda yapılacak yalıtımlar ve yalıtım değerleri olmaktadır. Bu nedenle farklı türde çeşit çeşit malzemeler üretilmekte ve binalarımızda uygulanmaktadır.

Kabukta kullanılan yalıtım malzemeleri

Yalıtım değeri yüksek yeni kompozit malzemeler ile üretilmiş yüksek yalıtımlı dış kabuğun, iç mekan yangınlarına ve yangın dinamiğine olumsuz etkisi düşünülmelidir. Bu tip malzemeler ile oluşturulmuş bir mekanda oluşan sıcaklık artış hızı çok daha hızlı olacağından "flash over" evresine daha çabuk gelinecek ve yangının gücü artacaktır.



Şekil 3. Cephe ve çatılarda kullanılan çeşitli yalıtım malzemeleri.

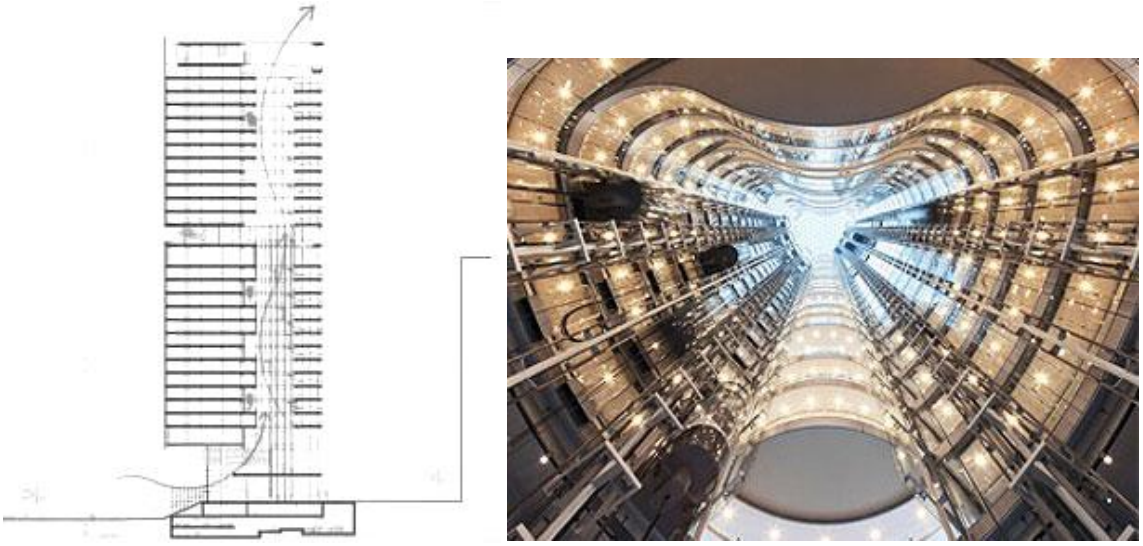
Bu tip malzemeleri kullanırken yanıcılık sınıfını, duman üretim oranlarını, alev yayılma hızlarını ve yangın anında çıkardıkları gaz türlerini bilerek karar vermek binaya ve bina cephesine gelecek olan ek yangın yükünü sınırlandırmada etkili olacaktır. Özellikle çatılarda kullanılacak malzemelerin damlama özellikleri önemlidir.

Çift cidarlı duvarlar

Sürdürülebilir yapılarda yalıtım ve doğal havalandırma için kullanılan çift cidarlı kabuklar enerji ekonomisi açısından kaçınılmaz gibi görünmektedir. Ancak bu tip duvarlar yangın ve zararlı gazlar için yayılma imkanı veren gizli boşluklardır. Özellikle hava tabakalı çift duvar içlerinde oluşan boşluklarda duman ve yangının gizlice ve kontrol dışı yayılmasına karşı ek önlemler alınmalıdır. İtfaiye müdahalesini kolaylaştıracak detaylar çözülmelidir.

Atriumlar

Günümüzde doğal havalandırma ve gün ışığından faydalanma açısından atriumlu yapıların yapımı çoğalmıştır. Bu tip atriumların tasarımı yapılırken binadaki büyük atrium boşluğunun yangına olacak etkisi belirlenmeli, tasarımda bu konuya dikkat edilmelidir. Doğru tasarlanmış bir atrium yangın anında oluşan duman atımında kullanılarak olumlu bir etki yapabildiği gibi yanlış tasarlandığında bu tip zehirli gaz ve dumanla birlikte yangını da bina içerisinde dağıtabileceği için olumsuz etkileri de olabilmektedir.



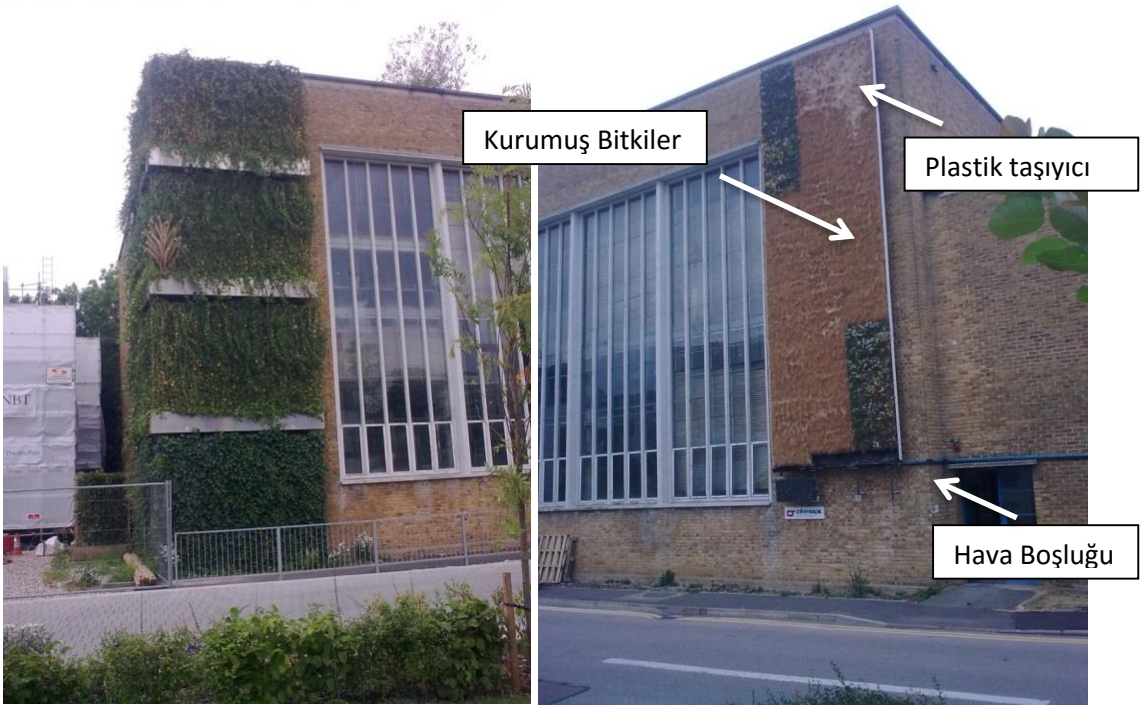
Şekil 4. Binalarda kullanılan atrium boşlukları [7].

Sızdırmazlık ve yanmazlık katkıları

Binalarda yapı malzemesi ve dekorasyonda kullanılan yanıcı malzemelerin yangın yükü oluşturmasını engellemek için kullanılan katkılar. Yanıcı ve/veya yangına dayanıksız malzemelerin yangın tehlikesine karşı güvenli hale getirilmesi için üzerlerine uygulanan köpük ve benzeri yangın geciktirici ve önleyici malzemelerin veya sızdırmazlık sağlamak için kullanılan dolgu malzemelerinin yangın anında ve normal ömürleri boyunca zehirli etkilerinin olup olmamasına dikkat edilmelidir.

Yeşil duvarlar

Sürdürülebilir binalarda çatı ve duvarlarda bitkilendirme sıkça kullanılan ve önerilen bir sistemdir. Bu tip sistemlerde genelde plastik, kauçuk veya ahşap bir iskelet sistemi üzerine bitkilendirme yapılır. İskelet sistem ile bina cephesini oluşturan duvar arasında boşluk kalır. Bu tip yeşil duvarlar olarak adlandırılan cepheler özellikle üzerlerindeki bitkiler kuruduğunda ek bir yangın yükü oluşturacaktır. Ayrıca cepheye itfaiye müdahalesi zorlaşacaktır. Bu tip bir tasarımda bu konulara dikkat edilmelidir.



Şekil 5. Yeşil duvar örnekleri [8]

-



Şekil 6. Yeşil duvar örnekleri [8]

İç mekan bitkilendirme

Aynı şekilde İç mekanlarda yatayda veya düşeyde kullanılan bitkilerin yarattığı yangın yükleri, özellikle yeterli ve gerekli bakım yapılmayıp bitkiler kuruduğunda oldukça önemlidir. Bu tip bitkilerden çıkabilecek duman ve uçucu parçacıklar yangın dinamiğini ve kullanıcı güvenliğini olumsuz etkileyebilmektedir.



Şekil 7. İç mekan yeşil duvar örnekleri [9]

Yeşil Çatılar

İç mekan bitkilendirme konusunda değinildiği gibi çatı bahçeleri veya başka bir deyişle yeşil çatılarda da kurumuş bitkilerin oluşturduğu ek yangın yükü geçerlidir. Özellikle iğne yapraklı bitkilerde bitki kurumaya başladığında tutuşma olasılığı çok fazladır. Bu tip yeşil çatılarda bina içerisindeki yangın zon hizalarına dikkat edilmeli ve çatıda da bu zon devam ettirilmelidir. Yeşil çatı peyzaj düzenlemesi itfaiye müdahalesini zorlaştıracak şekilde olmamalıdır. Bitkilendirme için kullanılan toprağın, çatıya yapılacak söndürme işlemi sırasında söndürme suyunu emebileceği unutulmamalıdır. Bu durum kullanılacak söndürme suyu miktarını arttıracaktır.

Çatılarda kullanılan PV paneller

Yenilenebilir enerji kaynaklarının başında gelen Güneş'ten faydalanmak amacıyla çatılara elektrik üreteçleri (Fotovoltaik paneller) konulması oldukça yaygın kullanılan bir yöntemdir. Bu panellerin yerleşimi yapılırken çatıdan müdahale edecek itfaiye ekipleri için yürüme alanları tasarlanmalıdır.



Şekil 8. Çeşitli yeşil çatı örnekleri [9]



Şekil 9. Çatılarda PV paneller ve yarattığı yangın riski [8]

Birçok yangın olayında bu tip paneller itfaiye erlerinin yaralanmasına neden olmuştur. Yangın anında kapanma mekanizması olmayan paneller elektrik üretmeye devam ettiğinden tehlike yaratabilmektedirler. Aynı şekilde panellerin üretildiği malzemelerin pek çoğu yanabilir malzemelerden oluştuğundan çatı yangın yükü artmaktadır.

Güneş tüpü ve benzeri boşluklardan yangın yayılması

Herhangi bir yangında binada bulunan yatay ve düşey boşluklar yangının yayılmasına etki etmektedir. Bu nedenle tüm yangın yönetmelikleri bu tip şaftlarda ek koruma önlemleri ister. Sürdürülebilir binalarda gün ışığından maksimum faydalanabilmek için kullanılan Güneş tüpü ve benzeri boşluklardan yangın yayılmasını engellemek gerekmektedir.



Şekil 10. Çeşitli güneş tüpü örnekleri [10]

5. SONUÇ

Günümüze değin düşüncesizce yok edilen doğa ve sınırsızmış gibi kullanılan tükenebilir enerji kaynaklarının yarattığı kirlilik ve bu kaynakların bir gün tükenebileceği düşüncesi, bu tip kaynakların daha az kullanıldığı kendi kendine yeten, sürdürülebilir enerji kaynaklarını kullanan doğaya en az zararı veren ve kirletmeyen binaların yapılmasını gerekli kılmıştır.

Ancak gelişmiş teknoloji ve yeni malzemeler ile üretilen bu tip binalarda farklılaşan yangın tehdidine karşı önlemler alınmaz ve yangın güvenlik kuralları gerektiği gibi uygulanmaz ise sürdürülebilir binaların sağladıkları tüm avantajlara rağmen yarattıkları tehlike artabilir. Tüm bu tip tehlikeleri bilerek önlem aldığımız yeşil binalarımız daha güvenli olacaktır.

KAYNAKLAR

1- ALTINTAŞ H., URUL A., *Küreselleşme Sürecinde Çevresel Problemlere Literatür Işığında Bir Bakış*, Mevzuat Dergisi, s.13-15.

2- Erdede S.B., Bektaş S. "*Ekolojik Açıdan Sürdürülebilir Taşınmaz Geliştirme ve Yeşil Bina Sertifika Sistemleri*" Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi, sayı 6(1) s. 1-12, 2014.

3.İnanç, T., , *Geleneksel Kırsal Mimari Kimliğin Ekoloji ve Sürdürülebilirlik Bağlamında Değerlendirilmesi Rize Çağlayan Köyü Evleri Örneği*, Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, İstanbul, 2010.

4. Sev, A., Canbay, N., *Dünya Genelinde Uygulanan Yeşil Bina Değerlendirme ve Sertifika Sistemleri*, Yapı Dergisi Yapıda Ekoloji Eki, Sayı 329, s. 42-47, 2009.

5 Gülkan P., Koçyiğit A., Yücemen M.S., Doyuran V., Başöz N., Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü Ocak 1993.

6. FM Global Technical Report, *Environmental İmpact of Automatic Fire Sprinklers,* March 2010

7. Brian J. Meacham, PhD, PE, FSFPE, Fire Protection Engineering, 2014.

8. Shipp M., IFE AGM and Conference, *Fire Engineering to Improve Sustainability of Communities* 21st – 22nd July 2010, Hotel Russell, London

9. http://www.cembotanic.com.tr/hizmet/dikey-bitkilendirme/

Kenetli Metal Çatı Kaplama Sistemleri için DIN 18339'a göre Rüzgar Güvenliği Açısından İlkesel Tasarım Önerileri

Işıl Türkay[1]

ÖZET

Kenetli metal çatı kaplama sisteminin olumlu özelliklerine rağmen; diğer çatı kaplama sistemlerinde de rastlanan, tasarım veya yapım sürecindeki hatalardan kaynaklanan hasarlar oluşabilmektedir. Kenetli metal kaplamalı çatılardaki hasarların etkenlerinden biri de rüzgardır. Çatı kaplamasına etkiyen rüzgar yükü, binanın herhangi başka bir bileşenine göre daha etkili olmaktadır.

Çalışma kapsamında kenetli metal çatı kaplamalarının rüzgar güvenliğinin sağlanmasında kullanılabilecek ulusal ve uluslararası standart, yönetmelik ve kılavuzlar incelenerek analiz edilmiştir.

Bu bağlamda, Alman standartı DIN 18339 ayrıntılı şekilde ele alınmış, kenetli metal çatı kaplama sistemleri için rüzgar güvenliği açısından ilkesel tasarım önerileri ve tasarım sürecinde kullanılabilecek bir kontrol listesi derlenmiştir.

anahtar kelimeler: kenetli metal çatı kaplama, rüzgar güvenliği, çatı tasarımı

ABSTRACT

Despite the promising performance properties of standing seam metal roofing systems, failures may occur due to design and application flaws. One of the most frequent damages is the result of wind effects on roofs, since wind loads on the roof finishings are greater than on any other component of the building.

In the scope of the study, some national and international standards, codes and manuals are investigated that can be used for wind safety in standing seam metal roofing systems. The German standard DIN 18339 is analysed in detail, and a control list of principal design instructions of standing seam metal roofing systems in regard to wind safety is suggested.

keywords: standing seam metal roofing, wind safety, roof design

[1] Araştırma Görevlisi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Mimarlıkta Yapı ve Yapım Teknolojileri Çalışma Grubu.

1. Giriş

Kenetli metal çatı kaplama sistemleri; kaplama levhası, ayırıcı tabaka ve su yalıtım örtüsü, sabit ve kayar metal klipsler, vidalar ya da çiviler ve kör kaplamadan oluşmaktadır ve kenetleri tek bükümlü veya çift bükümlü olabilmektedir [1, 2]. Sistemin, diğer birçok çatı kaplama alternatifine göre yapım ve performans ile ilgili bazı avantajlarından söz etmek olanaklıdır. Rulo halinde istenilen boylarda üretilebilen metal levhalar, karmaşık biçimlerdeki ve özellikle eğrisel yüzeylere uygulamada kolaylık sağlamaktadır [3]. Sistemi oluşturan malzemelerin hafif olması, çatı sistemine gelen yükün azalmasına ve taşıyıcılık performansının iyileşmesine katkıda bulunmaktadır [4]. Metallerin bünyelerine su almayışları ve uygun şekilde tasarlanıp uygulanmış kenet bölgesinin su geçirimsizliği, sistemin birinci su geçirimsizlik işlevini üstlenmesi, metal kaplamanın altında bulunan su yalıtım örtüsünün de ikincil bir su geçirimsizlik önlemi oluşu, sistemin su ile ilgili performans düzeyini yükseltmektedir [4]. Metallerin sıcaklık farklarına bağlı olarak gerçekleşen ısıl genleşmeden kaynaklı boyutsal değişimler ise sistemin tüm çatı yüzeyinde parçalı uygulanması ve birleşimlerinin hem sabit hem kayar klipslerle sağlanması sayesinde tolere edilebilmektedir [5]. Kenetli metal sistemlerde kör kaplamanın alt tarafında öngörülen havalandırma tabakası ile genelde yeterli düzeyde yoğuşma kontrolünü sağlanabilmektedir. Bu özellik, iyileştirilmiş nem performansı ile birlikte metale temas edecek yoğuşma suyunu ortadan kaldırması ile, farklı metallerden klipsler ve çatı kaplaması söz konusu ise, bunlar arasında oluşabilecek elektrokimyasal etkileşimlere izin vermemekte ve korozyona bağlı olası çatı hasarlarını en aza indirmektedir [4]. Sistemin tüm olumlu özelliklerine rağmen; diğer çatı kaplama sistemlerinde de rastlanan, tasarım veya yapım sürecindeki hatalardan kaynaklanan hasarlar oluşabilmektedir [6]. Kenetli metal kaplamalı çatılardaki hasarların etkenlerinden biri de rüzgardır. Bunun nedeni, çatı kaplamasına etkiyen rüzgar yükünün, binanın herhangi başka bir bileşenine göre daha etkili olmasıdır [6]. Sistemin tasarımında, etki edecek rüzgar yükünün öngörülmemesi; hatalı sistem seçimi gibi nedenler hasar oluşma riskini arttırmaktadır. Bu durumda; kuvvetli rüzgarlarda, çatı kaplamaları en sık zarar gören ve onarılması veya yenilenmesi en maliyetli yapı elemanı bileşeni olarak karşımıza çıkmaktadır [6].

Rüzgarın binadaki etki kombinasyonlarının doğru şekilde ortaya konması, bina ölçeğinde biçim verme ve taşıyıcı sistemin tasarımıyla birlikte, çatı tasarımında da yol gösterici rol oynar. Mekanik yollarla tespit edilen kenetli metal çatı kaplama sistemlerinin tasarımında malzeme ve bileşenlerin farklı kombinasyonlarda deneysel olarak rüzgar tüneli testleriyle rüzgar güvenliğinin saptanması mümkündür. Bunun dışında, standartlara dayalı hesaplama yöntemleriyle de rüzgar güvenliği belirli bir seviyeye çıkarılabilmektedir. Ancak hesaplama yöntemlerinin mimar tarafından kullanılması nadir görülen bir durumdur [6]. Rüzgar yükü hesabı, tasarım ekibinde yer alan mühendis ya da rüzgar güvenliği konusunda uzmanlaşmış kişilerce yapılmaktadır. Bununla birlikte; mimarın bu formüle aşina olması, rüzgarın binaya ve çatı tasarımına nasıl etkide bulunacağını öngörmesi ve mühendisle işbirliği içinde çalışabilmesi açısından önemlidir [6]. Bu nedenle; kenetli metal çatı kaplama sisteminin, tasarım ve uygulamasının ilkesel ve basit düzeyde tariflendiği kurallara ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu çalışma ile, kenetli metal çatı kaplama sistemlerinin tasarım ve uygulamasına ilişkin genel kuralların tanımlanmış olduğu kitaplar ve el kitapları araştırılmıştır. Bunun dışında, kenetli metal çatı kaplamalarında rüzgar dayanımının sağlanmasına yönelik ulusal ve uluslararası standart, yönetmelikler ve kılavuzlar incelenmiş ve bunların arasından Alman standartı DIN 18339 daha ayrıntılı analiz edilerek ilkesel bir ön boyutlandırma yaklaşımı önerilmiştir.

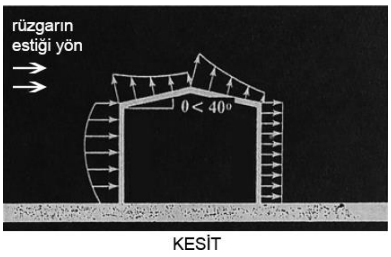
2. Çatılarda rüzgar etkisi ve kenetli metal çatı kaplamalarında meydana gelebilecek hasarlar

Metal çatılarda rüzgar etkisi kendini öncelikle çatıların saçak bölgesinde ya da çatı-dış duvar birleşimlerinde çatının sonlandığı kenarlarda göstermektedir. Bu bölgelerde oluşan hasarlar kısa süre içerisinde tüm çatı sisteminde hasara yol açmaktadır [7]. Kenetli metal çatılarda rüzgar güvenliğini ölçmeye yönelik yeterli düzeyde test standartlarının ve tüm kenetli metal çatılarına uygulanabilecek kapsayıcılıkta tasarım/yapım ilkelerinin olmayışı bu çatılarda hasarların başlıca sebebidir [6]. Doğru tasarımların ve uygulamaların yapılması, öncelikle rüzgarın binaya ve çatıya nasıl etki ettiğini öngörmeyi gerektirir.

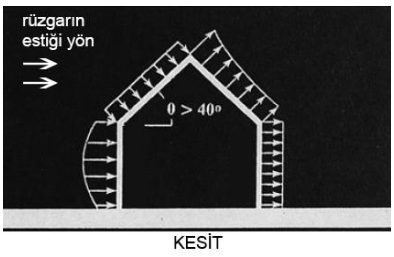
2.1. Çatılarda rüzgar etkisi

Rüzgar, üç boyutlu ve çok yönlü olan, yatay ve düşey bileşenleri arasındaki düşey doğrultulu etkisi çok daha az olduğundan yatay doğrultulu hava akımı olarak tanımlanmaktadır [6]. Rüzgar, binanın yüzeylerine aerodinamik basınç uygular ve bu basıncın etkisi binanın araziye konumlanışı ile ilintilidir. Rüzgar, estiği yöndeki bina yüzeyine dik olarak yayılı yük oluşturur ve pozitif bir basınç uygular. Etki-tepki prensibine bağlı olarak rüzgarın binanın direkt etki etmediği ve binayı terk ettiği yüzeyinde negatif basınç oluşur ve çekme etkisi yaratır [8]. Bu nedenlerle bina araziye, hakim rüzgar yönüne ve bölgedeki rüzgar hızlarına uygun olarak konumlandırılmalıdır.

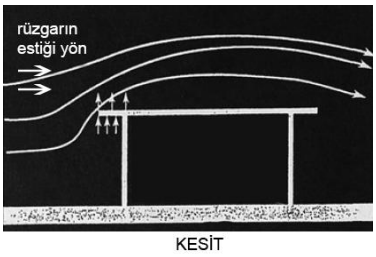
Rüzgar bina yüzeyinden yukarı doğru hareket ettikçe hızlanır ve çatıyı binadan ayırma eğiliminde bulunur. Bu durum çatının üst yüzeyinde negatif basınç bölgeleri meydana getirir. Çatının biçimine bağlı olarak yüksek çekme etkileri hem rüzgar alan saçaklarda hem de mahyada kendini gösterebilmektedir. Çatıda oluşan basınç farkları, çatının eğimine göre değişiklik göstermektedir [6] (Şekil 1, 2). Çatının dış duvar ile birleşiminde saçakların bulunması ise saçağın alt yüzeyinde pozitif basınç, üst yüzeyinde negatif basınç oluşturarak yine çatının binadan uçma riskini doğurur [6] (Şekil 3).



Şekil 1: binalarda ve az eğimli çatılarda rüzgar etkisi [6]



Şekil 2: binalarda ve çok eğimli çatılarda rüzgar etkisi [6]



Şekil 3: saçaklarda rüzgar etkisi [6]

2.2. Çatılarda rüzgar kaynaklı hasarlar

Rüzgarın neden olduğu hasarlarda bina ölçeğinde dört temel etmen sıralanabilir [6]:

- Binanın çevresindeki hava akımı tarafından yaratılan aerodinamik basınç
- Bina kabuğundaki duvar boşlukları ya da yarık/yırtık vb. nedeniyle oluşan iç basınç farklılaşmaları
- Rüzgarın taşıdığı parçacıkların çarpma etkisi
- Ani atmosferik basınç değişimlerinin yarattığı basınç ve çekme etkileri

Rüzgarın estiği yönde çatı saçağının alt yüzeyinde rüzgar kaynaklı basınç etkisi ile tersi yönde ve çatı saçağının üst yüzeyinde meydana gelen alçak basınç bölgeleri sonucundaki çekme etkisi, çatı yapı elemanın bütününde olduğu gibi, kenetli metal çatı kaplamalarında da hasarlar meydana getirebilmektedir (Şekil 4, 5). Bu hasarlardan sık karşılaşılanları ve hasara neden olan etkenleri şu şekilde sıralamak mümkündür [9]:

Hasarlar:

- Kenetin klipsten sıyrılması
- Klipslerin vida/çividen ayrılması
- Vida/çivinin kör kaplamadan çıkması

Etkenler:

- Çatı saçağının alt yüzeyinde yer alan havalandırma deliklerinden giren hava akımının çatı konstrüksiyonuna içten basınç etkisi

- Rüzgarın tüm çatı sisteminde meydana getirdiği titreşim
- Kör kaplamayı oluşturan levhaların arasındaki derzlerden geçen havanın, bu bölgenin üzerinde kalan kenetli metal levhalara iç taraftan oluşturduğu basınç etkisi



Şekil 4: ABD'deki bir kenetli metal kaplamada kuvvetli rüzgar kaynaklı oluşmuş hasar [10]



Şekil 5: Türkiye'deki bir kenetli metal kaplamada kuvvetli rüzgar kaynaklı oluşmuş hasar

3. Kenetli metal çatı kaplama sistemlerinin tasarımında rüzgar güvenliği

Rüzgar kaynaklı çatı hasarlarının önüne geçilmesinde iki aşamalı bir tasarım yaklaşımı benimsenebilir: çatı "gövde"sinin bina taşıyıcı sistem bileşenlerine emniyetli bağlantısının sağlanması; çatı kaplama ve yalıtım katmanları ile bileşenlerinin çatı "gövde"sine emniyetli bağlantısının sağlanması [3]. Her iki aşama da son derece ayrıntılı tasarım kural ve kararları içermesine ve bütüncül bir tasarım için birlikte düşünülmeleri gerekmesine rağmen; kenetli metal çatı kaplama sistemlerinde rüzgar güvenliği kapsamında ikinci aşama ele alınacaktır. Çatı kaplama ve yalıtım katmanları ile bileşenlerinin çatı "gövde"sine bağlantısının emniyetli olması rüzgarın çekme kuvveti ile doğrudan ilişkilidir ve bu bağlamda çatı tasarımında iki temel nokta göz önünde bulundurulmalıdır [3]: 1. Çatı konstrüksiyonuna etki edecek çekme kuvvetinin en büyük değerinin belirlenmesi, 2. Çatı konstrüksiyonu bağlantılarının, oluşabilecek en büyük çekme kuvvetine eşit veya daha büyük dayanımlı tasarlanması.

Rüzgar kuvvetlerinin çatı konstrüksiyonuna etkisinin belirlenmesinde ulusal ve uluslararası düzeyde yapılan literatür araştırmasında çeşitli standart ve yayın örnekleri incelenmiştir. Bunlardan ASCE 7-05 "Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures", binanın taşıyıcı sistemine ve yapı elemanlarına etki eden tüm yükleri içeren bir ABD standartıdır [11]. Rüzgar yükleri ile ilgili bölümü, rüzgar yükü hesabının tüm çatı formlarında yapılabilmesini sağlayan kapsayıcılıktadır. Çatılarda rüzgar yükü hesabında kullanılabileceği tespit edilen üç yöntem sunmaktadır [11]:

Yöntem 1- basitleştirilmiş yöntem: Düzenli ve basit formlara sahip, 18 metreyi aşmayan binaların teras, beşik ve kırma çatı yüzeylerinde; temel rüzgar hızı, bina önem katsayısı, yükseklikle değişen etkilenme katsayısı ve yüzey pürüzlülük katsayısı ile kurulan bir denklemle hesaplanan rüzgar basıncının verilen sınır değerlere göre kontrolünü sağlamaktadır.
Yöntem 2 - analitik yöntem: Düzenli ve basit formlara sahip binaların çatı yüzeylerinde; temel rüzgar hızı ve rüzgar yönü faktörü, bina önem katsayısı, yükseklikle değişen etkilenme katsayısı, rüzgar hız basıncı, topoğrafya katsayısı, türbülans şiddeti, iç ve dış yüzey basınç katsayıları ile binanın bulunduğu rüzgar bölgesine, bina kabuğundaki boşlukların oranına ve çatının biçimine göre rüzgar yükü hesabı yapılmasını sağlayan ayrıntılı bir hesap yöntemidir.
Yöntem 3 - rüzgar tüneli testi: Basit veya karmaşık formlu tüm binalar için uygulanabilen deneysel yöntemdir.

TS 498 "Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri" yapı elemanlarına etki eden tüm yükleri içeren Türk standartıdır [12]. Rüzgar yükü hesabı tüm yapı elemanları genelinde ele alınmış olup çatıya özgü durumlar belirtilmemiştir. Hesaplanan rüzgar yükü; binanın aerodinamik yük katsayısına, emme hız basıncına ve etkilenen yüzey alanına bağlı bir denklemle yapılmaktadır. Rüzgar hız ve basınç değerleri, binanın zeminden yüksekliğine göre dört sınıfta toplanmıştır.

ASCE 7-05 ve TS 498, rüzgar güvenliğine bina ve yapı elemanı ölçeklerinde genelgeçer kurallara yer vermişlerdir. Bu standartların yanısıra, bileşen/malzeme ölçeğine inen şu kaynaklar incelenmiştir:

Bağımsız bir ABD sertifikasyon kuruluşu olan Underwriters Laboratories, Inc. (UL) bazı metal kaplamalı çatı sistemlerini değerlendirerek rüzgar yüküne dayanımları bakımından sınıflandırmalar yapmıştır [13]. Ancak değerlendirilen rüzgar yükleri statik rüzgar yüklerini ele almakta olup; dinamik rüzgar yüklerini kapsamamaktadır [6]. UL 580 standardına göre tanımlanan test yönteminde, belli değerlerdeki basınca neden olan rüzgar hızlarına dayanım gösteren çatı sistemlerinin UL30, UL60 (yarı-dayanıklı) veya UL90 (tam dayanıklı) sertifikası alabilecek nitelikte oldukları belirtilmektedir [13].

Bağımsız bir diğer ABD kuruluşu olan Factory Mutual Insurance Company (FM)'nin yayınlarında ise çeşitli çatı konstrüksiyonları ve sahip oldukları rüzgar basınç dayanımları listelenmiştir [3]. Rüzgar basınç dayanımları UL'de olduğu gibi statik test yöntemleriyle belirlenmiştir ve rüzgar kaynaklı dinamik basınçları kapsamamaktadır [6]. Çatı konstrüksiyonunun tamamını ele alarak hesaplanmış değerleri vermektedir; bu nedenle kaplama sistemlerine yönelik bir tasarım yaklaşımı sunmamaktadır ve rüzgar güvenliği belli değerlerle tanımlanmış olan bir çatı konstrüksiyonunda herhangi bir bileşenin değişimi rüzgar basınç dayanımını değişterecektir. UL standartlarına benzer bir sınıflandırması olup, çatıların sahip olduğu rüzgar basınç dayanımlarına göre Class 1-60, Class 1-75 vb. isimlerle onay belgeleri vermektedir [3].

DIN 18339 "Klempnerarbeiten", çatı ve cephede uygulanan kenetli ve çıtalı metal kaplama sistemlerinin bileşenlerine çevresel etmenlerin nasıl etki ettiğini açıklayan ve tasarımını "tanımlayan" bir Alman standartıdır [14]. Rüzgar güvenliği konusuna geniş yer verilmiş olup; binanın bulunduğu rüzgar bölgesine, binanın zeminden yüksekliğine, çatı biçimine ve çatı eğimine göre oluşan rüzgar yüklerine karşı metal kaplama sistem bileşenlerinin boyutları, miktarı ve yüzey üzerindeki yerleri verilen tablolar yardımıyla adım adım belirlenebilmektedir [14, 15].

İncelenmiş olan standartlar ve kılavuzlar [11, 12, 13] aracılığıyla, binalara ve çatılara etkiyen rüzgar yükleri, geliştirilmiş hesaplama yöntemleri veya hazır verilmiş tablolar yardımıyla belirlenebilmekte olmalarına rağmen; DIN 18339 dışında, çatı konstrüksiyonu bileşenlerinin ve bağlantılarının rüzgar güvenliği ölçütleriyle tasarlanmasına ilişkin kurallara rastlanmamıştır. Söz konusu standartlar ve kılavuzlar "performans" yaklaşımlı olduklarından daha genelgeçer kuralları içermekte, tasarım ve uygulamaya konması için daha uzun süreler gerektirmektedir. Sadece kenetli ve çıtalı metal kaplama sistemlerini kapsayan Alman standartı DIN 18339 "Klempnerarbeiten" ise; Almanya için, ampirik bilgilerle "tanımlayıcı" bir ön tasarım yöntemi sunmaktadır [14, 15]. Bu bağlamda, DIN 18339 analiz edilerek, kenetli metal çatı kaplama sistemleri için rüzgar güvenliği açısından ilkesel tasarım önerileri ve tasarım sürecinde kullanılabilecek bir kontrol listesi derlenmiştir..

4. Kenetli Metal Çatı Kaplama Sistemleri için DIN 18339'a göre Rüzgar Güvenliği Açısından İlkesel Tasarım Önerileri

DIN 18339 "Klempnerarbeiten", kenetli metal çatı kaplama sistemlerinin tasarımında doğrudan kullanılabilecek bir standarttır. Çıtalı ve kenetli metal çatı kaplama sistemleri ile metal duvar kaplamalarının tipik tasarımını ve uygulamalarını tarifleyerek kurallara bağlamaktadır [14, 15]. Titanyum-çinko, çelik, paslanmaz çelik, bakır, alüminyum ve kurşun kaplamalar için geçerlidir. Kenetli metal çatı kaplama sistemlerine yönelik kısıtlı bir kapsamı olması ve kurallarla tanımlayıcı özelliği nedeniyle, daha önce sayılmış olan standartlardan farklıdır ve kenetli bir metal çatı kaplama sisteminin hesaplama yöntemleriyle yapılacak ayrıntılı tasarımından önceki ön boyutlandırma aşamalarında hızlıca ön kararlar vermeyi sağlayacak ve kullanım evresinde doğabilecek riskleri azaltacak niteliktedir.

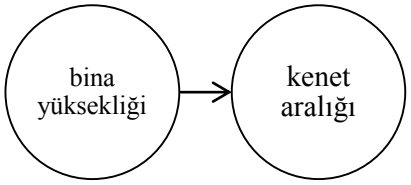
4.1. Kenetli metal çatı kaplama sistemlerinin ön tasarımında rüzgar güvenliğinin sağlanmasına yönelik öneriler

DIN 18339'un ayrıntılı analizi sonucunda çıkarılan ölçütler ile kenetli metal çatı kaplama sistemlerinin rüzgar güvenliğine yönelik ön tasarımı bina ölçeği ile ilişkili olarak yapılabilmektedir. Bu bağlamda kenetli metal çatı kaplama levhaları, kör kaplamalar, birbirlerine tutturulma yöntemleri, her bileşenin

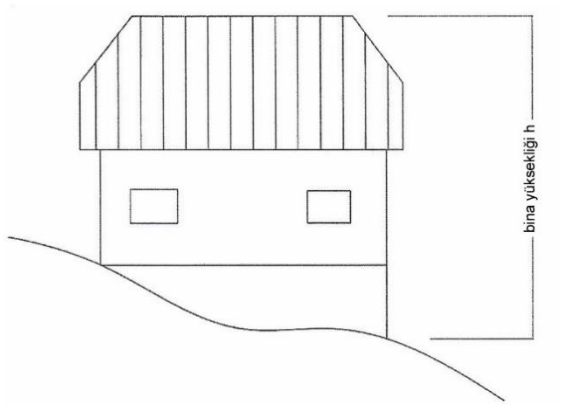
malzemesi ve boyutları belirli ölçütlerle belirlenebilmekte ve bir sonraki aşamada daha ayrıntılı yapılacak olan hesaplamalı tasarıma entegre edilebilmektedir.

4.1.1. Kenet aralığı

İki kenet arasındaki en büyük mesafenin (maksimum kenet aralığı) bina yüksekliğine göre belirlenmesi gerekmektedir (Şekil 6). Kenet aralığı; 10 m'ye kadar olan binalar, 10-20 metre, 20-50 metre ve 50-100 metre arası yükseklikteki binalar için farklı değerler almaktadır. Buna göre en küçük maksimum kenet aralığı 520 mm; en büyük maksimum kenet aralığı 720 mm'dir. Bina yüksekliğinde dikkat edilmesi gereken ise; bina yüksekliği olarak binanın topoğrafyaya oturduğu en alçak noktasından çatının en yüksek noktasına olan uzaklığın alınmasıdır (Şekil 7).



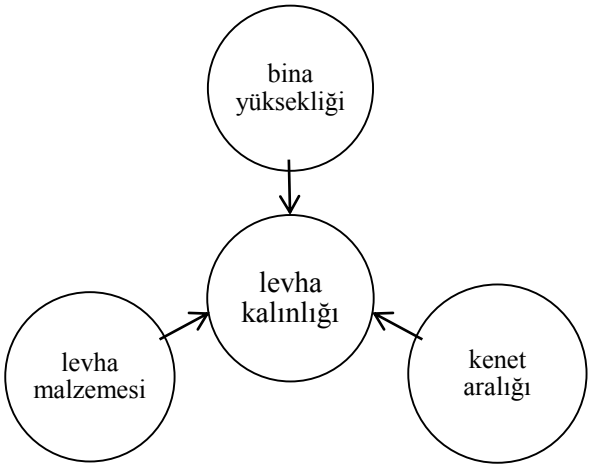
Şekil 6: "bükülmüş levha genişliği"nin (kenet aralığı) belirlenmesini etkileyen etmenler



Şekil 7: alınması gereken bina yüksekliği değeri [14, 15]

4.1.2. Kaplama levhası kalınlığı

Bina yüksekliğine bağlı seçilen maksimum kenet aralıkları için metal kaplamanın malzemesine göre izin verilen minimum levha kalınlıkları belirlenmelidir (Şekil 8). Örneğin, kenetli titanyum-çinko kaplama levhası her yükseklikte ve her kenet aralığında 0.7 mm kalınlığında iken; kenetli alüminyum kaplama levhası 10 metre yüksekliğe kadarki binalarda 620 mm kenet aralığına sahipse 0.8 mm, 520 mm kenet aralığına sahipse 0.7 mm kalınlığında olması önerilmektedir. Bu kalınlıklar, rüzgarın çekme ve basınç etkilerine karşı mekanik dayanımın sağlanması için göz önünde bulundurulması gereken kurallardır.



Şekil 8: "levha kalınlığı"nı belirlenmesini etkileyen etmenler

4.1.3. Klips malzemesi ve kalınlığı

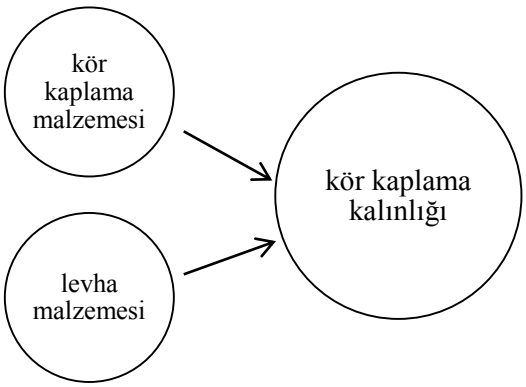
Metaller elektrolit sıvının varlığında iyon alışverişi yaparak elektrokimyasal bir reaksiyon başlatırlar ve galvanik korozyona uğrarlar. Bu nedenle kenetli metal çatı levhası ile bu levhayı kör kaplamaya tutturmada kullanılan metal klipslerin yağmur suyu veya yoğuşma suyundan zarar görme riski vardır. Bu bakımdan, kullanılacak olan levha malzemesine uygun klips malzemesinin seçimi önem kazanmaktadır (Şekil 9). Çatı kaplama veya klips malzemesi olarak kullanılabilecek olan metallerden alüminyum, çinko, demir, kalay, kurşun, bakır; yazıldığı sırada birbirinden uzaklaştıkça, aralarında oluşacak elektrokimyasal gerilimler artmaktadır. Örneğin, alüminyum ve çinkonun bir arada kullanımı uygun bir kararken; çinko çatı kaplama levhası ile bakır klipslerin arasındaki galvanik korozyon çok şiddetli olacaktır. Klips kalınlığı ise, mekanik dayanıma uygun olarak seçilmelidir ve kalınlık alternatifleri malzemesine göre değişkenlik göstermektedir (Şekil 9). Örneğin, titanyum-çinko çatı kaplama levhası paslanmaz çelik klipslerle tutturulacaksa en az 0.4 mm kalınlığında klipsler; titanyum-çinko klipslerle tutturulacaksa en az 0.8 mm kalınlığında klipsler öngörülmelidir.



Şekil 9: "klips kalınlığı"nın belirlenmesini etkileyen etmenler

4.1.4. Kör kaplama

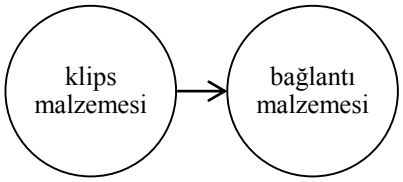
Klipslerin tespit edildiği kör kaplama, ahşap veya ahşap kökenli kompozit levha olmalıdır. Kör kaplamanın kalınlığı için, kaplama levha malzemesine ve kör kaplama malzemesine göre minimum değerler öngörülmüştür. Kör kaplama malzemesi ahşap kökenli kompozit ise en az 22 mm, ahşap ise en az 24 mm; kaplamanın kurşun olması durumunda kör kaplamanın kalınlığı en az 30 mm olmalıdır (Şekil 10).



Şekil 10: "kör kaplama kalınlığı"nın belirlenmesini etkileyen etmenler

4.1.5. Bağlantı malzemeleri

Klipsleri kör kaplamaya tespit eden bağlantı bileşenlerinin malzemesi ve boyutları, klips malzemesi ve kalınlığına göre seçilmelidir (Şekil 11). Klipslerin kör kaplamaya tespitinde havşa başlı vida kullanılması durumunda, farklı klips malzemeleri ve kalınlıklarına göre paslanmaz ya da galvanizli çelik vidalar öngörülmeli ve bunların boyutları en az 4x25 mm (çap x boy) olmalıdır. Vida yerine çivi kullanılması durumunda ise, farklı klips malzemeleri ve kalınlıklarına göre paslanmaz ya da galvanizli çelik veya bakır vidalar en az 2.8x25 mm (çap x boy) boyutlarında kullanılmalıdır. Her klips en az iki adet çivi/vida ile; kör kaplamaya en az 20 mm derinlikte işleyecek biçimde tespit edilmelidir.



Şekil 11: "bağlantı malzemesi"nin belirlenmesini etkileyen etmenler

4.1.6. Klips adedi ve aralığı

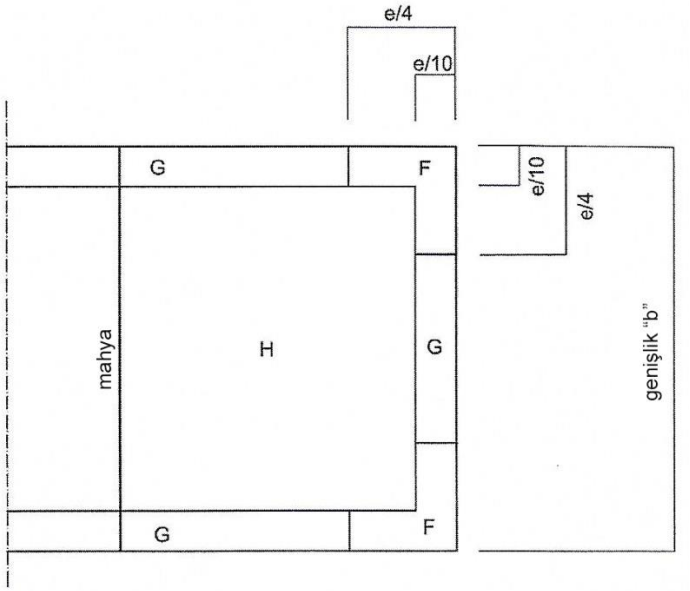
Klips adedi ve klips aralığının belirlenmesinde birçok etmen rol almaktadır (Şekil 12):

- Rüzgar bölgesi: Almanya için, bölgesel rüzgarların ve topoğrafyanın rüzgar yüklerinin büyüklüğüne etkisine göre Eurocode 1 ve DIN 1055-4'te haritalanan dört rüzgar bölgesi için her bir çatı biçimi, çatı eğimi ve bina yüksekliğine bağlı olarak m^2 başına klips adedi ve klips aralıkları verilmiştir.
- Bina yüksekliği: Tüm rüzgar bölgelerinde her yükseklikte bina tasarlamak mümkün olmasına rağmen; kenetli metal çatı kaplama sistemlerindeki kenet aralığının belirlenmesinde bina yüksekliği girdilerden biridir ve kullanılacak klips adedi ile klips aralığını etkilemektedir.
- Kenet aralığı: Bina yüksekliğine göre tanımlanan kenet aralığı değerleri için, m^2 başına klips adedi ve klips aralıkları değişkenlik göstermektedir.
- Çatı biçimi: Yönetmeliklerin izin verdiği tüm biçimlerde (düz, beşik, tek eğimli, kelebek ve kırma) çatı tasarlamak mümkün olmasına rağmen; binanın bulunduğu rüzgar bölgesine göre her bir çatı biçimi için farklı klips adedi ve klips aralığı belirlenmiştir.
- Çatı eğimi: Tanımlı rüzgar bölgelerinde bina yüksekliği ve çatı biçimi ile birlikte kenet aralıkları belirlendikten sonra, çatıların maksimum 30º veya 30º den büyük eğimlerde olmasına göre, m^2 başına klips adedi ve klips aralıkları verilmiştir.
- Klipslerin çatı yüzeyindeki yeri: Klips adedi ve klips aralığı, çatı yüzeyindeki yerine göre de değişkenlik göstermektedir (Şekil 13). Klipslerin çatı yüzeyindeki yerleri çatı biçimine ve bina

boyutlarına göre bölge sınırları değişen F, G, H harfleri ile isimlendirilmiştir; klips adedi ve klips aralıkları köşe bölgesi (F), saçak ve kalkan duvarı kenarı orta bölgesi (G), normal bölge (H) için farklılık göstermektedir. Örneğin, rüzgar bölgesi 1'de yer alan Münih'te tasarlanan 6 metre yüksekliğe sahip bir binanın 25º eğimli beşik çatısı için 590 mm kenet aralığı öngörülmüşse; çatı yüzeyinin F bölgesinde 330 mm aralıklarla 5.1 adet/m^2 klips, G bölgesinde 420 mm aralıklarla 4.1 adet/m^2 klips, H bölgesinde 500 mm aralıklarla 3.4 adet/m^2 klips kullanılmalıdır.



Şekil 12: "klips adedi ve aralığı"nın belirlenmesini etkileyen etmenler



Şekil 13: çatı yüzeyinin plan çizimi üzerinde F, G, H bölümlerine ayrılması [14, 15]

4.2. Rüzgar güvenliği sağlanmasına yönelik kenetli metal çatı kaplama sistemlerinin tasarım sürecinde kullanılabilecek bir kontrol listesi

DIN 18339'un analizi sonucu çıkarılan ölçütler, kenetli metal çatı kaplama sistemlerinin tasarımında kullanılabilecek bir "kontrol listesi" niteliğinde aşağıdaki sırada özetlenebilir:

- Kaplama metal levha malzemesinin seçilmesi

- Bina yüksekliğine göre kenet aralığının belirlenmesi (mekanik/rüzgar yüküne dayanım)
- Bina yüksekliğine, kaplama metal levha malzemesine ve kenet aralığına göre levha kalınlığının belirlenmesi (mekanik/rüzgar yüküne dayanım)
- Kaplama metal levha malzemesine göre klips malzemesinin seçilmesi (galvanik korozyon)
- Klips kalınlığının belirlenmesi (mekanik/rüzgar yüküne dayanım)
- Kör kaplama malzemesinin seçimi ve kalınlığının belirlenmesi (mekanik/rüzgar yüküne dayanım)
- Klips ile kör kaplama arasındaki bağlantı bileşeninin tipinin ve malzemesinin seçilmesi (galvanik korozyon)
- Klips ile kör kaplama arasındaki bağlantı bileşeninin boyutlarının ve klips başına adedinin belirlenmesi (mekanik/rüzgar yüküne dayanım)
- Birim alandaki klips adedinin ve klips aralığının belirlenmesi (mekanik dayanım)

5. Tartışma ve sonuç

Kenetli metal çatı kaplama sistemlerinde rüzgar güvenliğinin sağlanması ve yapı hasarlarının önlenmesi; binanın bulunduğu topografik ve iklimsel veriler dikkate alınarak bina, çatı ve bileşen/malzeme ölçeklerinin tümünde rüzgarın oluşturacağı basınç ve çekme etkilerine dayanımlı tasarlanmasına bağlıdır. Çalışma kapsamında incelenen, DIN 18339 dışındaki tüm standart ve kılavuzların, rüzgar güvenliğine bina ve/veya yapı elemanı ölçeğinde değindiği görülmüştür. Yapı elemanında meydana gelen rüzgar yüklerinin hesaplanma yöntemleri verilmiştir; ancak bu yüklere yeterli dayanıma sahip sistemlerin nasıl tasarlanacağına yönelik tanımlar ve kurallar koyulmamıştır. Bu durum, kenetli metal çatı kaplama sistemlerinin tasarımında rüzgar güvenliğini genellikle tasarım ekibi dışından uzmanlara bırakmakta ve sürecin uzamasına yol açmaktadır. Bu nedenle, standartların içerdiği performans temelli yaklaşımların yanında, bileşen ölçeği tasarımında tarifleyici kurallara ihtiyaç duyulmaktadır. DIN 18339 ise, bileşen ölçeğinde çeşitli performans ölçütleriyle beraber rüzgar güvenliği ile ilgili ayrıntılı içeriği sayesinde, kenetli metal çatı kaplama sistemlerinin tasarımını "tanımlayıcı" kurallara bağlaması sebebiyle, tasarımcıya rüzgar yükü hesaplama yöntemlerine başvurmadan önce yararlanabileceği bir ön boyutlandırma yöntemi sunması açısından, rüzgar kaynaklı çatı hasarlarına neden olan tasarım eksikliğini kapatacak niteliktedir.

Bu bağlamda DIN 18339 analiz edilerek; çatılarda uygulanan kenetli metal kaplama sistemleri tüm bileşenlerine ayrılmış ve çatı konstrüksiyonu bileşenlerinin ve bağlantılarının rüzgar güvenliği ölçütleriyle tasarlanmasına ilişkin yönlendirici kurallar adım adım tariflenerek bir kontrol listesi oluşturulmuştur. Bu kontrol listesinin kullanılabilirliği ise kısıtlıdır. Bunun nedeni, DIN 18339'un bir Alman standartı oluşu ve burada tanımlanan tasarım kurallarının dayanağının, Almanya'nın iklimsel ve topografik verileri ile genel-geçer kuralların tanımlanmış olduğu diğer Alman standartları olmasıdır. Kontrol listesi biçiminde derlenen ilkesel tasarım adımlarının Türkiye'de tam anlamıyla kullanılabilmesi için ise, yürürlükte olan "TS 498 Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri" isimli standartın içerdiği hesap yöntemine entegrasyonunun sağlanması ve tasarımda kullanılan verilerin birbirine uyarlanması gereklidir. Ancak TS 498'in kapsamlı bir içeriği olmasına rağmen; çatı sistemi ve çatı kaplama sistemi tasarımında başvurulması için yeterli bir kaynak olmadığı görülmüştür. Yapı elemanlarının bütünüyle ilgili genel-geçer kuralları içermesinden ve rüzgar güvenliğine yabancı standartlara kıyasla çok az yer vermesinden dolayı; yapı ve yapı elemanlarının rüzgâr yüklerine göre tasarımı ile ilgili bazı temel eksiklikler tespit edilmiştir. Standartta;

- Tanımlı rüzgar bölgeleri bulunmamaktadır.
- Yalnızca minimum rüzgar yükleri tanımlanmıştır.
- Çatı biçimleri göz önünde tutulmamıştır.
- Çatı saçaklarında veya parapetlerinde rüzgar güvenliğine yönelik ek bir önlem veya hesaptan yararlanılmamıştır.
- Kaplama malzeme ve sistemlerine değinilmemiştir.
- Çatıya yönelik değil; tüm yapı elemanlarına yöneliktir.

Bu nedenle derlenen kontrol listesinin standartla uyumlu hale getirilmesi için TS 498'in de geliştirilerek, sağlıklı sonuçlara ulaşmayı kolaylaştırıcı bir yaklaşım benimsenmesinin gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Kaynakça

[1] Binan, M., 2010. Ahşap Çatılar, İstanbul: Birsen Yayınevi.
[2] Çatıder, 2007. Çatı Kaplama Malzemeleri Uygulama Detayları Kılavuzu, Çatı Sanayici ve İşadamları Derneği, İstanbul: Altan Basım Ltd..
[3] Patterson,S., Mehta, M., 2001. Roofing Design and Practice**,** Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall.
[4] Schunck, E., Oster, H. J., Barthel, R. Kiessl, K., 2003. Roof Construction Manual: Pitched Roofs, Basel: Birkhäuser.
[5] Griffin, C.W., Fricklas, R.L., 1996. Manual of Low-Slope Roof Systems, Boston: McGraw Hill.
[6] Crosbie, M. J., Perry, D., Smith, T., 1997. Buildings at Risk: Wind Design Basics for Practicing Architects. AIA.
[7] Alassafin, W., Baskaran, A., Martin-Perez, B. and Tanaka, H., 2014. Testing the wind uplift resistance of roof edge components. In: International Conference on Building Envelope Systems and Technologies ICBEST 2014 proceedings. Aachen, Almanya.
[8] Perry, Dale, ve Beason, 1991. Section V: Hazard-Building Interaction, ATC 26-2.
[9] Miyauchi, H., Ishihara, S. Bartko, M., Katou, N. ve Tanaka, H., 2014. Development of Wind Resistance Evaluation Methods for Mechanically Anchored Waterproofing Membrane System in Japan. In: International Conference on Building Envelope Systems and Technologies ICBEST 2014 proceedings. Aachen, Almanya.
[10] https://www.fema.gov/media-library-data/20130726-1536-20490-6626/fema499_7_6.pdf; son internet erişimi: 13.03.2016
[11] ASCE 7-05, 2005. Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures, Structural Engineering Institute of the American Society of Civil Engineers.
[12] TS 498, 1997-11.Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri, Ankara: TSE.
[13] Underwriters Laboratories, 2010 (2). Certifying Roof Deck Constructions for Wind Resistance: An uplifting experience, The Code Authority.
[14] DIN 18339:2012-09 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Klempnerarbeiten
(German construction contract procedures (VOB) - Part C: General technical specifications in construction contracts (ATV) - Sheet metal roofing and wall covering work), Berlin: Beuth Verlag.
[15] Winsel, C., 2013. Kommentar zu VOB/C: ATV DIN 18339 Klempnerarbeiten, Berlin: Beuth Verlag.

ÇATI VE CEPHELERDE KULLANILAN YALITIM MALZEMELERİNDEKİ YANGIN RİSKİ

Arif YILDIRIM 1 [1]
Mustafa SÖYLER 2 [2]

Konu Başlık No:

TÜRKÇE ÖZET

Bu çalışma, ülkemizde son yıllarda karşılaştığımız çatı ve cephe malzemelerinden dolayı oluşan yangınlara dikkat çekmek amacıyla hazırlanmış, Yönetmelik kapsamında, gereken uygulamaları, yapılmadığında doğan sonuçları, malzemelerinin uygulanması aşamasında ki problemler, malzeme seçimi, malzemeler hakkında yeterli bilgiyi edinme çabasının olmayışı ve yaşanılan yangın hadiselerini içermektedir.

ANAHTAR KELİMELER

Yangın Güvenliği, Çatı, Cephe, Yalıtım malzemeleri

ABSTRACT

This study was prepared to draw attention to the fires which break out because of facade and roofing materials and we have encounter this kind of fires in recent years in our country, Turkey. This study paper consists of implementations and actions to be taken within the frame of related regulation, results to be encountered when these actions are not taken, common problems to be faced in the level of material use, information about material selection, the absence of making effort for getting enough information about materials and fire events.

KEYWORDS

Fire safety precautions, materials of roof, facade and isolation.

[1] Konya İtfaiye Dairesi Başkanlığı İtfaiye Amiri Arif YILDIRIM, Konya İtfaiye Dairesi Başkanlığı Selçuklu, (0332) 246 62 91, 0 534 794 17 21 (0332)322 11 86, arify_42@hotmail.com

[2] Elk-Elektronik Müh. Mustafa SÖYLER, Konya İtfaiye Dairesi Başkanlığı Selçuklu, (0332) 2466291,(0332)322 11 86, mussoyler@hotmail.com

1. GİRİŞ

Yangın koca bir yaşanmışlığı kısa bir sürede tüketen büyük bir faciadır. Tarihi eserlerimizde yapılan restorasyonlar da yanlış uygulamalar ve malzeme seçimleri sonucu muntazam yapılarımızı yok etmekteyiz. Bu hazin facialarn artmasıyla Binaların Yangından Korunması Hakkındaki Yönetmeliği'in önemi de her geçen gün artmaktadır.

Türkiye de ilk yangın yönetmeliği çalışmaları 1992 yılında yayımlanan 'İstanbul Büyükşehir Belediyesi nezdinde yapılan İstanbul Büyükşehir Belediyesi Yangından Korunma Yönetmeliği' ile başlamıştır.1994 yılında 'Kamu Binalarının Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik' ile devam etmiştir. Tüm bu çalışmalar ülke genelinde geçerli bir yönetmelik olması durumunda çalışmaların başlamasını sağlamış, 2002 yılında Bayındırlık Ve İskân Bakanlığı'ndan yayımlanan Binaların Yangın Korunması Hakkında Yönetmeliğin' çıkarılmasına ilham kaynağı olmuştur. 2002 yılında çıkarılan bu yönetmelik,2007 ve 2009 yıllarında değişikliğe uğramıştır. Avrupa Birliği Aday Ülke sürecinde yönetmelikte bulunan eksiklerin tamamlanarak, bürokrasinin azaltılması yönetmeliğin daha sade ve uygulanabilir olmasını sağlamış, Yönetmelikte ki yeni değişiklik 2015 yılında yapılmış olup son şeklini almıştır.

Cephe ve çatı malzemeleriyle ilgili yangın yönetmeliğinde detaylı anlatımlara yer verilmiştir.
Yönetmeliğin doğru bir şekilde uygulanması, olası yangın durumunda oluşacak riskleri azaltacaktır. Estetik kaygıyı her zaman ön planda tutan mimarlara, yapı teknolojisindeki gelişmeler doğrultusunda yeni malzeme ve yapım tekniklerinin kullanılmasında geniş imkân sunmaktadır. Bu nedenle yangın yönetmeliği ve diğer yönetmelik hükümleri uygulamasında, mimarın estetik tercihlerini engellemeden cepheler de gerekli önlemlerin alınmasına olanak sağlanır. Fakat günümüzde birçok işte olduğu gibi ısı izolasyonu, mantolama işinde de merdivenaltı tabir edilen standartlara aykırı malzemeler tercih edilmekte olup, bu tür malzemeler ise en yanıcı ve dayanıksız nitelikte olmaktadır. İşin ihalesinde en düşük fiyat verenin kazandığı uygulama standart malzemelerin belirlenmediği bu ortamda felaketler kaçınılmaz olacaktır. Yapılacak tüm denetimler alınması gereken tedbirler kurallarına uygun yapıldığı sürece yaşanılacak facialarn sayısı azalacaktır.

2. ÇATILAR

Çatılar, bir binayı üstünden etkileyen yağmur, kar, rüzgâr, sıcak ve soğuk gibi dış etkilerden korumak üzere binanın en üstünde inşa edilen yapı elemanıdır. Bu nitelikteki bir elemanın yapımında malzemenin büyük önemi vardır.[1]Yangın yönetmeliğinde Broof malzeme tercih edilmesi gerektiğini belirtmektedir. Yönetmeliğin 28. maddesinde, normal yapı çatılarının en üst katmanının **"BROOF"** sınıfı malzemelerden yapılması durumunda, bir alttaki yalıtım veya yüzeyin **en az zor alevlenici (B,C sınıfı)** malzemelerden olması gerektiğinin altı çizilmektedir. Ancak, çatı kaplaması olarak yanmaz malzemelerin kullanılması durumunda üzerine çatı kaplaması uygulanan yüzeyin en az normal alevlenici (B,C,D,E sınıfı) malzemelerden olmasına izin verilir. *"Yapı Malzemeleri Yönetmeliği (89/106/EEC) Kapsamında, Yapı Malzemelerinin Yangına Tepki Sınıflarına, Yapı Elemanlarının Yangına Dayanıklılığına, Çatı Ve Çatı Kaplamalarının Dış Yangın Performansına Dair Tebliğ" EK 3,* çatılar/çatı kaplamaları için dış yangın performans sınıfları ve bu sınıflara ait kriterler verilmiştir.
Burada, çatı kaplama malzemesinin hangi test metoduna göre hangi kriterleri taşıması gerektiği sıralanmaktadır. [1]
Aynı zamanda Yönetmeliğin 61. madde de çatı aralarında bulundurulmaması gereken malzemelerle ilgili detaylı açıklamalar verilmiştir.
Günümüzde en fazla kullanılan çatı malzemeleri metal esaslı, kil esaslı, çimento esaslı, bitümlü esaslı, plastik esaslı ve diğer kaplama malzemeleri olarak 6 çeşite ayırabiliriz.(Tablo 1)

ÇATI KAPLAMA MALZEMELERİ	
Metal esaslı	**a)** Üzeri doğal taş kaplı panel ve kiremitler, **b)** Boyalı,doğal taş kaplamasız panel ve kiremitler, **c)** Sandviç paneller, **I.** İki yüzü metal kaplı paneller, **II.** Bir yüzü metal, bir yüzü kağıt plastik paneller, **III.** İki yüzü metal kaplı kompozit olmayan paneller. **d)** Tek kat metal kaplamalar (boyalı ve boyasız) **I.** Galvanizli sac, **II.** Alüminyum, **III.** Bakır.
Kil esaslı	
Çimento esaslı	**a)** Çimento esaslı kiremit, **b)** Lifli çimento esaslı levhalar.
Bitüm esaslı	**a)** Üzeri doğal taş kaplı shingle, **b)** Sinüs oluklu ondüle levhalar, **c)** Üzeri doğal taş kaplı rulo.
Plastik esaslı	**a)** Polikarbonat(PC) esaslı levhalar, **b)** Cam takviyeli polyester (CTP) levhalar, **c)** Akrilik cam (PMMA) esaslı malzemeler, **d)** Diğer plastik esaslı kaplamalar
Diğer	**a)** Cam malzemeler, **b)** Doğal taş malzemeler. **c)** Bitkisel çatılar,

Tablo 1:Çatı kaplama malzeme çeşitleri,

Metal esaslı malzemeler mukavemeti fazlaca olmakla birlikte yangına da oldukça dayanıklı malzemelerdir. Kil esaslı kaplamalar örneğin; kiremitler, malzemesi tamamen doğaldır. Bünyesinde doğaya zararlı kimyasallar bulundurmamasından dolayı çevreye zarar vermez. Kil esaslı kiremitlerin su emme özelliği vardır. Yanmaz malzemelerdir. Çimento esaslı malzemeler; Donma ve çözülme etkilerine karsı kil esaslı kiremitlere göre daha dayanıklıdır. Üretiminde atık madde olmadığı için doğayı kirletmez. Kil esaslı kiremitlere göre daha yüksek basınç dayanıklılığına sahiptir. Kilit sistemi sayesinde fazla yüksek olmayan eğimlerde ve kuvvetli rüzgâr alan bölgelerde yüksek performans gösterir.

Bitüm esaslı malzemeler, petrol içerikli olduğundan yaz aylarında koku yapabilir ve yanma riski vardır. Soğuk havalarda donabilir. Sert rüzgârlarda, iyi yapışmamış ise açılma yapabilir. Hava geçirgenliği iyi değil ise ve su geçiriyorsa küflenme olur. Yapı içindeki su buharı çatıda yoğuşma yaparak küfe neden olur. Üstüne yapıştırıldığı OSB ahşabın hava geçirgenliği olması gereklidir. Ses, ısı ve nem yalıtımı gereklidir. Yanlış uygulama sonucu su yalıtımında hatalar olabilir. Çivi ek yerlerinden uygun bindirme payı olmayan çatılarda yalıtım aksayabilir. Köşe bitişlerinde yanlış uygulama sonucu su, tahliye olmazken duvara veya bina içerisine girebilir. Havalandırma bacalarının işlevsel olmaması sonucu alt tabakada bulunan OSB'ye ve eğer ahşap çatı varsa yoğuşma çatıya çok ciddi hasarlar verebilir. Endüstri yapıları için uygun değildir. Burada endüstri harici yapılarda uygundur tanımı çıkmaktadır. Genellikle OSB taşıyıcı sistem üzerine yapılan bu tür malzemeler yangına davetiye çıkarmaktadır. Günümüzde çok sayıda çatıda yapılmaktadır.

Bitüm esaslı malzemeler bitişik nizamda ki yapılarda yangın riskini daha fazla arttırmaktadır. (Resim 1)

Plastik esaslı malzemeler; hafiftir (aynı kalınlıktaki camın %15'i). Darbelere karşı dayanıklıdır (camdan 200 kat fazla). Hava boşluklu olmasından dolayı UV korumalıdır. İstenilen renk, en ve boyda üretilebilme imkânı vardır. Isı izolasyonu diğer kaplama malzemelerine göre daha iyidir. Sıcak ve soğuk bükme ile kolay şekil verilebilir. Kırılmaya karşı dirençlidir. Tabiat şartlarına ve ateşe karşı dayanıklıdır. Yangın anında zehirli ve yoğun duman oluşturmaktadır.



Resim 1: Bitüm esaslı çatılarda yangın hızlı yayılır

2.1 BROOF VE FROOF TERİMLERİ

Çatıların dış yangın sınıflarından, B_{ROOF}; dış alev yayılımına dayanıklı çatı ve çatı kaplama malzemelerini, F_{ROOF} ise; dış alev yayılımına dayanıksız çatı ve çatı kaplama malzemelerini belirtmektedir. Çatı sisteminin üzerinde TS EN 13505-5 standardına tanımlanan "TSE CEN/TS 1187" (test 2)'ye göre belli bir boyuta, eğimde ve rüzgar hızına sahip yangın çıkartılarak, en üst malzeme yüzeyindeki alev izi boyu ölçülür. Oluşan alev izi standartların öngördüğünden daha az ise bu malzeme veya sistem B_{ROOF} olarak adlandırılır. Malzeme üzerinde oluşan alev izi standardın öngördüğünden fazla ise o zaman bu malzeme veya sistem F_{ROOF} olarak adlandırılır. Bunun dışında yönetmelik herhangi bir test yapılmasına gerek kalmaksızın bazı malzemeleri B_{ROOF} olarak kabul eder. Bunları da aşağıdaki "Ek2/C Yapı Malzemelerinin TS EN 13501-1'e göre yanıcılık sınıfları" tablosunda vermektedir. Yangın Yönetmeliğin de Broof Malzemelere, Çatı Kaplamaları İçin Yanıcılık Sınıfları tablosunda yer verilmiştir (Tablo 4).

2.2 BYKHY MADDE 61

(1) Çatı aralarında kolay alevlenici, patlayıcı ve parlayıcı madde bulundurulamaz.

(2) Isıtma, soğutma, haberleşme ve iletişim alıcı ve verici elektrikli cihazlarının çatı arasına yerleştirilmesi gerektiği takdirde, elektrikli cihazlar için, yangına dayanıklı kablo kullanılması ve çelik boru içerisinden geçirilmesi gibi, yangına karşı ilave tedbirler alınarak yetkili kişiler eliyle ilgili yönetmeliklere uygun elektrik tesisatı çekilebilir.

(3) Çatı giriş kapısı devamlı kapalı ve kilitli tutulur. Çatıya bina sahibi, yöneticisi veya bina yetkilisinin izni ile çıkılabilir. Çatı araları periyodik olarak temizlenir.

(4) Çatı arası veya katında, tavanı ve tabanı betonarme ve duvarı tuğla ve benzeri yapı malzemesinden yapılan, yangına en az 120 dakika dayanıklı bölmeler ile ayrılmış olan, girişinde yangın güvenlik holü oluşturulması kaydıyla ve yakıtın çatı katı veya arsında depolanmaması, doğalgaz tesisatı ve projesi, malzeme seçimi ve montajı ilgili standartlara ve gaz kuruluşlarının teknik şartnamelerine uygun olmak şartıyla, içerisinde doğalgaz ile çalışan kaskad ve benzeri ısıtma sistemi yer alan ısı(teshin) odaları tesis edilir.

2.3 BYKHY MADDE 28

(1) Çatıların inşasında;
a) Çatının çökmesi,
b) Çatıdan yangının girişi ve çatı kaplaması yüzeyinin tutuşması,
c) Çatının altında ve içinde yangının yayılması,
ç) Çatı ışıklığı üzerindeki rüzgâr etkileri,
d) Çatı ışıklığından binaya yangının geçmesi,
e) Yangının çatı kaplamasının dış yüzeyi üzerine veya katmanlarının içerisine yayılması ve alev damlalarının oluşması,
f) Bitişik nizam binalarda, çatılarda çıkan yangının komşu çatıya geçmesi, İhtimalleri göz önünde bulundurulur.
(2) Çatı kaplamalarının BROOF sınıfı malzemelerden, çatı kaplamaları altında yer alan yüzeyin veya yalıtımın en az zor alevlenici malzemelerden olması gerekir. Ancak, çatı kaplaması olarak yanmaz malzemelerin kullanılması durumunda üzerine çatı kaplaması uygulanan yüzeyin en az normal alevlenen malzemelerden olmasına izin verilir (Tablo 2,3),
(3) Yüksek binalarda ve bitişik nizam yapılarda;
a) Çatıların oturdukları döşemelerin yatay yangın kesici niteliğinde,
b) Çatı taşıyıcı sistemi ve çatı kaplamalarının yanmaz malzemelerden, olması gerekir.

ÇATI KAPLAMA MALZEMELERİ	
A1	Hiçbir şekilde yangına katkıda bulunmayan malzemeler.
A2	Yangına aşırı derece sınırlı boyutlarda katkıda bulunan malzemeler.
B	Yangına çok sınırlı boyutlarda katkıda bulunan malzemeler.
C	Yangına sınırlı boyutlarda katkıda bulunan malzemeler.
D	Yangına makul boyutlarda katkıda bulunan malzemeler.
E	Yangına karşı tepki performansı kabul edilebilir olan malzemeler.
F	Yangına karşı tepki performansı belirlenmeyen malzemeler.

Tablo 2: Yapı malzemeleri için yanıcılık sınıfları (döşeme için),

İlave Sınıflandırmalar-Duman Oluşumu İçin	
s1	Duman gazı üretimi çok sınırlı.
s2	Duman gazı üretimi sınırlı.
s3	Duman gazı üretimi s1 ve s2 sınıflarının gerekliliklerini karşılamayan.
İlave Sınıflandırmalar-Yanma damlacıkları için	
d0	Alev damlacıkları ve parçacıkları meydana gelmeyen.
d1	Alev damlacıkları ve parçacıkları çabucak sönen.
d2	Alev damlacıkları veya parçacıklarının teşkili d0 ve d1 sınıflarının gerekliliklerini karşılamayan.

Tablo 3: Yapı malzemeleri yanıcılık sınıfları(duman sınıfları, yanma damlacıkları için),

Çatı kaplamaları İçin Yanıcılık Sınıfları	
Malzemenin Yanıcılık Özelliği	TS EN 13501-5'e göre[2]
Dış Alev Yayılımına Dayanıklı	B_{ROOF}
Yanıcılık Sınıfı B_{ROOF} çatı kaplaması malzemeleri	
Test edilmesine gerek olmadan "Dış yangın performansı" özelliklerinin tüm gereklerini karşılayan B_{ROOF} çatı kaplaması terimi, çatı teşkilinde en üst tabakayı oluşturan ürünü tanımlamak için kullanılır.	
Arduvazlar: Doğal arduvazlar, suni arduvazlar	Ek-2/C sınırlamalarına uygun
Kiremitler: Taş, beton, kil, seramik veya çelik çatı kiremitleri	Ek-2/C sınırlamalarına uygun. Herhangi dış kaplamasının inorganik olması veya PCS (Brüt Kalori Değeri) ≤ 4MJ/m^2 veya kütlesinin ≤ 200 g/m^2 olması
Çimento esaslı elyaflı levhalar: Düz ve profilli tabakalar, arduvazlar	Ek-2/C sınırlamalarına uygun veya PCS (Brüt Kalori Değeri) ≤ 4MJ/m2 olması
Profilli metal tabakalar: Alüminyum, alüminyum alaşım, bakır, bakır alaşım, çinko, çinko alaşım, kaplanmamış çelik, paslanmaz çelik, galvanize çelik, halka sac kaplanmış çelik, vitrifiye emaye çelik	Kalınlık ≥0.4 mm, herhangi bir dış kaplamasının inorganik olması veya PCS (Brüt Kalori Değeri) ≤ 4MJ/m^2 veya kütlesinin ≤ 200 g/m^2 olması
Yassı metal tabakalar: Alüminyum, alüminyum alaşım, bakır, bakır alaşım, çinko, çinko alaşım, kaplanmamış çelik, paslanmaz çelik, galvanize çelik, halka sac kaplanmış çelik, vitrifiye emaye çelik	Kalınlık ≥ 0,4 mm, herhangi dış kaplamasının inorganik olması veya PCS (Brüt Kalori Değeri) ≤ 4.0 MJ/m^2 veya kütlesinin ≤ 200 g/m^2 olması gerekir.)
Normal kullanımda yan sütunda listelenen inorganik örtülerle tamamen kaplanması amaçlanan malzemeler	En az 50 mm kalınlığında veya ≥80 kg/m^2 kütlede gevşek serimli çakıl (agrega büyüklüğü en az 4 mm en fazla 32 mm), En az 30 mm kalınlığında kum/çimento şap, en az 40 mm kalınlığında dökme suni taş veya mineral altyüzeyler

[1] Bu tablolar, TS EN 13501-1'e göre malzemelerin yanıcılık sınıflarını göstermektedir. TS 1263'de verilmiş olan yanıcılık sınıflarına sahip yapı malzemelerinin, TS EN 13501-1'de verilen yanıcılık sınıflarına denkliği için, söz konusu yapı malzemelerinin TSE EN 13501-1'de belirtilmiş olan ilgili sınıfa ait test standardları şartlarını sağlaması gerekir.
[2] Yapı Malzemeleri Yönetmeliği (89/106/EEC) kapsamında, Avrupa Birliği Komisyonunun ilgili kararları ile ortaya konulmuş, uyumlaştırılmış standardlara tabi yapı malzemelerinin uyacakları Avrupa Sınıflarıdır.

Tablo 4: Çatı kaplamaları için yanıcılık sınıfları,

3. CEPHELER

Yaşadığımız çağ gereklerince kentleşmenin arttığı ve bunun yanında düzensiz yapılaşmanın oluştuğu bir dünya içerisinde yaşamaktayız. Kentleşme doğrultusunda yapılaşma da taleplerin artması ve rant amacını da beraberinde getirmesiyle, bitişik nizam ve birbirinden çok da uzakta konumlandırılmamış yapılarla karşılaşmaktayız. Yoğun nüfus artışıyla kalabalık yerleşim yerlerinin yapı cephelerin de, malzeme seçimi ve diğer tedbirler yönünden gerekenden fazla önlem alınması gerekmektedir. Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmeliğin 27.MADDE'sinde cephe ile ilgili alınması gereken tedbirlere yer verilmiştir.2015 de yeniden düzenlenen Yönetmeliğe geleneksel cephe sistemleri ve giydirme cephelere ilişkin maddeler eklenmiştir.

3.1 MADDE 27

1) Dış cephelerin, bina yüksekliği 28.50 m'den fazla olan binalarda zor yanıcı malzemeden ve diğer binalarda ise en az zor alevlenici malzemeden olması gerekir. Alevlerin bir kattan diğer bir kata geçmesini engellemek için iki katın pencere gibi korumasız boşlukları arasında, düşeyde en az 100 cm yüksekliğinde yangına dayanıklı cephe elemanıyla dolu yüzey oluşturulur veya cephe iç kısmına en çok 2 m aralıklarla cepheye en fazla 1.5 m mesafede yağmurlama başlıkları yerleştirilerek cephe otomatik yağmurlama sistemi ile korunur (Şekil 1),

2) Geleneksel Cephe Sistemleri;

a) Isı yalıtım malzemesi, ısı yalıtım yapıştırıcısı, dübel, sıva filesi, sıva ve benzeri diğer teçhizat kullanılarak teşkil edilen ısı yalıtım sistemi uygulandığında, sistem, ilgili standartlar kapsamında akredite bir laboratuvar tarafından sertifikalandırılmalıdır. Sertifikalandırılan siste detayları ve teknik özellikleri piyasaya arz dokümanlarında yer alır.

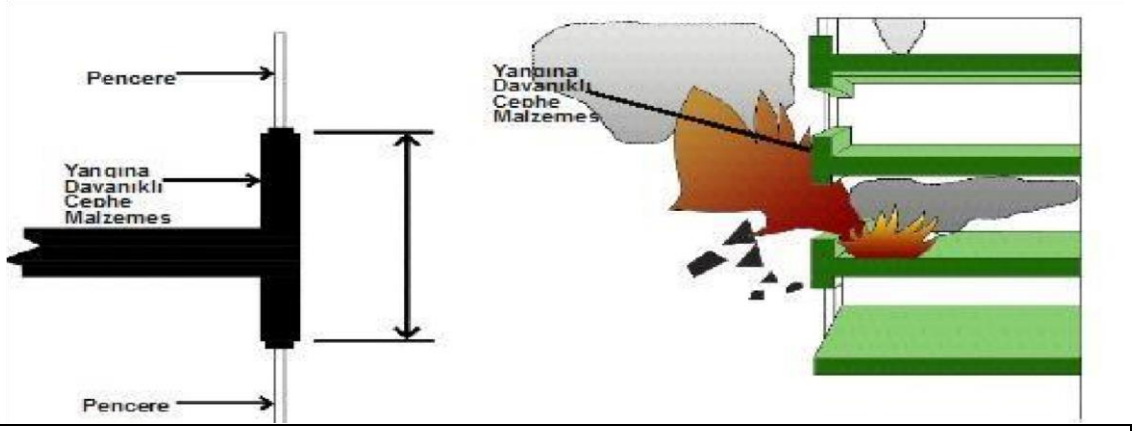
b) Dış cephesi zor alevlenici malzeme veya sistemden oluşan, yüksekliği 28.50 m'den az olan binalarda, tabi veya tesviye edilmiş zemin kotu üzerindeki 1.5 m mesafe hiç yanmaz malzeme ile kaplanmalı; bina yüksekliği 6.50 m'den fazla olan binalarda pencere ve benzeri boşluklarının yan kenarları en az 15 cm ve üst kenarı en az 30 cm eninde hiç yanmaz malzeme ile yangın bariyerlerleri oluşturulmalıdır.

c) Farklı yüksekliği sahip bitişik nizamdaki yapılarda, alçak binanın çatı hizasındaki yüksek bina katının dış cephe kaplaması hiç yanmaz malzeme veya sistem ile kaplanmalıdır.

3) Giydirme Cephe Sistemleri;

a) Cephe elemanları ile alevlerin geçebileceği boşlukları bulunmayan döşemelerin kesiştiği yerler, alevlerin komşu katlara atlamasını engelleyecek şekilde döşeme yangın dayanımını sağlayacak süre kadar yalıtılır.

b) Derzleri açık veya havalandırılmalı giydirme cephe sistemli binalarda kullanılan cephe ve yalıtım malzemeleri en az zor yanıcı olmalıdır (Şekil 2),



100 cm

Şekil 1: Cephe yüzeyi 100 cm'den az olmamalı, **Şekil 2:**Cephe malzemesi dayanıklı olmalıdır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yangın Yönetmeliği maddeleri uygulanmadığında olumsuz sonuçlar doğurmaktadır. Bu olumsuzluklar estetik ve ekonomik kaygılardan dolayı yanlış malzeme ve yapım teknikleri tercihlerinden kaynaklanmaktadır. Aynı zamanda malzeme çeşitleri hakkında yanlış uygulamalar sorun teşkil etmekte olup Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik içiresinde yapı malzemesi olarak yanıcılık riski olmayan birçok Broof malzeme önerilmiştir. Ekonomik kaygılar artık bir tarafa bırakılmak zorundadır. Kentleşme problemi yaşadığımız çağımız da yapılaşmalar her geçen gün yanlış bir şekilde artış göstermekte olup, bu durum tedbirlerimizi arttırmamızı sağlamalıdır. Rant amacı insan yaşamının önüne geçmiş durumdadır. Yönetmelikteki son değişiklik 2015 yılında yapılmış ve cephe malzemeleri kullanımıyla ilgili önemli maddeler eklenmiştir.

Yangın yönetmeliğinin detayları uygulandığı ve gerekli tedbirler alındığı takdirde yaşanılan yangın sorunlarının çok büyük bir oranına engel olunabilir. Yönetmelik içerisinde çatı ve cephelerle ilgi daha teknik açıklamalara yer verilerek, etkin denetimler yapıldığında sorunlar kısa sürede çözülecektir.

5.KAYNAKÇA

[1] TÜYAK Bildiriler Kitabı 2013
[2] Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik, 09.07.2015.
[3] Yapı Malzemeleri Yönetmeliği (89/106/EEC) Kapsamında, Yapı Malzemelerinin Yangına Tepki Sınıflarına, Yapı Elemanlarının Yangına Dayanıklılığına, Çatı Ve Çatı Kaplamalarının Dış Yangın Performansına Dair Tebliğ (Tebliğ No: MHG/2012-05), Resmi Gazete Sayı: 28364/Tarih: 25 Temmuz 2012.
[4] www.yalitim.eu/decra
[5] www.yalteks.com.tr
[6] www.gnyapi.com.tr
[7] www.docplayer.biz.tr
[8] http://www.ito.org.tr/Dokuman/Sektor/1-19.pdf

MİMARİ TASARIMDA YEŞİL ÇATILARIN GELİŞİMİ

Nazire Papatya SEÇKİN [1]
Yasin Çağatay SEÇKİN [2]

Konu Başlık No: 1

TÜRKÇE ÖZET

Yeşil çatılar; eko-çatılar, canlı çatılar, bitkilendirilmiş çatılar ya da yeşillendirilmiş çatılar olarak bilinir. Bu çatıların en eski örneği, Milattan yaklaşık 6 yy önce Mezopotamya'da geliştirilmiş olan Babil'in Asma Bahçeleridir. Daha sonra, soğuk Kuzey Avrupa'da, Miladi 800-1000'li yıllarda Vikingler döneminde çim örtülü çatılar geliştirilmiştir. 1900'lü yılların başında, Le Corbusier ve Frank Lloyd Wright gibi ünlü mimarlar bazı projelerine çatı ve teras bahçelerini dahil etmiştir. Ancak, İkinci Dünya Savaşı ile birlikte mimari projelerde, dolayısıyla çatı bahçelerinin gelişiminde ciddi bir duraklama başlamıştır. Bu dönem, yeşil çatı endüstrisinde yeniden canlanmanın başladığı 1960'lara kadar sürmüştür. 1970'li yıllardan itibaren Almanya'da başlayan yeşil çatı hareketi ile yeşil çatı sistem tasarımları yeniden canlanmış; Avrupa ve Kuzey Amerika başta olmak üzere dünyada ciddi gelişmeler göstermiştir. Bu gelişimin Türkiye'ye yansımasında, özellikle Almanya'daki yeşil çatı hareketi etkili olmuştur. Bu bildiride, yeşil çatıların bu özelliklerinin ve mimari ile olan içselliğinin irdelenip değerlendirilmesine çalışılmıştır.

ANAHTAR KELİMELER

Yeşil çatılar, yeşil çatı sistemleri, yeşil çatı tasarımı

ABSTRACT

Oldest example of green roofs is Hanging Gardens of Babylon, which was built in Mesopotamia around 6th Century BC. Then, the Vikings developed turf roofs, between the years of 800 and 1000 AC, in North Europe. In the early 1900s, well-known architects such as Le Corbusier and Frank Lloyd Wright, give place to roof and terrace gardens in their architectural projects. However, during the 2nd World War, depending on the pause in the construction industry, development of green roof design interrupted until the end of 1960s. Starting with 1970s, green roof system design studies have revived by means of the Green Roof Movement in Germany, and expanded all around the World. Following years, serious developments have occurred in green roof technology, particularly in Europe and North America. The Green Roof Movement in Germany have also an effect on Turkish Construction Industry. In this article, all these characteristics and conditions were studied and examined.

KEYWORDS

Green roofs, green roof systems, green roof design

[1] Nazire Papatya Seçkin, MSGSU Mimarlık Fakültesi, Fındıklı-İstanbul, papatya.seckin@msgsu.edu.tr
[2] Yasin Çağatay Seçkin, İTÜ Mimarlık Fakültesi, Taşkışla-İstanbul, cseckin@itu.edu.tr

GİRİŞ

Yeşil çatılar; eko-çatılar, canlı çatılar, bitkilendirilmiş çatılar ya da yeşillendirilmiş çatılar olarak adlandırılır. Bu çatıların formunun, görünümünün ya da bunların her ikisinin oluşum ve gelişimi bitkilerle sağlanır. Bu bitkilerin tür, form ve kompozisyon olarak karışımı çatı tiplerine göre değişir.
Bu çatıların en eski örneği, Milattan yaklaşık 6 yy önce Mezopotamya'da Kral Nebuchadnezzar tarafından yaptırılmış olan Babil'in Asma Bahçeleridir [1,2]. Bu bahçeler yeşil örtüsüyle Orta Doğu'nun sıcak ve kurak iklimine serinlik katmıştır.

Öte yandan, soğuk Kuzey Avrupa'da, Miladi 800-1000'li yıllarda Vikingler döneminde çim örtülü çatılar geliştirilmiştir. Bu çim örtüleri, evlerin çatılarını ve duvarlarını şiddetli rüzgârlardan, aşırı soğuk ve yağışlardan korumak için kullanılmıştır.

1900'lü yılların başında, Le Corbusier ve Frank Lloyd Wright gibi ünlü mimarlar bazı projelerine çatı ve teras bahçelerini dahil etmiştir [4]. Bu yerler, yapıların üstünde dış mekân yaşam ortamları olarak tasarlanmıştır. Bu çatı ve teras bahçeleri iki Dünya Savaşı arasında gelişimini sürdürmüştür. Nitekim, 1930'ların ortasında yapımı tamamlanan Londra'daki Derry and Toms Department Store'un çatı bahçesi ile New York'taki Rockefeller Centre'in çatı bahçesi bu gelişimin hâlen yaşayan önemli örnekleridir. Ancak, İkinci Dünya Savaşı ile birlikte mimari projelerde, dolayısıyla çatı bahçelerinin gelişiminde ciddi bir duraklama başlamıştır. Bu duraklama, yeşil çatı endüstrisinde yeniden canlanmanın başladığı 1960'lara kadar sürmüştür.

1970'li yıllarda Avrupa'da, özellikle Almanya'da yeşil çatı hareketi yeniden başlamıştır. Bu hareketle, 1970-1980'li yıllarda hafif ağırlıklı ve yüzeysel (sığ) bitkilendirilmiş yeşil çatı sistemleri geliştirilmiştir. Oysa daha önceki yeşil çatılar, esas itibariyle nispeten derin bitki yetişme tabakası üzerine değişik boylu bitkilerin yoğun bir şekilde dikilmesiyle oluşturulan yeşil çatı sistemleri olmuştur [3]. Kuzey Amerika'da da yeşil çatılar Avrupa'da olduğu gibi gelişim göstermiştir. Bu gelişimlerin Türkiye'ye yansıması, Almanya'daki yeşil çatı hareketinin etkisi ile olmuştur.

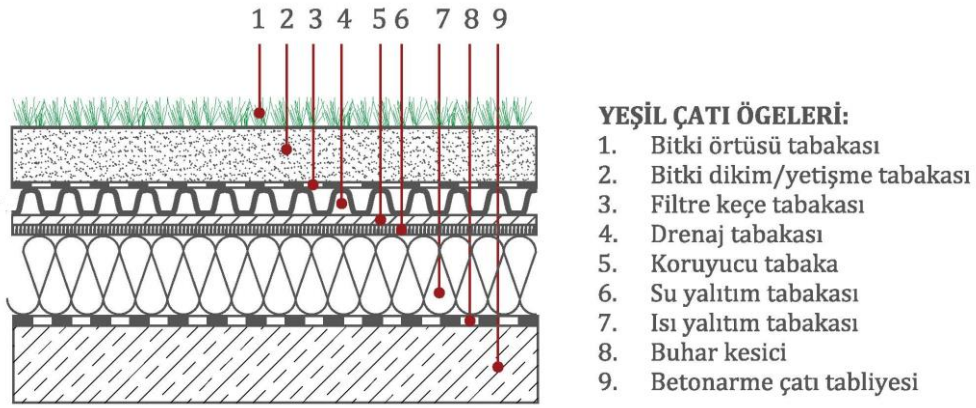
YEŞİL ÇATI TİPLERİ

Yeşil çatıların tasarımında çatı eğimi ve çatı yükü gibi teknik özellikler ve yağış miktarı, bakı ve rüzgâr yönü gibi iklim koşulları bu çatıların tiplerini belirler. Bu çatı tipleri; yüzeysel bitkilendirilmiş (extensive) yeşil çatılar, yarı-yoğun bitkilendirilmiş (semi-intensive) yeşil çatılar ve yoğun bitkilendirilmiş (intensive) yeşil çatılar olarak sınıflandırılır [8,9].

Bunlardan yüzeysel bitkilendirilmiş yeşil çatılar; bitki yetişme tabakası derinliği 15 cm ya da daha az olan ve bu tabaka üzerinde yatay uzanma ya da yayılma özellikli kısa boylu bitkiler yetiştirilen, ekseriya içine girilemeyen, hafif ağırlıklı bir sistemdir. Bu çatıların tesisinde kuvvetli ve kuraklığa dayanıklı bitkiler kullanılır. Bu bitkiler; yosunlar, kuraklığa toleranslı bazı çayırlar ve çok yıllık kır çiçekleri, özellikle yosun/sedum, sedum/yosun/şifalı otsu bitki, sedum/çayır/şifalı otsu bitki ve çayır/şifalı otsu bitki karışımlarıdır (Şekil 1). Bu bitkilerin yetiştirilmesi ve bakımı kolay, ve düşük masraflıdır. Bu tip yeşil çatılarda drenaj tabakası kalınlığı yaklaşık 3 cm, fakat tek tabakalı sistemde böyle bir tabakaya gerek yoktur (Şekil 2). Hatta sulama sistemi de genelde gereksizdir. Normalde çatı eğimi %2 ile %70 arasında, istisnai durumlarda %100'e kadar çıkabilir. Ancak %35'den daha dik eğimli çatılarda yağış sularının aşırı yüzeysel akış hızı erozyona neden olur. Bu erozyona karşı önlem almak gerekir. Bu çatı tipinde yapıya yüklenen yeşil çatı yükü 60-240 kg/m^2 dolayındadır.

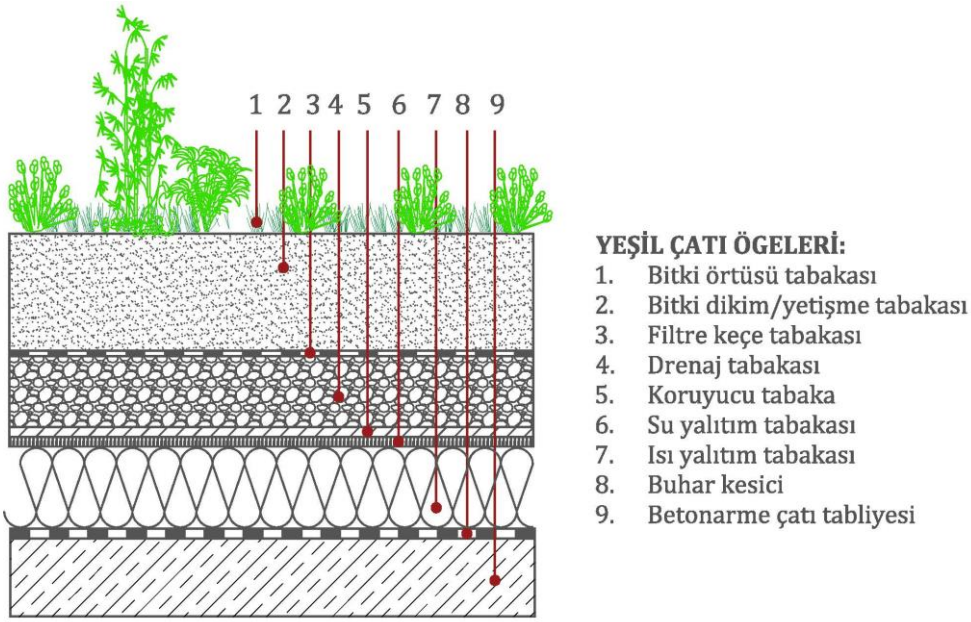


Şekil 1. Yüzeysel bitkilendirilmiş yeşil çatılarda kullanılabilecek bitki örnekleri [10]



Şekil 2. Yüzeysel bitkilendirilmiş standart bir yeşil çatının yapısal kesiti.

Yarı-yoğun bitkilendirilmiş yeşil çatılar, yüzeysel bitkilendirilmiş yeşil çatılar ile yoğun bitkilendirilmiş yeşil çatıların iyi özelliklerini birleştiren, zengin bitki çeşitliliğine sahip ve içine girilebilir bir ara formdur. Bu tip çatılar, büyük olasılıkla, çatı yükünün 180-350 kg/m^2 olduğu ve çeşitli boyutta bitkilerin kullanıldığı yerlerde söz konusu olur. Bu çatılarda; çayır/şifalı otsu bitki, çok yıllık kır çiçekleri/odunsu bitki, odunsu bitki/şifalı otsu bitki karışımları ve odunsu bitkiler kullanılır. Bu bitkilerin yetişme tabakası derinliği yaklaşık 15-25 cm'dir (Şekil 3). Drenaj tabakası kalınlığı da 3-5 cm'dir. Çatı eğimi %2 ile %10 arasında değişir. Bakım istekleri vasattır. Kurak dönemlerde sulama gerektirir. Bitki türlerine bağlı olarak gerektiğinde budama ve gübreleme yapılır. Bu tip yeşil çatılarda, yüzeysel bitkilendirilmiş yeşil çatılara göre daha yoğun işçi kullanımı söz konusu olur. Keza, sulama ve gübreleme de çok önemlidir.

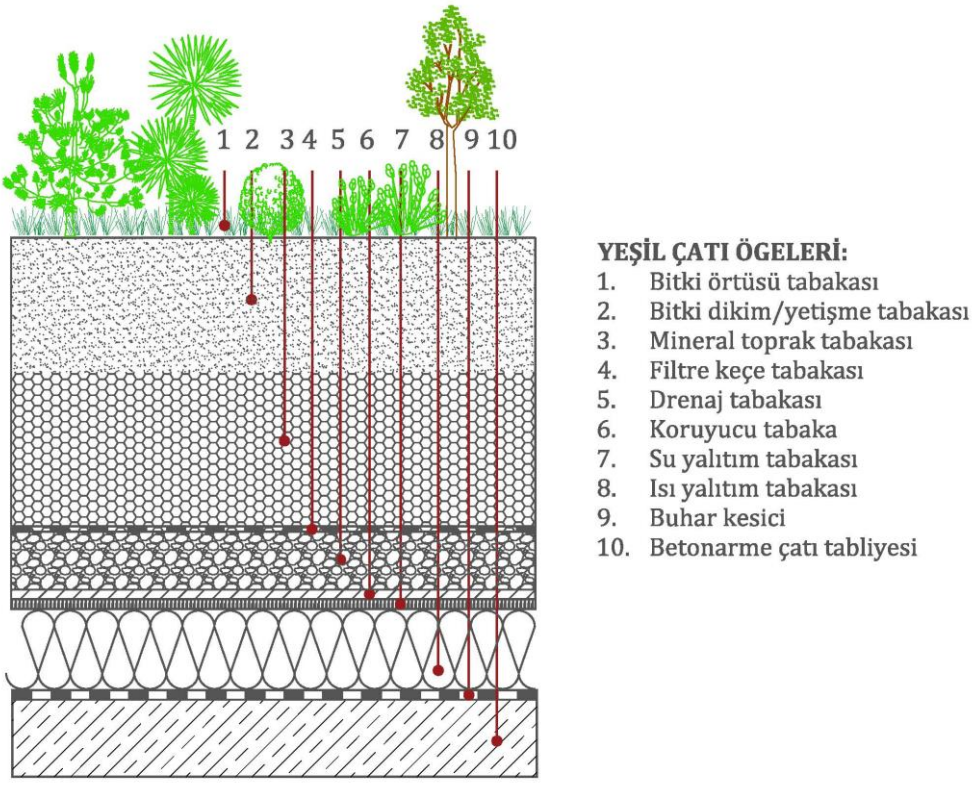


Şekil 3. Yarı-yoğun bitkilendirilmiş standart bir yeşil çatının yapısal kesiti.

Yoğun bitkilendirilmiş yeşil çatılar ise, bitki yetişme tabakası 25 cm'den daha derin, çatı eğimi %2 ile %10 arasında, çatı yüzeyi dolaşma, oturma, hoşça vakit geçirme için uygun, yalıtım özellikleri ve yağış suyu düzenlemeleri iyi, bitki çeşitliliği bol ve zengin, ve drenaj tabakası 10 cm'den daha derin bir sistemdir. Bu tip yeşil çatılarda rüzgâra duyarlı bitkiler ile büyük odunsu bitkiler hariç, yerel koşullara uygun hemen hemen sınırsız çeşitli bitkiler kullanılır (Şekil 4), bakım istekleri yüksek, sulama ve gübreleme önemli ve sulama sistemleri yeterli ve süreklidir. Bitki yetişme tabakalarının derinliği bazı durumlarda 25 cm'den çok daha fazladır (Şekil 5). Ancak çim için, 15-20 cm derinliğinde bir bitki yetişme tabakası yeterlidir. Bu sistemde çatının yük taşıma kapasitesi 350 kg/m^2'den fazladır. Çatı üstündeki yapılaşmanın durumuna göre bu kapasite 1500 kg/m^2'ye kadar yükselebilir. Çünkü yoğun bitkilendirilmiş yeşil çatıların kompozisyonunda çeşitli bitki türleri ile birlikte, asfalt, çakıl ya da parketaş yolar, teraslar, ahşap döşemeler, su yüzeyleri vb ögeler yer alır. Bu yüzeyler ve ögeler aynı bitki yetişme tabakası ve diğer tabakalar üzerine inşa edilir. Bunların varlığı, yoğun bitkilendirilmiş yeşil çatıların yapı üzerine bindirdiği yükün miktarını artırır.



Şekil 4. Yoğun bitkilendirilmiş yeşil çatılarda kullanılabilecek bitki örnekleri [11].



Şekil 5. Yoğun bitkilendirilmiş standart bir yeşil çatının yapısal kesiti.

YEŞİL ÇATI ÖGELERİNİN ÖZELLİKLERİ

Her yeşil çatı, kendi ortam ve koşullarına uygun olarak tasarlansa da, esasta yeşil çatı sistemi; su geçirmez membran tabakası, kök tutucu tabaka, drenaj tabakası, filtre keçe tabakası, gerektiğinde su depolama tabakası, bitki dikim ya da yetişme tabakası veya toprağı, bitki örtüsü tabakası, sulama sistemi, malç tabakası ve koruyucu örtü tabakası gibi tipik ögelerden oluşur [3,7].

Su geçirmez membran tabakası, yapısal çatının üst yüzeyine uygulanır. Bu membran çok çeşitli tipte olur. Ancak hepsinin görevi, betonarme yapıya su sızıntısını önlemektir. Aslında bütün çatılarda bir şekilde su geçirmezlik sağlanır. Lakin, yapısal çatının üstüne yeşil çatı uygulaması söz konusu olduğunda, yapısal yüzeye su geçirmez membran tabakasının tesisi özellikle önem taşır.

Kök tutucu tabaka, ya su geçirmez membran tabakasının içinde kimyasal önleyici, ya da drenaj tabakasının üstünde filtre keçe tabakasında fiziksel engelleyici geotekstil malzeme olarak kullanılır.

Drenaj tabakası, yeşil çatı sisteminin başarısı için esastır. Bu suretle bitki dikim ya da yetişme tabakasında aşırı su birikmesi önlenir ve bitki kökleri için havalanma ortamı sağlanır. Bu tabakanın derinliği yeşil çatı tipine göre değişir.

Filtre keçe tabakası, geotekstil malzemeden oluşur. Drenaj tabakası ile bitki yetişme tabakası arasına serilir. Bu tabaka, bitki dikim ya da yetişme tabakasından drenaj tabakasına ince toprak partiküllerinin geçişini engeller, ancak su drenajını sağlar.

Su depolama tabakası, su tutan bir malzeme ile oluşturulur. Örneğin, hidrosel gibi malzemeler suyu tutma özelliğine sahiptir.

Bitki yetişme tabakası, içinde bitki köklerinin yaşadığı ve geliştiği toprak ortamıdır. Bu tabakanın kompozisyonu; kullanılan malzemenin su tutma kapasitesi, ağırlığı, besleyici madde miktarı ve havalanma özelliği ile ilgilidir. Bu bakımdan malzemenin gözenek yapısı, tane boyutu, besleyici madde taşıma özelliği ve kompozisyon oranı önemlidir.

Bitki örtüsü tabakası, yeşil çatı tasarımında önemlidir. Bu tabaka için bitki seçimi, çatı tipine ve ortam koşullarına uygun olarak yapılır. Bitki isteklerine uygun gerekli su, ortamında mevcut olmalıdır. Bitki seçiminde su ve gübre istekleri benzer olan bitkilerin bir araya getirilmesi önemlidir.

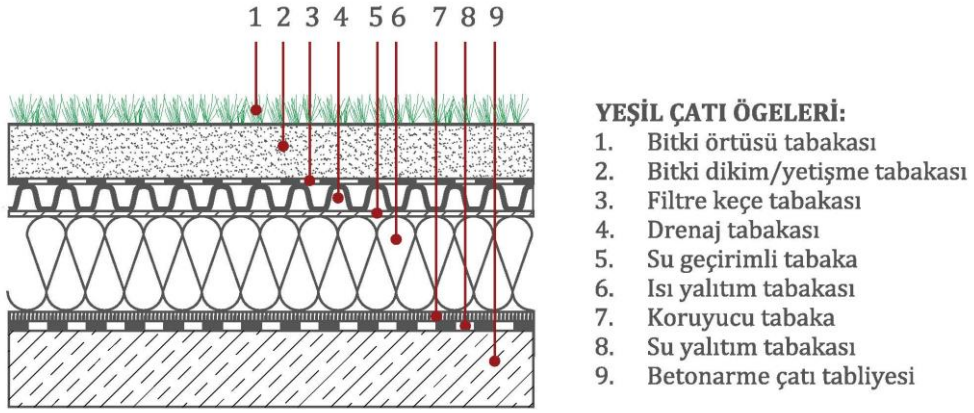
Yeşil çatılarda sulama yağmurlama ve damlama sistemleri ile yapılır. Bu sistemler otomatik kontrolörle daimi bir su kaynağına bağlanır. Bu sistemler sulamaya ihtiyaç olduğunda çalıştırılır.

Malç tabakası, bitki yetişme tabakasını aşırı sıcaktan ve şiddetli rüzgârdan korur. Bu tabaka, organik ya da inorganik malzemelerden oluşur. Organik malzemeden oluşan malç tabakası zamanla ufalanır, bitki yetişme tabakası ve bitkiler için komposta dönüşür. Bu nedenle organik malç tabakası periyodik olarak yenilenir. Çakıl taşı gibi inorganik bir malç tabakası daha uzun ömürlüdür. Fakat doğrudan bir gübreleme etkisi yoktur.

Koruyucu örtü ya da örgü tabakası, özellikle yapının üst seviyelerinde şiddetli rüzgârlara karşı malç tabakasını yerinde tutmak için söz konusu olur. Bu amaçla kaba kendir halat örgüler yaygın olarak kullanılır.

YEŞİL ÇATILARDA TASARIM İLKELERİ

Çatılar, soğuk çatılar ve sıcak çatılar olarak ayrılır. Soğuk çatılar çok eğimli çatılardır. Eğim değerleri %25 ve daha fazladır. Bu çatılar, genel olarak, ahşap, metal veya betonarme olarak yapılır. Sıcak çatılar, az eğimli çatılardır. Eğim değerleri %0 ile %25 arasındadır. Bunlar sızdırmaz çatılardır. Bu çatılarda yeşil çatı kaplaması altında önce su yalıtımı, sonra ısı yalıtımı, duruma göre buhar kesici ve daha sonra da betonarme çatı tabliyesi yer alır. Kapalı bir mekânın üstünü örten sıcak çatılarda su buharı oluşur. Eğimi %1-5 arasında olan sıcak çatılar, geleneksel teras çatı, ve ters teras çatı tipinde yapılır. Geleneksel teras çatılarda su yalıtım tabakası ısı yalıtımının üstünde yer alır. Isı yalıtımının altına yüksek performanslı buhar kesici, örneğin cam tülü taşıyıcılı polimer bitümlü örtü uygulanır (Şekil 2). Ters teras çatılarda, ısı yalıtımı su yalıtım tabakasının üstünde yer alır (Şekil 6). Yeşil çatılarda, bitki köklerine dayanıklı özel su yalıtım malzemeleri kullanılır.



Şekil 6. Yüzeysel bitkilendirilmiş standart bir ters yeşil çatının yapısal kesiti

Yeşil çatılar tasarlanırken ilk iş olarak çatının yapısı ve yük taşıma kapasitesi incelenir. Yeni yapılarda yeşil çatı formu mimari tasarımın ilk aşamasında belirlenir. Çatı tasarımı buna göre yapılır. Böylece, geçirimli ve geçirimsiz yeşil çatı tabakalarının tasarımı ve uygulaması mümkün olur.

Yeşil çatıları tasarlarken, yerel iklimin ve bu iklimin özel niteliklerinin incelenmesi önemlidir. Sadece aylık ortalama sıcaklıklara ve birkaç yıllık nispi neme bakarak ekstrem koşulların gerçek durumu algılanamaz; ancak aylık, hatta günlük değerlere inen incelemeler tasarımcılar için daha faydalı bilgiler verir. Tasarımda yüksek katlı yapıların etrafındaki rüzgâr hareketlerinin bilinmesi gerekir. Rüzgâr hızı yükseklikle artar. Bu hız, örneğin onuncu katın üstünde onuncu katın altındakinden daha yüksek değere ulaşır. Yüksek rüzgâr hızı bitkilerin seçimi ve gelişme koşulları, bitkilerin ve sistemin yapısal kapasitesi üzerinde etkili olur.

DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Yeşil çatı tasarımında, çatının yapısal formu ve yük taşıma kapasitesi önemlidir. Bu bilgilerle ve bölgesel iklim özellikleri ile yapının yeşil çatı tipi ve formu daha tasarım aşamasında belirlenir. Ancak böyle bir çalışma için yapı projesi mimari grubunun yeşil çatı tasarımı, uygulaması ve bakımı konularında donanımlı ve deneyimli olması gerekir. Yeşil çatı tasarımı, mimari kararla başlar, statik hesapla filizlenir, inşai uygulama ile şekillenir, ve su yalıtımı, ısı yalıtımı, kök bariyeri, drenaj, filtre keçe, dikim toprağı, bitki örtüsü, sulama sistemi ve malç tabakası ile tamamlanır. Bu suretle, yapı ile bitkiler bağdaşıp bütünleştiğinde ekolojik, estetik, psikolojik ve ekonomik pek çok faydalar elde edilir [5]. Şöyle ki:

- Yeşil çatılar yapılarda mevsimlere göre değişen termal performans ve çatı yalıtımı sağlar. Örneğin, bitkilerde yazın fotosentez ve terlemenin ve toprakta buharlaşmanın etkisiyle çatı membranı tarafından emilen solar enerji miktarı azalır. Çatının altında serinleme meydana gelir. Yeşil çatı, yazın çatının ısınmasını önler, kışın iç ısıyı yansıtır ya da emer. Bu durum enerji tüketimini ve masrafları azaltır.

- Yeşil çatılar kentlerde hava kalitesinin iyileşmesine yardım eder. Bu olay fotosentezle havadaki karbon dioksitin kullanılması ve oksijenin üretilmesi, ozon üretiminin ana nedeni olan kent ısı adası etkisinin zayıflatılması, ağır metallerin, toz, mikrop ve diğer organik bileşenlerin filtre edilmesi ile gerçekleşir.

- Yeşil çatılarda dikim toprağı, bitkiler ve hava tabakaları, bir bütün olarak, gürültü kirliliğini azaltabilir. Çünkü bu çatılar, geleneksel çatılara göre daha fazla gürültü yalıtımı özelliğine sahiptir. Nitekim yapılan bir çalışma, bir yeşil çatının geleneksel bir çatıya göre gürültü kirliliğini 8 dB kadar azalttığını göstermiştir [6].

- Yeşil çatılar, hem biyolojik çeşitlilik, hem de yaban hayatı bakımından geleneksel çatılara göre büyük üstünlüklere sahiptir. Bu üstünlükler; yeşil çatılarda dikim toprağı olarak yerel malzemenin kullanılması, mikro habitat için dikim toprağı derinliğinin değişmesi, bitkilendirmenin yerel bitki ve tohum karışımı ile yapılması, ölü odun ve yaşlı dallarla çatının biyolojik çeşitliliğinin arttırılması ile sağlanır.

- Yeşil çatıların en büyük ekolojik yararı, yağmur suyunu düzenleme kapasitesidir. Yeşil çatılar, yağmur suyunu bitkiler üzerinde ve dikim toprağı içinde depolar. Sonra bu suyun bir kısmı buharlaşma ile tekrar atmosfere ulaşır. Bu depolanan ve buharlaşan suyun miktarı, büyük ölçüde, dikim toprağı cinsine, derinliğine ve kullanılan bitki tipine bağlıdır. Bu özelliği ile yeşil çatılar, yağmur suyu drenaj sisteminde yüzeysel akış ve olası yerel sel oluşum riskini azaltıcı bir etki yapar.

- Yeşil çatılar, yeşil mekânlar ve doğayla etkileşim, insanın kentsel yaşam stresini ve zihinsel sağlık sorunlarını iyileştirmede doğal ilacıdır. Bu tip çatılar, kentsel yerleşimlerde, insanın betondan ve asfalttan soyutlanmış dinlenme, iş verimini yükseltme ve sağlıklı yaşama mekânlarını oluşturur.

- Kentlerde yollar, kaplamalar, geleneksel çatılar ve diğer koyu yüzeyler solar radyasyonu emer ve bu ısıyı atmosfere geri yansıtır. Bu elemanlar hava sıcaklığını arttırır. Bitkiler ısıyı emer, terleme ya da buharlaşma sırasında kullanır. Bu nedenle yeşil çatılar, hem kent sıcaklığının ya da kent ısı adası etkisinin azalması, hem de havadaki toz, duman ve kimyasal kirleticilerin temizlenmesi bakımından önemli rol oynar. Büyük kent merkezleri ile kırsal çevreler arasındaki sıcaklık farkı 5°C'ye kadar çıkar. Sıcaklık farkındaki azalma, atmosferdeki duman, toz ve zararlı kimyasallar üzerinde pozitif etki yapar.

Bu yararları doğru algılanabildiği takdirde, yeşil çatılar toplum bilincinde anlam kazanır. İnandırıcı, gerçekçi ve gerekli yeşil çatı politikası inşaat sektöründe yönlendirici olur. Yüksek tesis maliyeti zamanla yarara dönüşür. Yasa, yönetmelik, şartname ve analizlerde yerini alır.

Geleceğin kentleri, konutları ve işyerleri, doğa ile mekân paylaşan insanlarıyla, daha yeşil, daha temiz, daha serin ve daha sakin ortamlara yeşil çatılarla kavuşabilir. Ancak bu süreç, özel bilgi ve tasarım yeteneği, uygun teknoloji, deneyim, yakın ilgi, bilinçli ve sorumlu bir uğraş gerektirir.

KAYNAKLAR

[1] Dalley, S., 2013. The Mystery of the Hanging Garden of Babylon: an elusive World Wonder traced, Oxford University Press.
[2] Finkel, I., & Seymour, M., 2008. *Babylon: City of Wonders*, British Museum Press, Londra.
[3] Hopkins, G. & Goodwin, C., 2011. Living Architecture, Green Roofs and Walls. CSIRO Publishing, Australia.
[4] Özdemir, E., Altun, M.C., 2010. Bitkilendirilmiş Çatı Sistemi Tasarımı İçin Bir Kontrol Listesi Önerisi, 5. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu (15-16 Nisan 2010), Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
[5] Seçkin, N.P., 2011. "*Güneşe Yaklaşan Yeşil Örtüleri Algılarken*". Mimarlıkta Malzeme, Sayı 20, s.42-50, TMMOB Mimarlar Odası İstanbul Büyükkent Şubesi Yayını, İstanbul.
[6] Stater, D., 2008. Green Roofs: Sustainability from the Top Down, A Senior Project, University of California.
[7] Türkeri, N., Altun, M.C., Göçer, C., 2011: İstanbul'da mevcut çatı sistemi ile bitkilendirilmiş çatı sistemi ısıl performanslarının karşılaştırılmalı değerlendirilmesi, Megaron,6(1):21-29, Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
[8] Zimmermann, A. (ED). 2008. Constructing Landscape. Materials, Techniques, Structural Components. Birkhauser, Berlin.
[9] Zimmermann, 2015. Planning Landscape Dimensions, Elements, Typologies. Birkhauser, Basel.
[10] http://www.perennialresource.com/encyclopedia/view/?plant=905 (Mart, 2016)
[11] http://plantinfo.co.za/ (Mart, 2016)

BURSA'DA BULUNAN GELENEKSEL AHŞAP YAPILARIN ÇATI VE CEPHE DETAYLARININ İNCELENMESİ

Ayşegül Saydamer [1]
M. Bilal Bağbancı [2]

Konu Başlık No: 8 Tarihi Yapılarda Çatı ve Cepheler

TÜRKÇE ÖZET

Bildiri kapsamında, Bursa'da bulunan geleneksel ahşap yapıların çatı ve cephe özellikleri, kullanılan malzemeler, yapım teknikleri ve taşıyıcı sistemleri incelenmiş ve bu yapıların farklı ilçe ve köylerde farklılık gösterip göstermediği araştırılmıştır. Durumun anlaşılabilmesi için değişik ilçe ve köylerdeki konutların çeşitli özellikleri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Sonuç olarak bu konutlarda kullanılan ahşap ve dolgu malzemelerinin değişken olmasına rağmen taşıyıcı sistem kurguları, dış cephe görünüşleri ve çatı sistemlerinin birbirine benzer olduğu, konutların zemin katlarının genellikle yığma taş duvarlardan oluştuğu, üst katların ise arası dolgulu ahşap karkas duvarlarla çevrili olduğu görülmüştür.

ANAHTAR KELİMELER

Geleneksel Ahşap Yapılar, Taşıyıcı Sistem, Kerpiç

ABSTRACT

In the scope of the study, the traditional timber structures of Bursa is analyzed in point of roof and facade features, material properties, construction techniques and construction systems and try to find if these structures have any differences in different towns and villages. In order to understand the situation, the houses which are in various districts and villages various properties were investigated in comparison. As a result, it is observed that although the variables in used timber and fillers in these houses, their construction systems, exterior views and roof systems are similar. In addition to that the ground floors of these houses are usually consists of stone masonry walls around them and their upper floors are wrapped with inter packed timber frame walls.

KEYWORDS

Traditional Timber Structures, Construction System, Adobe

[1] Arş.Gör.Ayşegül SAYDAMER Uludağ Üniv. Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü, Görükle Kampüsü, Bursa. Tel: 0 224 234 82 62 - 0 533 778 89 21, Faks: 0 224 294 21 28, mimayseguls@gmail.com
[2] Doç.Dr.M.Bilal BAĞBANCI Uludağ Üniv. Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü, Görükle Kampüsü, Bursa Tel: 0 224 294 21 47 - 0 545 477 72 21, Faks: 0 224 294 21 28, bilalbagbanci@yahoo.com

1. Giriş

Bursa Osmanlı İmparatorluğu'nun ilk başkenti olma özelliğine sahiptir. Bu nedenle Bursa'da Erken Osmanlı Dönemi yapıları mevcut olup bir kısmı hala ayakta; bir kısmı ise deprem, savaş, olumsuz hava koşulları, terk edilme, yangın vb. nedenlerden ötürü büyük hasar görmüş ve yıkılmıştır.
Yapılan araştırmalar ve incelemeler sonucunda ahşap yapıların tasarımlarında farklı geçme tekniklerinin ve duvar kuşaklama sistemlerinin kullanılması, payanda kullanımı, dikme başlığı kullanımı, bileşimlerde metal kullanımı, kerpiç kullanımı vb. akılcı sistemler sayesinde günümüze kadar varlığını sürdüren dayanıklı ve çevreyle uyumlu yapılar oldukları sonucuna varılmıştır. Periyodik bakımları düzenli olarak yapılmış, korunmasına özen gösterilmiş ahşap yapıların depreme karşı dayanımlarının, insan ve çevreyle uyumlarının en üst düzeyde olduğu görülmüştür.

2. Bursa'da Bulunan Geleneksel Ahşap Yapılar

Geniş bir arazi üzerinde kurulmuş olan Bursa'da konutlar genellikle bahçelidir. Bunun dışında, bahçesi bulunmayıp, parselin tamamına oturtulmuş olan konutlar da bulunmaktadır.
Geleneksel konutlar, yapıldığı dönemin sosyo-kültürel ve ekonomik yapının, teknolojik olanakların yansıması olarak şekillenmiştir. Mahremiyet duygusuyla, zemin katlar, dışarıya kapalı, günlük yaşamın geçtiği iç avluya dönük olarak, birinci katlar sokakla bütünleşecek şekilde biçimlendirilmiştir. Yapılarda insan ölçülerine dayalı kullanım ve fonksiyondan gelen bir ölçü, oran sistemi kullanılmıştır [2].
Bursa'da geleneksel konutlar ahşap karkas sistemle 2 veya 3 katlı olarak inşa edilmiş, duvarlarda tuğla veya kerpiç dolgu kullanılmıştır. Cephe düzenine bakıldığında pencere doğramaları genellikle giyotin tipinde yapılmış, bazı konutlarda ise çift kanatlı doğrama uygulanmıştır. Oda pencereleri yaklaşık 1/2 oranında ve dikdörtgen formunda yapılmıştır.
Çıkma yapılan duvarda, oda genişliğine göre genellikle iki veya üç, yanlarda ise birer pencere açılmış, böylece aydınlık ve ferah mekânlar oluşturulmuştur. Çıkmalar genellikle cepheye paralel olarak dikdörtgen şeklinde yapılmıştır. Bunların dışında verev ve özellikle dar cepheli parsellerde, üçgen çıkma yapılmıştır (Resim 1,2). Bazı yapılarda ise iki çıkma arasında eğrisel şekilli balkon inşa edilmiştir. Çıkmalar, zemin kat duvarına dayatılan eli böğründe veya furuşlarla desteklenmiştir.
Konutlarda saçaklar ortalama 50cm. uzatılmış, duvar ile saçak birleşiminde yapılara göre iki farklı detay uygulanmıştır. Yapıların çoğunda, saçak altının ahşap kaplanıp, duvar birleşiminde de değişik ahşap profillerin uygulanmış, bazılarında ise duvardan saçağa geçişte bağdadi çıtaları üzerine sıva yapılarak oluşturulmuştur. Konutların cephelerinde ise genellikle kireç katkılı veya çamur harç ile sıva yapılmıştır.


Resim 1. Cumalıkızık konutlarında üçgen çıkma


Resim 2. Cumalıkızık konutlarında paralel çıkma [2]

3. Mimari, Taşıyıcı Sistem ve Malzeme Özelliklerinin İncelenmesi

Bursa'da başta Cumalıkızık köyü olmak üzere birçok ilçe ve köyde geleneksel ahşap konutlara rastlanılmaktadır. Bu konutlarda kullanılan ahşap ve dolgu malzemeleri değişken olmakta beraber taşıyıcı sistem kurguları birbirine benzerdir.

3.1. Plan Özellikleri

Cumalıkızık'da özel hayatı korumak amacıyla konutların zemin kat ve avlularının çevresi 3m yüksekliğinde ahşap hatıllı moloz taş ile çevrilmiştir. Bu nedenle dış mekândan konutların içerisini görmek mümkün değildir. Tipik olarak iki değişik plan türü uygulanmıştır. Birinci plan türünde konutların avluları ahşap hatıllı moloz taş duvarla çevrilmiştir. Konutun girişi taşlığa açılmaktadır. Taşlık alanının çevresinde mutfak, depo, tuvalet ve ahır bulunmaktadır. Üst katın zeminiyle desteklenen ahşap sütunlar da bu plan tipinde görülmektedir. İkinci plan türünde konutun çevresinde avlu mevcut değildir. Dış mekândan konuta direk taşlık kısmından girilmektedir. Üst katlar caddeye doğru çıkma yapmaktadır. Odalar sofa denilen ortak mekâna açılmaktadır. Isıtmanın kolay yapılabilmesi için zemin kat yüksekliği alçak tutulmuştur. Diğer kat yükseklikleri zemin kata göre fazladır [3].
Trilye'ye bakıldığında konutlar genellikle tüm Anadolu'da rastlanan Geleneksel Türk Evi özelliğinde inşa edilmiştir. Trilye'de konutlar bitişik nizam konut sırası içerisinde ya da parsellerde yer alır. Avlulu konutlara nadiren rastlanmakla birlikte bu konutlara sokaktan çift kanatlı kapı ile girilir (Resim 4). Genellikle 2 ya da 3 katlı olan konutların bazılarında bodrum kata rastlanmaktadır. Trilye konutlarında, plan dışa yansımaz. Parseller düzgün değildir. Bu nedenle genellikle cephelerde simetri endişesi yoktur. Konutların üst katları yaşam katı, zemin kat ise servis katı olarak düzenlenmiştir. Zemin katta taşlık, ocaklı mutfak ve zeytin mahzeni yer alır. Trilye konutlarında da odalar geleneksel Türk konutunda olduğu gibi genellikle sofaya açılır. Ancak sofa bir geçit alanı niteliğindedir [1].
Görükle'deki konutlar dış sofalı veya orta sofalı plan tipindedir. Binaların zemin katları bahçe ile ilişkilidir. Islak mekânlar zemin katlarda; odunluk, ahır gibi servis mekânları ise bahçede bulunmaktadır. Konutların inşa edildikleri dönemde Görükle'de ipek böceği yetiştirildiğinden dolayı sofalar ve odalar büyüktür. Zemin katta tütün kurutulan odalar bulunmaktadır [6].


Resim 3. Cumalıkızık avlulu konut


Resim 4. Trilye avlusuz konut


Resim 5. Görükle ahşap konut [10]

3.2. Geleneksel Yapım Teknikleri ve Taşıyıcı Sistem Özellikleri

Cumalıkızık konut yapımında genellikle yöresel malzeme kullanılmıştır. Çoğunlukla iki veya üç katlı olan bu konutların zemin katları ahşap hatıllı moloz taş duvar, üst katları ise kerpiç dolgulu ahşap iskelet sistem ile oluşturulmuştur. Yöresel ve dayanıklı bir malzeme olmasından dolayı ahşap taşıyıcı sistemde genellikle kestane ağacı kullanılmıştır. Duvar örümlerinde çıtaların arasına kerpiç ve çamur sıva uygulanmıştır. Bu tür yapım sistemine Türkiye'de 'Hımış' denilmektedir. Bu yapım sisteminde ahşap iskelet ve tuğla, kerpiç ve taş duvarlar uygulanmıştır [3]. Bu konutlarda çift tabanlı ahşap karkas sistemi uygulanmıştır (Resim 6). Zemin katlar ahşap hatıllı moloz taş duvar olarak inşa edilmiştir. Taş duvarlar arasında ahşap hatıllar bulunmaktadır. Bu hatıllar tüm kat duvarları boyunca devam etmektedir. Zemin kat taş duvarlarının üzerinde ahşap taban kirişi bulunmaktadır. Bu taban üzerindeki ahşap dikmeler üst kat duvarlarını oluşturmaktadır [9].
Trilye evlerinin büyük bölümünde zemin katlar yığma tekniği ile taş malzeme kullanılarak yapılmıştır. Yöredeki Müslüman Türk halkın konutlarında kullanılan taşlar hemen hiç işlenmeden duvar örgüsüne katılmıştır. Bu konutlardaki taş duvar örgüsü ahşap hatıllarla desteklenmiştir. Trilye konutlarının bir

kısmında yapının dış duvarlarının tamamı yığma tekniği ile taş malzemeden yapılmıştır. Bu tip konutlar çıkmasızdır. Üst katlarda bölücü duvarlar ahşap taşıyıcıların üzeri bağdadi kaplanarak yapılır. Tamamı ahşap karkas konutlara da rastlanmaktadır. İskeletin yapımında kullanılan ahşaplar yerine göre düzgün kare ya da dikdörtgen kesitlidir. Kat kirişlerinin çıkma mesafesi kadar dışa taşırılarak taşıyıcı bir kirişe oturtulması ile oluşturulan çıkmalar payandalarla desteklenmiştir [1].
Görükle evlerinde duvarlar ahşap karkas arası dolgu tekniğinde inşa edilmiştir. Ahşap elemanlar geçmeli olup mıhlar yardımıyla birleştirilmiştir (Resim 10, 11) Mübadele sonrası göçmenlerin yaptıkları binalarda zemin katlar ahşap hatıllı moloz taş duvar, birinci katlar tuğla dolgulu ahşap karkas duvardır. Zemin katın taş yığma, birinci katın taş dolgulu olduğu örnekler de görülmektedir. Çıkmalar dikdörtgen ve üçgen formda düzenlenmiş, döşeme kirişleri uzatılarak yapılmış ve payandalar yardımıyla desteklenmiştir [6].
Mudanya'da yapıların çoğunluğunun ahşap karkas sistemli yapılar olduğu görülmektedir. Bundan daha az oranda görülen kâgir yapılar ise tuğla ve taş malzeme ve her iki malzemenin bir arada kullanıldığı yapılardır [5].
Gölyazı'da yapılan araştırmalar, eski köy konutlarının pek çoğunun yapımında antik çağdan kalma taşlar kullanıldığını kanıtlamıştır. Bu konutların zemin katları ahşap hatıllı moloz taş duvar, üst katları ise kerpiç dolgulu ahşap iskelet sistem ile oluşturulmuştur.
Misi köyü geleneksel sivil mimari örneklerin çoğunluğu zemin katları taş, üst katları ise çok pencereli ahşap karkas sistemde inşa edilmiştir [7].



Resim 6. Cumalıkızık çift tabanlı ahşap konut



Resim 7. Gölyazı ahşap konut [10]



Resim 8. Trilye ahşap konut



Resim 9. Cumalıkızık ahşap konut



Resim 10. Mıh çivileri



Resim 11. Ahşap geçme [2]

3.3. Cephe Özellikleri

3.3.1. Cephe Elemanları

Cumalıkızık konutlarının zemin katları ahşap hatıllı moloz taş duvardır. Bu duvarlar genellikle yakın çevredeki dere yataklarından elde edilen taşlar ile oluşturulmuştur. Taş duvarların arasında zemine paralel olarak 80–100 cm aralıklarla üst kata kadar tekrarlanan ahşap hatıllar bulunmaktadır. Cumalıkızık konutlarında üst katlarda ahşap iskelet arasında kerpiç dolgu malzemesi görülmektedir. Cumalıkızık'daki bazı konut örneklerinde duvarların bağdadi tekniği kullanılarak oluşturulduğu da görülmüştür. Cumalıkızık geleneksel ahşap zemin kat duvarları sıvasız bırakılmıştır. Bu konutların üst kat duvarlarında toprak, saman ve kireçten oluşan geleneksel sıva kullanılmıştır. Bağdadi tekniği ile oluşturulmuş duvarlarda ise kıtıklı kireç harcı veya kıtıklı kireç–alçı karışımından oluşan harç kullanılmıştır. Sıva üstleri pek çok örnekte çivit mavi, yeşil, sarı ve beyaz renkler ile boyanmış, bazı evlerde ise sıvasız ve boyasız bırakılmıştır. Cumalıkızık geleneksel ahşap konutlarının dış kapılarına bakıldığında bu kapıların yapı avlusuna veya bahçeye açıldığı görülmektedir. Kapılar genellikle 2 kanatlıdır. Dış kapıların üstünde avlunun hava ve ışık almasını sağlayan boşluklar bulunmaktadır. Cumalıkızık geleneksel konutlarının pencere düzenlerine bakıldığında zemin katlarında yalnızca hava almayı sağlayan boşlukların bulunduğu, bu katlarda mahremiyet olgusu nedeniyle pencereye olmadığı görülmüştür. Bu yapılarda farklı pencere türleri bulunmakla birlikte en çok ortadan yanlara doğru içe açılan çift kanatlı pencere olduğu görülmektedir. Bu pencerelerin önünde genellikle mahremiyet nedeniyle ahşap kafes ve parmaklıkların olduğu görülmüştür [8].

Trilye konutlarının zemin kat duvarları taştan yapılmıştır ve bu duvarların çoğunluğu sıvalıdır. Üst katlardaki ahşap bağdadi duvarlarda kapı ve pencere boşlukları ahşabın taşıyıcılık özelliğine bağlı olarak düzenlenmiştir. Trilye konutlarının dış kapılarının üzerinde çoğunlukla kapı genişliğinde genişlikte olan tepe pencereleri bulunur. Bu pencerelerin üzerleri demir parmaklıdır. Genellikle çift kanatlı ve ahşap olan kapılar basit fakat dayanıklıdır. Kapı kanatlarının bazılarının üzerinde basit geometrik motifler bulunmaktadır. Trilye konutlarının pencereleri incelendiğinde bu pencerelerin boyutlarının ihtiyaca ve mekânların fonksiyonlarına göre belirlendiği görülmektedir. Bu nedenle zemin kat pencereleri, diğer katların pencerelerine oranla daha küçüktür. Ancak bazı konutlarda zemin katlar da yaşam katı olarak düzenlendiğinden zemin ve üst katların pencereleri boyut ve düzen bakımından aynıdır. Üst katların pencereleri genellikle 1/2 oranlıdır. Bu pencereler genellikle çift kanatlıdır. Bu pencerelerden daha az oranda olmakla birlikte düşey sürgülü (giyotin) pencerelere de rastlanmaktadır. Trilye konutlarının pencerelerinin büyük bölümünde dövme demirden yapılmış parmaklıklar bulunmaktadır. Bununla birlikte bu konutların pencerelerinde sıklıkla görülen bir eleman ise kepenklerdir. Ahşaptan yapılmış ve çift kanatlı olan bu kepenklerin bir kısmı günümüzde artık kullanılmamaktadır. Trilye konutlarının çoğunda balkonlara da rastlanılmaktadır. Balkonların büyük bölümü, ahşap kirişlerin balkon genişliği kadar dışarıya taşırılarak, eliböğründelere taşıtılması ile oluşturulmuşlardır [1].

Görükle konutlarının duvarları ahşap karkas arası dolgu tekniğinde inşa edilmiştir. Ahşap elemanlar geçmeli olup mıhlar yardımıyla birleştirilmiştir. Dolgu malzemesi yapıldıkları döneme göre farklılık göstermektedir. Rumlardan kalma binalarda tüm katlar moloz taş dolguludur. Mübadele sonrasında göçmenlerin yaptıkları binalarda ise zemin katlar ahşap hatıllı moloz taş duvar, 1. katlar tuğla dolgulu ahşap karkas duvardır. Zemin katın taş yığma 1.katın taş dolgulu olduğu örnekler de vardır. Duvarlar kerpiç sıva ile sıvanıp kireç badana yapılmıştır. Dış cephenin kerpiç sıva ile sıvandığı veya sıvasız bırakıldığı örneklere rastlanmıştır. Bu konutlarda çıkmalar dikdörtgen ve üçgen formda düzenlenmiş, döşeme kirişleri uzatılarak yapılmış ve payandalar yardımıyla desteklenmiştir. Çıkma altları kaplamasız bırakılmıştır. Saçak altları da kaplamasız olup, alın tahtası kullanılmamıştır. Görükle konutlarının kapıları incelendiğinde genellikle çift kanatlı ve ahşap olarak yapıldığı görülmektedir. Pencerelere bakıldığında ise üst katlarda pencerelerin daha yoğunlukta olarak bulunduğu ve alt kat pencerelerinin üst katlara oranla daha küçük boyutlu tasarlandığı görülmektedir.

Misi köyü geleneksel yapı cephelerinde mümkün olduğu kadar çok pencere kullanılmıştır. Bu pencerelerin oluşumunda fonksiyon ön planda tutulmuştur. Cephedeki boşluklar belirli oranlar

içerisinde tutulmuştur. Zemin katlarda yapı mahremiyetini korumak amacıyla genellikle pencere açılmamıştır. Bu katlarda açılan pencereler olabildiğince küçük tutulmaya çalışılmıştır. Cephedeki bazı elemanlardan ara dikmeler, kirişler ve pervazlar ahşabın doğal renginde bırakılmıştır. Sıvalı yüzeylerde ise kirli sarı, yeşil ve çivit mavisi renklerinin çeşitli tonları kullanılmıştır.

3.3.2. Malzeme Özellikleri

Cumalıkızık konutlarında malzeme olarak genellikle moloz, ahşap ve kerpiç kullanılmıştır. Yöresel ve dayanıklı bir malzeme olmasından dolayı ahşap taşıyıcı sistemde genellikle kestane ağacı kullanılmıştır. Duvar örümlerinde çıtaların arasına kerpiç ve çamur sıva uygulanmıştır [3]. Konutların dolgu malzemesi genellikle yörede bulunan kırmızı topraktan yapılmış olan kerpiçtir. Zemin kat duvarları sıvasız bırakılan geleneksel ahşap konutların üst kat duvarlarında toprak, saman ve kireçten oluşan geleneksel sıva kullanılmıştır. Bağdadi tekniği ile oluşturulmuş duvarlarda ise kıtıklı kireç harcı veya kıtıklı kireç–alçı karışımından oluşan harç kullanılmıştır [8].
Trilye konutlarının yapımında taşıyıcı olarak kullanılan malzemeler taş ve ahşaptır. Taş malzeme; yapıların temellerinde, bodrum kat ve zemin kat duvarlarında, bazı evlerin dış duvarlarının tümünde kullanılmıştır. Ahşap üst katların taşıyıcılarında, merdiven konstrüksiyonlarında, kapı ve pencere doğramalarında, balkon ve merdiven korkuluklarında, bölücü kafeslerde, tavan ve döşeme kaplamalarında, çatı yapımında ve bazı konutların dış cephe kaplamalarında kullanılmıştır. Taşıyıcı dikmeler arasında kullanılan malzeme çeşitlilik gösterir. Genellikle iskeletin arasında kalan yüzeylerin içten ve dıştan ince çıtalarla kaplandığı bağdadi sistem tercih edilmiştir. Müslüman halkın konutlarında dolgu malzemesi olarak kerpiç kullanılmıştır. Bazı konutlarda tuğla yalın, bazılarında ise taş ile karıştırılarak dolgu malzemesi olarak kullanılmıştır. Sıvalarda ise genellikle kireç harçlı ahşap yongası ve kıtık kullanılmıştır [1].
Görükle'de geleneksel mimaride kullanılan yapı malzemeleri genel olarak ahşap, tuğla, taş, kerpiç, sıva enser, mıh ve kalamuttur. Duvarlar ahşap karkas arası dolgu tekniğinde inşa edilmiştir. Dolgu malzemesi yapıldıkları döneme göre farklılık göstermektedir. Rumlardan kalma binalarda tüm katların moloz taş dolgulu olduğu görülmektedir. Mübadele sonrası göçmenlerin yaptıkları binalarda ise zemin katlar ahşap hatıllı moloz taş duvar, birinci katlar tuğla dolgulu ahşap karkas duvardır. Zemin katın taş yığma, birinci katın taş dolgulu olduğu örnekler de görülmektedir. Duvarlar kerpiç sıva ile sıvanıp kireç badana yapılmıştır [6].
Mudanya'daki konutların çoğunlukla ahşap karkas sistemli yapılar olduğu görülmektedir. Daha az oranda bulunan kâgir yapılarda ise tuğla ve taş malzeme kullanılmıştır [5].
Gölyazı konutlarında malzeme olarak genellikle taş ve ahşap kullanılmıştır. Bu konutlarda dolgu malzemesi olarak genellikle kerpiç ve tuğlanın kullanıldığı görülmüştür.
Misi konutlarında yapı malzemesi olarak taş, ahşap ve kerpiç kullanılmıştır. Kerpiç, ahşap karkas yapılarda dolgu malzemesi olarak, yığma yapılarda ise taşıyıcı olarak kullanılmış ve ahşap hatıllarla desteklenmiştir [7].

3.3.3. Çatı Özellikleri

Cumalıkızık geleneksel ahşap konutlarında beşik ve kırma çatı formları ile karşılaşılmaktadır. Genellikle oturtma çatı konstrüksiyonuna sahip olan geleneksel konutlarda 6/12 cm, 7/14cm, 8/16cm kesitlerindeki ahşap kirişler, uçları taşıyıcı duvarlar üstündeki taban kirişine oturacak şekilde yerleştirilmiştir. Araları her bir konuttaki mekân genişliğine ve çatı yüküne bağlı olarak değişmektedir. Örtü malzemesi alaturka kiremit olan çatılarda saçak genişliği 60–120cm arasında değişmektedir [8]. Çatılarda herhangi bir tavan oluşturulmamıştır. Bu nedenle kirişler, dikmeler ve çapraz çatkılar dışarıdan görülebilmektedir.
Trilye konutlarının büyük bölümünde çatılar oturtmadır. Çatı yükleri, dikmeler aracılığıyla doğrudan son kat ve tavan kirişleri üzerine oturtulan taşıyıcı kirişlere ve dolayısıyla duvarlara aktarılır. Kırma

olarak düzenlenmiş olan çatıların eğimi %25-30 arasında değişmektedir. Çatı konstrüksiyonunun üzeri ahşap kaplama tahtaları ile kaplanmıştır. Çatı örtüsü alaturka kiremittir [1].
Görükle'deki sivil mimarlık örneği yapıların çatı örtüsü ve çatı döşemesi yapımında yöreye özgü kalamut kullanılmıştır. Ahşap çatı makaslarının üzerine çıtalarla ızgara sistem oluşturulmuş, bunun üzerine de kalamut serilmiş ve çıtalara sabitlenmiştir. Kalamutların üstü kerpiç harç ile sıvanmış ve alaturka kiremit ile döşenmiştir [6].
Mudanya konutlarında çatılar genellikle kırma ve beşik sistemde oluşturulmuştur. Bu çatıların üzerleri genellikle marsilya kiremit ile kaplanmıştır. Alaturka kiremit ile kaplanmış çatılar da yoğun olarak görülmektedir [5].
Misi'de bulunan yapıların çatı üzerleri genellikle alaturka kiremitle kaplıdır. Saçak altları ise kaplamasız olarak bırakılmıştır [7].

3.4. Genel Değerlendirme

Bursa ilçe ve köyleri incelendiğinde bu bölgedeki konutların zemin katlarının genellikle giriş katı olarak düzenlendiği ve bu katta genellikle taşlık mekânının bulunduğu görülmüştür. Üst katlar yaşam katı olarak kurgulanmıştır ve bu konutların çoğunluğunda odalar sofa denilen mekâna açılmaktadır. Cumalıkızık konutları genellikle avluludur ancak Trilye konutlarına bakıldığında bu konutların genellikle bitişik nizamda inşa edilmesinden dolayı konutların avlulu olmadığı görülmüştür.
Geleneksel Bursa konutlarının çoğunluğunun alt katlarının ahşap hatıllı moloz taş duvar, üst katlarının ise arası dolgulu ahşap iskelet sistemde inşa edildiği görülmektedir. Aralarda dolgu malzemesi olarak genellikle kerpiç ve daha az oranda tuğla kullanılmıştır. Alt katlardaki taş duvarların ise genellikle yöresel taşlar kullanılarak oluşturulduğu görülmüştür. Diğer yerlerden farklı olarak Görükle'de kalamut kullanımına da yoğun olarak rastlanılmıştır. Üst kat duvarlarının üstleri genellikle kireç katkılı sıva ile sıvanmıştır. Sıva üstleri genellikle çivit mavi, yeşil, sarı ve beyaz renkler ile boyanmış, bazı konutlarda ise sıvasız ve boyasız bırakılmıştır. Aynı zamanda bazı konutların duvarlarının bağdadi tekniği kullanılarak oluşturulduğu da görülmüştür.
Geleneksel Bursa konutlarının zemin katlarında mahremiyet nedeniyle pencere sayılarının ve boyutlarının daha küçük olduğu görülmüştür. Giriş kapılarının genellikle çift kanatlı ve ahşap olduğu fark edilmiştir. Bu konutların çatıları incelendiğinde ise genellikle oturtma sistemde çözüldüğü, çatı formlarının kırma veya beşik olarak düzenlendiği görülmüştür. Çatıların üzerleri genellikle alaturka kiremit ile döşenmiş olmakla birlikte Mudanya konutlarında daha çok Marsilya kiremit kullanılmıştır.

İlçe / Köy	Cumalıkızık	Trilye	Görükle	Mudanya	Gölyazı	Misi
Taşıyıcı Sistem	Zemin kat ahşap hatıllı moloz taş duvar, üst katlar genellikle kerpiç dolgulu ahşap karkas	Zemin kat ahşap hatıllı moloz taş duvar, üst katlar ahşap karkas	Zemin kat ahşap hatıllı moloz taş duvar, üst katlar genellikle tuğla dolgulu ahşap karkas	Ahşap karkas Daha az oranda kâgir	Zemin kat ahşap hatıllı genellikle antik çağdan kalma moloz taş duvar, üst katlar genellikle kerpiç dolgulu ahşap karkas	Zemin kat ahşap hatıllı moloz taş duvar, üst katlar ahşap karkas
Kat Adedi	2 ya da 3 kat	2 ya da 3 kat	Genellikle 2 katlı, 3 katlı yapılar da var	2 ya da 3 kat	2 ya da 3 kat	2 ya da 3 kat
Kullanılan Malzemeler	Ahşap (genellikle kestane ağacı), Taş, Kerpiç, Tuğla	Ahşap, Taş, Tuğla, Kerpiç	Ahşap, Taş, Kerpiç, Tuğla	Ahşap, Taş, Tuğla, Kerpiç	Ahşap, Taş, Kerpiç	Ahşap, Taş, Kerpiç, Tuğla
Çıkmalar	Çıkma var	Çıkma var	Çıkma var	Çıkma var	Çıkma var	Çıkma var
Çatı	Beşik + kırma çatı. Genellikle Alaturka kiremit	Genellikle kırma çatı. Alaturka kiremit	Beşik + kırma çatı. Genellikle Alaturka kiremit + kalamut	Beşik + kırma çatı. Genellikle Marsilya kiremit	Beşik + kırma çatı. Genellikle Alaturka kiremit	Beşik + kırma çatı. Genellikle Alaturka kiremit

Şekil 1. Bursa'da bulunan geleneksel ahşap yapıların genel değerlendirmesi

4. Sonuç ve Öneriler

Geleneksel Türk mimarisinde önemli bir yere sahip olan sivil mimarlık örneklerinde görülen çatı ve cephe özellikleri, malzeme kullanımları, yapım teknikleri ve taşıyıcı sistemleri Bursa'nın çevre köy ve ilçeleri kapsamında incelenmiş olup bu yerlerdeki konutların tasarım özellikleri arasındaki farklar karşılaştırılmıştır. Bursa'nın değişik ilçe ve köylerinde taşıyıcı sistem kurgularının benzer olmasının yanı sıra kullanılan malzemelerin yerel malzemeler olmasından dolayı farklılıklar gösterdiği anlaşılmıştır. Tasarım ve inşası düzgün olarak yapılmış Ancak farklı yöresel malzemeler, farklı yapım teknikleri vb. kullanılmış olsa dahi geleneksel ahşap yapıların günümüze kadar varlıklarını sürdürmüş olmaları, geleneksel ahşap yapım sisteminin diğer yapım sistemlerine olan üstünlüğünü sergilemektedir. Bu yapıların zamanında yapılan bakım ve onarımlarının yapılması gelecek kuşaklara en iyi şekilde aktarılabilmelerini sağlayacaktır.

Kaynaklar

[1] Akgün, B., 1995. Zeytinbağı (Trilye)'ndaki Eski Sivil Mimarlık Örneklerinin Belgelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
[2] Aksoy, F., 2011. 17. ve 18. yy Bursa Evleri Yapı Çözümlemesi, *Yüksek Lisans Tezi*, MSGSÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
[3] Bağbancı, M. B., 2013. Examination Of The Failures And Determination Of Intervention Methods For Historical Ottoman Traditional Timber Houses In The Cumalıkızık Village. *Engineering Failure Analysis(2013),* 10 s.
[4] Bursa Valiliği, İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü, 2013. Bursa'da Bir Osmanlı Köyü Cumalıkızık, Bursa
[5] Güner, E., 2014. Mudanya Tarihi Kent Dokusunun 1994-2013 Arasındaki Değişiminin İncelenmesi Ve Değerlendirilmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, T.C. İstanbul Kültür Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
[6] Köprülü Bağbancı, Ö., Acar Bilgin E., 2013. Bursa, Görükle Köyünde bulunan sivil mimarlık örneği yapıların yapım teknikleri açısından incelenmesi, *4. Tarihi Yapıların Güçlendirilmesi ve Geleceğe Güvenle Devredilmesi Sempozyumu,* 27-29 Kasım 2013, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, İstanbul.
[7] Özyaba, M., 1991-1992. Koruma Planlamasında Yaşatarak Koruma Kavramının Geliştirilmesi ve Bir Örnek; Misi Köy. *Yüksek Lisans Tezi,* Mimar Sinan Üniversitesi, İstanbul.
[8] Perker, Z. S. 2004. Geleneksel Ahşap Yapılarımızda Kullanım Sürecinde Oluşan Yapı Elemanı Bozulmalarının Cumalıkızık Örneğinde İncelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
[9] Perker, Z. S., Akıncıtürk, N., 2011. Geleneksel Cumalıkızık Evlerinde Ahşap Konut Sistemi, *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Cilt 16, Sayı 1, Bursa.
[10] Saydamer, A., 2014. Türkiye'deki Geleneksel Ahşap Yapılarda Kullanılan Taşıyıcı Sistemlerin İrdelenmesi Ve Bursa Örneği, *Yüksek Lisans Tezi*, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.

KARS'TAKİ RUS DÖNEMİ (1878-1918) YAPILARININ ÇATI VE CEPHE ÖZELLİKLERİ

Sait Türkan[1]
Selen Durak [2]

Konu Başlık No: 8. Tarihi Yapılarda Çatı ve Cepheler

ÖZET

1877-1878 Osmanlı-Rus savaşı sonucunda Ruslar, Kars ve çevresini kendi sınırları içerisine dahil etmişlerdir. Ruslar bölgeye hakim oldukları 40 yıllık dönemde kentsel planlama ve yapılaşma kapsamında önemli imar faaliyetleri gerçekleştirmiştir.
Ruslar Kars'ta inşa ettikleri yapılarda; Kuzey Avrupa'nın Baltık stili ve kendi mimari anlayışları ile destekleri cephelerde paye, korniş, konsol, söve, silme, alınlık gibi elemanlar kullanmışlar, saçak, baca ve çatı uygulamalarında da farklı bir biçimsellik arayışına girmişlerdir.
Bu çalışma; bölgedeki Baltık mimarisi eserlerinin özgün çatı ve cephe özellikleri ile mimari karakterlerinin bilinirliğini arttırarak, kentin tarihsel kimliğinin sürdürülebilmesi açısından günümüzdeki durumlarının tespit edilmesini amaçlamaktadır.

ANAHTAR KELİMELER

Kars, Rus Dönemi Mimarisi, Baltık Üslubu, Çatı ve Cephe Özellikleri

ABSTRACT

As a result of the 1877-1878 Ottoman-Russian war, Russian have incorporated Kars and its environs into their borders. In 40 years of Russian domination, significant developments within the framework of urban planning and construction had occured.
In Kars, Russians supported building facades with Northern European Baltic Style and their own architectural style by using elements such as pillar, cornice, cantilever, fixed frame, moulding, pediment and they quest for a different formal understanding in eave, chimney and roof constructions.
This study aims at raising awareness on architectural features of Russian buildings in Baltic style in the region together with their peculiar roof and facade characteristics and contributing to the sustainability of historical identity of the city by determining the actual condition.

KEYWORDS

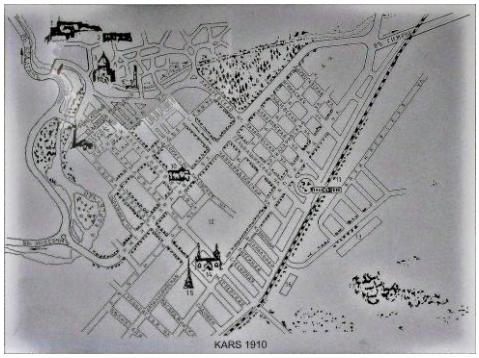
Kars, Russian Period Architecture, Baltic Style, Roof and Facade Characteristics

[1] Arş. Gör. Sait Türkan, Uludağ Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü, Görükle Kampusu / Bursa, Tel: 0 224 294 26 33, trknsait@gmail.com
[2] Doç. Dr. Selen Durak, Uludağ Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü, Görükle Kampusu / Bursa, Tel: 0 224 294 21 35, selendurak@gmail.com

1. Giriş

1877-1878 Osmanlı-Rus savaşı sonucunda Berlin Antlaşması ile Ruslar, Doğu Anadolu'da Kars ve çevresini kendi sınırları içerisine dahil etmişlerdir. Ruslar tarafından bölgede yeni bir idari yapılanma oluşturularak; Kars merkezli Karskaya Oblast idari birimi kurulmuş; Bu oblast, Kars, Ardahan, Oltu ve Kağızman olmak üzere 4 alt bölgeye bölünmüştür [1]. Kars kentinin ve diğer çevre merkezlerin 1878'den sonraki gelişimini yönlendiren asıl neden askeri amaçlar olmuştur. Bu kentlerin hepsi garnizon merkezleri idi [2].

Kars'ta Rus hakimiyeti altında geçen 40 yıllık (1878-1918) dönem içinde kentsel planlama ve yapılaşma kapsamında önemli imar faaliyetleri gerçekleştirilmiştir. Kale dibindeki eski kent yerleşiminin organik yapısından farklı olarak Kars çayının güneyinde, Tahtdüzü olarak anılan bölgede uygulanan ızgara kent planı ile yepyeni bir doku oluşturulmuştur. Kentin günümüz şehir yapısı ve mimari dokusunun oluşumunda da bu dönemin büyük etkisi bulunmaktadır (Şekil 1-2). Cumhuriyet sonrası Ruslardan geri alınan kentte, onlardan kalan çok sayıdaki yapı süreç içerisinde yeniden işlevlendirilerek kent hayatındaki yeni kullanıcılarının hizmetine sunulmuştur.

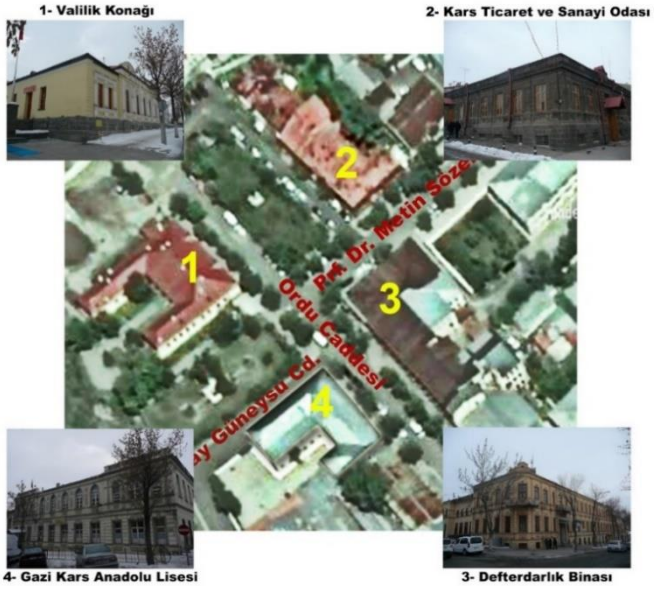


Şekil 1. Kars - 1910 [3]


Şekil 2. Kars – 2016 [4]

2. Kars'ta Rus Dönemi'nde Gelişen Yeni bir Mimari Anlayış

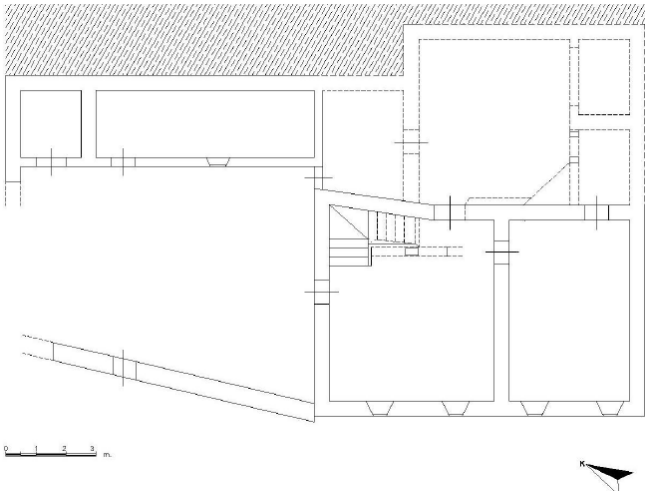
Ruslar, Kars'ta uyguladıkları ızgara kent planının karakterine uygun olarak yapıların tasarımında da dikdörtgen formlar kullanmışlardır. Binalar konumlandırılırken cadde ve sokaklara paralel biçimde, tek, iki, ya da üç katlı ve çoğunlukla bitişik nizamda bir düzenleme yapılmıştır. Genellikle yolların kesişim noktalarına denk gelen yapılar her iki yola da cephe verecek formlarda tasarlanmıştır (Şekil 3).



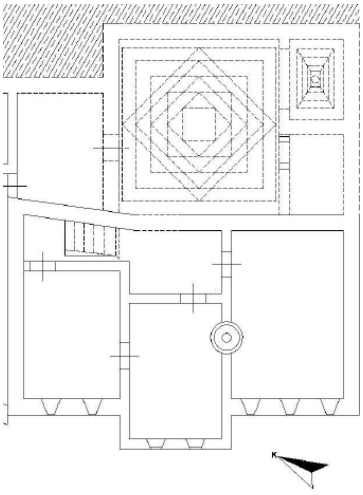
Şekil 3. Cadde kesişim noktalarındaki yapılardan örnekler [5]

Yapılarda geleneksel Osmanlı yapılarından çok farklı olarak Kuzey Avrupa'da Baltık (Hollanda, Danimarka, İsveç, Norveç) stilinde ve kendi mimari anlayışlarında bir üslup ortaya koymuşlardır [6].

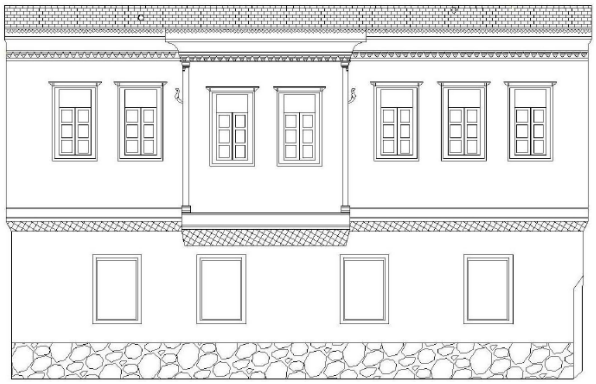
Kars'taki Osmanlı ve Rus dönemi mimarisi konut yapıları üzerinden karşılaştırıldığında; Osmanlı Dönemi Türk evlerinde, yığma sistemde tuğla, ahşap ve taş malzemenin yoğun olarak kullanıldığı görülmektedir. Genellikle zemin kat üzerine içeriden bir merdivenle ulaşılan birinci kat ile beraber iki katlı, dikdörtgen planlı, cumbalı ve düz damlı olarak inşa edilen bu evlerde; zemin katlarda genellikle üzeri kırlangıç kubbe ile örtülü aşhane, kiler ve tandır gibi bölümler yer alırken, ahşap merdivenlerle çıkılan birinci katlarda sofa ve sofaya açılan odalar bulunmaktadır (Şekil 4-5). Cephe tasarımına bakıldığında çoğunlukla sade olan cephelerde geometrik ya da bitkisel motifli süslemelere de rastlanabilmektedir (Şekil 6). Rus dönemi konutları da yine yığma sistem ile inşa edilirken duvarlarda yapı malzemesi olarak çoğunlukla andezit ve bazalt taşı kullanılmıştır. Geleneksel Kars yapılarına kıyasla duvar kalınlıklarının arttırıldığı Rus dönemi yapılarında taşıyıcı duvarların kalınlığı 50cm ile100 cm arasında değişirken, iç mekanlardaki bölücü duvar kalınlıkları ise 15cm ile 30 cm arasındadır. Genellikle tek ya da iki katlı olarak inşa edilen konutlar, dikdörtgen planlı olarak tasarlanmış olup giriş holünden ulaşılan ve kendi aralarında da geçişleri olan odalarla beraber genellikle arkadaki hayat bölümüne açılan veranda ya da camekan bölümlerine sahiptirler (Şekil 7). Bu yapıların cepheleri yoğun süslemeye sahipken, üslup olarak da oldukça farklılaştıkları görülmektedir (Resim 1).



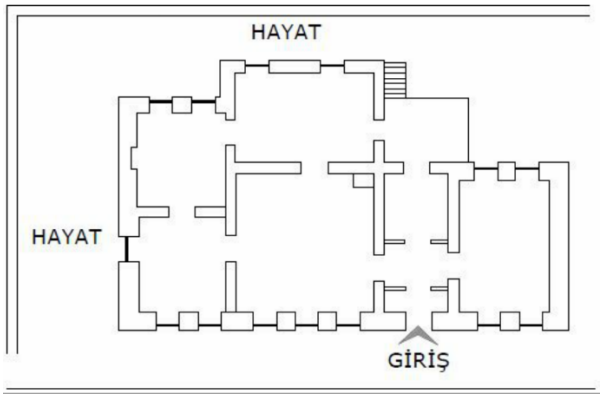
Şekil 4. A. Tevfik Paşa Konağı zemin kat planı [7]



Şekil 5. A. Tevfik Paşa Konağı 1.kat planı [7]



Şekil 6. A. Tevfik Paşa Konağı ön cephesi [7]



Şekil 7. T. Güvensoy Evi planı (Rus dönemi) [9]

Resim 1. Tuncer Güvensoy Evi ön cephesi (Rus dönemi) [5]



Bu döneme ait yapılara ait bir başka özgün özellik ise ısıtma sistemi olarak "peç" adı verilen bir sistemin kullanılmış olmasıdır (Resim 2-3). Bu sistemde iki katmandan oluşan duvarların aralarından peçlere bağlı boru kanalları geçirilerek mekanların ısıtılması sağlanmaktadır. İhtiyaca göre yapılarda birden fazla peç kullanılabilmektedir.

Resim 2-3. Rus dönemi yapılarından peç örnekleri [5]



3. Kars'ta Rus Dönemi Yapılarının Çatı ve Cephe Özellikleri

Kars'ta, Rus döneminde inşa edilen yapılarda cephelerin biçimlenmesinde daha çok Batılı neoklasik, eklektik özellikler etkili olmuştur. Ruslar, dönemin Avrupa mimarisini kendi anlayışlarına göre sadeleştirip oranlarıyla oynayarak özgünleştirmeye çalışmışlardır.

Yapıların giriş cephelerinde sokakla ilişkiyi ilk olarak sokağa doğru uzanan giriş kapısı saçakları sağlamaktadır. Giriş kapısı özellikle belirtilmek istenmiş, bu sebeple önlerinde üstü tonoz veya iki yana eğimli; demir veya ahşap konstrüksiyondan, dikme veya payanda ile sabitlenmiş giriş saçakları bulunmaktadır. Genellikle kutu profillerden oluşturulan saçak iskeletinin üzerinde sac levha veya çinko kaplama kullanıldığı görülmektedir. Ayrıca saçakların kenarları çoğunlukla bitki motifli metal işlemelerle süslenmiştir (Resim 4-5-6).

Resim 4-5-6. Giriş saçağı örnekleri [5]



Yapıların bazılarında bulunan bodrum katları arazi eğimine uygun olarak oturtulmuş ve cepheden algılanabilmeleri istendiğinden tamamen toprağa gömülmemişlerdir. Bu sebeple bu yapılarda giriş kotu zeminden bir miktar yükseltilmiştir.

Giriş cepheleri özel olarak yontulmuş kesme taşlardan inşa edilirken, kaplama malzemesi olarak da bölgede bol miktarda bulunan ve boşluklu yapısı sayesinde işlenmesi kolay olan andezit ve kevek taşı kullanılmıştır. Arka ve yan cephelerde bazalt taşı ve düzgün kesme taşlar ile aralarda moloz taşlı harçtan yığma malzeme kullanılmıştır [6]. Yapıların giriş cephelerinde uygulanan zengin işçilik ile ön cepheci bir anlayış söz konusudur. Sokağa bakan cephelerde yalancı sütunlar, kat silmeleri, söveler, kornişler, plasterler, konsollar, bordür kabartma taşları gibi dekoratif elemanlarla yoğun süslemeler yapılmış, arka ve yanlarda kalan cepheler ise onlara göre oldukça sade bırakılmıştır (Resim 7-8).

Resim 7. Kars İl Sağlık Müdürlüğü [5]



Resim 8. Kars Kültür Varlıklarını Koruma Bölge Kurulu Müdürlüğü Binası [5]



Cephede her katın kendine ait bir oranı ve düzeni bulunmaktadır. Her katta pencereler; büyüklüğü ve açıklığı geçiş sistemi, kilit taşı, süslemeleri ve söveleri ile birbirinden farklılık göstererek, Rönesans etkisiyle ayrı bir düzen içinde sıralanırlar [9] (Resim 9).

Resim 9. Pencere elemanlarının düzeni (Kars İl Sağlık Müdürlüğü Binası) [5]



Yapıların iyi ışık alabilmesi için cephelerde çok sayıda pencere boşluğu açılmış ve kentteki aşırı soğuk iklim şartları da dikkate alınarak pencere boyutlarının dar olması tercih edilmiştir. Pencereler eğrisel ya da prizmal kesitli silmelerle çerçevelenirken, pencere üstlerindeki kabartma kilit taşları da cepheye hareket kazandırmaktadır. Ayrıca kapı ve pencere gibi cephe elemanları çoğunlukla çift katmandan oluşturulmuştur. Bu sayede hava sirkülasyonunun daha iyi kontrol edilebilmesi amaçlanmıştır (Resim 10-11-12).

Resim 10-11-12. Çift katmanlı kapı ve pencere örnekleri [5]





Rus dönemi Kars yapılarının cephe mimarisindeki ortak özelliklerinden bir diğeri de demir payandalarla veya ray profillerle taşınan çıkma balkonlarıdır. Döşemesi ahşap kaplamalı olan ve zengin bir demir süsleme sanatının sergilendiği bitkisel motifli korkuluklara sahip bu balkonlar ağır taş cepheler üzerinde hafifliğiyle dikkat çeken ve kontrast sağlayan cephe elemanlarıdır [9] (Resim 13-14).

Resim 13-14. Cephelerdeki çıkma balkon örnekleri [5]




Bazı binaların arka cephesinde hayata açılan ve ahşap dikmeler ile taşınan verandaları bulunmaktadır. Dikmeleri bağlayan kirişlerden sarkan oyma ahşap yapraksı süslemeler bu cephelere estetik kazandırmaktadır (Resim 15-16).

Resim 15-16. Veranda bölümlerinden örnekler [5]




Rus dönemi yapılarının çatı özelliklerine bakıldığında uzun ve yağışlı geçen kış şartlarına önlem olarak çatı eğimlerinin yüksek tutulduğu görülmektedir. Çatılar, genellikle kurşun, çinko veya sac malzemeyle kaplı olup, sistem olarak çoğunlukla kırma veya beşik çatıdır. Çatıların en dikkat çekici özelliklerinden biri de saçaksız olmalarıdır. Yapı malzemesi olarak iklim şartlarına dayanıklı taş malzemenin kullanılmış olması bu durumun en önemli sebeplerindendir. Çatı sistemi, cephe üst kotunun bir miktar gerisinde, genellikle cephe duvarlarından yükselen taş parapetlerin ya da sivri dikmeler arasına bağlanan metal korkulukların arkasında bitirilmiştir. Bu sayede cephe algısında çatıların gizlenmesi sağlanmıştır. Ayrıca balkon ve giriş bölümleri eğrisel alınlıklar ile vurgulanmaya çalışılmıştır (Resim 17-18).

Resim 17-18. Çatıyı gizleyen korkuluk ve parapetler [5]





Çatı uygulamaları incelendiğinde aşık ve mertek doğrultularının günümüzdeki sistemden farklı olarak tam tersi biçimde yerleştirildiği görülmektedir. Aşıklar çatı eğimine dik, mertekler ise paralel olarak yerleştirilmişlerdir (Resim 19) [8].

Resim 19. Çatı iskelet sistemi (Kars Ticaret ve Sanayi Odası binası) [8]



Rus dönemi yapılarının baca uygulamalarına bakıldığında çoğunlukla tuğla örgülü bacalar kullanılmışken, Baltık stili olarak bilinen baca örneklerine de rastlanmaktadır (Resim 20-21).

Resim 20-21. Baca örnekleri [8]




Yapıların saçak köşelerinde benzer biçimsel özelliklere sahip kare kesitli çinko çörtenler bulunmaktadır. Saçakla birleşen ağız kısımlarının uçlarında ve kenarlarında bitkisel motiflerle birtakım süslemeler yapılarak cephelere estetik değer katan elemanlar olmaları sağlanmıştır. Saçaktan aşağı doğru daralarak yaptığı kıvımla duvara bağlanan çörtenler, bu sayede çatıdaki yağmur ve kar sularının zemine aktarılmasını sağlamaktadırlar (Resim 22-23).

Resim 22-23. Çörten örnekleri [5]




4. Sonuç

Genel olarak değerlendirildiğinde Rus dönemi yapılarının cephe biçimlenmelerinde kütlesel hareketlenmelere pek fazla yer verilmediği, cepheye hareket kazandırmak ve monotonluğu bozmak için belirli bir düzene göre yerleştirilen cephe elemanlarının kullanıldığı ve yoğun taş işçiliği ile de bu durumun desteklendiği dikkat çekmektedir. Yola bakan cephelerin daha özenli düşünülerek tasarlandığı, diğer cephelerin ise daha sade bırakıldığı görülmektedir.Geleneksel Kars yapılarına göre çatı eğimlerinin daha yüksek tutulmasının yanısıra malzeme olarak çinko ve sac levhaların kullanılması ve saçaksız olmaları da öne çıkan çatı özellikleridir.

Kars'ın günümüz mimari dokusuna bakıldığında, halen Rus dönemi yapılarının kentin yapı stoğu içerisinde öne çıktığını söylemek mümkündür. Kentin belleğinde önemli bir iz bırakmış olan geçmişte bir döneme ait; farklı bir kültüre ve coğrafyaya ait yapı tiplerinin günümüze kadar korunmuş olarak gelmesi, bunların daha sonraki nesillere aktarılması için işlevlendirilerek kullanılıyor olması Kars kenti için önemli bir değerdir. Son yıllarda kırsaldan kent merkezine göçlerin artması sonucunda; yeni kültür-eskinin sentezi noktasında yaşanan sıkıntılar Kars için önemli bir kazanım olarak görülen bu tarihi birikim için ciddi tehlike unsurları doğurmuştur. Bu bakımdan yapıların bilinirliğini artırarak daha kapsamlı bir koruma bilinci oluşturmak ve onların sürdürülebilirliğine yönelik tehditlerin ortadan kalkmasına katkı sağlamak bu çalışmanın temel amaçlarından biri olmuştur.

5. Kaynaklar

[1] Serbest, B., Demirci, N. S., 2007. Kars ve Çevresinde Rus Yönetimi (Karskaya Oblast 1878-1917), *38. ICANAS Kongresi*, Ankara.
[2] Ortaylı, İ., 1978. Çarlık Rusyası Yonetiminde Kars, *İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Tarih Enstitüsü Dergisi,* Sayı:9, s. 352, İstanbul.
[3] Kars Belediyesi İmar ve Şehircilik Müdürlüğü Arşivi

[4] Google Earth Pro.
[5] Sait Türkan Arşivi.
[6] Gündoğdu, H., 2007. XIX. Yüzyıl Kars Yapılarına Baltık Mimari Üslubunun Yansıması, *XIII. Türk Sanatları Kongresi*, s. 81-87, Budapeşte.
[7] Çınar, S., 2012. Kars'taki Osmanlı Evleri Üzerine Bir Deneme, *I. Uluslararası Iğdır Sempozyumu,* s. 186-219, Iğdır.
[8] Peker, G., 2014. Kars Ticaret ve Sanayi Odasi Binasinin Koruma Sorunları, *Seminer Çalışması*, Ankara.
[9] Çiftçi, A., 2000. Kars'ta Rus İşgali Dönemi (1878-1919) Konut Mimarisi, *Basılmamış Yüksek Lisans Tezi*, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, s. 41-60, Ankara.

İÇBÜKEY CEPHELERDE ODAK ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Halit Beyaztaş [1]

Konu Başlık No:

TÜRKÇE ÖZET

Son zamanlarda hızla gelişen teknoloji, bilgisayar ortamında tasarlanabilen her formun prefabrik olarak üretilebilmesine olanak sağlamış ve tanımlı veya tanımsız çeşitli formdaki yapı üretilebilir olmuştur. Bu teknolojiye bağlı olarak üretilen bazı yapı formlarının cepheleri, cephelerde kullanılan yansıtıcı malzemelerin de etkisiyle içbükey ayna etkisi göstermektedir. Bu tip formlarda güneşten alınan ışık odaklanarak yapı çevresindeki bir alana yansıtılmakta ve yansıtılan alanda biriken enerji yüksek tahribat meydana getirebilmektedir. "Ölüm ışını" olarak da adlandırılabilen bu yansıyan ışık yansıdığı alanda bulunan canlı veya cansız varlıklar için önemli bir tehdit teşkil ettiğinden dolayı bu konuda çeşitli önlemler alınmalıdır. Bu çalışmada içbükey ayna etkisi oluşturan cephe örnekleri incelenmiş ve içbükey ayna etkisinin asgari seviyeye indirilmesi için alınan önlemler tartışılmıştır. Yeni tasarlanacak yapılar için cephede kullanılacak malzemenin düşük yansıtıcılık katsayısına sahip olması, yansıtıcılığı yüksek cephe malzemesi kullanıldığında içbükey yapı formlarından kaçınılması, ve içbükey yapı formu yansıtıcılığı yüksek cephe malzemeleriyle birlikte kullanıldığında ise yapı formunun içbükey ayna etkisi oluşturmasının önlenmesi için güneş kırıcılar kullanılması sonuçlarına varılmıştır.

ANAHTAR KELİMELER

İçbükey Cephe, Cephede Odak Etkisi, Cephe Malzemesi, Cephe Yansıtıcılığı, Konforsuzluk

ABSTRACT

Recent developments on technology makes it possible to design and built concave forms easily. Constructing these concave forms with high reflective facade material make the facade act as an concave mirror. This facade forms collect the sun light and reflects to a focus point around the building. This reflected high energy may cause destruction in the reflected point in addition the glare problem. This reflected sun light is named as "Death rays" due to its destructive nature for the built environment and live species including human beings. This study investigated concave facade examples and discussed the potential solutions for preventing death rays. This paper comes to the conclusion that preventing "death rays" problem on new buildings depends on 1) using low reflective facade materials, 2) avoiding designing concave facade forms with high reflective facade materials, and 3) using shading devices if concave facade forms and high reflective facade materials will be used together.

KEYWORDS
Concave Facade, Facade Focus Effect, Facade Material, Facade Reflectivity, Glare

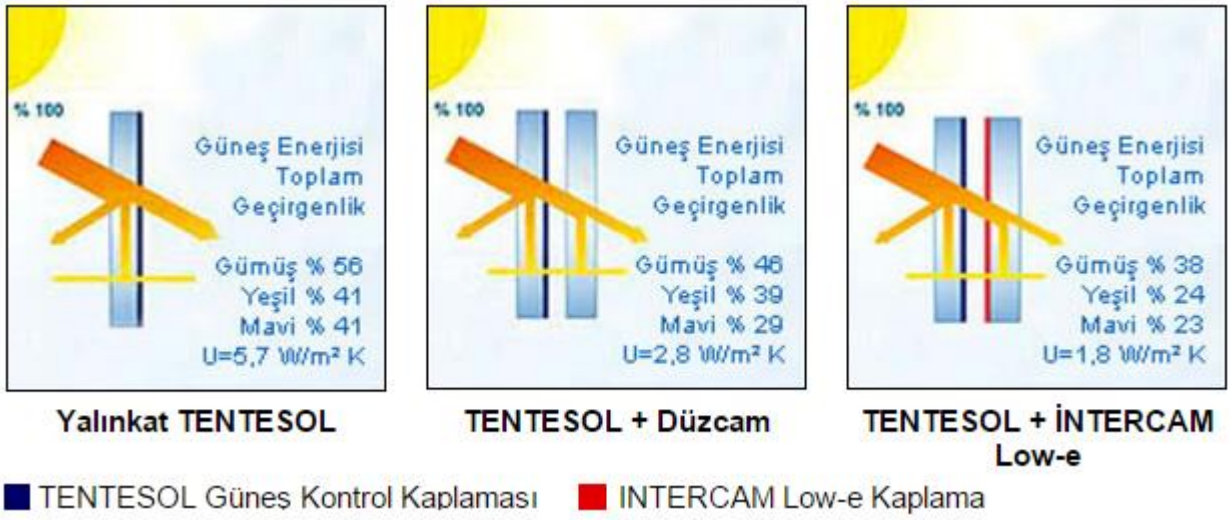
[1] Halit BEYAZTAŞ, MSGSÜ, Meclis-i Mebusan Cad. no: 24, Fındıklı, İstanbul-Türkiye, 0212 252 16 00, beyaztashalit@gmail.com

1-GİRİŞ

Yapıların iç ortam konforunu artırmak için şeffaf yüzey veya cam kullanımı, uzun zamandan beri var olagelen bir uygulama olmasına karşın, bu saydam yüzeylerin boyutları geleneksel yapı teknolojisine bağlı olarak hep sınırlı olmuştur. 19.yy sonlarındaki çelik ve cam teknolojisindeki gelişmelere bağlı olarak cephelerde geniş ölçekli kullanılan camlar, devamında "giydirme cepheler" adı altında tüm yapı cephesini kaplayan bir malzemeye evrildi [1].

Görsel konforu maksimum seviyeye çıkarmak için kullanılan giydirme cepheler, iklimsel ve mevsimsel etkilerle belirli zaman dilimlerinde iç ortamda aşırı derecede parıltıya sebep olmuştur. Bu seviyedeki parıltı göz kamaşması ile neticelenen görsel konforsuzluğa neden olmuştur. Bunun yanında, termal performansı düşük olan saydam yüzeyler, yazın iç ortamın aşırı ısınmasına sebep olmuş ve soğutma ihtiyacını artırmıştır. Kışın ise ısıtma ihtiyacının artmasına neden olmuştur. Bu durumun sonucunda, konforu artırmak için kullanılan teknoloji görsel ve ısısal konforsuzluğa sebebiyet vermiş ve yapının kullanım maliyetini artırmıştır.

Bu konforsuzlukları gidermek için yeni kaplama teknolojiler geliştirilmiştir. "Reflekte cam" olarak adlandırılan kaplamalı camlar güneş ışığının yüksek bir kısmını geri yansıtarak iç ortama giren güneş ışığı oranını azaltmaktadır. Böylece göz kamaşması probleminin en alt seviyeye indirilmesi hedeflenmiştir. Isısal konforsuzluğu ve artan ısıtma-soğuma enerji ihtiyacını minimize etmek için de benzer kaplama teknolojileri geliştirilmiştir [2]. Şekil 1 de gösterildiği gibi bu iki kaplama teknolojisi beraber kullanılarak enerji tasarruflu ve reflekte yeni camlar elde edilmiştir.



Şekil 1: Cam kaplama örnekleri (Kaynak: http://www.trakyayapicam.com.tr/giydirmecephe.php (08.03.2016)

Yapı içerisindeki konforsuzluğu iyileştirmeye yönelik geliştirilen kaplama teknolojileri, iç mekan konforunun artırılmasına katkı sağlamalarına karşın bu kaplama teknolojileri yapı cephelerinin ayna gibi davranmalarına neden olmuştur. Bu tip cepheler üzerine gelen güneş ışığını ayna gibi yansıtmaktadır. Yapı cephesinden dış ortama yansıtılan güneş ışığı, yansıdığı alanlardaki veya komşu binalardaki kullanıcılar için konforsuzluğa neden olabilmektedir [3]. Yapı formuna bağlı olarak, yapı cephesi düz ayna, içbükey ayna veya dışbükey ayna davranışı gösterebilir [4]. Bu çalışma kapsamında, yapı cephesinin içbükey ayna davranışı gösterme durumu vaka çalışmaları üzerinden incelemiştir.

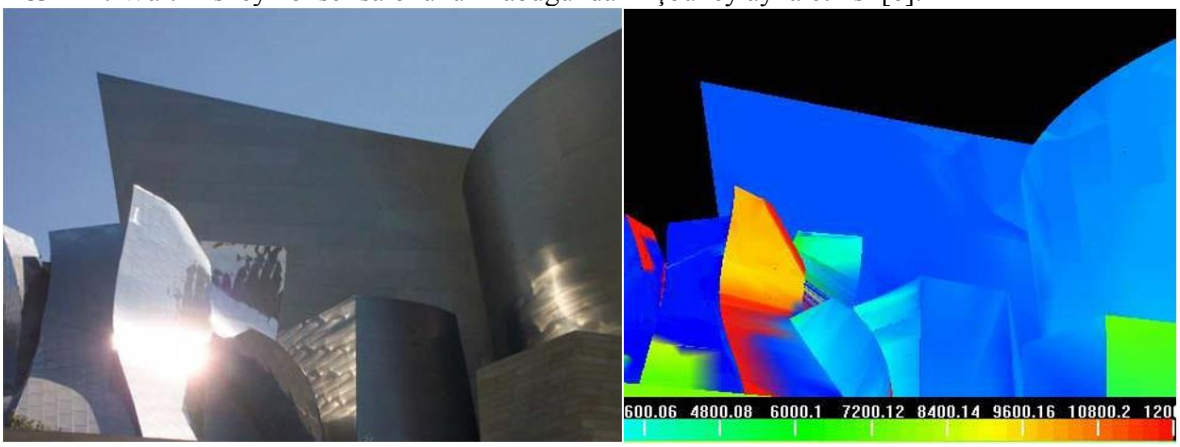
2- İÇBÜKEY AYNA (ODAK) ETKİSİ

Yüksek yansıtıcılığı olan cephe malzemesinin içbükey formdaki yapıların cephesinde kullanılması sonucu oluşan cephenin içbükey ayna davranışı göstermesi durumudur. Son zamanlarda hızla gelişen teknoloji, bilgisayar ortamında tasarlanabilen her formun prefabrik olarak üretilebilmesine olanak sağlamış ve geometrik olarak tanımlı veya tanımsız çeşitli formdaki yapı üretilebilir olmuştur. Bu teknolojiye bağlı olarak üretilen bazı yapıların içbükey formları, cephelerde kullanılan yansıtıcı malzemelerin de etkisiyle içbükey ayna etkisi göstermektedir. Bu tip formlarda güneşten alınan ışık odaklanarak yapı çevresindeki bir alana yansıtılmakta ve yansıtılan alanda biriken yüksek enerji tahribat meydana getirebilmektedir. "Ölüm ışını" olarak da adlandırılabilen bu yansıyan ışık yansıdığı alanda bulunan canlı veya cansız varlıklar için önemli bir tehdit teşkil etmektedir [5]. Bu kapsamda Disney Concert Hall, Vdara Hotel ve Walkie Talkie Tower yapılarının cepheleri vaka çalışması olarak incelenmiştir.

Vaka 1: Walt Disney Concert Hall (Los Angeles, 2003)

İçbükey ayna etkisi ilk olarak 2003 yılında Los Angeles de inşa edilen ve tasarımı Frank Gehry binası olan Walt Disney konser salonunun kurucular odasının cephesinde görülmüştür. Kurucular odasının diğer birimlerden ayırmak için cephesi içbükey formda pürüzsüz çelik ile kaplanmıştır. Yüksek yansıtıcılıktaki pürüzsüz çelik ile kaplı yapı kabuğunun yüzeyi içbükey ayna etkisi göstermiştir. Resim 1 de görüldüğü gibi, aldığı güneş ışığını odaklayarak yapı çevresine yansıtmıştır. Bunun sonucunda kaldırım yüzey sıcaklıkları aşırı derecede artmış, etraftaki objelerin plastikleri aşırı sıcaktan yumuşama göstermiş, ve komşu bina kullanıcıları yüksek göz kamaşması ve aşırı sıcaklık artışından şikayetçi olmuşlardır [6]. Mahkemeye taşınan şikayetler sonucu, mahkeme bu yapının ısısal ve görsel konforsuzluk veya tehlikeye neden olup olmadığının araştırılmasına hükmetmiştir. Yapılan çalışma sonucunda, yapı etrafında sıcaklığın 58 dereceye kadar çıktığı bulunmuş ve bunun mevsim etkisinden daha çok yapı yüzeyinden yansıyan ışıktan kaynaklandığı sonucuna varılmıştır. Komşu apartman binalarda yaklaşık 8.3 C derece sıcaklık artışı tespit edilmiştir. Yansıma nedeniyle oluşan görsel konforsuzluk yaşa, cinsiyete, ve biyoloji gibi sübjektif faktörlere bağlı olsa da, literatür çalışmalarında arka plan ve yansıyan alan arasındaki farkın 1/3 oranını geçmesi göz kamaşmasının varlığı olarak kabul edilmektedir [4][7]. Bu bağlamda, bu oranın çok daha fazla çıktığı görülmektedir[6][8][9].

Resim 1: Walt Disney konser salonunun kabuğundaki içbükey ayna etkisi [6].



Aşırı şikayetlerden dolayı, yapı kabuğunun düzgün (aynasal) yansıma yapan parlak yüzeyi kumlama yöntemi kullanılarak yangın (diffuse) yansıma yapan bir yüzeye dönüştürülmüştür ve böylece gözde kamaşmaya sebep olan parıltı seviyesi düşürülmüştür. Yapı yüzeyi için çeşitli plastik, renkli film, diffusing film, ve opak film kaplama malzemeleri denenmiş, yansımayı azaltan farklı malzemeler başarı sağlamışsa da dayanıklılıkları yeterli olmadığı için kumlama tekniği kullanılmıştır. Bu işlem sonrası yapılan saha çalışması kumlamanın ışığı dağıtmakta başarı sağladığını fakat etki alanındaki zemin sıcaklığının hala yüksek olduğunu tespit etmiştir. Bundan hareketle kumlama yönteminin kısmi başarı

sağladığı sonucuna ulaşılmıştır [10]. Bununla beraber yansıma probleminin çözülmesi ve sıcaklığın düşürülmesi komşuları memnun etmiştir. Bu yapının cephesinin metal olması kumlanabilmesine imkan sağlamıştır.

Vaka 2: Vdara Hotel (Las Vegas, 2009)

Rafael Viñoly tarafından tasarlanan Vdara Hotel silindirik içbükey formda, yüksek katlı, ve giydirme cepheli bir yapıdır. Yüksek yansıtıcılıktaki giydirme cephe üzerine düşen güneş ışığını toplayıp odaklayarak otelin havuzunun bulunduğu alana yansıtmaktadır (Resim 2). Havuz kullanıcıları için göz kamaşmasının yanında aşırı sıcaklıktan saç ve derilerinde yanmalar oluştuğu şikayet edilmiştir. Otel sözcüsü güneşin sürekli hareketi yansıyan alanı da gün içinde sürekli değiştirdiği için kalıcı önlem almanın zor olduğunu bu yüzden havuz etrafında kalın ve etkili şemsiyelerin çözüm olarak kullanıldığını belirtmiştir [11].

Resim 2: Vdara Hotel'in cephesindeki içbükey ayna etkisi ve cephenin ışığı odaklama davranışı [12]



Kaynak: http://gizmodo.com/a-brief-history-of-buildings-that-melt-things-1247657178

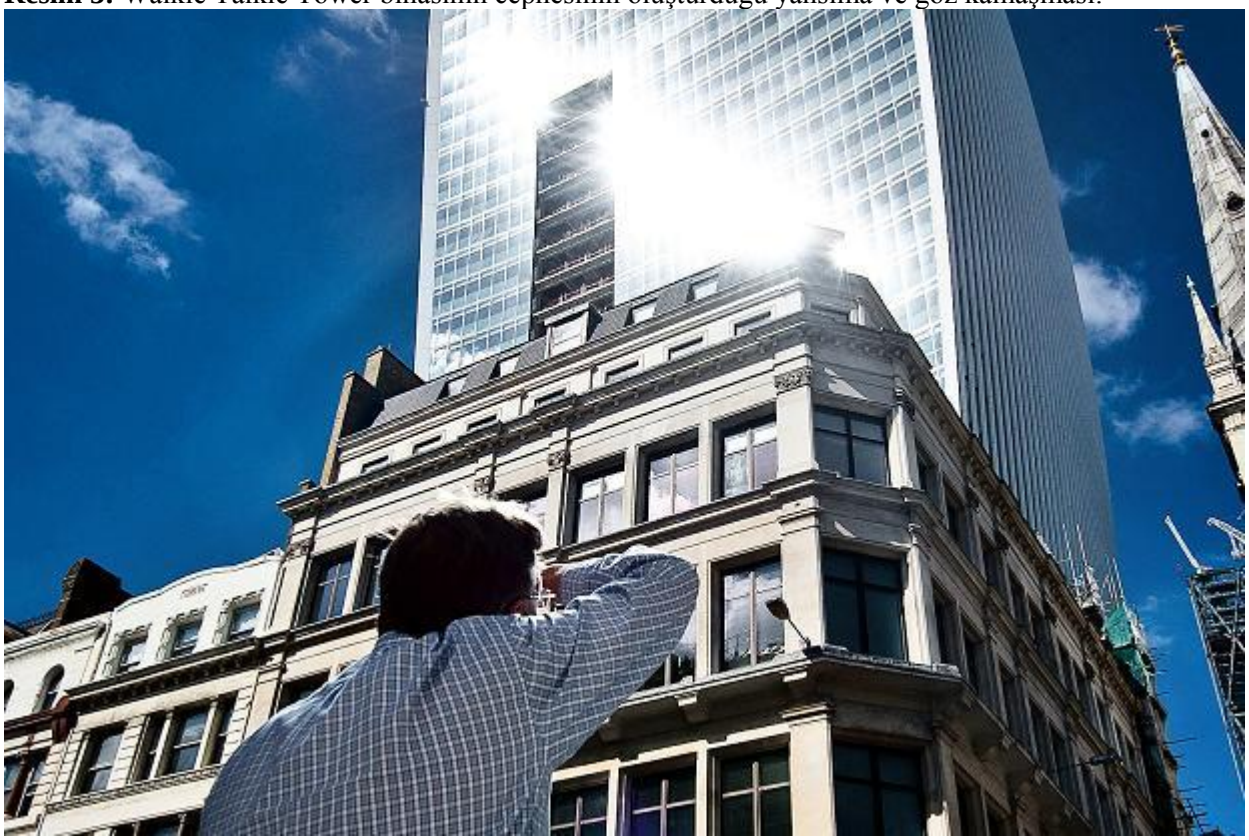
Walt Disney Konser salonundaki etkiden farklı olarak yapının oluşturmuş olduğu konforsuzluk komşu binaları değil kendi kullanıcılarını etkilemiştir. Bu örneği Walt Disney örneğinden ayrılan diğer bir nokta ise problemin çözüm yöntemindeki yaklaşım farklılığıdır. Walt Disney'in şeffaf olmayan metal cephesi kumlanabilmekte iken, otelin cam cephesinde böyle bir yaklaşım mümkün olamamaktadır. Cepheye eklenecek güneş kırıcılar ile çözüm sağlanabilecek olsa da bu oldukça maliyeti yüksek bir yöntemdir. Böyle bir ekleme yapının estetik görünüşünü de değiştirecektir. Otel yönetimi problemin kaynağını ortadan kaldırmak yerine, daha minimum maliyet ile konforsuzluğu en az seviyeye indirmeye çalışmıştır. Bina formuna ek olarak, burada problemin ana kaynağının seçilen camın yansıtıcılık değerinin çok yüksek olması olarak saptanmıştır. Ortalama bir "clear glass" camın yansıtıcılığı %9 iken Vdara Hotel'in cephesinde kullanılan camın yansıtıcılığı %44 dür [5]. Bina iç mekan konforu ve enerji tasarrufu açılarından pozitif etkisi olan bu cam tipinin, negatif etkisi dış mekanda çok açık ve etkili bir şekilde hissedilmiştir. Bu yapı cephesinin sebep olduğu konforsuzluk kendi özel mülkiyeti ve kullanım alanları içinde kalmasından ötürü problemin çözülmesi için herhangi bir hukuki sürece başvurulmamıştır. Problemin erken teşhis edilmiş olması ve alınan önlemler müşterilerin mal ve can güvenliğini korumuştur.

Vaka 3: Walkie Talkie Tower (London, 2014)

20 Fenchurch sokağında bulunan bu bina, Vdara otelin mimarı Rafael Viñoly'nin Londra da tasarladığı bir başka içbükey formda, yüksek katlı, ve giydirme cepheli bir yapıdır. Bu yapı Vdara Hotel gibi silindirik içbükey formda değil, parabolik içbükey formda bir yapıdır. Yapı cephesi güneşten aldığı ışığı odaklayarak bina çevresine yansıtmaktadır (Resim 3). Gün içerisindeki güneş hareketlerine ve mevsimsel

açılara bağlı olarak yansıyan ışığın odaklandığı yer değişmektedir. Göz kamaşmasına ek olarak, odaklanan noktadaki artan enerji yapma çevreye zarar vermektedir. Yansıyan ışığın komşu binadaki dükkanın giriş kapısındaki paspasta yanık oluşturduğu ve sokakta park halinde bulunan bir Jaguar marka aracın boyasını tahrip ettiği saptanmıştır (Resim 4). Bunun sonucunda araç sahibine tazminat ödenmiştir.

Resim 3: Walkie Talkie Tower binasının cephesinin oluşturduğu yansıma ve göz kamaşması.



Kaynak: http://www.thetimes.co.uk/tto/science/article3858974.ece (September 3, 2013)

Resim 4: Yansıyan ışığın komşu binadaki dükkanın giriş kapısındaki paspasta oluşturduğu yanık ve sokakta park halinde bulunan bir Jaguar marka aracın boyasındaki oluşturduğu tahribat.





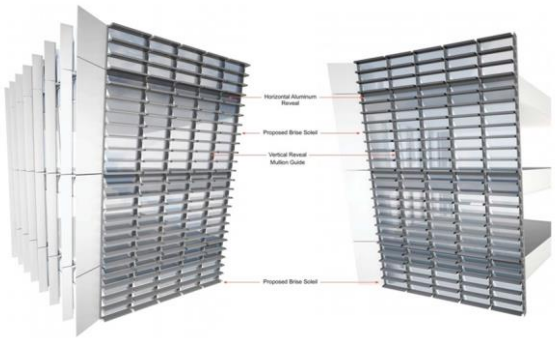
Kaynak-1: http://www.citylab.com/design/2013/09/can-reflective-buildings-produce-death-rays-be-prevented/6758/
Kaynak -2: https://www.quora.com/What-are-some-infamous-architectural-blunders (23.03.2016)

Yoğun bir kentsel doku içerisinde inşa edilen bu bina, Vdara otelden farklı olarak güneş ışığını kendi mülkiyet sınırları içerisine değil şehirdeki farklı noktalara yansıtmış ve fiziksel tahribat meydana getirmiştir. Bu sebepten dolayı çözüm olarak yapı cephesi alüminyum güneş kırıcılar ile kaplanmıştır (Resim 5). Yapının estetik görünümünden ödün vermemek için seçilen "Brise soleil" tipi güneş kırıcılar, yapının dış görünüşünü çok fazla değiştirmese de gökdelen kullanıcıları ile şehir manzarası arasındaki

görsel ilişkinin kalitesini düşüren istenmeyen bir öğe olmuştur. Bu projenin on milyondan az bir bütçeye mal olduğu iddia edilmiştir [13].

Resim 5: Walkie Talkie binasının cephesi alüminyum güneş kırıcılar ile kaplanmıştır. Kaplanan alüminyum güneş kırıcılar panel örnekleri.





Kaynak-1: https://www.quora.com/What-are-some-infamous-architectural-blunders (23.03.2016) Kaynak-2: http://www.architectsjournal.co.uk/news/repair-job-for-walkie-scorchie-tower-to-start-this-month/8662654.article?referrer=RSS (23.03.2016)

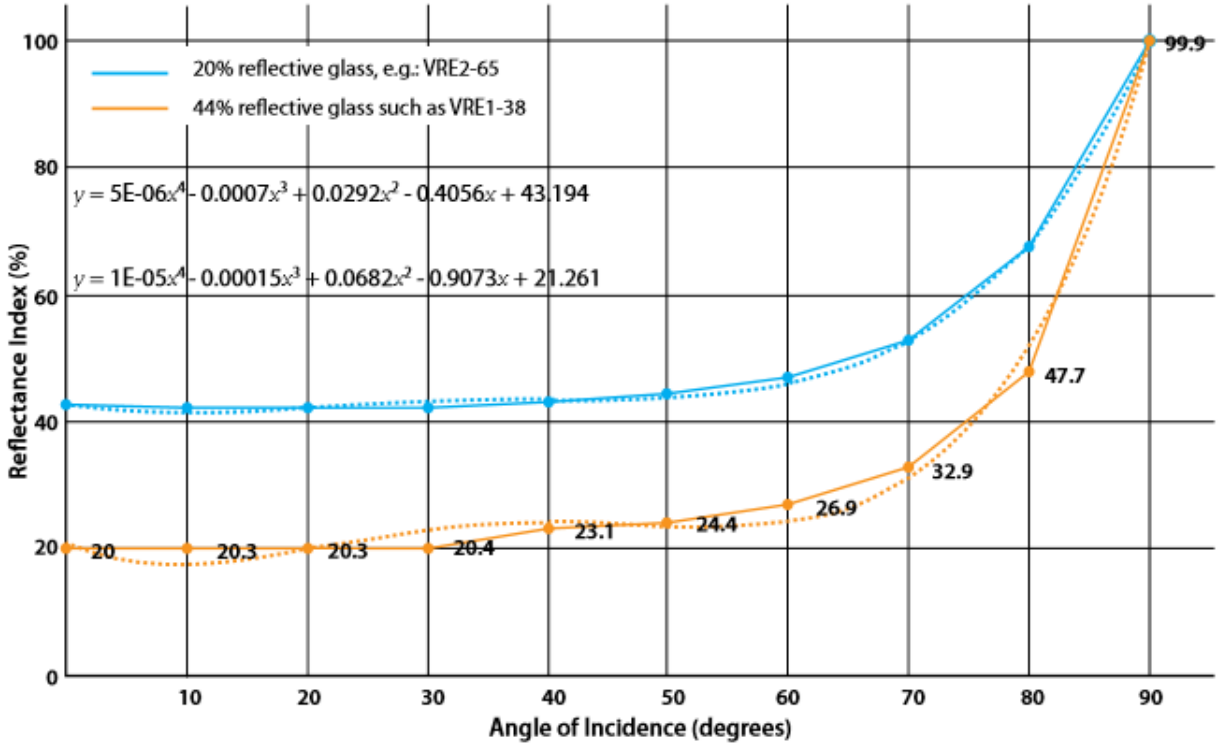
DEĞERLENDİRME ve SONUÇ

Yapının çevreyle olan ilişkisi ve çevreye olan negatif etkisi uzun zamandır tartışılan bir konudur. Bu ilişki ilk olarak yapı inşa edilmesiyle yeşil alan kaybı olarak başlayıp ve bundan dolayı ısı adası oluşturması, ısıtma-soğutma-aydınlatma için kullanılan yüksek enerjinin CO2 yayılımını artırması ve küresel ısınmaya neden olması, büyüyen ekolojik ayak izleri, artan oluşum enerjisi (embodied enerjisi), ışık kirliliğinin zaman içinde doğaya ve insan hayatına olan negatif etkileri gibi sıralandırılabilmektedir [14]. Bu olumsuz etkiler uzun zaman için de ortaya çıkmış ve dolaylı etkiler oldukları için fark edilmeleri de uzun zaman almıştır. Bu durum yapın kısa süre içinde ve doğrudan doğayı tahrip edebilmesinin fark edilmesiyle yeni bir boyut kazanmıştır. Yakın zamanda inşa edilen ve ileri teknoloji ürünü malzemelerin getirdikleri üstünlükleri sıra dışı tasarımlarında kullanan yapıların doğrudan ve kısa zaman içinde çevresinde aşırı konforsuzluğa ve tahribata yol açabildiği gözlenmiştir.

Bu kapsamda üç adet içbükey formdaki cephede "içbükey ayna" etkisi incelenmiştir. İçbükey yapı formlarında güneşten alınan ışık odaklanarak yapı çevresindeki bir alana yansıtılmakta ve yansıtılan alanda biriken enerji yüksek tahribat meydana getirebilmektedir. Bu konforsuzluk ve tahribat 1) sürücüler için konforsuzluk oluşturması ve sürüş güvenliğini tehlikeye atması, 2) çevre sıcaklığının artması, 3) komşular için görsel konforsuzluk, 4) komşu binaların enerji kullanımının artması, 5) yeşil alanda ve çevrede tahribat olarak sıralandırılabilir.

Yansımanın, özellikle de güneş kaynaklı oluşan yansımanın, ölçülebilmesi için kabul görmüş herhangi bir ölçüm birimi veya metodu bulunmamaktadır. Bununla beraber yapı cephesinin sebep olduğu ışık parıltısının sınırlandırılması, kullanılan malzemenin yansıtıcılığının azaltılması, çevrede oluşan termal radyasyonun indirgenmesi ve yansımanın maksimum etkisinin direk güneş ışınımı etkisini geçmemesi fikirleri tartışılmaktadır. Önlem olarak inşaat malzemelerinin güneş ışığını yansıtıcılıkları Sydney ve Singapur da %20 ile sınırlandırılmıştır [5] [15].

Yansıtma temelde malzemenin özgün karakteristiği olsa da ışık kaynağının veya güneşin geliş açısına göre de malzemenin yansıtma oranı değişir. Bu değişim Şekil 2 de gösterilmiştir. Bununla beraber, yapının formu, coğrafi konumu, yönlenmesi, ve iklime göre cephenin yansıtma performansı değişir. İçbükey formlar ışığı odaklayıp yansıttıkları için yansıyan ışığın etkisi çok daha yüksek olmaktadır. İçbükey formların yüksek yansıtıcılık özelliği olan malzemelerle kullanılmaması çözüm önerisi olarak sunulmaktadır.



Şekil 2: Işık geliş açısına bağlı olarak malzemenin yansıtma oranındaki değişim ilişkisi [5].

Tahribata sebep olabilecek yansıma problemini önlemek için yüksek yansıtıcılığı olan cephe malzemesinden ve güneye yönelen içbükey bina formundan kaçınılmalıdır. Ayrıca, yüksek katlı binalar için bina kat planlarında değişiklik yapılmalıdır [15]. Cephede doluluk ve boşluk oranlarının güneş hareketine göre ayarlanması da bir başka çözüm alternatifi olabilmektedir.

Tasarımcılar cepheyi kullanırken estetik kaygılarıyla beraber performans kriterlerini de göz önünde bulundurmaları gerekmektedir. Günümüze kadar tasarımcının temel sorumluluk alanı tasarladığı binanın performansı olarak kabul edilmiş olsa da, artık yapı performansı yapının uzak ve yakın çevresini etkilemekte ve çevresel etki analizleri yapılması gerekmektedir. Bu bağlamda yapı cephesinde kullanılacak malzeme ve yapı formunun bütünleşik düşünülmesi gerekmektedir. Tasarım aşamasında yapının çevresel etki analizi yapılması kolay ve düşük maliyetli tasarım alternatiflerinin geliştirilebilmesine olanak sağlamaktadır. Tamamlanmış yapılarda oluşan problemin çözüm yolları yüksek maliyet doğurabileceği gibi tasarımcı, mülk sahibi, ve tahribattan mağdur olan taraf arasında ortaya çıkan anlaşmazlıklar hukuki süreçlerle de sonuçlanabilir. Ayrıca, geç kalmış çözüm alternatifleri yapının estetik görünümünü olumsuz etkileyebilecektir. Halihazırda herhangi bir kabul görmüş kriterin olmamasından dolayı bir boşluk olsa da, bilgisayar simülasyon programları yardımıyla güneş ışınlarının takibi, yansıyan ışınların yoğunluğu, ve sıcaklığı gibi çevrede oluşturduğu olumsuz etkiler analiz edilebilmektedir.

KAYNAKÇA

[1] D. E. ŞEN, "THE UNBEARABLE LIGHTNESS OF GLASS: TRANSPARENT ARCHITECTURE," *ANADOLU Univ. J. Sci. Technol. –A*, vol. 13, no. 2, pp. 103–114, 2012.

[2] A. Ö. AYŞİN SEV, VOLKAN GÜR, "CEPHENİN VAZGEÇİLMEZ SAYDAM MALZEMESİ CAM," in *Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi*, 2004.

[3] N.-J. Shih and Y.-S. Huang, "A study of reflection glare in Taipei," *Build. Res. Inf.*, vol. 29, no. February 2015, pp. 30–39, 2001.

[4] M. Schiler, "Examples of Glare Remediation Techniques Four buildings," in *Plea2009*, 2009, no. June, pp. 22–24.

[5] V. Montes-Amoros, "When buildings attack their neighbors: Strategies for protecting against 'death rays,'" *CTBUH J.*, no. 1, pp. 20–25, 2015.

[6] M. Schiler and E. Valmont, "Microclimatic impact: Glare around the Walt Disney Concert Hall," in *Proceedings of the Solar World Congress 2005: Bringing Water to the World*, 2005, p. 511.

[7] W. Osterhaus, M. Davies, P. Raynham, and S. Curtis, "A Different Toolbox for Glare Studies - Can New Techniques Improve Our Understanding of Glare ?," in *Victoria*, 2005, no. September, pp. 19 – 21.

[8] K. Japee, Shweta; Schiler, Marc; Ander, Gregg; Andereck, "a Method of Post Occupancy Glare Analysis for Building Energy Performance Analysis," in *Ases*, 1995.

[9] M. Schiler and a Prof, "Toward a Definition of Glare: Can Qualitative Issues Be Quantified?," in *Second EAAE–ARCC conference on architectural research, Paris, France*, 2000.

[10] J. Y. Suk, "Post Treatment Analysis of the Glare Remediation of the Walt Disney Concert Hall," UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA, 2007.

[11] A. M. Joan Whitely, "Vdara visitor: 'Death ray' scorched hair," *LAS VEGAS REVIEW-JOURNAL*, 25-Sep-2010.

[12] DailyMailReporter, "Las Vegas hotel guests left with severe burns from 'death ray' caused by building's design," *Mail Online*, 29-Sep-2010.

[13] A. BROWN, "New shutters on London's 'Walkie Scorchie' attempt to nullify skyscraper's 'death ray,'" *Express*, 09-Oct-2014.

[14] M. Kolokotroni, S. Robinson-gayle, and A. Cripps, "Environmental impact analysis for typical office facades," *Build. Res. &INFORMATION*, vol. 32, no. February, pp. 2–16, 2004.

[15] V. M. CHARLES D. CLIFT, "SOLAR REFLECTIVITY STUDIES," in *S Y M P O S I U M O N B U I L D I N G E N V E L O P E T E C H N O L O G Y*, 2012, pp. 68–73.

BİNA CEPHELERİNDE TİTANYUM ÇİNKO LEVHA UYGULAMALARI

Esra Lakot Alemdağ [1]
Dilek Öztürk Nohut [2]

ÖZET

Mimari tasarımlarda bina kabuğunda kullanılacak malzemelerin seçimi; projeye uygunluk, uygulama esnasındaki kolaylıklar ve zorluklar, estetik ve fonksiyonel beklentiler vb. sebeplerden ötürü oldukça önem arz etmektedir. Günümüzde gelişen teknoloji ve yapım sistemlerine bağlı olarak hem fiziksel performans hem de görsel etki açısından birçok yeni yapı malzemesi mimari tasarımlarda kullanılmaktadır. Son yıllarda yapı sektöründe oldukça fazla tercih edilen ve geleceğin mimari malzemesi olarak değerlendirilen titanyum çinko levhalar hertürlü projede çatı ve cephelerde sınırsız yaratıcı çözümlere olanak sağlamaktadır.
Bu bağlamda çalışmada öncelikle titanyum çinko levhaların mekanik ve fiziksel özellikleri, yapılarda kullanım alanları, uygulama teknikleri, malzemeden beklenen performans ve avantajları belirtilmiştir. Ardından örnek projeler üzerinden titanyum çinko levha cephe kaplama sistemlerine ait uygulama detayları analiz edilmiştir.

ANAHTAR KELİMELER

Titanyum Çinko Levhalar, Cephe Sistemleri, Kaplama Malzemeleri

ABSTRACT

The selection of materials, to be used in building skin for architectural design, is important for compliance to project, facilities and difficulties during implementation and aesthetic and functional expectations. Today, depending on emerging technologies and construction systems, many new building materials are being used for architectural designs as they have both strong physical and visual impact. In recent years, titanium zinc plates mostly preferred in construction sector and considered as future architectural material, allows unlimited creative solutions in all kinds of roof and facade projects.
In this context, mechanical and physical properties of titanium zinc plates, their application areas and techniques, expected performance of material and advantages are indicated in the study. After, application details of titanium zinc plates roofing and facade cladding have been analyzed through demonstration projects.

KEY WORDS

Titanium Zinc Plates, Facade Systems, Cladding Materials

[1] Yrd. Doç. Dr. Esra Lakot Alemdağ, Avrasya Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Trabzon, 0462 3440510, mimela82@hotmail.com
[2] Öğr. Gör. Dilek Öztürk Nohut, Avrasya Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Trabzon, 0462 3440510, dilekimben@yahoo.com

1. GİRİŞ

Malzeme teknolojisindeki gelişmeler sonucu dünya pazarına sunulan yeni ürünler mimari tasarımlarda ve dolayısıyla inşaat sektöründe etkili bir biçimde kullanılmaya başlanmıştır. Fiziksel, kimyasal, mekanik özellikler açısından yüksek performanslı, çok amaçlı kullanıma uygun, katma değeri yüksek olan bu tür malzemeler, geleneksel yapı malzemelerine göre gün geçtikçe daha fazla tercih edilmektedir. Ayrıca son yıllarda ekolojik ve sürdürülebilir mimari anlayışın giderek önem kazanması doğa dostu, geri dönüşebilir, enerji tasarruf oranı yüksek yapı malzemeleri ihtiyacını da arttırmaktadır. Bu bağlamda günümüzde yapı sektöründe kullanımı giderek yaygınlaşan metal malzemelere yeni alaşımlamalar yapılarak daha üstün özelliklere sahip yeni metalik malzemeler elde edilmektedir. Binalarda çatı ve cephelerde sıklıkla kullanılan metal kaplama malzemelerinden titanyum çinko malzemesi de bu tür malzemelere örnek gösterilmektedir.

Dünya mimarisinde çinko, üstün özellikleri sayesinde 175 yılı aşkın bir süredir çatılarda, cephelerde, yağmur suyu drenaj sistemlerinde, iç mimaride ve süslemelerde yer almaktadır [1]. Titanyum çinkonun ana maddesini oluşturan çinkonun, ilk olarak M.Ö. 500 yıllarında Rodos'ta bulunan bir mücevher parçasında bakıra ilave edilerek kullanıldığı kanıtlanmıştır. "Çinko" terimi ise ilk olarak 17. yüzyılda malzemenin tekrar keşfedilmesi ile ortaya çıkmıştır. Çinko diğer metal alaşımlarla uyumlu olması nedeniyle ilk olarak madeni para yapımında bileşen olarak kullanılmıştır [2]. İngiltere'de 1805 yılında 100-150 C 'ye tavlanan çinkonun saç haline geleceği keşfedildikten sonra ilk saç haddesi 1812'de Belçika-Liege'de, ilk çinko levha ise 1857'de Philadelphia'da yapılmıştır. Endüstriyel üretime ise 1866 yılında Amerika Birleşik Devletlerin'de Matthiessen ve Hegeler tarafından başlanmıştır. Çinko dünyada yıllık kullanım miktar açısından demir, alüminyum ve bakırdan sonra gelen ucuz bir malzemedir [3]. Her türlü mimari projede çatı ve cephelerde sınırsız yaratıcı çözümlere olanak sağlayan titanyum çinko malzemesinin üretim merkezini Fransa, Almanya ve Hollanda oluşturmakta olup ülkemizde son 15-20 yıldır kullanılmakta ve henüz üretimi yapılmamaktadır.

2. TİTANYUM ÇİNKO MALZEMESİ VE ÖZELLİKLERİ

1850'li yıllarda Baron Hausmann'ın, Paris'in genelinde hayata geçirdiği, bugünün yeni şehir planı ve mimarisi neticesinde; doğal çinko, ilk olarak Paris'in "Mansard" eğimli çatılarında ve yağmur suyu indirme sistemlerinde kullanılmıştır (Şekil 1). Titanyum çinko, bina kabuğunda çatı ve cephe kaplama malzemesi olarak kullanılan, metal bir kaplamadır.



Şekil 1. Paris çatıları [4]

Titanyum çinko, malzeme içeriği olarak çok yüksek kalitede çinkodan (Z1 - 99,995% saf çinko) meydana gelmektedir. Ekolojik dengesi pozitif olarak değerlendirilen nadir malzemelerden biri olan

çinkonun ayrıştırma ve işleme sırasında oluşan kayıpları minimuma indirgenmiştir. Ayrıca yüksek hurda değeri ve sorunsuz geri dönüşüm imkânı ile daha da ekonomik hale gelmektedir. Günümüzde çinkonun geri dönüşüm oranı % 90 seviyesindedir [5]. Çinko diğer metallere oranla, çok daha düşük sıcaklıkta (420 ºC) erimektedir (Alüminyum 660 ºC, Bakır 1083 ºC, Demir 1539 ºC, Nikel 1455 ºC) ve dolayısıyla enerji tasarrufu açısından avantaj sağlamaktadır [12]. Titanyum çinko, daha üstün mekanik ve fiziksel özelliklere sahip olabilmesi amacıyla bakır ve titanyumla alaşımlanarak elde edilmektedir (Tablo 1). Bakır, alaşımın mekanik dayanımını arttırarak malzemeyi daha esnek ve sağlam yapmaktadır. Titanyum ise, alaşımın korozyona, deformasyona ve büzülmeye karşı dayanımını arttırmaktadır. Ayrıca titanyumun bazı metallere göre ısıl genleşme katsayısının oldukça düşük olması (Titanyum $8.4*10^{-6}$, Alüminyum $23.2*10^{-6}$, Bakır $16.8*10^{-6}$, Paslanmaz çelik $16.5*10^{-6}$, Demir $11.7*10^{-6}$) malzemenin ısıl genleşme performansını arttırmaktadır [13].

Tablo 1. Titanyum çinko fiziksel – mekanik özellikleri ve kimyasal bileşim içeriği [1,7]

FİZİKSEL ÖZELLİKLER		**MEKANİK ÖZELLİKLER**	
Yoğunluk	7.2 kg/dm³	**% 0,2 Kanıt Dayanımı**	≥100N/mm
Isısal Genleşme	0.022 mm/m/ºC	**Çekme Dayanımı**	≥150N/mm
Erime Noktası	420 ºC	**Kopma Uzaması**	≥%35
Kristalleşme Noktası	300 ºC	**Bükme Testi**	Bükme sırasında çatlak oluşmaz
Isı İletkenliği	110 W/(m.K)	**Bükme Sonrası Doğrusallık**	-
Elektrik İletkenliği	17 MS/m	**Sünme Direnci 50N/mm² yük altında 1 saat sonunda**	≤%0,1
Kıvılcım /Yangın Riski	Yok	**4º Bükme Testi**	-
Manyetik Özelliği	Yalıtkan	**Erichsen Testi**	-
		Vickers Sertlik	-
KİMYASAL BİLEŞİM			
Çinko	**(Limitli Pb ve Cd) Z1**		**Z1**
Bakır	% 0,08 - 0,2		% 0,08 - 1,0
Titanyum	% 0,07 - 0,12		% 0,06 - 0,2
Alüminyum	% ≤ 0,015		% ≤ 0,015

Demirsiz bir metal olan titanyum çinko, doğal yollarla CO_2 ve H_2O ile tepkimeye girerek yüzeyinde hidro-karbonattan oluşan 'patina' adı verilen füme gri renkteki koruyucu bir oksit tabakası oluşmaktadır. Böylece atmosfer etkilerine karşı kendini korumakta ve korozyona karşı yüksek dayanım kazanmaktadır. Patina süreci binanın konumuna ve iklim koşullarına göre, 6 ay ile 2 sene içerisinde gerçekleşmektedir [1,6]. Malzeme yüzeyinde oluşabilecek her türlü çizik izi, patina tabakası sayesinde kısa sürede kaybolmaktadır. Bu sayede malzeme yüzeyine, boya, cila, vb. ekstra zaman içinde yenilenmesi gereken kaplama uygulanmasına gerek kalmamaktadır. Titanyum çinko malzemesi, kalınlıkları 0.65 mm, 0.70 mm, 0.80 mm, 1.00 mm olacak şekilde, 1000*2000 mm'lik levhalar ya da genişliği 50 cm ve 65 cm, boyu 30-40 m rulolar halinde temin edilmektedir [1] . Malzemenin en önemli avantajları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- *Doğa dostu malzeme:* Çevreye zararlı maddeler içermeyen tamamen doğal ve geri dönüşebilen malzeme olup yandığında zehirli gaz salınımı yapmamaktadır.
- *Kolay işlenebilen esnek metal:* Uygulanması zor konik, konveks, konkav ve diğer karmaşık şekillerin rahatlıkla uygulanabildiği yaratıcı tasarımlara olanak sağlamaktadır.
- *Estetik görünüm:* Farklı ve orijinal yüzey rengi alternatifleriyle diğer yapı malzemeleri ile birlikte uyum içinde kullanılabilmektedir. Malzemenin bu özelliği renovasyon projeleri için büyük avantaj sağlamaktadır.

- *Düşük bakım maliyeti:* Titanyum çinko malzemesi patine özelliği sayesinde kendi kendini koruyarak kullanım ömrü boyunca kaplama vb. bakım onarım gerektirmemektedir. Ayrıca su geçirmeme özelliği olup dış ikilmsel koşullara karşı yüksek dayanım sağlamaktadır.
- *Akustik performans:* Dış ortamdan gelen gürültüler (araç, hava trafiği vb.) için etkili ses yalıtımı sağlamaktadır. Ayrıca çinko, yağmur sesi gibi darbe sonucu oluşan gürültüler için daha sert alaşımlara (alüminyum, çelik, plastik vb.) kıyasla daha iyi akustik performansa sahiptir [7].

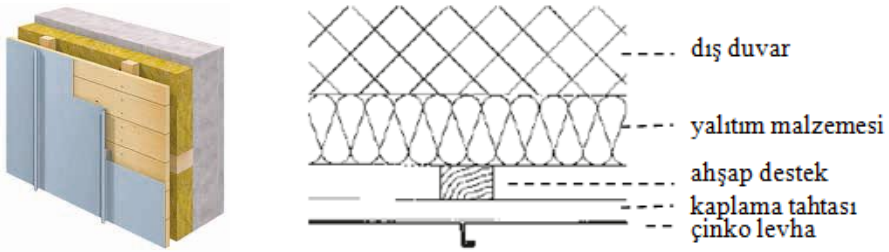
1 µm/sene atmosferik aşınmaya bağlı olarak, 0,70 mm kalınlığında rulo çinko minimum şartlarda 70 yıl ömre sahiptir [1]. Dünya genelinde kaliteli firmaların ürettiği titanyum çinko malzemesinin orta kirlilikteki şehirlerde yaklaşık 80 yıl, endüstriyel şehirlerde 50 yıl, kırsal alanlarda ise yaklaşık 120 yıl ömre sahip olduğu bilinmektedir [7]. Hem geri dönüşüm özelliği hem de uzun ömürlü çevre dostu bir malzeme olmasından dolayı titanyum çinko sürdürülebilir mimari yapılarda kullanılabilen en önemli malzemelerden biridir.

3. BİNA CEPHELERİNDE TİTANYUM ÇİNKO UYGULAMASI

Çalışma kapsamında analiz edilen titanyum çinko kaplama sistemleri, Türkiye'de ve dünya genelinde bir çok ülkede en çok tercih edilen 2 firmanın (VWZINK, RHEİZINK) ürettiği cephe sistemlerinin tümünün incelenmesi sonucunda belirlenmiştir.

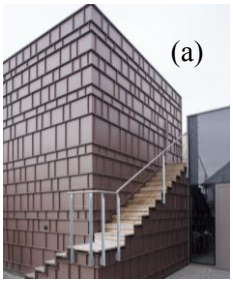
3.1. Cephe Kaplama Sistemleri

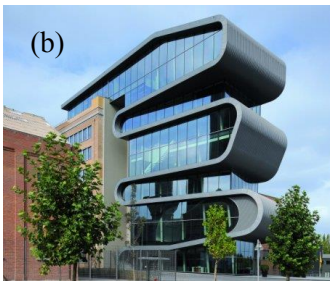
Kenet Sistemi: Bu sistem bina cephesine uygulanan ahşap destek (sarıçam veya ladin kaplama tahtası) üzerine uzun çinko levhaların özel klipslerle sabitlenmesiyle oluşturulmaktadır. Tüm yapılara adapte olabilen bu sistem çatı ile de uyum sağlamaktadır. Yatay-düşey,değişken genişlik uzunluktaki levhalardan üretilebilmesi neticesinde özel formlardaki yüzeylerde bile rahatlıkla uygulanabilmektedir.



Şekil 2.Kenet sistemi uygulama detayı [10]

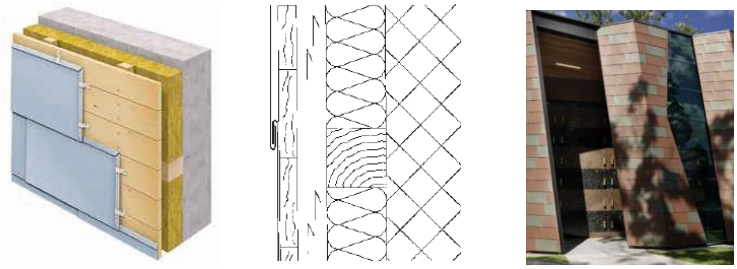
Yatay kenet, düşey kenet ve tonoz kenet sistemler olarak 3 farklı şekilde uygulanabilmektedir. Bu sistemde önceden şekillendirilen levhanın erkek (L) profili diğer levhanın dişi (U) profiline uzunlamasına kenetlenmekte, kenet tek bir büküm yardımı (90°) ile katlanmaktadır. Kenet kısmının yaklaşık 12 mm genişlikte olması, güçlü hatlara sahip bir görünüme olanak tanımaktadır. Bu sistem özellikle geniş cephe kaplamaları ve sert iklimin hüküm sürdüğü bölgelerde bulunan yapılar için çok uygundur. Cephede kullanılacak panel boyutlarında 4 m uzunluğu ve 430 mm genişliği aşmamak tavsiye edilmektedir [8].



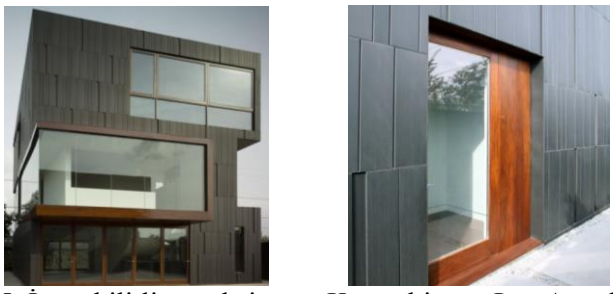


Şekil 3 . Düşey kenet sistem (a) Spa merkezi-İsviçre; Tonoz kenet sistem (b) Ofis binası-Belçika [11]

Düz kilitli (flat lock) panel sistemi: Cephe sistemi, hazır çinko panellerin taşıyıcı sistem üzerine uygulanmış ahşap destekler üzerine, dört tarafından klipslerle montajıyla kurulmaktadır. Düşey veya yatay olarak uygulanabilir. Uygulandığı cephelere akışkan, hareketli bir görünüm sunmaktadır. Cephe ölçülerine veya mimari ihtiyaçlara göre farklı ebatlarda üretilmektedirler. Düz kilitli panel sisteminde cephede kullanılacak panel boyutlarında 3 m uzunluğu ve 600 mm genişliği aşmamak tavsiye edilmektedir. Panel kalınlığı seçilen panel boyutlarına bağlı olmakla birlikte küçük boyutlardaki panellerde 0.7 mm, büyük boyutlardaki panellerde ise 1 mm olarak değişmektedir [9,10]

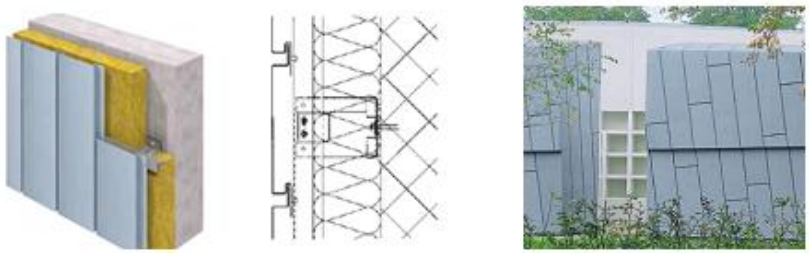

Şekil 4. Düz kilitli panel sistemi uygulama detayları [10]

İçten kilitli (interlocking) panel sistemi: İçten kilitli panel sisteminde değişik uzunlukta, oyuklu derz görünümlü düz paneller, ahşap yada metal ikincil taşıyıcı sisteme yatay veya düşey olarak monte edilmektedir. Bu sistemde cephede kullanılacak panel boyutlarında 6 m uzunluğu ve 333 mm genişliği aşmamak tavsiye edilmektedir. Paneller hızlı ve basit bir yöntemle, lambda-zivana prensibi gizli bir montaj sağlar. Bu montaj sayesinde cephe yüzeyinde, kusursuz düzlükte bir görünüm elde edilir. Panelleri taşıyıcıya tespitleyen klipsler de aynı şekilde sistemin dışarıdan gözükmeyen iç bölmesinde saklıdır. Açık derz aralıkları, estetik yatay ve düşey uygulanabilirliği çok geniş tasarım özgürlüğü sunmaktadır [7,10].


Şekil 5. İçten kilitli panel sistem, Konut binası, Los Angeles [9]

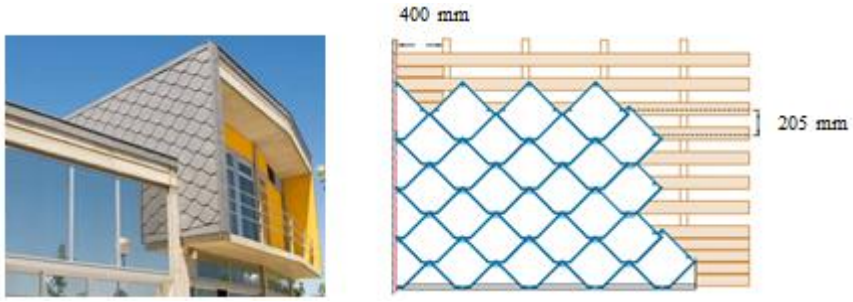
Derzli kenet sistemi: Dexter sistem olarakta adlandırılmaktadır. Hazır şekillendirilmiş patentli Dexter levhalar, tasarımda yapılacak şaşırtmalar, yatay veya düşey, derz mesafelerindeki sürprizlerle mimari projelerde çok geniş bir hayal ve ifade özgürlüğü tanımaktadır. Derzli kenet levhaların en özel

avantajı, aks mesafelerinde (200 mm - 333 mm) ve fuga genişliklerinde (0 - 30 mm) sunduğu ölçü alternatifleridir.



Şekil 6. Derzli kenet sistemi kesit ve planları, Yeni Doğu Mezarlığı, Amsterdam [10]

Adeka sistem: Adeka patentli bir sistem olup kendine özgü kilitleme mekanizması bulunan, fabrikada şekillendirilmiş titanyum çinkodan üretilen bir cephe kaplama sistemidir. Pırlanta kesiminde, estetik, üç boyutlu bir görüntüsü vardır ve hiçbir şekilde yağmur ve rüzgâr geçirmemektedir. Binalarda tüm pencere, köşe ve yaka detaylarını kapsayabilme özelliğine sahip komple bir sistem olarak uygulanabilmektedir. 0.65 mm kalınlığında üretilen parçaların hafif olması (750g) sebebi ile tüm bina cepheleri için uygundur. Adeka sistem ile bina dış duvarı arasında 20 mm havalandırma boşluğu bulunmaktadır. Her bir Adeka parçasının üst köşesi 5 cm kadar yükseltilmiştir ve alt köşeler de buna bağlı olarak düşürülmüştür, bu sayede üç boyutlu görüntü elde edilmektedir. Parçalarının birleştirilmesinin çok basit ve hızlı olması, mekanik alet gerektirmemesi uygulama süresini azaltmaktadır [7,9].



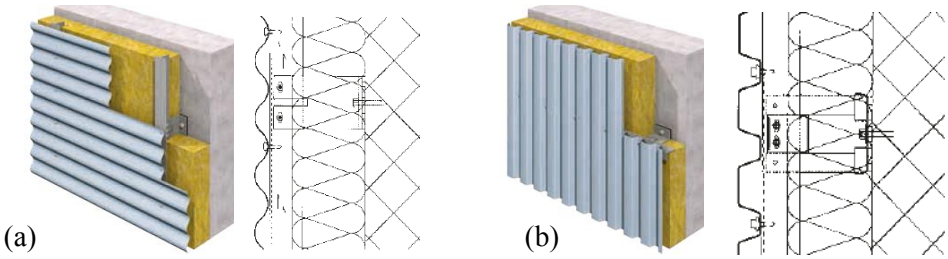
Şekil 7. Adeka sistem uygulama deyatı [7,9]

Mozaik sistem (kaset uygulama): İçten kilitli sistemi andıran bu sistemde hazır kasetler cephede estetik bir görüntü sağlamaktadır. Kare ve dikdörtgen modüler panellerin, özel taşıyıcı profile monte edilmesiyle yapı cephesi kaplanmaktadır. Bir çok farklı boy, form ve yüzey alternatifleri farklı tasarımlara olanak sağlamaktadır. Çinko malzeme kalınlığı 1mm olup, her bir kaset boyutu 450-900 mm arasında yükseklikte, 450-1800 mm arasında genişlikte üretilmektedir.



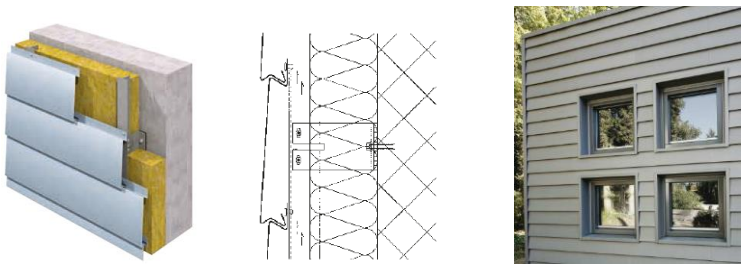
Şekil 8. Kare şeklinde kaset sistem uygulama detayı, Rheinpark binası, Almanya [11]

Sinüs dalgası sistemi ve Trapez sistem: Sinüs dalgası şeklindeki çinko paneller, metal taşıyıcı alt konstrüksiyona yatay veya düşey biçimde monte edilmektedir. Bu sistemde max. panel boyutları 6 m*836 mm dir. Ritmik dalga estetiği sunan panellerin üstüste bindirilmesi ve sabitleme tekniği ile kolay montaj olanağı sunmaktadır. Tüm yapı tiplerinde kullanımı mümkün olmakla birlikte düz veya geniş yarıçaplı eğrisel cephe tasarımları için uygundur. Trapez levha sisteminde trapez şeklinde levhalar kullanılırken yatay, düşey ve diyagonal uygulamalarda daha kompakt ve belirgin görünümler elde edilir. Yumuşak bir etkiye sahip olan sinüs dalga levhalar ile kıyaslandığında ışığın meydana getirdiği kontrast etki, trapez levhalarda çok daha güçlüdür. Levhaların her iki yüzeyinin de uygulama için seçilebilir olması ürüne fonksiyonellik kazandırmaktadır [10].


(a) (b)

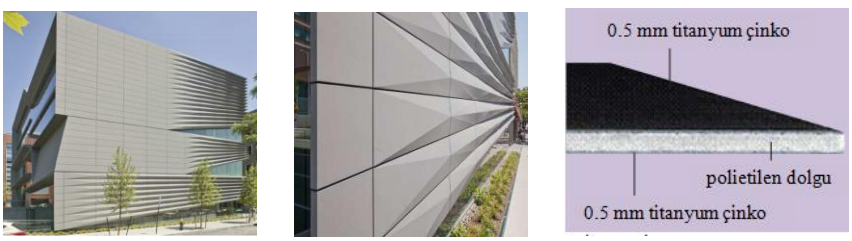
Şekil 9. Sinüs dalgası (a) ve trapez levha (b) sistemi kesit ve planları [10]

Yalı baskı sistem: Görünmeyen birleşim noktaları ve katmanlı geometrisi ile yalı baskı levha sistemi (siding levhalar), ahşap yapıların yüzeylerine benzemektedir. Bu sistemde paneller, ahşap veya metal taşıyıcı alt konstrüksiyona yatay biçimde üstüste bindirilerek yerleştirilir. Profil yapısı nedeniyle farklı aydınlık seviyelerinde etkileyici hatlara sahip görünüşlere olanak tanımaktadır. Bu sistemde max. panel boyutları 3m uzunlukta ve 200 mm genişlikte üretilmektedir [11].



Şekil 10. Yalı baskı cephe sistemi uygulaması [10]

Kompozit sistem: Bu sistem her iki yüzeyinde 0,50 mm titanyum çinko ve arasında yangına dayanımı yüksek (B1 sınıfı) 3 mm polietilen dolgu malzemesi bulunan yeni nesil kompozit malzemedir. Havalandırmalı cephe elemanı olarak duvara asılan çerçeveler üzerine kolayca giydirilmektedir. Kaset olarak büküldükten sonra veya perçinle vidalanan levhalar şeklinde duvara tespit edilmketedir. Sistemde standart panel boyutları 3900 mm* 900 mm iken, panel boyutlarında max. 5900 mm* 1100 mm ölçüleri de kullanılmaktadır [10,11].



Şekil 11. Kompozit cephe sistemi ve malzeme detayı [11]

SONUÇ

Mimari tasarımlarda bina kabuğunun tümünde uygulanabilen titanyum çinko, çatı ve cephe arasında bütünlük sağlamakta ve aynı zamanda konstrüktif görünüşü ile tek bir malzemenin tasarımsal görselliğine olanak vermektedir. Özellikle hem modern hem de tarihi doku içerisindeki tasarımlara uyum sağlaması malzemeye üstünlük sağlayan özellikler arasındadır. Titanyum çinko malzemesinin tercih edilmesinin başlıca nedenleri; yapı taşıyıcı sistemini çatıdan temele kadar hafifletmesi, dış iklim koşullarına dayanıklı olması, değişik renkte üretilebilmesi ve istenen her formun verilebilmesidir. Bunun yanısıra montaj kolaylığı, işçilik ve zamandan tasarruf sağlaması, hafif olması, gerektiğinde sökülüp yeniden kullanılabilmesi, geri dönüşümü olması, periyodik bakım gerektirmemesi gibi özellikleri de oldukça önemlidir.

Binalarda çatı ve cephe kaplama malzemesi olarak titanyum çinkonun kullanılması tüm dünya ülkelerinde olduğu gibi ülkemizde de giderek yaygınlaşmaktadır. Ancak yurt dışından ithal edilen bu malzeme günümüzde kullanılan diğer cephe kaplama ürünlerine (pişmiş toprak esaslı ürünler, kompozit kaplamalar, bakır, saç kaplamalar vb.) oranla daha pahalıdır. Türkiye'de teknolojik katma değeri yüksek, uzun ömürlü ve doğa dostu olan kaliteli ürün tüketiminin gittikçe büyümekte olduğu düşünüldüğünde ise bu tür malzemelerin uygun bir maliyetle üretilmeleri halinde ülke ekonomisine önemli katkılar sağlayacağı açıktır.

KAYNAKLAR

[1] http://www.vmzinc.com.tr/zinc-features/cnko-oezellkler.html
[2] http://www.rheinzink.com.tr/kalite/cinkonun-tarihcesi/
[3] http://tr.m.wikipedia.org/wiki/Çinko
[4] http://mimarimedya.com
[5] http://www.maseryapi.com/index
[6] Toydemir N.,Gürdal E.,Tanaçan L., 2011. Yapı Elemanı Tasarımında Malzeme, İTÜ Mimarlık Fakültesi, s 229, İstanbul.
[7] http://karace.com.tr/wmzinc-cephe.php
[8] http://files.yapıkatologu.com
[9] http://www.vmzinc.com.tr/coezuemlerimiz/vmzinc-cephe-kaplamalar.html
[10] http://www.rheinzink.com.tr/ueruenler/cephe-sistemleri/
[11] http://www.vmzinc.com.tr/projects.html
[12] http://www.haddemetal.com/tr/
[13] Zahner, L. 1995. Architectural Metals: A Guide to the Selection, Specification and Performance, s 17, New York: John Wiley.

OTOPARK ÜSTÜ PARK VE BAHÇELERİN KENT YAŞAMINDAKİ YERİ VE ÖNEMİ: İSTANBUL KENTİNDEN ÖRNEKLER*

Yıldız AKSOY [1]
Begüm SABİTOĞLU [2]

Konu Başlık No: 55

TÜRKÇE ÖZET

Otopark üstü park ve bahçeler İstanbul halkının hem yeşil alan ihtiyacının hem de otopark ihtiyacının karşılandığı çok fonksiyonlu alanlardır. Esenler yoğun nufusu ve yeşil alanlarının hem alansal büyüklük açısından hemde kişi başına düşen miktar açısından oldukça az olması nedeniyle örnek ilçe olarak seçilmiştir. Esenler Nene Hatun Otopark Üstü park çalışması peyzaj tasarım ilkeleri açısından irdelenmiştir. Otopark üstü park ve bahçelerin peyzaj tasarımının başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için; toprak, döşeme, donatı elemanları, suya ilişkin malzemeler, bitkiler vb. yüklerin yapı üzerindeki dağılımının önceden tasarlanması ekip çalışmasının olmasına bağlıdır. Araştırma konusu olan otopark üstü park ve bahçeler peyzaj açısından daha önceden pek ele alınmadığından ve çatı teras bahçeleri ile yapısal anlamda benzerlik gösterdiğinden araştırmaya ışık tutan kaynaklar genellikle çatı ve teras bahçelerini ele alan konuları içermektedir. Araştırmada Esenler ilçesi modelinde otopark üstü park ve bahçelerinin nüfus yoğunluğu fazla olan, yeşil alan eksikliği ve otopark problemi olan yerler için ne kadar onemli olduğu vurgulanmış ve yeni planlanacak alanlar için örnek teşkil etmesi amaçlanmıştır.

ANAHTAR KELİMELER: İstanbul, Otopark, Yeşil Alan, Otopark Üstü Park ve Bahçeler.

ABSTRACT

In recent years, due to increasing population and excessive immigration from the less developed regions, the parking problem and the need of green area in Istanbul have been gradually increased. Owing to unplanned urbanization, green areas could not be included to living spaces in a balanced way. To satisfy the needs on city basis, projects with multiple functions have come out. Underground and over-ground parking have been some of the projects developing within this context. They have been explained with the projects, some of which have already been implemented and some are going to be implemented in various regions of Istanbul. Esenler has been chosen as a sample county for its intensive population and inconsiderable green areas per capita. Designation and implementation of Nene Hatun Park above Underground Parking project has been discussed as a sample and analyzed in terms of landscape design work principles.

KEYWORDS: Istanbul, Parking, Green Area, Underground Parking Park and Gardens.

1 Yıldız AKSOY İAÜ Mimarlık ve Tasarım Fakültesi Florya Kampüsü, Tel: 4441428 (27301), Fax: 02124255759, yildizaksoy@aydin.edu.tr
2 Begüm SABİTOĞLU İBB Alt Yapı Projeler Müdürlüğü.

***** Yrd. Doç.Dr. Yıldız AKSOY'un danışmanlığında Bahçeşehir Üniversitesi Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yönetimi Yüksek Lisans Programında Begüm SABITOĞLU tarafından hazırlanmış yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

1. GİRİŞ

Sanayileşmiş ülkelerde kentsel alanlarda peyzaj mimarlığına ilişkin konular daha fazla ön plana çıkmaktadır. Okullar, üniversiteler, toplumsal kullanımlar ve özel sektöre ilişkin kullanımlar her geçen gün artarken diğer taraftan kültürel ve doğal peyzaja yönelik duyarlılık ve yeşil alana duyulan gereksinim her geçen gün büyümektedir [1]. Yeşil alan ve açık alanların gittikçe azaldığı kent ortamında şehir halkının yeşil alanlara olan ihtiyacı planlanmış çatı ve teras bahçeleri ile karşılanmaya çalışılmaktadır [2]. Çatı ve teras bahçeleri kent içinde yarattıkları sağlıklı ve kaliteli kentsel çevreler nedeniyle yaşamsal öneme sahiptirler [3].

Kentsel alanlarda özellikle kent merkezlerinde talebin yüksek seviyede olması ve hızlı kentleşme sonucu yeşil alanların azalması, kent insanını yeni yeşil alanlar aramaya yöneltmiş, bunun sonucu olarak da yapıların çatıları ve zemin altı otoparkların üstleri yeşil alan olarak kullanılmaya başlanmıştır [4].

Konuyla ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde yurtdışında yeşil çatıların bina enerji performansı ve sürdürülebilirlik açısından ele alındığı görülmektedir [5]. Türkiye'de ise yeşil çatıların bina enerji performansına etkisini ele alan çalışmalar oldukça eksiktir. Mevcut olan çalışmalar özellikle yeşil çatıları tanıtma ve yararlarından bahseden çalışmalardır [6].

Yick Ting Au (2003) 'Kentsel Yeşil Çatılar İçin Planlama Aracı' konulu çalışmasında yeşil çatıların oluşumu, çeşitleri ve yararlarına değinmiştir [7]. Kentlerde çatı bahçesi, otopark üstü park bahçesi gibi çok fonksiyonlu yapılar tasarlanmıştır. Kentlerde yoğun yerleşim bölgelerinde uygulanan otopark üstü park bahçeleri, doğanın az olduğu, yoğun kent merkezindeki açık alanların kaybolan ekolojik değerleri onarmasına yardımcı olur. Otopark üstü park bahçeleri ne kadar büyük olursa, yarattığı ekolojik katkılarda o oranda artmaktadır [4].

Otopark üstü park bahçeleri, kentlerdeki yeşil alan eksikliğinin oluşturduğu baskının, görsel açıdan azalmasına yardım edebilir. Kentlerde yoğun yapılaşma nedeniyle kaybedilen yeşil alanlar otopark üstü park bahçelerinde tekrar kazanılarak kent insanının toprak ve bitkiyle bir arada olabilecekleri ortamlar oluşturulur. Böylece kentteki yoğun baskı altında olan insanların psikolojileri olumlu olarak etkilenir [8].

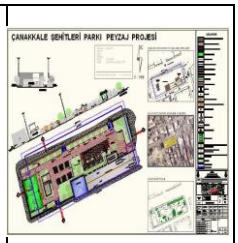
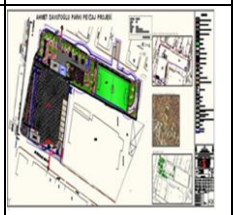
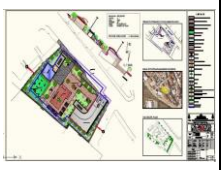
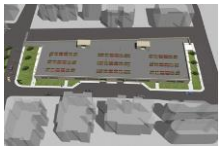
Otopark üstlerinin park ve bahçe olarak kullanılması ilk tesis harcamaları göz önünde tutulduğunda yüksek gibi görünse de, uzun dönemde enerji tüketimi, tamir ve bakım masraflarından dolayı yapılacak tasarrufla dengelenebilir. Su izolasyonu yapılarak zeminin su alması ve emmesi engellenerek betonarme alanın çürümesi ve çökmesi önlenmiş olur [9]. Güneş ışığının UV ışınlarından daha koruyucu olması nedeniyle otopark üstü park ve bahçelerde su yalıtım sisteminin ömrü çok uzun süreli olmaktadır [6].

2. İSTANBUL KENTİ İÇİN UYGULANMASI PLANLANAN VE UYGULANMIŞ OTOPARK ÜSTÜ PARK VE BAHÇELER

İstanbul'da otopark üstü park ve bahçelerin sayısı fazla değildir. İstanbul Büyükşehir Belediyesi Projeler Müdürlüğü'nden ve Ulaşım Koordinasyon Müdürlüğü'nden alınan verilere göre İstanbul İli Güngören ilçesinde 3, Bayrampaşa ilçesinde 1, Gaziosmanpaşa ilçesinde 5, Bağcılar ilçesinde 2 ve Küçükçekmece ilçesinde ise 4 adet otopark üstü park ve bahçe projesinin uygulanması planlanmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Uygulanması Planlanan Otopark Üstü Park ve Bahçeleri

İlçe Adı	**Mah.**	**Ada, Parsel**	**Parkın Adı**	**Proje, Büyüklügü**
Güngören	General Ali Rıza Cad.	816 ada, 741 Parsel	30 Ağustos Parkı Hali hazırda ve imar planında çocuk bahçesi	 2190 m^2 620 araç kapasiteli
Güngören	Merkez Mah.	291 Ada, 1 Parsel	Hali hazırda açık otopark, imar planında belediye hizmet alanı	 3700 m^2 211 araç kapasiteli
Güngören	A. Nafiz Gürman Mah. Nadide Sok-Günay Sok. Arası		Saraybosna Parkı Hali hazırda ve imar planında park	 3500 m^2 194 araç kapasiteli
Bayrampaşa	Muratpaşa Mah. İlhan Sokak-Büyük Coşkun Sokak kesişimi park alanı		Dr. Fazıl Küçük Parkı Hali hazırda ve imar planında park	 3600 m^2 295 araç kapasiteli
Gaziosmanpaşa	Cebeci Mah. Eski Edirne Asfaltı-Atatürk Bulvarı Kesişimi	2137 Ada, 14 Parsel	Şehit Sadık Çelik Parkı Hali hazırda bakımsız yeşil alan ve imar planında park	 1625 m^2 135 araç Kapasiteli

Gaziosmanpaşa	Cebeci Mah. 2.Cebeci Yolu- R Caddesi Kesişimi Park Alanı		Çanakkale Şehitleri Parkı Hali hazırda ve imar planında park	 1745 m^2 97 araç kapasiteli
Gaziosmanpaşa	Merkez Mah.	15/2 Pafta, 12729 Parsel	Ahmet Davutoğlu Parkı Hali hazırda park ve imar planında park-spor alanı	 2850 m^2 188 araç kapasiteli
Gaziosmanpaşa	Küçükköy Mah.	12 Pafta, 9011-14620-14621 Parseller	Fevzi Çakmak Parkı Hali hazırda ve imar planında park	 385 m2 122 araç kapasiteli
Gaziosmanpaşa	Küçükköy Mah.	4 Pafta, 1227 Ada, 24 Parsel	Hamidiye Caddesi Parkı Hali hazırda ve imar planında park	 1408 m^2 113 araç kapasiteli
Bağcılar	Yenimahalle, Site Sokak Manolya Sokak arası	3204 ada 2 parsel, 2210 parsel, tescilsiz alan	Hali hazırda boş ve imar planında çocuk bahçesi	 4600 m^2 300 araç kapasiteli
Bağcılar	Demirkapı Mah. 2/1. Sokak-4. Sokak kesişimi	2214 ada, 1 parsel	Hali hazırda boş alan ve imar planında pazar alanı	 4600 m^2 300 araç kapasiteli

Küçükçekmece	Gültepe mah.	3279 parsel	Şehit Mahmut Ergül Parkı Hali hazırda ve imar planında park	 2300 m^2 162 araç kapasiteli
Küçükçekmece	Yeşil ova mah.		Ahmet Taner Kışlalı Parkı Hali hazırda ve imar planında park	 2300 m^2 152 araç kapasiteli
Küçükçekmece	Kemalpaşa mah.	2670 parsel	Hali hazırda yol ve spor tesisi, Imar planında otopark	 3500 m^2 213 araç kapasiteli
Küçükçekmece	İnonü mah.	9661 parsel	Hali hazır ve imar planında yeşil alan	 2500 m^2 114 araç kapasiteli

3. ESENLER NENEHATUN PARKININ PEYZAJ TASARIM PROJESİNİN ve UYGULAMASININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Nenehatun Parkı, Esenler Belediyesi tarafından, 2010 yılında yaklaşık 4900 m^2'lik alan üzerine kurulmuş bir otopark üzeri parktır (Fotograf 1).



Fotoğraf 1. Esenler Nenehatun Yer Altı Otoparkı ve Park Uygulama çalışması (Haziran 2010).

Esenler ilçesinde otopark üstü park olarak tasarlanmış ve uygulanmış bir park olması nedeniyle bir ilk örnek olma özelliğini taşımaktadır (Fotoğraf 2).



Fotoğraf 2. Esenler Nenehatun Parkı (Mart 2011)

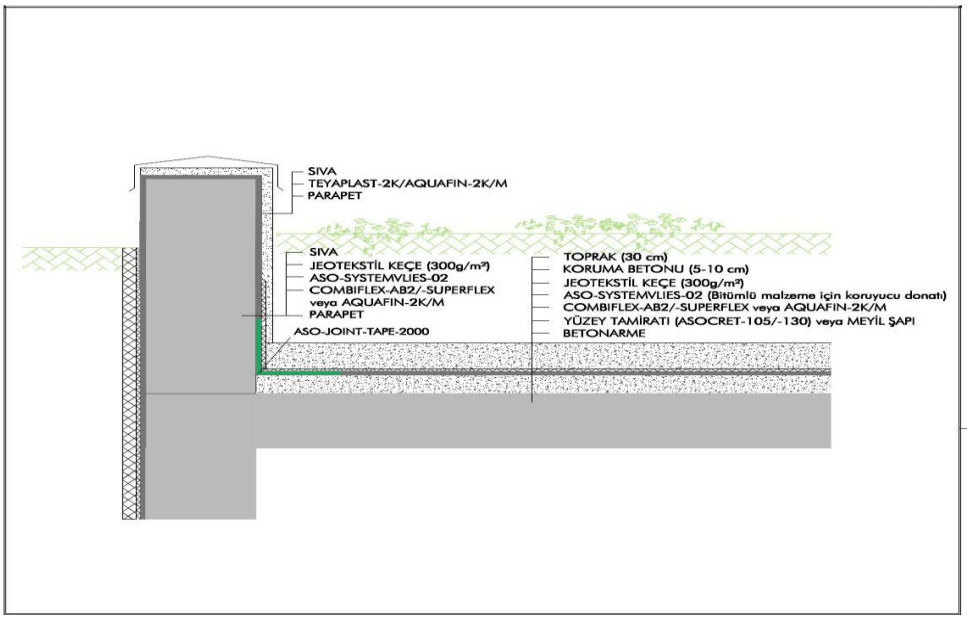
Otopark üstü park ve bahçelerin peyzaj tasarımı mimari tasarım ve bitkisel tasarım olarak ele alınıp fonksiyon alanları belirlenmektedir. Nenehatun parkında tiyatro, gösteri ve mini konser verilebilecek şekilde anfi-tiyatro, pergola, kafe ve çocuk oyun alanına yer verilmiştir (Fotoğraf 3).



Fotoğraf 3. Nenehatun Parkı Peyzaj Projesi [4].

Otopark üstü park ve bahçelerin bitkisel tasarımı entansif (yoğun) ve ekstansif (seyrek) olarak iki şekilde yapılmaktadır [10]. Esenler Nene Hatun parkının peyzaj tasarımında entansif bitkilendirme yapılmıştır. Entansif bitkilendirmede çim, yer örtücü, ağaççık ve ağaçlardan yararlanılmıştır [11].

Su Yalıtımının Ve Drenajın Sağlanması: Yapı üzeri bahçelerin tipik kesiti, alt tabakadan başlayacak şekilde sıralanırsa; su geçirmeyen örtü, yapının kuru olmasını sağlayacak yalıtım tabakası ve köklerin su geçirmeyen örtüye girmesini önleyecek kök bariyeri şeklindedir. Nenehatun parkının drenaj tabakasında çakıl, ara tekstil malzemesi olarak keçe, ayırıcı katman olarak jeotekstil malzemesi kullanılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Otopark Üzeri Su Yalıtımı

Kullanılan malzemeler otopark üstü park ve bahçe düzenlemelerinin yapısal özellikleri ile uygunluk göstermektedir [4].

Yük Taşıma Kapasitesinin Tahmin Edilmesi: Otoparkın konstrüksiyonunun yapılacak peyzaj tasarım çalışması ile gelecek yükün (toprak ve bitki yükü) ağırlığını taşıyacak kadar güçlü olması gerekmektedir. Islak toprağın kuru toprağa oranla yaklaşık iki kat daha fazla ağırlığa sahip olduğu dikkate alınarak ağırlığı daha fazla olan yüklerin taşıyıcı kolonlar üzerine dağıtılması, hafif toprak karışımlarının kullanılması ve toprak tabakasının altında yüksek yoğunluğa sahip polistiren köpük blokları kullanılarak boşlukların oluşturulması gereklidir [12].

Orta boylu ağaçlar, ağaççıklar, çim ve diğer alçak boylu bitkilerin kullanılmasıyla beton veya bitüme oranla daha hoş bir yüzey oluşturularak entansif (yoğun) bitkilendirme Nenehatun Parkı için kullanılmıştır. Nenehatun otoparkının yük taşıma kapasitesi hesaplanırken peyzaj düzenleme sonrasında oluşacak yük miktarı dikkate alınarak hesaplanmıştır [4].

Uygun Bitki Türlerinin Seçimi: Yapılan düzenlemelerde kullanılacak bitkiler doğal drenaj koşullarından mahrum olarak yetiştirilir. Alana getirilecek bitkilerin, bu ihtiyaçlarını yapay yollarla karşılaması gerekir. Şiddetli esen rüzgâr ve yazın güneşin kuvvetli sıcak etkileri, transpirasyonu büyük ölçüde artırır. Buna karşılık otopark üstü park veya bahçelerde sınırlı ortamda gelişme fırsatı bulamayan kökler, yüksek su sarfiyatını karşılamakta güçlük çeker [9].

Bu nedenle Nenehatun parkının bitkisel tasarımında kullanılan bitkilerin güçlü ve kuraklığa dayanıklı olmasına dikkat edilmiştir. Kuraklık, ısı, rüzgâr ve soğuk gibi ekstremlerde uzun süre canlılığını sürdürebilecek güçlü dekoratif bitkiler leylandii (*cupressocyparis leylandii)*, servi (*cupressus sp.)* gibi ibreli bitki türlerine yer verilmesine rağmen alanda yalancı akasya (*robinia pseudoacacia*) gibi türlere de yer verilmiştir.

Bitki yetiştirme ortamı bitkiye zararlı olmayan ve zaman içinde bitki için zararlı olabilecek maddeler üretmeyen materyalden oluşmalıdır. Bu materyal değişmeyen bir strüktüre sahip olmalı, fiziksel ve kimyasal etkilere karşı dayanıklı olmalıdır. Karışımı oluşturan katı materyal, su depolaması ve hava geçirgenliğini sağlayacak oranda boşluk hacmine sahip olmalıdır [9].

Toprak Ve Yetiştirme Ortamının Seçimi: Toprak ıslandığında ağır olduğundan, otopark üstü park ve bahçelerde genellikle yüksek kaliteli hafif kompost karışımları ve geri dönüşüm materyallerinin kullanımı gerekmektedir. Nenehatun parkında 10–15 cm'lik toprak derinliğinde yüksek kaliteli hafif kompost karışım kullanılmıştır. Geçirgen, su ve havayı tutma özelliğine sahip, ısıya – donmaya ve çözülmeye dayanıklı, besin maddelerince zengin ve iyi bir kök gelişimi sağlamaya izin veren yapıda toprak serilmiştir [4].

Tasarım Özellikleri: Nenehatun Parkının temel öğesinin otopark üstü park olmasından dolayı otopark üstü park ve bahçe düzenlemelerinin aşamaları parkın ana kurgusunu oluşturmuştur. Tasarlanan yapıların mümkün olduğunca kalıcı bir ifadeye sahip olmalarının yanı sıra, mimari dil açısından simgesel olmalarına çalışılmış; çoğunlukla yeşil renk kullanılmıştır. Alanın tasarımında ayrıca benimsenen genel prensip belli aktiviteleri birbirinden koparmadan, birbirinden ayırmaya çalışmaktadır. Parkın ana karakteri mimari özelliklerin dominant olmasıdır.

Değerlendirme: Projenin ana karakterinin bir peyzaj çalışması olmasından ziyade bir mimari çalışma olduğu görülmektedir. Proje genelinde, insan, yeşil alan ve yapısal alan dengesi çok iyi sağlanamamıştır. Örneğin yeşil alan olmasına rağmen sert zeminler ve binalar çok daha fazla algılanmaktadır.

Nenehatun parkı otopark üstü park olmasının yanı sıra günümüzde hem park hem de Kadir TOPBAŞ Kültür Merkezi olarak kullanılmaktadır (Fotoğraf 4, 5).





Fotoğraf 4 ve 5. Esenler Nenehatun Parkı (Nisan 2016)

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Esenler Nenehatun park örneğinde görüldüğü gibi kentlerdeki yeşil alanların ve otopark ihtiyaçlarının karşılanması amacıyla tasarlanmış ve uygulanmış otopark üstü park ve bahçeler hem uygulandığı alanın görsel niteliklerini iyileştirmekte, hem de uzun vadede bu alanlar, gidilecek önemli hedefler ve yerler haline geleceklerdir. Günümüzde İstanbul gibi büyük kentlerimizde yeşil alanların hem niceliksel, hem de niteliksel yetersizliğini ve otopark sorunlarını çözümlemek ancak doğru stratejilerin belirlenmesi ile mümkündür. Esenler örneğinde görüldüğü gibi nüfusun yoğun olduğu, yeşil alanların ve otopark sorunlarının fazla olduğu ilçelerde otopark üstü park ve bahçe çalışmalarına hızla yer verilmelidir.

Özellikle yeni yerleşime açılacak bölgelerde kamu elindeki arazilerin otopark üstü park ve bahçe olarak belirlenmesi; doğal yönden önem taşıyan ve bu sebeple korunması gereken alanların saptanması ile yeraltı otoparkı ve yeşil alan kullanımı için ayrılması ve gerekli kamulaştırmaların yapılması zorunlu hale gelmelidir.

Nenehatun Parkı, otopark üstü park ve bahçe peyzaj tasarım ilkelerine göre değerlendirildiğinde: Nenehatun parkı örneğinde olduğu gibi otopark üstü park ve bahçelerin çevresine ekolojik, ekonomik ve estetik faydalar sağladığı ve zamanla kent ekosistemine olumlu katkılar meydana getirdiği görülmektedir. Aynı zamanda bina düzeyinden kent düzeyine kadar olan yerleşim alanlarında yer alan otopark üstü park ve bahçeler kent ortamında sosyal iletişiminde sağlandığı ortak mekânlardır [13].

Toz partiküllerinin tutulması, gürültüyü engellemesi ve azaltması, yağmur sularını tutması, dolu ve ısı akımlarından otoparkın üst yüzeyini koruması, yalıtım yatırımlarının daha ekonomik olmasına imkan sağlaması, konut ve yaşam kalitesinin yükselmesi, görsel etkiden dolayı çevredeki binaların değerini artırması otopark üstü park ve bahçelerin ekolojik ve ekonomik işlevlerinin olumlu yönde etkilendiğinin bir göstergesidir.

Neneatun parkı hem otopark ihtiyacının karşılanması hem de rekreatif ihtiyaçların karşılanması nedeniyle, ihtiyaçlarla uyumlu olarak kullanılabilir şekilde tasarlanmıştır. Esenler ilçesinde mevcut olan diğer park alanları içinde bir bütünlük yaratmakta ve yaya bağlantı düzeni ile güvenli ulaşım olanakları sağlamaktadır.

Otopark üstü park ve bahçeler için yapılan proje ve uygulamalar, daha sonraki yıllarda bakım ve devamlılık anlamında sorunlar çıkarmamalı ve mekanizasyona imkan verecek yapıda tasarlanmalıdır. Nenehatun parkı bu anlamda başarılı bir planlamaya sahiptir.

KAYNAKÇA

[1] Barış, M. E., Yazgan, M. E., Erdoğan, E., 2003. *Çatı Bahçeleri*, SASBÜD Yayınları, s. 11, Ankara.

[2] Aksoy, Y., İçmek, S., 2010. Çatı Bahçelerinin Kent Yaşamındaki Yeri Ve Önemi: İstanbul Kentinden Örnekler, *5. Ulusal Çatı&Cephe Sempozyumu*, Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Tınaztepe Yerleşkesi, ÇATIDER Çatı Sanayici Ve İş Adamları Derneği, İş Dünyası Yayıncılık Ltd.Şti, s. 201-207, İzmir.

[3] Todd, N. J., Todd, J., 1993. *From Eco-Cities to Living Machines: Principles of Ecological Design*, Nort Atlantic Books Berkeley, s. 75, California.

[4] Sabitoğlu, B., 2011. Alternatif Bir Yeşil Alan Modeli Olarak Otopark Üstü Park ve Bahçeler İstanbul Esenler Nenehatun Parkı Örneği, *Yüksek Lisans Tezi*, Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[5] Mukherjee, M., 2009. *A Critical Evaluation Of Green Roofs For Rating Systems,* Urban Sustainability and Green Buildings for the 21st Century IIC-New Delhi.

[6] Mendler, S., Odell, W., 2000. *The HOK Guidebook to Sustainable Design*, John Willey&Sons, Inc. s.56, Canada.

[7] Yick Ting Au, A., 2003. A Planning Tool of Urban Green Roofs, *Licentiate Thesis*, Ryersan University, s. 113-117, Toronto.

[8] Koç, Y., Gültekin, A. B., 2010. Sürdürülebilir Çatı ve Cephe Sistemleri, *5. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu*, Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, s. 179, İzmir.

[9]. Sinan, H., 1995. Trabzon Kenti İçin Alternatif Bir Yeşil Alan Modeli Olarak Çatı Bahçeleri, *Yüksek Lisans Tezi*, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, s. 68, Trabzon.

[10] Ekşi, M., 2006. Çatı ve Teras Bahçelerinde Kullanılan Konstrüksiyon Elemanları ve Yeni Yaklaşımlar, *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, s. 27, İstanbul.

[11] Aksoy, Y., Sabitoğlu, B., 2011**.** Alternatif bir Yeşil Alan Modeli Olarak Otopark Üstü Park ve Bahçeler İstanbul Esenler Nene Hatun Parkı Örneği", *Çatı ve Cephe***,** Sayı: 32, Mayıs - Haziran 2011, İstanbul.

[12] İçmek, S., Aksoy, Y., 2010. Çatı Bahçelerinim Kent yaşamındaki Yeri ve Önemi: İstanbul Kentinden Örnekler, 5. *Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu*, Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, s. 204, İzmir.

[13] S. Edgar David, 2002. *How Does Your Rooftop Grow*?, Temple University Ambler, The Philadelphia Inquirer, March 8, Features Magazine, Edition: City-D, Page E01.

Yapı Cephelerinin Gelişiminde Bir Öncü:

Menier Çikolata Fabrikası (1872)

Ahmet Vefa Orhon [1]

Müjde Altın [2]

ÖZET

İngiltere'de 18. yüzyıl sonlarında başlayan "Endüstri Devrimi" ile birlikte fabrikalar başta olmak üzere yeni yapı tipleri ortaya çıkarken, yeni yapı malzemeleri ve yapım sistemleri de kullanılmaya başlanmıştır. Geleneksel mimarlığı modern mimarlığa dönüştürecek yeni tasarım ve inşa yaklaşımlarının şekillendiği bu dönemde, mimarlık teknolojisinin gelişimi açısından oldukça önemli yapı örnekleri yer alır. Bu öncü yapılardan en önemlisi Paris yakınlarında, Noisel'de 1871-72 arasında inşa edilen Menier Çikolata Fabrikası yapısıdır. Mimar Jules Saulnier tarafından tasarlanan yapı, endüstri devriminin en ikonik yapılarından biri olarak kabul edilmektedir.

Pek çok mimarlık tarihçisi tarafından demir iskeletli yüksek yapıların ilk örneği olarak kabul edilen 4 katlı yapıda, kare kesitli, boşluklu demir taşıyıcılar yatay ve düşeyde diyagonallerle bağlanarak bir kafes oluşturur. Bu taşıyıcı sistemiyle yapı aynı zamanda, günümüzde Diagrid (Diagonal Grid) olarak anılan ve yüksek binaların inşasında kullanılan, çapraz kirişlerle kurulu üçgen kafes tabanlı modern taşıyıcı sistemin de – hayli erken gelmiş – bir ilk örneğidir. Strüktürel etkinliği zamanının oldukça ilerisinde olan taşıyıcı sistemi dışında yapının cephesi de oldukça yaratıcı bir tasarımdır. Cephede, taşıyıcı sistemi oluşturan üçgen kafeslerin arası tuğla ile örülerek doldurulmuştur. Renklendirilen ve bazıları sırlanan tuğlalar, yapı cephesinde taşıyıcı sistemin diyagonalleri ile uyumlu bir renk dokusu oluşturur. Yapının hafif cephesi, günümüzün modern ölçütlerinde bile hala estetik değerini korumaktadır.

Menier Çikolata Fabrikası, sadece malzeme seçimi/kullanımı açısından değil, yenilikçi taşıyıcı sistemi ve yapı cephesiyle taşıyıcı sistemin uyumu açısından zamanının oldukça ötesinde bir yapıdır. Bu çalışmada yapının öncü niteliği, modern yapı cephelerinin gelişimindeki rolü açısından değerlendirilecektir. Aynı dönemde yapı cephelerinin gelişiminde etkili olmuş, diğer belirleyici endüstri yapılarına da çalışma kapsamında değinilecektir.

ANAHTAR KELİMELER

Tarihi Endüstri Yapıları, Hafif Tuğla Cephe, Demir İskelet, Diagrid

[1] Ahmet Vefa Orhon, Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, DEÜ Tınaztepe Kampüsü, Buca, İzmir, Tel: (232) 3018449, Faks: (232) 4532986, vefa.orhon@deu.edu.tr

[2] Müjde Altın, Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, DEÜ Tınaztepe Kampüsü, Buca, İzmir, Tel: (232) 3018448, Faks: (232) 4532986, mujde.altin@deu.edu.tr

YAPI CEPHELERİNİN GELİŞİMİNDE BİR ÖNCÜ: MENİER ÇİKOLATA FABRİKASI (1872)

1. Giriş

İngiltere'de, 18. Yüzyılın başlarından itibaren insan, hayvan, su ve rüzgâr gücüne dayalı üretim yöntemleri buhar gücünün keşfiyle birlikte yavaş yavaş değişmeye başlamıştır. 1780'li yıllarda ilk verimli buhar makineleriyle buhar gücü etkin biçimde kullanılmaya başlanırken daha sonra tüm Avrupa'ya yayılacak olan Endüstri Devrimi de şekillenmiştir. Makinaya dayalı üretime geçişle birlikte üretimin şekli ve miktarı artarken atölyeler, fabrikalar vb. yeni yapı tipleri ortaya çıkar. Bu yeni yapıların üretim ve kullanım süreçlerindeki değişimler, yeni yapı malzemelerinin ve yapım sistemlerinin gelişimin hızlandırarak mimari gelişimde de etkili olur. Geleneksel mimarlığı modern mimarlığa dönüştürecek yeni tasarım ve inşa yaklaşımlarının şekillendiği bu dönemde, mimarlık teknolojisinin gelişimi açısından oldukça önemli yapı örnekleri yer alır. Bu yapılar arasında özellikle ilk demir yapılar, günümüzün modern mimarlığına giden yolda öncü rolleri nedeniyle önem taşımaktadırlar. Bu yapılar aynı zamanda getirdikleri yeni yaklaşımlarla modern yapı kabuklarının gelişiminde de öncü olmuşlardır. Bu yapılardan en önemlisi Paris yakınlarında, Noisel'de 1871-72 arasında inşa edilen Menier Çikolata Fabrikası yapısıdır. Mimar Jules Saulnier tarafından tasarlanan demir karkas taşıyıcılı yapı, endüstri devriminin en ikonik yapılarından biri olarak kabul edilmektedir [1]. Bu yapıya kadar olan süreçte demir yapıların modern yapı kabuklarının gelişimindeki rolünü anlayabilmek için öncelikle bu yapıların tarihsel gelişimi, önemli örnekleriyle irdelenmelidir.

2. Yapı Kabuklarının Gelişiminde Önemli Demir Yapılar

Demir, Endüstri Devriminin mimarlığa sunduğu ilk yeni yapı malzemesidir. İngiltere'de 1709 yılında Abraham Darby kok kömürünü elde etmiş ve bunu yüksek fırınları işletmek üzere kullanarak ticari ölçekte demir üretiminin yolunu açmıştır. Font (dökme demir) olarak anılan bu yeni malzeme bir yapıda ilk kez ***Coalbrookdale Köprüsü'nde (Coalbrookdale, İngiltere, 1779)*** kullanılır (**Şekil 1**).



Şekil 1: *Dünyanın ilk demir yapısı: Coalbrookdale köprüsü (İngiltere, 1779).*

Endüstri devriminin ilk yeni yapı malzemesini inşa eylemine sunduğu bu dönemde geleneksel mimarlığın dönüşümü de başlar. Ancak yeni malzemelerin yapı uygulamalarında kullanımının biçimsel ve strüktürel açıdan etkinleştirilmesi vakit alacaktır. Bu süreç özellikle ilk malzeme olması nedeniyle demir kullanımında belirgindir. Bunun en çarpığı örneği ilk demir köprülerin malzemenin getirdiği strüktürel olanaklar fark edilmeksizin yığma köprülere benzetilerek inşa edilmesidir. Coalbrookdale Köprüsü bir bina olmadığı için klasik bir yapı kabuğu olarak kabul edilemese de ilk örnek olması nedeniyle bu bakımdan anlamlıdır. Coalbrookdale köprüsü'nde yaklaşık 30 m. açıklık geçilse de, taşıyıcı sistem yaklaşımı roma döneminden beri yapılan taş köprülerin biçimsel taklidinden öteye geçememiştir.

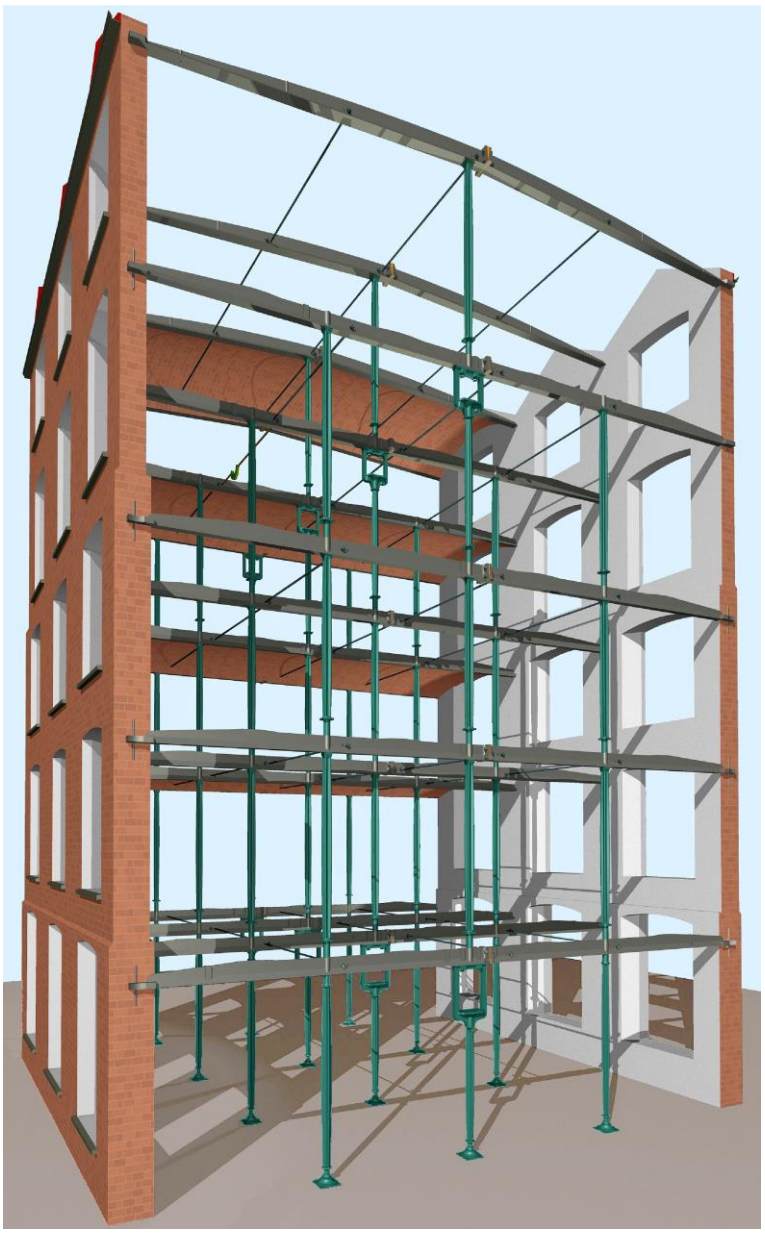
Endüstri devriminin ortaya çıkardığı yeni malzeme ve strüktür olanaklarının mühendislerce ve mimarlarca tam olarak anlaşılıp tüm potansiyeli ile kullanılabilmesi için bir süre geçmesi gerekmiştir. Bu sürenin belirlenmesinde yeni yapı tipleri için üretim ve kullanım süreçleriyle şekillenen ihtiyaçlar büyük oranda belirleyici olmuştur. Örneğin, demir yapılar için mimari gelişimlerini hızlandıran etken yangına dayanıklı yapı ihtiyacı olmuştur. 18 yüzyılda İngiltere'de kurulan ilk dokuma atölyeleri kalın tuğla duvarlı, ahşap kirişlerle taşınan ahşap döşemeli, genellikle beş katlı yığma yapılardı. Gece vardiyaları mumlar ve yağ kandilleriyle aydınlatılan bu yapılarda, makine yağlarının ahşap döşemeye damlaması, pamuk, keten vb. lifli, yanıcı hammaddelerle çalışılması gibi nedenlerle yangın oldukça sık görülürdü. Endüstri Devrimi'nin ilk karkas yapıları da ahşapla inşa edilmiştir. Bu yapılarda ahşap dikme ve başlıklar – kâgir duvar içinde kalsalar bile – önemli bir yangın riski teşkil ediyordu. Bu nedenle 1790'lardan itibaren endüstri yapılarının taşıyıcı sisteminde ahşap yerine demir kullanımı - ilk önce kolonlarda sonra kirişlerde - denenmeye başlanmıştır. İlk demir karkas endüstri yapıları yangına dayanıklı yapılar olarak lanse edilmiş, zamanla sigorta şirketleri tarafından sigorta primleri düşürülerek teşvik edilmiştir.

Dünyada inşa edilen ilk demir taşıyıcılı yapı, keten dokuma atölyesi olarak inşa edilen ***Ditherington Flax Mill (Shrewsbury, İngiltere, 1797)*** yapısıdır (**Şekil 2**). Günümüzde hala ayakta olan bu 5 katlı endüstri yapısı, modern mimarlığın ilk habercisi ve çelik çerçeveli modern gökdelenlerin atası olarak kabul edilmektedir [2]. Yapının ortaklarından Benyon kardeşler daha önce dokuma atölyelerini bir yangında kaybetmişlerdi ve sigortadan zararlarının sadece yarısını tazmin edebilmişlerdi. Bu nedenle öncelikleri yapının yangına dayanıklı olmasıydı. Yapının mimarı Charles Bage'in getirdiği çözüm akılcıydı. Ahşap dikmeler ve ahşap döşeme yerine demir dikme ve kirişlerle desteklenen basık tuğla tonoz döşeme kullanmak (**Şekil 3**). Bu döşeme üzerine atılan ince bir kum tabakası üstündeki yer kaplaması için tesviye katı görevi görmenin dışında döşemenin yangın dayanımını da iyileştirmiştir. Yapı yangına dayanıksız konvansiyonel alternatifine göre %25 daha ucuza mal olmuştur [3]. Bage'nin demir taşıyıcılı tasarımı daha sonraki süreçte yangına dayanıklı ve ekonomik bir çözüm olarak pek çok endüstri yapısında kullanılmaya başlanmıştır. Kısa zamanda Avrupa yayılan bu yeni yapı tarzı bir süre sonra ülkemize de gelmiştir. Fairbairn kitabında [4] İstanbul'da 1842 yılında inşa edilen hububat öğütme işlevli, demir karkas taşıyıcılı bir endüstri yapısının teknik donanımına ve mimari özelliklerine değinirken yapının şehri sık sık kasıp kavuran yangınlardan etkilenmemesi için demirden yapıldığını da özellikle vurgular.

İlk demir taşıyıcılı endüstri yapılarının ortaya çıkışıyla beraber modern yapı kabuklarına giden yolda ilk önemli adım da atılır. Endüstri yapılarının geniş iç mekânlarının doğal olarak aydınlatılabilmesi için cephe açıklarının arttırılması – daha önceki yığma taşıyıcılı örneklerin aksine – mümkün olabilmiştir.



Şekil 2: *Dünyanın demir taşıyıcılı ilk yapısı: Ditherington Flax Mill (Shrewsbury, İngiltere, 1797).*



Şekil 3: *Ditherington Flax Mill yapısının taşıyıcı sistemi.*

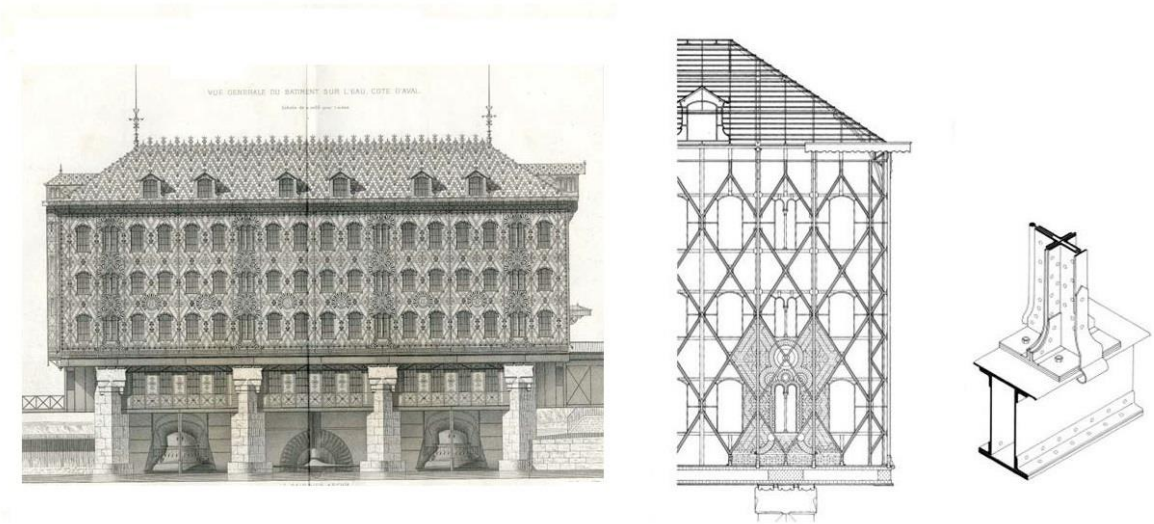
3. Menier Çikolata Fabrikası (Noisel, Fransa, 1872)

İlk kez 18. yüzyılın sonunda inşa edilmeye başlanan demir taşıyıcılı yapılar için bir sonraki öncü adım 75 yıl sonra Fransa'dan gelir. Paris yakınlarında, Noisel'de Menier Çikolata Fabrikası inşa edilmiştir (**Şekil 4**). Mimar Jules Saulnier tarafından tasarlanan ve 1871-72 arasında inşa edilen yapı, endüstri devriminin en ikonik yapılarından biri olarak kabul edilmektedir. Günümüzde de ayakta olan yapı, Fransız hükümeti tarafından 1992 yılında tarihi eser olarak tescillenmiştir [5].



Şekil 4: *Menier Çikolata Fabrikası (Noisel, Fransa, 1872).*

Yapının önceli (selefi) Ditherington Flax Mill yapısından sonra demir yapılara getirdiği başlıca yenilik, tümüyle demir karkas taşıyıcılı olarak yapılmasıdır. **Şekil 3**'de görüldüğü üzere Ditherington Flax Mill yapısının katları demir kolon ve kirişler ile taşınırken dış duvarlar tuğla yığmadır. Menier Çikolata Fabrikasında ise dış duvarlar da günümüzün modern çelik karkas yapıları gibi iskelet (karkas) sistemle inşa edilmiştir. Yapının tuğla cepheleri karkas taşıyıcı içine dolgudur. Pek çok mimarlık tarihçisi tarafından demir iskeletli yüksek yapıların ilk örneği olarak kabul edilen 4 katlı yapıda, kare kesitli, boşluklu demir taşıyıcılar yatay ve düşeyde diyagonallerle bağlanarak bir kafes oluşturur (**Şekil 5**). Bu taşıyıcı sistemiyle yapı aynı zamanda, günümüzde *Diagrid (Diagonal Grid)* olarak anılan ve yüksek binaların inşasında kullanılan, çapraz kirişlerle kurulu üçgen kafes tabanlı modern taşıyıcı sistemin de – hayli erken gelmiş – bir ilk örneğidir. Yapının taşıyıcı sisteminde, iki yandaki köprü strüktürü de dâhil olmak üzere, 460 ton demir kullanılmıştır [6].



Şekil 5: *Menier Çikolata Fabrikası yapısının taşıyıcı sistemi.*

Yapının en önemli özelliği kakao öğütmek için gerekli gücü üzerinde yer aldığı Marne nehrinin hidroelektrik gücüyle sağlamasıdır. Yapı, zeminde yer alan sifon su türbinleri üzerine bir köprü gibi inşa edilmiştir (**Şekil 6**). Yapının demir karkas taşıyıcı sistemi, bu türbinlerin ve çalıştırdığı makinaların oluşturduğu titreşimin yapıya zarar vermeksizin yapı kabuğu içinde yutulmasını sağlar. Titreşimin tuğla cephede çatlaklar oluşturmasını önlemek üzere, üçgen kafesli karkas (Diagrid) sistem kullanılarak taşıyıcı sistemin rijitliği arttırılmıştır. Cephe bu rijit kafes içersine tuğla dolgu olarak inşa edilerek tuğla cephenin çatlama riski en aza indirilmiştir.



(a) (b)

Şekil 6: *Menier Çikolata Fabrikası. (**a**) Kesit (**b**) Yapının sifon türbini*

Strüktürel etkinliği zamanının oldukça ilerisinde olan taşıyıcı sistemin yanında yapının cephesi de oldukça yenilikçi bir tasarımdır. Cephede oluşabilecek titreşim kaynaklı statik çalışmanın cephe yüzeyi küçük parçalara bölünerek kontrol altına alındığı bu ceephe yaklaşımı estetik açıdan da oldukça yaratıcıdır. Cephede, taşıyıcı sistemi oluşturan üçgen kafeslerin arası tuğla ile örülerek doldurulmuştur (**Şekil 7**). Renklendirilen ve bazıları sırlanan tuğlalar, yapı cephesinde taşıyıcı sistemin diyagonalleri ile uyumlu bir renk dokusu oluşturur. Süslemelerde çikolatanın temel bileşeni olan kakao bitkisinin yapraklarını andıran desenler ve süslemeler kullanılmıştır. Yapının pencere doğramaları da demirdir

ve çikolata üretimi için uygun ortam sıcaklığını sağlamak üzere çift camlıdır [7]. Yapının çift camlı, hafif cephesi, günümüzün modern ölçütlerinde bile hala estetik değerini korumaktadır.



Şekil 7: *Menier Çikolata Fabrikası'nda diyagonal demir karkas taşıyıcı arasında tuğla dolgulu cephe.*

4. Değerlendirme ve Sonuç

Endüstri Devrimi, yeni yapı malzemelerinin (demir, beton, çelik vb.), yeni yapım sistemlerinin (metal karkas, prefabrikasyon vb.) ve yeni yapı tiplerinin (fabrika, atölye, işçi evleri, sergi binaları vb.) ortaya çıkışına sebep olan etkisiyle modern mimarlığın çıkış noktasıdır. Günümüz mimarlığında artık kanıksadığımız modern tasarım ve inşa yaklaşımlarının da şekillendiği bu dönem mimarlık alanındaki teknolojik gelişmeler açısından oldukça ilginç ve önemli bir dönemdir. Bu çalışmada modern mimarlığın ilk yapı malzemesi olan demir ile inşa edilen yapıların öncü örnekleri ana hatlarıyla sunulmuştur. Bu öncü örneklerden en önemlisi olan Menier Çikolata Fabrikası, sadece malzeme seçimi/kullanımı açısından değil, yenilikçi taşıyıcı sistemi ve yapı cephesiyle taşıyıcı sistemin uyumu açısından zamanının oldukça ötesinde bir yapıdır. Diyagonal demir iskeletli bu öncü strüktür sistemi cephe açıklıklarının artırılmasına imkân vererek günümüzün şeffaf cephelerine giden yolu açmıştır. Aynı zamanda hafif cephelerin ilk örneklerinden olan bu cephe günümüzün modern ölçütlerinde bile hala estetik değerini korumaktadır.

Kaynaklar

[1] AR (1997) "Menier Chocolate Factory", Architectural Review, issue: 1200, February 1997.

[2] Jones, Nigel (2005). Architecture of England, Scotland, and Wales. England: Greenwood Publishing Group. s. 92.

[3] Kennedy, M. (2005) “World's first iron-framed building saved”, The Guardian: 08.03.2005.

[4] William Fairbairn (1865) “Treatise on Mills and Millwork”, Londra: Longmans, Green & Co., s. 118.

[5] F. T. Peters, Building the Nineteenth Century, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1996.

[6] *Cartier*, *Claudine*, and Hélène Jantzen. 1994. Noisiel, la chocolaterie Menier. Paris: *Association pour le* patrimoine d'Île-de-France.

[7] Frances H. Steiner, “French Iron Architecture”, UMI Research Press, Michigan, A.B.D., 1984.

ENERJİ KORUNUMUNDA ADAPTİF/UYARLI CEPHELER

Müjde Altın [1]
Ahmet Vefa Orhon [2]

Konu Başlık No: 4. Sürdürülebilir Çatı ve Cephe Sistemleri

TÜRKÇE ÖZET

Günümüzde en önemli konulardan birisi sürdürülebilirlik ve özellikle de enerji korunumudur. Yapı cepheleri de bir binada kış döneminde en çok ısının kaybedildiği, yaz döneminde de en çok ısının kazanıldığı yapı bileşeni olduğu için, enerji korunumunda en önemli konulardan biri haline gelmiştir. Bu nedenle dünya üzerinde son dönemlerde enerji korunumunu arttırmak, bunu yaparken de konfor koşullarını daha iyi sağlayacak çözümler elde etmek için çok değişik cephe tasarımları gerçekleştirilmektedir. Bunlardan bir tanesi de Adaptif/Uyarlı Cephe çözümleridir. Buradan hareketle bu çalışmanın amacı, enerji korunumunu arttırmak amacıyla bunu çevre koşullarına uyum sağlayarak en üst seviyede sağlayan adaptif/uyarlı cepheleri irdeleyerek geleceğin bina cepheleri için tasarım önerileri geliştirmektir. Bunun için öncelikle sürdürülebilirlikte enerji korunumu konusu ele alınarak binalarda enerji korunumu konusu açıklanacak, adaptif/uyarlı cepheler tanımlanarak örneklerle irdelenecek, sonuçta binaların enerji korunumunu arttırmak için cephelerde uygulanabilecek tasarım çözümleri önerilmeye çalışılacaktır.

ANAHTAR KELİMELER
Adaptif cephe, uyarlı cephe, enerji korunumu, sürdürülebilirlik.

ABSTRACT

One of the most important subjects of today is sustainability and especially energy conservation. Building facades have become one of the most important subjects on energy efficiency since they are the building components where maximum heat is gained in the summer and maximum heat is lost in the winter. Therefore very different facade designs have been performed in order to obtain solutions which provide better comfort conditions while energy conservation is achieved on earth. One of these are Adaptive Facade solutions. Therefore the aim of this study is to examine adaptive facades that provide the highest energy conservation by adapting to environmental conditions, and to develop design proposals for the future building facades. For this purpose, first of all energy consciousness subject in sustainability and energy consciousness in buildings will be explained, adaptive facades will be defined and examined through case studies, in the end design proposals that could be applied to facades in order to increase energy consciousness of buildings will be tried to be proposed.

KEYWORDS
Adaptive facade, energy conservation, sustainability.

[1] Müjde Altın, Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, DEÜ Tınaztepe Kampüsü, Buca, İzmir, Tel: (232) 3018448, Faks: (232) 4532986, mujde.altin@deu.edu.tr
[2] Ahmet Vefa Orhon, Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, DEÜ Tınaztepe Kampüsü, Buca, İzmir, Tel: (232) 3018449, Faks: (232) 4532986, vefa.orhon@deu.edu.tr

1. GİRİŞ

Günümüzde en önemli konulardan birisi sürdürülebilirlik ve özellikle de enerji korunumudur. Yapı cepheleri de bir binada kış döneminde en çok ısının kaybedildiği, yaz döneminde de en çok ısının kazanıldığı yapı bileşeni olduğu için, enerji korunumunda en önemli konulardan biri haline gelmiştir. Bu nedenle dünya üzerinde son dönemlerde enerji korunumunu arttırmak, bunu yaparken de konfor koşullarını daha iyi sağlayacak çözümler elde etmek için çok değişik cephe tasarımları gerçekleştirilmektedir. Bunlardan bir tanesi de Adaptif/Uyarlı Cephe çözümleridir. Bu çalışmada, Adaptif/Uyarlı Cephe tanımıyla, "çevresel koşullara yanıt vererek kendini bu koşullara göre uyarlayan, böylelikle binada iç mekan konfor koşullarını sağlarken aynı zamanda binanın enerji ihtiyacını azaltan yapı cepheleri" kastedilmektedir. Ancak çalışmada bu noktadan sonra Türkçe karşılığı olan Uyarlı Cephe tanımı kullanılacaktır. Uyarlı cephelerin kullanımıyla, binaların enerji korunumlu olmaları sağlanmış olmaktadır. Buradan hareketle bu çalışmanın amacı, enerji korunumunu arttırmak amacıyla bunu çevre koşullarına göre kendini uyarlayarak en üst seviyede sağlayan uyarlı cepheleri irdeleyerek geleceğin bina cepheleri için tasarım önerileri geliştirmektir. Bunun için öncelikle sürdürülebilirlikte enerji korunumu konusu ele alınarak binalarda enerji korunumu konusu açıklanacak, uyarlı cepheler tanımlanarak inşa edilmiş örnekleriyle irdelenecek, sonuçta binaların enerji korunumunu arttırmak için cephelerde uygulanabilecek tasarım çözümleri önerilmeye çalışılacaktır.

2. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE BİNALARDA ENERJİ KORUNUMU

Sürdürülebilir kalkınma, "bugünün gereksinmelerini, gelecek nesilleri kendi gereksinmelerini karşılama yetisinden yoksun bırakmadan karşılayarak kalkınma" olarak tanımlanmaktadır **[3]**. Sürdürülebilir mimarlık kapsamında ise yapı alanının etkin kullanımı (bulunduğu çevreye, iklime uygun tasarım), enerji korunumu (ısı yalıtımı, enerji ihtiyacının azaltılması, pasif ve aktif enerji sistemlerinin kullanılması vb. gibi), yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı, su korunumu (yağmur suyu kullanımı, kullanım suyunun arıtılarak kullanılması vb. gibi), yerel malzeme ve iş gücü kullanımı (yakındaki malzemelerin ve iş gücünün tercih edilmesi), atık yönetimi ve geri dönüşüm (geri dönüşümlü malzeme kullanımı) gibi kavramlar vardır. Bu çalışmada ele alınan örnekler, bu kavramlardan enerji korunumunu, çevresel etkilere karşı dinamik bir şekilde cevap vererek sağlayan örneklerden seçilmiştir. Bu örnekler, çevresel etkilere karşı bünyelerindeki değişik tepkilerle cevap vererek iç mekan konfor koşullarını sağlayan, bunu yaparken binanın enerji ihtiyacını azaltan dolayısıyla sürdürülebilirliğin enerji korunumu kavramını karşılayan cephe tasarımlarıdır.

3. UYARLI CEPHELER

Çevremizde gördüğümüz binaların çoğu statik yapı cephelerine sahiptir. Ancak Uyarlı Cephe diye tanımlanan cepheler, çevrelerine dinamik bir şekilde cevap verirler. Değişen hava veya çevre koşullarına ve/veya kullanıcı isteklerine göre farklı tepkiler vererek farklı davranışlar sergileyebilirler. Detaylı olarak tasarlanarak inşa edilmiş bir uyarlı yapı cephesinin iki görevi vardır. Birincisi ısıtma-soğutma-aydınlatma-havalandırma çözümleri ile binanın enerji etkinliğine katkıda bulunması, ikincisi ise iç mekanda konfor koşullarını sağlamasıdır. Böylelikle değişen dış koşullara göre kendini **adapte ederken/uyarlarken** aynı zamanda iç mekan konfor koşullarını da sağladığı için bu cepheler daha az enerji tüketimini sağlaması ile enerji korunumlu binalar inşa edilmesine katkıda bulunurlar.

Günümüzde karşılaştığımız "Adaptif cephe" tanımı, aslında İngilizce "Adaptive facade" tanımından gelmektedir. Türkçe'ye çevrilirken "Adaptive" kelimesinin Türkçe "Adaptif" olarak tercüme edilmesi nedeniyle karşımıza çıkmaktadır. Ancak TDK Türkçe sözlük'te "Adaptif" kelimesi yer almamaktadır. Türkçe literatür incelendiğinde ise farklı birkaç kullanım mevcuttur. Örneğin Suner**[1]** "Adaptive Architecture" tanımını "Çevresel Etkenlere Göre Değişebilen Mimari" olarak çevirerek kullanmış,

"Doğadaki canlıların eş zamanlı geri bildirim sistemleri kullanılarak bulundukları ortamdaki değişikliklere uyum sağlamalarından alınan ilhamla dinamik ve akıllı cepheler,... tasarlanıyor" demiştir. Ayçam**[2]** ise Teskon 2011'deki bildirisinde kelimenin Türkçe karşılığı olarak "adaptif" kelimesini kullanmış, "akıllı-adaptif" teriminin yanında da parantez içinde "uyumlanabilir, responsif" açıklamasını eklemiştir. Görüldüğü gibi literatürde çok fazla kullanılmamış olan terim, henüz yeni bir kavram olup Türkçe karşılığı konusunda bir dilbirliği olamadığı için farklı şekillerde kullanılmıştır. Ancak Türkçe karşılığının kullanılması açısından bu çalışmada "**Adaptive Facade**" teriminin karşılığı olarak, cephe "**çevre koşullarına göre kendini uyarladığı**" için "**Uyarlı Cephe**" tanımının kullanılması tercih edilmiş olup, bu durumda "**Çevreye Uyarlı Cephe**" şeklinde tanımlamak da mümkündür.

Uyarlı cephelerin, dış koşullara cevap verebilmesi iki şekilde olur:

- Kendisini uyarlı yapan bir sisteme sahip olması,
- Kendisini uyarlı yapan bir malzeme ile inşa edilmiş olması.

Bu çalışmada incelenen örnekler, birinci maddeye örnektirler, yani cepheyi uyarlı yapan bir sisteme sahiptirler. Çalışmanın dördüncü bölümünde bu örnekler ele alınacaktır.

4. UYARLI CEPHE ÖRNEKLERİ

4.1. Al Bahr Kuleleri



Şekil 1. Binanın dıştan görünümü (solda) ve gölgeleme elemanı detayı**[4]**.

Uyarlı cephelerin uygulanmış en belirgin örneklerinden birisi Al Bahr Kuleleri'dir. 2012 CTBUH Ödülleri programında, CTBUH Yenilik Ödülü'nü kazanmış ve Orta Doğu ve Afrika'nın En İyi Yüksek Binası Finalisti olmuştur. Uygulanan cephe tasarımı, 29'ar katlı silindirik iki adet kulenin cam cephelerinin önündeki gölgeleme yapan ikinci cephe olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu gölgeleme cephesi, kulelerin kuzeye bakan kısımları hariç binaları saran, güneş ışınımlarına göre kendini otomatik olarak sensörlerle ayarlayan elemanlardan oluşmaktadır. Yani çevre koşullarına cevap vermekte, çevreye göre hareket etmekte, iç mekanda hem termal hem de görsel konfor koşullarını sağlamak için çalışmaktadır.**[5]**

Cephe tasarımında, bölge mimarisine özgü, parlama ve güneş ışınımı kazanımını azaltırken mahremiyeti sağlayan "Mashrabia"nın prensipleri ve geometrik kompozisyonu ile bitkilerin kendini güneşin değişen yönüne ve değişen iklim koşullarına adapte etmesi, ek olarak kağıt katlama sanatı "origami" bir arada kullanılmıştır. Böylelikle güneşin hareketine göre açılıp kapanarak iç mekanı güneşin istenmeyen fazla ışınımlarından koruyan, yenilikçi bir uyarlı cephe sistemi ortaya çıkarılmıştır.**[6]**

4.2. SDU Campus Kolding Binası

Henning Larsen Architects mimari bürosunun Syddansk (Güney Danimarka) Üniversitesi için Danimarka'nın Kolding şehrinde tasarladığı bina, iç hava sıcaklıklarını ayarlayan iklime duyarlı kinetik bir cepheye sahiptir. Bina ülkenin ilk düşük-enerjili üniversitesi olma özelliğini taşımaktadır. Binanın en önemli özelliklerinden birisi, bunu sağlayan perfore metal cephe kaplama elemanlarından oluşan güneş kontrolü yapan cephe kaplama sistemidir. Bu sistem toplamda 4.500 m^2 yüzey alanına sahip 1600 adet 3 mm kalınlığında alüminyum panelden oluşmakta olup hem çevresine uyacak şekilde tasarlanmış, hem de iç mekana alınan doğal ışığı ayarlamaktadır. Mimarlar binayı dışarıda halkın yararlanacağı bir dış mekan yaratmak için özel olarak yönlendirmişler ve binanın yakınındaki Kolding nehrinden yararlanmak için de ikizkenar üçgen plan şeması kullanmışlardır. Yönlenme ve nehirle binanın arasında boşluk bırakan üçgensel tasarımı sayesinde bina güneş ışığı almayan kuzey yönüne direk olarak bakmamış olmaktadır. **[7][8][9]**



Şekil 2. Binanın dıştan görünümü **[7]**

Binada kullanılan sürdürülebilir özellikler (pasif tasarım ilkeleri ve verimli ve akıllı sistemlerin uygulanması) sayesinde enerji ihtiyaçları Danimarka'daki benzerlerinin %50'sine düşürülmüştür. Bu özellikler, yukarıda bahsedilen cephe sistemi, tavana entegre edilmiş havalandırma sistemi, verimli LED aydınlatma, fotovoltaik bileşenler ve kollektörlerdir. **[7]** Beton döşemeler, ısı kazanımını arttırmak için açık bırakılmıştır. Havalandırma sistemi, geleneksel olarak borularla oluşturulmamış olup tavana entegre edilmiştir. Bu da enerji ve yapım maliyetlerini azaltmıştır. Verimli LED aydınlatma, fotovoltaik bileşenler ve kollektörlerin kullanımıyla şehir şebekesinden satın alınan enerji miktarı oldukça düşürülmüştür. **[8]**

Binada kullanılan sensörler, ısı ve ışık seviyelerini izleyerek cephe panellerinin açıktan yarı açığa hatta tam kapalıya kadar pozisyon değiştirmesini sağlıyorlar. Cephe panelleri tam kapalı haldeyken bile, bir miktar günışığı, kontrollü bir şekilde yüzeydeki boşluklardan içeriye girmeye devam etmektedir. **[8]**

4.3. Hanwha Genel Merkez Kulesi, Seul

UNStudio mimarlık bürosu, Hanwha Genel Merkezi için varolan gökdelenin cephesini yenilerken, gündüz iç mekan hava kalitesini kontrol eden gece de dinamik bir ışık şovuna dönüşen, çevresiyle etkileşim içinde olan, doğadan etkilenen, duyarlı bir cephe tasarlamıştır. **[10]**

Mevcut cephe yatay opak paneller ve tek tabakalı koyu renkli camlardan oluşmaktaydı. Cephe yeniden tasarlanırken bunlar, manzara ve günışığına kolay erişim için şeffaf yalıtımlı camlar ve alüminyum çerçevelerle değiştirilmiştir. Bu elemanların yönlenmesi ve geometrisi, iç mekan kullanıcı konforunu sağlamak ve enerji tüketimini azaltmak için daha sonra güneşin hareketine göre yeniden

tanımlanmıştır. Bu nedenle kuzey cephesi güneş ışığının içeri girebilmesi için açık bırakılmış, güney cephesi ise opak olarak tasarlanmıştır.**[12]**



Şekil 3. Hanwha Genel Merkezi genel görünümü **[11]**

4.4. Penumbra Kinetik Gölgeleme Sistemi



Şekil 4. Penumbra Kinetik Gölgeleme Sistemi genel görünümü**[13][14]**

Bu cephe tasarımı, bir mimarlık öğrencisinin geleneksel cephe tasarımlarına alternatif olarak geliştirdiği bir cephe tasarımıdır. Penumbra adı verilen sistem, iç mekanda konfor koşullarını sağlayabilmek için hem yatayda hem de düşeyde hareket ederek açılıp kapanabilen gölgeleme elemanlarından oluşmaktadır. Bu sistem, aynen bir perdenin pencerenin iç tarafına asıldığı gibi, herhangi bir pencerenin dış tarafına sanki bir perde asıyormuş gibi monte edilebilir ve güneş ışınımının her açısında çok iyi bir güneş kontrolü sağlayabilir. Sistem elle veya bilgisayarla kontrol edilebilir. Hareket halinde iken adeta bir dalga hareketine benzer bir hareket yapmaktadır.**[13]**

5. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Enerji korunumu denildiğinde, enerji ihtiyacını en aza indirmek gelmektedir. Günümüzde binalar bunu değişik tasarımlarıyla sağlamakta, hatta azaltılmış bu enerji ihtiyacını da yenilenebilir enerji kaynaklarıyla karşılayarak sıfır enerjili bina olmakta, fosil enerji kaynakları kullanımını sıfırlayarak enerji korunumunu maksimuma çıkarmaktadırlar. Bu yöntemlerden bir tanesi de uyarlı cephe tasarımlarıdır.

Bu çalışmada ele alınan örnekler, çevresel etkilere karşı dinamik cevaplar vererek kendini çevreye uyarlayan ve böylelikle iç mekan konfor koşullarını sağlarken enerji ihtiyacını minimuma indiren Uyarlı Cephe tasarımlarıdır. Bu tasarımlarının sonucunda enerji korunumu sağlayarak sürdürülebilir mimarlığın oluşturulmasına katkıda bulunurlar. Bunu yapmanın yani uyarlı cephe tasarlamanın yolu çok çeşitlidir. Önemli olan çevresel etkilere dinamik bir şekilde karşılık verebilecek yenilikçi bir cephe tasarımını, uyarlı cephe tasarımlarını geliştirebilmektir. Bunun için çalışmada ele alınan örneklerin mimarlara tasarımlarında yol göstermesi hedeflenmiştir. Sürdürülebilir mimarlığın oluşturulması, enerji korunumu sağlayan bu tür yenilikçi uyarlı cephelerin geliştirilmesiyle gerçekleştirilecektir.

KAYNAKLAR

1. Suner, Aslı (2011).“‘Adaptive Architecture’Çevresel Etkenlere Göre Değişebilen Mimari”. EKOYAPI Dergisi, Mayıs–Haziran 2011, s: 82-86.
2. Ayçam, İdil (2011). “ Enerji Etkin Ofis Binalarında Gelişmiş Cephe Sistemlerinin İncelenmesi”. X. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, Bina Fiziği Sempozyumu – 13/16 Nisan 2011/İzmir, Bildiriler Kitabı, s: 1593-1609.
3. WCED. (1987). Our Common Future. Oxford: Oxford University Press.
4. Holloway, James. “Modernizing the mashrabiya: Smart-skinned Al Bahar Towers near completion” (7 Şubat 2013). http://www.gizmag.com/al-bahar-towers/26139/pictures#3 adresinden 04.04.2014 tarihinde alınmıştır.
5. “Al Bahar Towers, Abu Dhabi” (Ocak 2013) http://www.ctbuh.org/TallBuildings/FeaturedTallBuildings/FeaturedTallBuildingArchive2012/AlBaharTowersAbuDhabi/tabid/3845/language/en-US/Default.aspx adresinden 02.02.2014 tarihinde alınmıştır.
6. Altın, M & Orhon, A.V. (2014)“Akıllı Yapı Cepheleri ve Sürdürülebilirlik”, 7. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu 3 - 4 Nisan 2014, Yıldız Teknik Üniversitesi Beşiktaş – İstanbul.
7. Grozdanic, L. “This building’s geometric facade transforms to regulate daylight” http://inhabitat.com/climate-responsive-university-building-meets-denmarks-strict-new-building-codes/henning-larsen-sdu-university/ adresinden 23.03.2016 tarihinde alınmıştır.
8. “Henning Larsen’s university building has a facade that moves in response to changing heat and light”, http://www.dezeen.com/2015/07/14/henning-larsen-syddansk-universitet-sdu-kolding-campus-building-denmark-green-standards-university/ adresinden 23.03.2016 tarihinde alınmıştır.
9.http://www.rmig.com/en/city+emotion/case+studies/projects/kolding+campus,+sdu?doc=1688&page=1&url=/en/city+emotion/case+studies/product&sort=product adresinden 23.03.2016 tarihinde alınmıştır.
10. “ UNStudio’s dynamic facade will control indoor climate for Seoul tower” http://www.dezeen.com/2014/04/30/hanwha-hq-seoul-unstudio-dynamic-facade/ adresinden 23.03.2016 tarihinde alınmıştır.
11. “UNStudio Plans Flashy Façade for Hanwha Headquarters”, (25 April 2014)(CTBUH Global News) http://www.ctbuh.org/News/GlobalTallNews/tabid/4810/Article/1540/language/en-US/view.aspx adresinden 24.03.2016 tarihinde alınmıştır.
12. http://www.unstudio.com/projects/hanwha-headquarter-remodeling adresinden 24.03.2016 tarihinde alınmıştır.
13. “Kinetic Louvres move in three dimensions to screen sunlight from any angle”, http://www.dezeen.com/2014/03/19/penumbra-kinestic-louvres-tyler-short-movie/ adresinden 24.03.2016 tarihinde alınmıştır.
14. Smith, M., “Architecture Student’s Design Closes the Shades on Traditional Mini Blinds”, http://www.dezeen.com/2014/03/19/penumbra-kinestic-louvres-tyler-short-movie/ adresinden 24.03.2016 tarihinde alınmıştır.

ÇİFT CİDARLI CEPHE SİSTEMLERİNDE DUMAN HAREKETİNİN SAYISAL OLARAK İNCELENMESİ

Yashar Taheri Bavil Olyaei [1]
Nuri Serteser [2]

Konu Başlık No: 11

ÖZET

Çift cidarlı cephe sistemlerinin kullanımı sağladığı çeşitli avantajlar nedeniyle mimari cephe tasarımlarında giderek yaygınlaşmaktadır. Çift cidar arasında bırakılan boşluk sayesinde doğal havalandırmaya imkan vermesi en önemli avantajları arasında sayılabilir. Ancak aynı boşluk ortamı, baca etkisi yardımıyla cepheyle bağlantılı bir mekanda çıkan bir yangının oluşturduğu dumanın diğer katları etkilemesini kolaylaştırmaktadır. Bu çalışmada çift cidar cephe sistemlerinde yangının oluşturduğu dumanın cephe içindeki boşlukta yayılma koşulları, farklı genişlik ve havalandırma koşullarına bağlı olarak incelenmiştir. Yapılan çalışmanın sonuçları, duman hareketi bakımından çift cidar cephe sistemlerinde incelemede esas alınan parametrelerin etkinliğinin anlaşılması ve bu parametrelerin dumanın etkilerinin azaltılması yönünde tasarım verisi oluşturması konusunda yararlı olacaktır.

ANAHTAR KELİMELER

çift cidar cephe, duman kontrolu, duman tahliyesi benzetimi

ABSTRACT

Employment of double-skin façades are widely used progressively in architectural façade designs due to the various advantages that provides. Allowing natural ventilation throughout the cavity between double-skin can be considered one of the primary advantages. On the other hand the same cavity might be facilitated propagation of the fire-induced smoke flowing out from an adjacent room to the double-skin to affect he upper storeys by stack effect. The propagation situations of fire-induced smoke within the cavity in double-skin façade is analyzed in terms of varied façade depth and natural ventilation conditions. The results are helpful in understanding the effectiveness of the parameters adopted in examination of hot smoke movement in double-skin façades and in constituting design data by using those parameters to decreasing the effects of the hot smoke.

KEYWORDS

double skin façade, smoke control, simulation of smoke evacuation

konut binası

[1] Yashar Taheri , İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü
[2] Nuri Serteser, İTÜ Mim. Fak., Mimarlık Bl., Taşkışla Kampüsü/Taksim/İstanbul, 212 2931300, serteser@itu.edu.tr

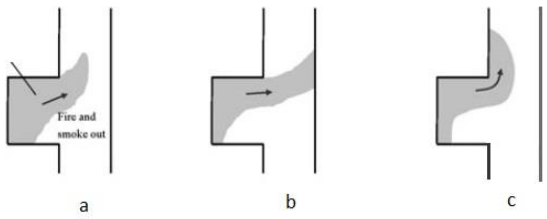
GİRİŞ

Çift cidar cepheler, bina iklimsel ve işitsel konforuna katkıları ve estetik kaygılarla giderek daha yaygın şekilde tasarımda yer almaktadır. Bu tip cephe sistemleri dayanıklılık, ekoloji, iyi görünüm, iç ortam hava kalitesi ve gün ışığı kullanımı açısından bazı iklim bölgelerinde avantaj sağlamaktadırlar [1]. Çift cidarlı cepheler dış ve iç ortam arasında bir yalıtım tabakası gibi olup havanın iki cidar arasında dolaşımını etkinleştirir. Bu da doğal havalandırma, daha iyi ısı ve akustik performansa neden olur [2]. Ancak çift cidar cephe sistemlerinin tasarım ve uygulama ile ilgili düzenlemeler yapı yönetmeliklerinde yeterince kapsamlı değildir ve herhangi bir yangın durumunda çift cidar cepheye sızan dumanın nasıl bir davranış izlediği ve duman hareketini etkileyen faktörler tam olarak bilinmemektedir [3].

Genel olarak çok katlı ve çift cidarlı bir binada çıkan yangın sonucunda oluşan duman, yangının bulunduğu kattan çift cidar boşluğuna geçerek baca etkisi nedeniyle boşluk içinde yükselmeye başlar ve diğer katlarda açık olan pencereler veya kırılan camlar yoluyla katlar arasında hızla yayılır. Doğal havalandırmanın etkin olduğu binalarda oluşan bir yangında, doğal havalandırma etkisiyle hava sirkülasyon yolları ve açıklıklar dumanın diğer mekanlara ve katlara geçişini sağlar. Bu durum bu tür binalarda ciddi bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır [4]. Sıradan bir cephede duman ve zehirli gazlar ortam havası ile seyretilip soğutulur fakat çift cidar cephelerde sıcak gazlar çift cidar arasındaki düşey boşluğun içine sıkışıp orada kalırlar ve baca etkisi sayesinde yükselerek diğer katlara geçer.

ÇİFT CİDAR CEPHELERDE OLUŞAN DUMAN HAREKETİ

Kapalı mekanda başlayan bir yangın, havalandırma koşullarına da bağlı olarak cephe boşlukları üzerinden bina dışına doğru yayılma eğilimindedir. İç cidardaki cam, mekan tarafında olması nedeniye termal radyason etkisiyle daha erken kırılır. Alev ve duman pencere yoluyla cidar arasındaki boşluğa Şekil 1.a' da görüldüğü gibi geçer. Dış cidardaki cam daha sonra Şekil 1.b'de görüldüğü gibi, alev ve dumanın etkisi altında kalarak kırılabilir. Diğer senaryoda ise duman ve alevin iç cepheyi yalayarak yukarı doğru yükselmesiyle Şekil 1 (c) de görüldüğü gibi üst kattaki cam kırılır. Bu senaryoları etkileyen çeşitli faktörler mevcuttur [5].



Şekil 1. Çift cidar cephelerde duman yayılımı

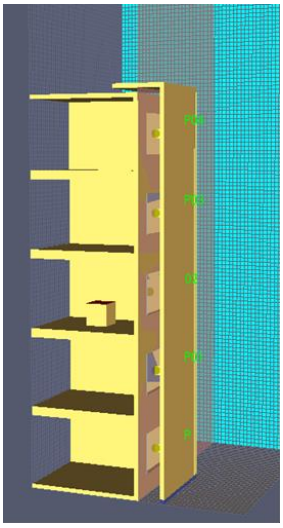
Bu çalışmada farklı genişliklere sahip çift cidar cepheli binalarda yangın çıkması durumunda, yangının cidar boşluğunda nasıl bir yol izlediği sayısal yöntemle benzetilmiş (simüle edilmiş), farklı cidar derinliği ve havalandırma açıklığı kombinasyonlarıyla elde edilen benzetim sonuçlarında hangi genişliklerin duman yayılımı bakımından daha avantajlı sonuçlar verdiği incelenmiştir.

ÇALIŞMADA KULLANILAN SAYISAL PROGRAM

Planlanan yangın senaryoları tasarlanan model bir binada sayısal yöntemle incelenmiştir. Kullanılan sayısal yöntemin prensibi, alan modellerinde olduğu gibi, hakim olan diferansiyel denklemlerin sonlu elemanlar yöntemiyle çözülmesi esasına dayanmaktadır. Bu çalışmada sayısal benzetim yazılımı olarak PyroSim kullanılmıştır. Bu yazılım FDS (Fluid Dynamics Simulator)'in kullanıcı arayüzü olarak işlev görmektedir [6].

SAYISAL MODELİN TANITILMASI

Bu çalışmada model olarak, zemin+ 4, toplam 5 katlı konut fonksiyonu olan bir bina tasarlanmıştır. Binada her katın yüksekliği 3.5 m olup yangının bulunduğu mekan ve bununla aynı düşey aksta yer alan tüm mekanların dış cephesinde (çift cidarın iç tarafında) 1.8 m x 2.2 m ölçülerinde pencereler bulunmaktadır. Bu akstaki mekanların plandaki büyüklüğü 20 m^2'dir.Yangının 2. katta incelenen mekanın tam ortasında meydana geldiği düşünülmüştür. Tasarım yangınının büyüklüğü tam gelişmiş bir yangının benzetimi için 5 MW olarak alınmıştır. Bu değer, konuyla ilgili yapılan çalışmalarda da sıkça kullanılmaktadır. İncelenen modelin sayısal ortamdaki görünüşü Şekil 2' de yer almaktadır.



Şekil 2. Tasarlanan bina modelinin sayısal ortamdaki görünüşü

Çift cidar cephenin derinliği 50, 100 ve 150 cm olarak alınmıştır. Çift cidar cephenin iç kısmındaki cephe bölümünde yer alan saydam yüzeylerde 6 mm kalınlığında cam kullanılması planlanmıştır. Bu kalınlığa sahip camlarla ilgili yapılan çalışmalara bakıldığında 110 ºC' lik ortam sıcaklığında çatladığı ve kırıldığı görülmüştür [7]. Yapılan sayısal analizde de kapalı mekanda ve çift cidar arasında bu sıcaklık değerlerine ulaşıldığında camların kırılması tasarım verisi olarak programa girilmiştir. Çift cidarın dışındaki cephede yer alan camın kırılma riski daha düşüktür ve kırılması halinde dumanın tahliyesine yardımcı olması nedeniyle avantajlı bir durum oluşturmaktadır. Bu nedenle benzetimde çift cidarın dışındaki camın kırılma durumu dikkate alınmamıştır. Çift cidar cephenin altında ve üstünde açıklıklar bırakılarak farklı havalandırma olanakları oluşturulmuştur. Açıklıkların ölçüleri ise 20 ve 40 cm olarak planlanmıştır [8].

YANGIN SENARYOLARI

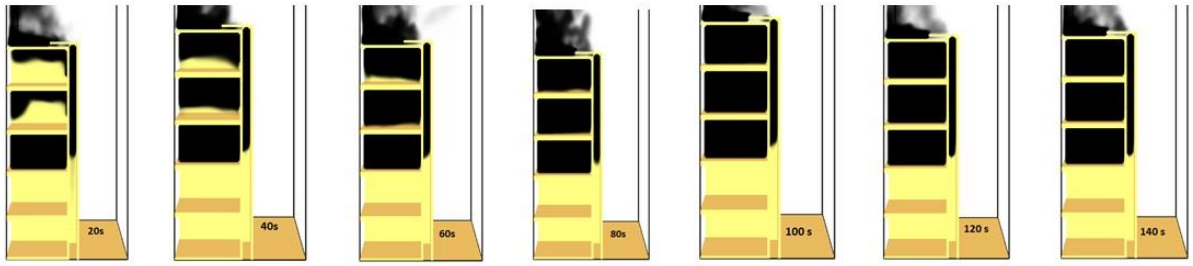
Çift cidar derinliği ile alt ve üst açıklıkların farklı boyutsal kombinasyonları kullanılarak 6 farklı senaryo oluşturulmuştur. Tablo 1' de planlanan senaryolar görülmektedir.Toplam benzetim süresi, farklı havalandırma koşullarındaki durumun karşılaştırmalı olarak görülebilmesi için 140 s alınmıştır.

Tablo 1. Benzetim için üretilen senaryolara ait boyutsal özellikler

Senaryo	Çift Cidar Genişlik (cm)	Alt Açıklık (cm)	Üst Açıklık (cm)
1a	50	20	20
1b	50	40	40
2a	100	20	20
2b	100	40	40
3a	150	20	20
3b	150	40	40

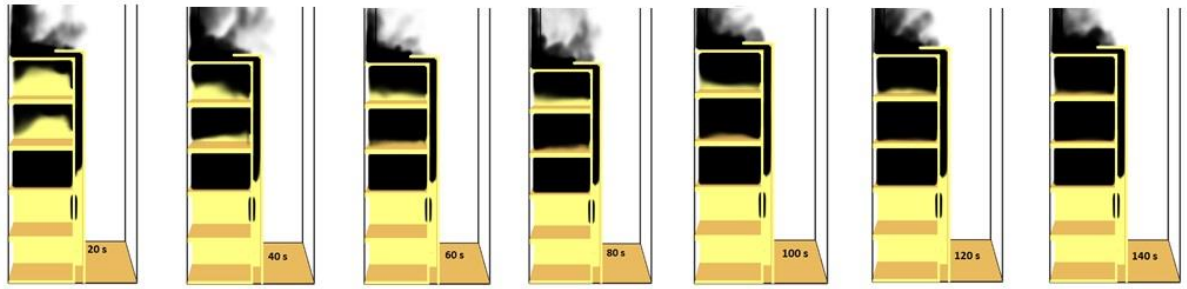
BENZETİM SONUÇLARI

1a senaryosundaki yangın; başlangıcından 2 s sonra mekanın pencere camını kırarak çift cidar arasında yayılmıştır. 4. s' de üst kattaki camı kırarak mekanın içine ulaşmıştır. 7. s' de ise binanın en üst katına erişmiştir. Zaman ilerledikçe dumanla dolan katların durumu Şekil 3' de görülmektedir. Çift cidar arasındaki havalandırma koşullarına bağlı olarak yangının çıktığı kat seviyesinin üzerinde kalan çift cidar bölümü dumanla dolmuş ve teras seviyesinde önemli miktarda duman çıkışı gözlenmiştir. 20. s'ye gelindiğinde yangının çıktığı mekan tamamen dumanla dolmuş, bu katın üzerinde yer alan 3. ve 4. katta ise içerideki duman ve sıcak gazlar tavan döşemesi boyunca ilerleyerek cephe boşluğundan aşağı inmeye başlamiştir. 40. s' de 3. kat büyük oranda, 4. kat ise kat yüksekliği içinde yarıdan fazla dumanla dolmuştur. 60. s'de son katın da büyük oranda dumanla dolduğu görülmektedir. 80, 100, 120 ve 140 saniyelerde ise duman tüm üst katları tamamen doldurarak kaçışları imkansız hale getirmiştir.



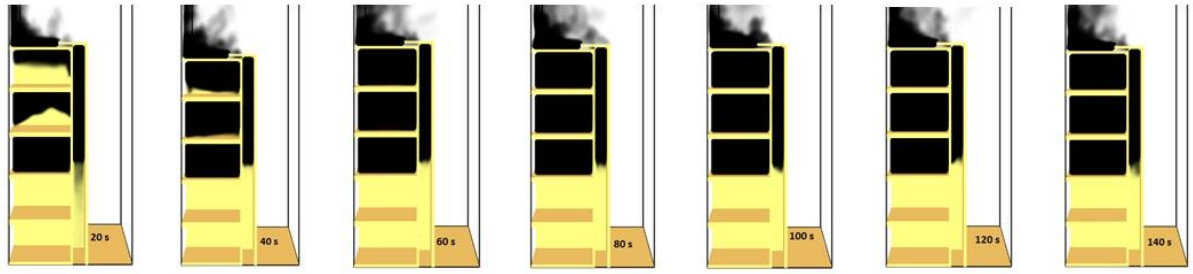
Şekil 3. 1a senaryosundaki duman hareketi

1b senaryosundaki yangın; 2. s' de içinde bulunduğu mekanın, sonra 5. s' de 3. kattaki mekanın camını kırarak mekanı dumanla doldurmaya başlamıştır. 7. s' de ise en üst kata ulaşmıştır. Şekil 4' de görüldüğü gibi 20. s'de duman 3. ve 4. katların tavan döşemesi boyunca mekanın dışına doğru ilerlemiş ve çift cidar arasından aşaği doğru inmeye başlamiştir. 3.kat 80. s'de, 4. kat ise 100. s'de tamamen dumanla dolmuştur. Terasa açılan havalandırma menfezinden önemli duman çıkışı gözlenmiştir.



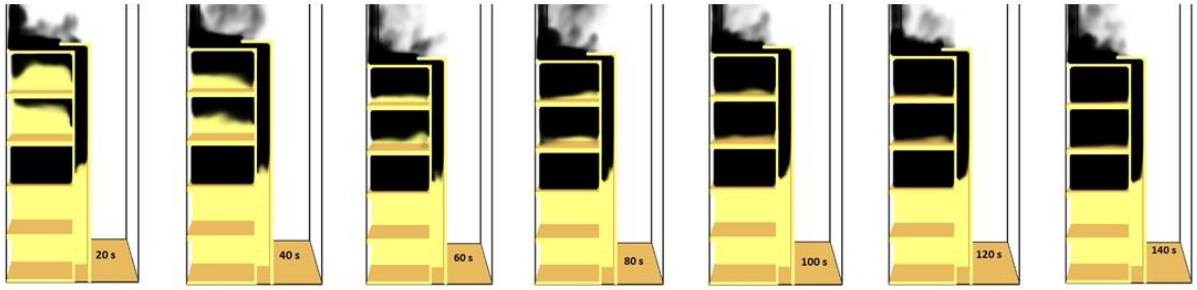
Şekil 4. 1b senaryosundaki duman hareketi

2a senaryosundaki yangın; 20. s'de üst katlarda etkili olarak mekanları dumanla doldurmaya başlamıştır. Şekil 5'de görülebileceği gibi, 40. s'de 3 ve 4. katlar büyük oranda dumanla dolmuş ancak tam doluluğa 60 s serinde erişilmiştir. Çift cidar arasında ve teras seviyesinde yoğun bir duman çıkışı bulunmaktadır.



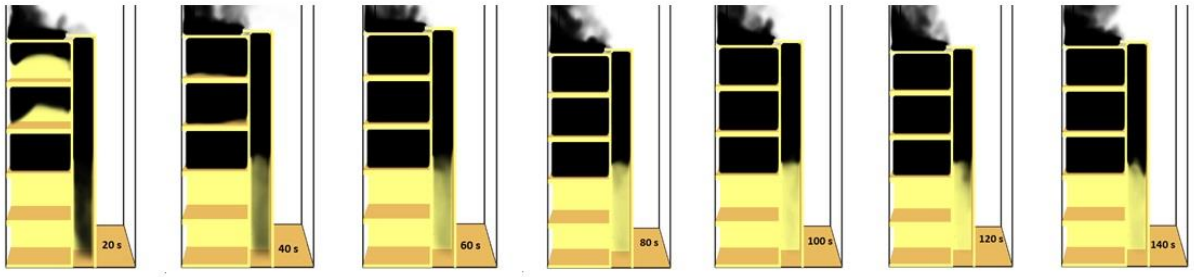
Şekil 5. 2a senaryosundaki duman hareketi

2b senaryosundaki yangın; 20. ve 40. s'de üst katlardaki duman miktarındaki artış daha sınırlıdır. Ancak bu senaryoda Şekil 6'da görüldüğü gibi, 140. s'ye gelindiğinde 3. ve 4. kat tamamen dumanla dolmuş durumdadır. Terasdaki açıklıkta önemli miktarda sıcak duman ve gaz çıkışı gözlenmiştir.



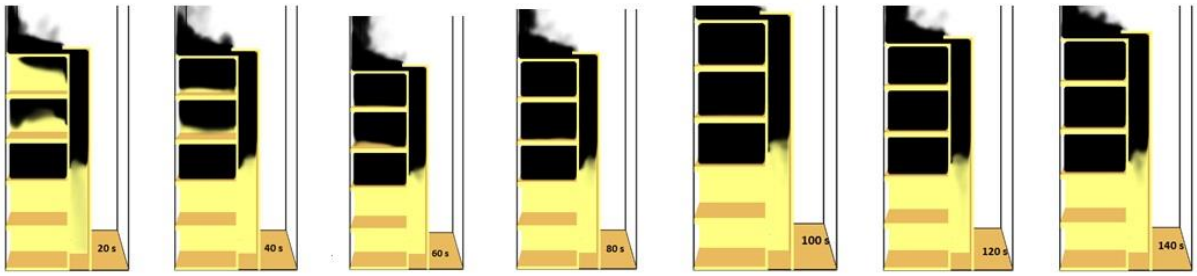
Şekil 6. 2b senaryosundaki duman hareketi

3a senaryosundaki yangın; hızla ilerleyerek Şekil 7'de görüldüğü gibi çift cidar cephe arasında yayılmış ve boşluk içinde aşağı doğru inmiştir. 20. s'de 3. katın yarısından fazlasını doldurmuş, 40. s'de ise bu katların neredeyse tamamını dumanla doldurmuştur. Benzer şekilde terastaki hava çıkış menfezinden önemli oranda duman ve sıcak gaz çıkışı gerçekleşmiştir.



Şekil 7. 3a senaryosundaki duman hareketi

3b senaryosundaki yangın; ilk gelişme evresinde önceki yangın senaryolarındakine benzer şekilde ilerlemiş, Şekil 8'de görülebileceği gibi 20. s'de 3. katın yarısından fazlasını dumanla doldurmuş, 40. s'de ise heman hemen 3. ve 4. katlar tamamen dumanla kaplanmıştır. Terastaki havalandırma menfezinden önemli miktarda duman ve sıcak gaz çıkışı tespit edilmiştir.

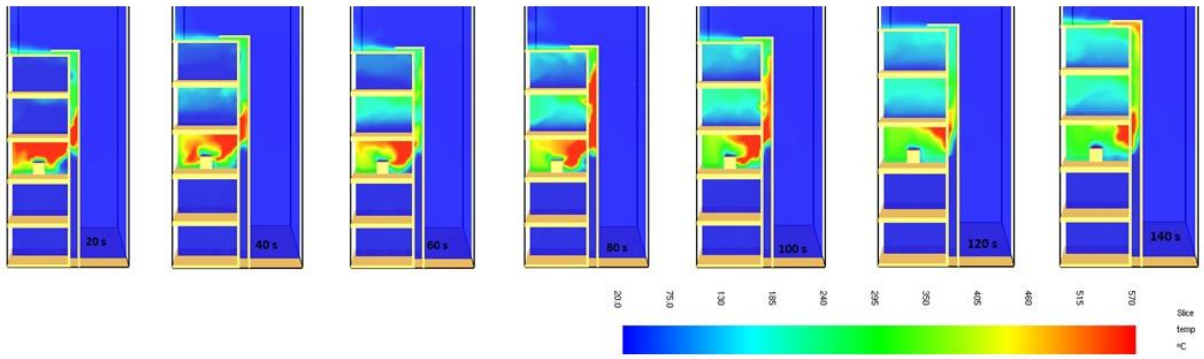


Şekil 8. 3b senaryosundaki duman hareketi

SICAKLIK DEĞERLERİ

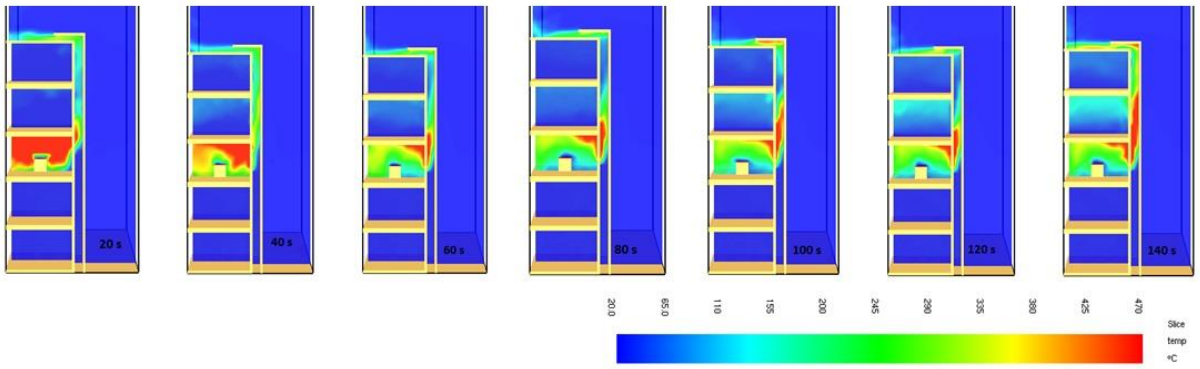
1a senaryosunda; erişilen maksimum sıcaklık değeri 570 ºC'dir. Bu değere yangın kompartmanının içinde ve yangının ilerleme sürecinde çift cidar cephe boşluğunda rastlanmaktadır. Şekil 9'da da görülebileceği gibi 80. s'de çift cidar cephe boşluğunda 3. kat döşeme hizasından 4. katın pencere alt kotuna dek maksimum sıcaklık değerine ratlanmaktadır. Çift cidar genişliğinin 50 cm ile sınırlı olması nedeniyle yangın kompartmanından çift cephe boşluğuna yayılan duman ve sıcak gazlar, çift cidarın dış cephesine çarparak yükselmekte ve kompartman üst hizasından itibaren yüksek sıcaklık değerleri

oluşturmaktadır. Üst katlardaki mekanların sıcaklıkları maksimum 250 ºC civarında seyretmektedir. 140. s'de teras kotundaki havalandırma menfezi hizasında yaklaşık 500 ºC sıcaklık değeri oluşmaktadır.



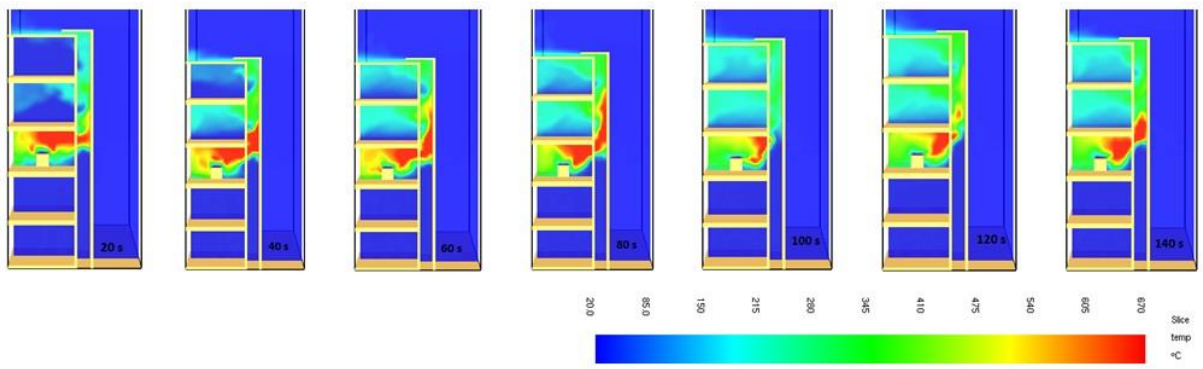
Şekil 9. 1a senaryosundaki sıcaklık değerleri

1b senaryosunda; erişilen maksimum sıcaklık değeri 470 ºC'dir. Çift cidar cephe içinde bu değere Şekil 10'da görüldüğü gibi 60. s'den itibaren erişilmiştir. En yüksek etki 140. s'de gerçekleşmiştir. Aynı zaman diliminde 3. katta maksimum 170 ºC sıcaklığa ulaşlırken, 4. katta sıcaklık yaklaşık 60 ºC civarındadır. Havalandırma menfezi çıkış ağzında da 400 ºC'nin üzerinde sıcaklıklar oluştuğu gözlenmiştir.



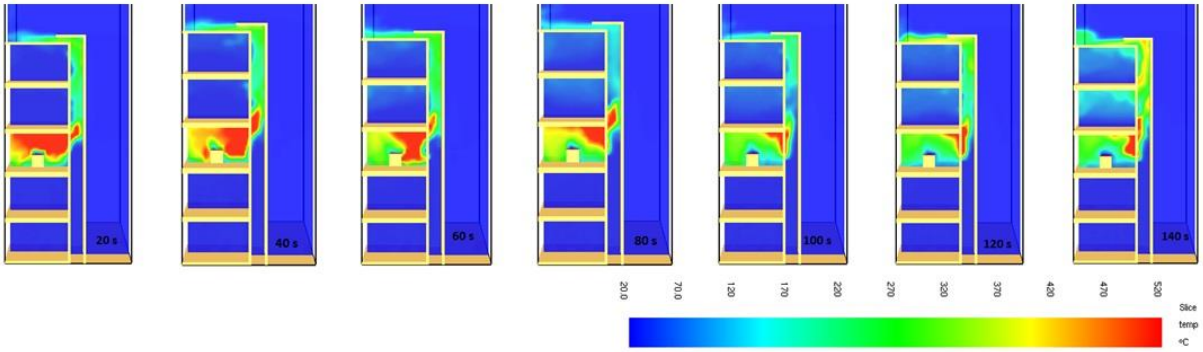
Şekil 10. 1b senaryosundaki sıcaklık değerleri

2a senaryosunda;erişilen maksimum sıcaklık değeri 670 ºC'dir. 20-80. s'ler arasında yoğun olarak çift cidar cephenin dış bölümünün iç tarafında bu değerlere ulaşılmıştır. 140. s'de 4. kat döşeme hizasında yine maksimum sıcaklık tekrarlanmıştır. İç kabuğun dış yüzeyinde ise Şekil 11'de görüleceği gibi 400-500 ºC arasında sıcaklık değerleri oluşmaktadır. Havalandırma menfezi çıkışında ulaşılan maksimum değer 400 ºC civarındadır.



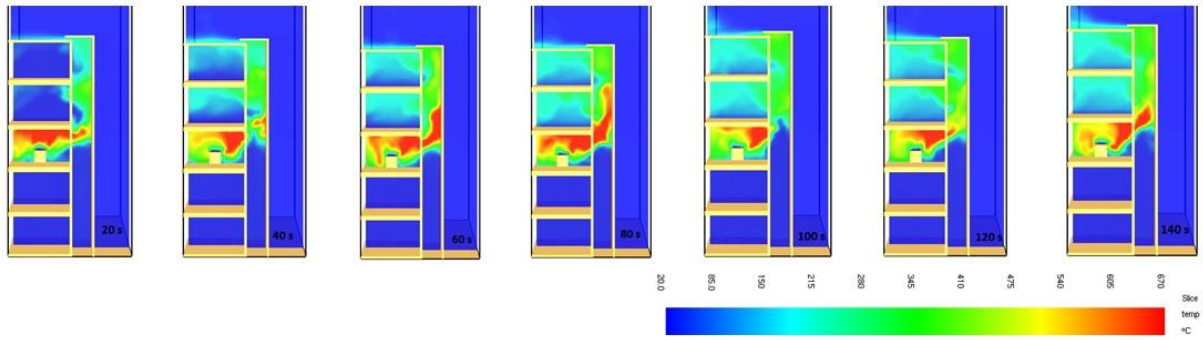
Şekil 11. 2a senaryosundaki sıcaklık değerleri

2b senaryosunda; erişilen maksimum sıcaklık değeri 520 ºC'dir. Çift cidar cephede bu değere yangın kompartmanının üst kat döşemesi hizasında, daha çok cephenin iç bölümünün dış yüzeyinde rastlanmıştır. Cephe boşluğu içinde maksimum 380 ºC civarında sıcaklıklar görülmektedir.



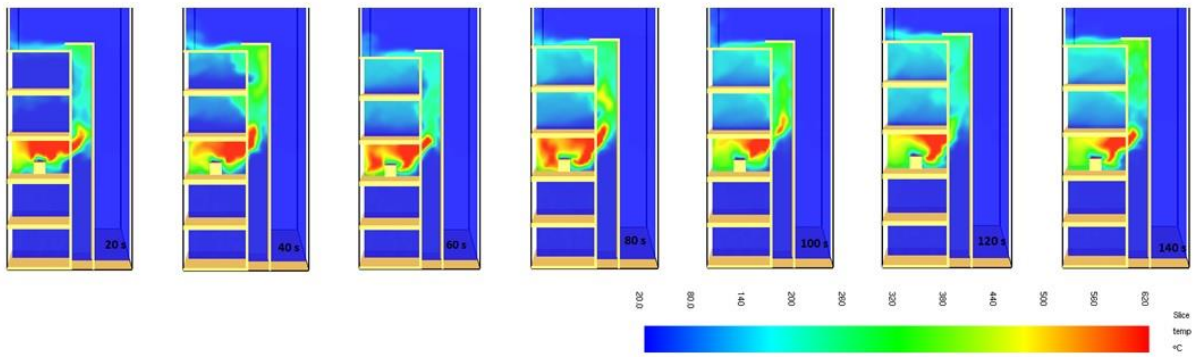
Şekil 12. 2b senaryosundaki sıcaklık değerleri

3a senaryosunda; erişilen maksimum sıcaklık değeri 670 ºC'dir. Bu değere özellikle Şekil 13'de görüldüğü gibi 20-80. s'ler arasında sıklıkla dış kabuğun iç kısmında ve 4. katın döşeme seviyesine dek olan kotlarda ulaşılmıştır. Çift cidar içinde ve terastaki havalandırma menfez kotunda yaklaşık 400 ºC sıcaklık elde edilmiştir.



Şekil 13. 3a senaryosundaki sıcaklık değerleri

3b senaryosunda; erişilen maksimum sıcaklık değeri 620 ºC'dir. Şekil 14'de görüleceği üzere maksimum sıcaklık çift cidar boşluğu içinde, yangın kompartmanının üstündeki döşeme hizasında elde edilmiştir. Boşluğun içinde ve üstte havalandırma menfezi çıkış açıklığı hizasında yaklaşık 360 ºC sıcaklık gözlenmiştir.



Şekil 14. 3b senaryosundaki sıcaklık değerleri

DEĞERLENDİRME

Çift kabuk içinde ve yangın kompartmanı üstündeki katların dumanla dolma süresi incelendiğinde, 3a senaryosunda en hızlı duman üretimi ve yayılma hızı gerçekleşmiştir. Ayrıca duman cidar boşluğunda aşağı doğru da yayılma eğilimindedir. Bunun nedeni, üretilen dumanın miktarına oranla yetersiz havalandırma koşulları ile dumanın boşlukta sıkışarak yoğunlaşması ve baca etkisini zayıflatan cidar derinliğidir. 3b senaryosunda cidar içinde havalandırma koşulları daha iyi olmasına rağmen çekişin yetersiz kalması nedeniyle boşluk ve üst kattaki mekanlar yine kısa süre içinde dumanla dolmuştur. Senaryolar içinde en iyi koşullar 2b'de oluşmuştur. Hem doğal havalandırma koşulları hem de baca etkisinin yardımıyla daha fazla duman dışarı atılabilmiş ve mekanların dumanla doluş süreleri uzamıştır.

Sıcaklıklar bakımından durum incelendiğinde, göreceli olarak daha dar havalandırma genişliğine sahip çift cidar cephelerde oluşan sıcaklık değeri, daha geniş havalandırma açıklığı bulunan cephelerden daha yüksek sıcaklık değerleri oluşturmaktadır. Bu durum büyük oranda çift cidarın havalandırma koşullarıyla açıklanabilir. Yeterli havalandırma sağlanması durumunda dumanın sıcaklığı belirli oranda soğutma sayesinde doğal olarak düşürülebilmektedir. Ancak cephe derinliğindeki artışa paralel olarak sıcaklık değerleri de artış göstermiştir. Bu durumun yangında üretilen sıcak gaz ve dumanın boşluk ortamında daha derin cephe içinde kısa sürede havalandırılamamasından kaynaklandığı ve bunun da sıcaklık artışına neden olduğu söylenebilir

SONUÇ

Farklı derinlik ve havalandırma açıklıklarına sahip çift cidarlı cephelerde yangın nedeniyle oluşan dumanın hareketi miktar ve hız açısından incelendiğinde, çift cidarın derinliğinin dumanın tahliyesinde etkili bir unsur olduğu ancak bunun da cidarın havalandırma koşullarına bağlı olarak değiştiği gözlenmiştir. Keza havalandırma koşulları cidar boşluğunu dolduran dumanın soğutulup sıcaklığının düşürülmesi veya tersine yükselmesinde etkili olmaktadır. Bu nedenle derinliği yüksek olan cephelerde istenilen sonuçların alınmasının daha güç olduğu; buna karşın derinliği görece daha dar olan cephelerde tahliye hızı yüksek olmasına rağmen duman ve sıcak gazların yangının bulunduğu katın üstündeki katları, seçilen cam türüne de bağlı olarak, daha hızlı etkileyebildiği söylenebilir. Üretilmesi muhtemel duman miktarına ve havalandırma koşullarına bağlı olarak cephe derinlikleri belirlenmelidir.

KAYNAKLAR

[1] Ni, Z., Lu, S., Peng, L., 2012., Experimental syudy on fire performance of double-skin glass facades, *Journal of Fire Sciences*, Sayı 30(5), s. 457-472, USA.
[2] İnan, T., Başaran, T., 2015. Çift cidar cepheler: Avantajları ve Dezavantajları, *Tesisat Mühendisliği*, Sayı 146, s. 80-86, İstanbul.
[3] Shameri, M.A, Alghoul, M.A., et al, 2011. Perspective of Double-skin Façade Systems in Buildings and Energy Saving, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Sayı 15, s.1468-1475, Malaysia.
[4] Chow, W.K., Hung, W.Y., 2006. Effect of Cavity Depth on Smoke Spreading of Double-skin Façade, *Building and Environment*, Sayı 41, s. 970-979, China.
[5] Chow, C.L., 2013. Full-scale burning tests on double-skin façade fires, *Fire and Materials*, Sayı 37, s. 17-34, UK.
[6] http://www.thunderheadeng.com/pyrosim/tutorials 2015
[7] Babrauskas, V., 2010. Glass breakage in Fires
https://www.doctorfire.com/GlassBreak.pdf
[8] Chow, W.K., Hung, W.Y., et al, 2007. Experimental study on smoke movement leading to glass damages in double-skinned façade, *Construction and Building Materials*, Sayı 21, s. 556-566, China.

Kerpiç Binalarda Çatı ve Cephe Malzemeleri; Akşehir, Erdoğdu ve Menderes Örnekleri

Selin Duran [1]
Funda Çakırözü Civelek[2]
Yeşim Kamile Aktuğlu[3]

Konu Başlık No: 8. Tarihi Yapılarda Çatı ve Cepheler

TÜRKÇE ÖZET

Toprak yüzyıllardır bir yapı malzemesi olarak kullanılmaktadır. Kolay temin edilebildiği ve yapı yerinde pratik olarak hazırlandığı için tercih edilmiştir. Bunun yanısıra sahip olduğu avantajlarla kullanıcıya konfor da sağlamaktadır. Kerpiç uygun oranlarda kil içeren toprağın, su ve gerekli görülen katkı maddeleri ile harmanlanıp yoğrularak kalıplara dökülmesi ve kurutulmasıyla elde edilen yapı gerecidir. Kerpiç bina örneklerinde yaygın olarak cephelerde toprak sıva, çatılarda ise düz dam uygulaması görülür. Kerpiç binalarda çatı ve cephe malzemelerinin mevcut binalar üzerinden fotoğraflarla örneklendirilmesi, sonuçta günümüzde hala yoğun bir kullanıcısı olan bu malzemeyle ilgili örnekler ışığında özelden genele bir değerlendirme yapılması amaçlanmıştır.

ANAHTAR KELİMELER
Kerpiç bina, Düz toprak dam, Çamur sıva

ABSTRACT

Earth has been used as a construction material for over lots of hundred years. It has been preferred for being provided easily and being prepared practically on construction area. However, the advantages of it provide comfort for its users. Adobe are unbaked, sun-dried mud bricks mixed with water and may be stabilized with various fibers. Generally mud mortars (for facade) and earth roofs (for roof system) have been preferred for adobe buildings. The aim of this survey that being illustrated of Adobe building's roof and facade materials with photograph of buildings there have been and 'as a result' being evaluated from specific to general about this material that having lots of users today.

KEYWORDS
Earth architecture, Mud mortars, Flat earth roof

[1] Selin Duran, Mimar, Yüksek Lisans Öğrencisi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Yapı bilgisi Programı, İzmir 05424744683 , selinn_42@hotmail.com
[2] Funda Çakırözü Civelek, Mimar, Yüksek Lisans Öğrencisi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Yapı bilgisi Programı, İzmir fundacakirozu@gmail.com
[3] Yeşim Kamile Aktuğlu, Prof. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, yesim.aktuglu@deu.edu.tr

KERPİÇ BİNALARDA ÇATI VE CEPHE MALZEMELERİ; AKŞEHİR, ERDOĞDU VE MENDERES ÖRNEKLERİ

1.Giriş

Bu çalışmada kerpiç malzemeli yapı ve binaların yapım sistemlerini incelemek amaçlı Erdoğdu (Tuzlukçu, Konya); Akşehir (Konya), Menderes (İzmir)'de gezi, ölçüm ve değerlendirmeler yapılmıştır. Kerpicin olumsuz olarak nitelendirilen nadir özelliklerinden olan suya dayanımının az olması sorunu, yöresel olarak her bir bölgede çeşitli yöntemlerle çözüme kavuşturulmaya çalışılmıştır. Bu bölgelerde yapım sistemi, çatı ve cephe uygulamalarında da farklılıklar gözlemlenmiştir. Bu bölgelerdeki hatırı sayılır kerpiçten mahallelerin evlerinin pek çoğu bugün kullanılmaya devam etmektedir.

2.Kerpiç Malzemenin Tarihçesi, Tanımı ve Nitelikleri

Kerpiç; çok eski dönemlerden bu yana kullanılagelmiş olan önemli yapı gereçlerindendir. Bu yapı gerecini önemli kılan etmenler arasında içeriğindeki balçık ve suyun yapı yerinden veya yakınlarından kolayca temin edilebilmesi ve yapı yerinde pratik olarak hazırlanabilmesi yer alır. [9]

Toprak yapım teknikleri 9000'i aşkın yıldır bilinir. Anadolu'da Erken Neolitik Çağ'da (MÖ 7000 sonrası) Çatalhöyük'teki ilk yerleşmelerde kerpiç kullanımı görülmektedir. Kullanılan kerpiçler kıyılmış samanla karıştırılmış killi toprakla ya da samansız kumlu ve killi toprakla hazırlanmışlardır. [9,11]

Troya'da (tabaka1) kerpiç tuğlalarda ufaltılmış samanla karıştırılmış killi toprak, kerpiçleri bağlayan harç olarak da yine saman karıştırılmış fakat daha ince taneli benzer bir toprak kullanılmıştır. [9]

Boğazköy' de killi toprak, kıyılmış hayvan yemi ve minik taşlarla yoğrulmuştur. Kerpiç tuğlalar yerleştirilmeden önce bir çeşit balçık sütüyle ıslatılarak harçsız olarak yerleştirilmiştir. [9]

Kerpiç; uygun oranlarda kil içeren toprağın, su ve katkı maddeleri ile harmanlanıp yoğrularak ıslatılmış kalıplara dökülmesi ve kuru ve açık havada kurutulmasıyla elde edilen yapı gerecidir. [3,9]

Killer oldukça ince taneli tortulardır ve su katıldığında hacmi genişler, yağlı bir etkiye sahiptir, plastik özelliği de artar. Kururken ise su kaybettiğinden büzülür. Kil kum oranı bu sebeple önem teşkil eder. Kil miktarı az olan yağsız topraklar az yapışkandır; kil ilave edilerek dağılması önlenebilir. Suya karşı dayanımı da artırılır. Kil miktarı fazla olan toprak ise kururken büzüleceğinden çatlayacaktır, katkı maddesi ilavesiyle kuruyunca aşırı çatlaması önlenebilir. Saman, kıyılmış kamış, hayvan yemi(lifli); kuru çam iğneleri, talaş(ağaç cinsi); kum, çakıl (mineral ve taş cinsinden) v.b diğer maddeler kerpicin çatlamaması için harca katılan katkı maddelerinin başında gelirler. Katkı maddelerinin kolay temin edilebilir olması da kerpiç yapı gereci üretiminde bir avantajdır.[3,6,7,9]

Toprağın kil oranının gerekli seviyede olup olmadığını anlamak için yapı yerinde kolayca tatbik edilebilecek denemeler Kömürcüoğlu (1962) tarafından küre denemesi, mukavemet denemesi, kurumadan ötürü çekme denemesi, su tesiri ile dağılma denemesi, yandan çarpan yağmur denemesi olarak belirtilmiştir. Bunlardan birkaçına basitçe değinecek olursak, küre denemesinde, kerpiç toprağı avuçlar arasında yuvarlayıp sıkarak küre haline getirilir; bu olurken toprak ele yapışır ve düzgün şekil almazsa kil oranı fazladır, ufalanıp kurur kurumaz dağılırsa da kil oranı azdır. Mukavemet denemesinde de bu kerpiç küreler yaklaşık 70cm yüksekliğinden serbest bırakılır; tamamen dağılmışsa mukavemetsiz, parçalara ayrılsa da tümüyle dağılmayan küre mukavemetlidir. Tüm bu testler sonucunda kil oranı yüksek olan toprağa yavaş yavaş katkı maddeleri ilaveleri yapılır ve bu uygun niteliğe kavuşana dek sürdürülür. [6]

Kerpicin ısı depolama kabiliyeti tuğlanınkinden çok fazladır. [6]

Kerpiç ortamın nemini dengeler, havasını temizler. [1]

Yapı yerinde üretildiğinden taşınım gideri yoktur ve çok az enerji tüketilerek üretilir. [1]

Kerpiç harcı hazırlanırken yaklaşık 2m*3m alanda, 50 cm kadar derinlikte hazırlanan balçık çukurunun zemini sıkıştırılır ve dik kenarları aralıklı çakılan kazıklar ve bunlara dayanan dallarla emniyete alınır. Toprak tabakalar halinde bu çukura getirilerek yeterli miktarda suyla yumuşamaya bırakılır. Killi toprak suyla çamur kıvamına gelince gerekli görülen katkılar eklenerek karıştırılır. Bu kademe kademe devam ettirilerek elde edilen harcın üzeri korumaya alınarak dinlendirilir. Kullanılacağı vakitte harç teknelerine alınarak sulandırılıp tekrar karıştırılarak (gerekli görülürse kil vb ilavelerle) kullanılır. [6]

Kerpiç tuğlası hazırlanırken ise, kerpiç harcı kalıplara doldurulur, kurutulacağı bölgeye hafif bir silkeleme ile çıkarılıp kurumaya terk edilir. Kalıplar her seferinde suya daldırılıp çıkarılarak yahut içerisine ince kum vs. serpilerek yapışmalara önlem alınabilir. Kerpiç bloklar çatlama riskleri dolayısıyla doğrudan güneş ışığına maruz bırakılmamalıdır. Üzerlerine saz, saman, ot vs. serpilebilir. Kurudukça yan kenarları üzerinde çevrilerek, sonrada dik oturtularak bekletilir. Daha sonra bir çardak altına istiflenir. En çok kullanılan kerpiç tuğlası ebadı 12cm*25cm*38cm' dir. Kerpiç yapı ülkemizde iki türlü karşımıza çıkmaktadır. Birincisi kerpiç tuğlalar ile örülen duvarların taşıyıcı olduğu kerpiç blokları ile yapım sistemidir. Diğeri ise geniş aralıklarla duvar içlerine yerleştirilen ahşap dikmelerin ve kirişlemelerin daha çok taşıyıcılığı üstlendiği kerpiç blokların da dolgu niteliğinde özelliğe sahip olduğu hımış sistemdir. [6]

3.Kerpiç Yapılarda Çatı Özellikleri

Düz toprak dam uygulaması kolay bir örtü tipi olmasına rağmen özellikle deprem bölgelerinde yapıya bindirmiş olduğu ağırlık sebebiyle sakıncalıdır da. [5]

Çatıda yaklaşık 40'ar cm aralıklarla düzenlenen ahşap merteklerin üzerine dik doğrultuda ince dallar, kamışlar vs. sıralanır. Üzerine balçığa bulanmış ot, saz vs. yayılır ve yaklaşık 15 cm kadar killi toprak dökülüp sıkıştırılır. Son kata su geçirimsizlik katmak amaçlı horasan şapı, killi bir toprak olan çorak toprak serilir. Kazandırılan hafif bir meyille su birkaç çörtenle yahut saçaklardan uzaklaştırılır. Bakım isteyen bir teknik olmasına rağmen çok iyi ısı izolasyonu ve yangına karşı koruma sağlar. [6]



Şekil 1. Konya, Tuzlukçu, Erdoğdu. İki tarafa meyillendirilmiş düz dam örneği. (Duran,S., 2015)

Erdoğdu'da bulunan bir dam örneğinde; ana kirişler üzerindeki ahşap merteklerle çatı iki tarafa hafif meyillendirilmiş, bu merteklere dik yerleştirilmiş kamış dizileri üzerinde çorak toprak uygulanmış olduğu görülmektedir. (Şekil 1)

Göle uzak olması itibarı ile çatı ve döşemelerde kamış örneklerin yanı sıra ince dal uygulamaları da sık görülür. Bazı mahallelerde bu amaçla haşhaş sapları da kullanılmıştır. [10]



Şekil 2. Konya, Akşehir. Soğuk hava şartlarına yenilmiş bir çatı örtüsü. (Duran,S., 2012)

Yöresel uygulamalarda bu sistemin altında, ahşap merteklerin üzerine "poyra" da denen hasır serildiği de görülür. Bu hasır uygulamasıyla kamışların arasından toz vs. dökülmesinin önlenmesi amaçlanır. Akşehir(Konya)'de eski Akşehir evlerinden birinde evin girişinin üstünü örten çatı örtüsü bakımsız kalarak iklim koşullarına yenilmiştir. (Şekil 2)

Akşehir'de düz dam uygulamasında toprak nemlendirildikten sonra silindir şeklindeki yuğu taşı denen bir taşla sıkıştırılır. Ara sıra aşınmalar sonrası bu toprağa ilave yapılır ve tekrar aynı işlem uygulanır. Fakat çatı yükünü artırmamak adına mevcut toprağı bir kısmını atarak bu toprağı tazelemek daha uygundur. [10]



Şekil 4. Çatı döşemesi kaplama sistemi



Şekil 3. Oluklu sac ile kaplı çatıda toprak serili çatı döşemesi.

Bazı örneklerde, ahşap kirişlemeler, altına uygulanan ahşap çıtalarla oluşturulmuş sistemlere kontraplak sabitlenmesi suretiyle kaplanmıştır.(Şekil 3)

Bazı örneklerde oturtma çatı uygulaması mevcuttur. Bu uygulamalarda örtü sacla ya da kiremitle bitirilmiştir. Bazense bu çatılarda da çatı döşemesi üzeri toprakla örtülüdür. (Şekil 4)

İzmir, Menderes'teki örnekte ahşap mertekler üzerinin merteklere dik dal ya da kamışlar yerine ahşap elemanlarla kaplandığı üzerinin de oluklu levha ile örtüldüğü görülmektedir. (Şekil 5)



Şekil 5. . Menderes, İzmir. Kerpiç ev üzeri Oluklu levhayla kaplanmış örtü. (Duran,S.,2015)

4. Kerpiç Yapılarda Cephe Özellikleri

Kerpiç sudan çok fazla etkilenen bir yapı malzemesi olduğundan zeminden yükselen, yukardan gelen sulara ve dış cephede de yanlardan vuracak olan yağmur sularına karşı tedbirlerin alınması gerekmektedir. Bu amaçla duvarlar ahşap vb levhalarla kaplanabilir, su geçirmez bir sıva ile sıvanabilir, badana yapılabilir ve geniş saçak ve sundurmalar uygulanabilir. [6]



Şekil 6. Konya, Tuzlukçu, Erdoğdu. Dökülmüş çamur sıvası. Kamış serilerek toprakla örtüldükten sonra eğim kazandırılarak kiremit kaplanmış çatı örtüsü. (Duran,S., 2015)

Çamur sıva (balçık sıva, toprak sıva) ; kaba sıva ve ince sıva olarak uygulanabilir. İnce sıva için killi toprağa gerektiği ölçüde daha ince kum ve katkı maddesi ilave edilir. Uygulanacağı yüzeyin bir miktar pürüzlendirilmesi yeterlidir. En tabii sıva cinsi olmakla beraber sudan kolay etkileneceği için aşındıkça tekrar uygulanması gerekmektedir. Üçüncü kat olarak kireç sıvası yapılırsa dayanım süresi artacaktır.

[6]

Erdoğdu(Tuzlukçu, Konya)'da yer yer tamamen aşınmış çamur sıva görülmektedir. (Şekil 6)

Kireç sıvası; kerpiç yapılar için tavsiye edilen bir uygulamadır. İyi söndürülmüş ve 8 hafta kadar dinlendirilmiş yağlı kireç uygundur. Kireç harçları oldukça yüksek aderans gösterirler. Fakat priz süreleri uzundur, mekanik mukavemetleri azdır ve suya hassastırlar. Bir miktar çimento katılarak priz süresine ve mukavemetine olumlu katkı sağlanabilir. [2,6]



Şekil 7. Akşehir, Konya. Sacla kaplanmış cepheler. (Duran,S.,2015)

Kil +alçı karışımlı sıva; akışkan hale getirilmiş alçının ıslatılarak dinlendirilmiş toprağa katılmasıyla elde edilir. Alçı oranı arttıkça sıvanın prizi hızlanır. Yıpranması daha güçtür, düşük mukavemetli ve esnektir. Yüzey özellikleri daha düzgün toz üretmeyen bir yüzey oluşur. [2,5]

Kil+ çimento karışımlı sıvanın mukavemeti yüksek, elastisitesi düşüktür. Isıl ve mekanik hareketlerde kolay çatlama gösterebildiğinden, yapının hareket beklenen bölümlerinde iç ve dış sıva olarak kullanımı tavsiye edilmez. Çimento kerpiç yüzeyine montelenen çıta ve taşlarla iyi bağlantı sağlar. Dış cephede su geçirimsizlik sağlanmadığı takdirde uzun süren ıslanmalarda sıva ve kerpiç gitgide birbirinden ayrılırlar. [2]

Yapılan araştırmalar sonucu %15 alçı katkılı kerpiç bloklar ve %15 kireç katkılı kerpiç sıvası ile oluşturulacak duvar gerek mukavemet açısından gerekse su dayanımı açısından olumlu sonuçlar vermiştir. [4]

Yöresel uygulamalarda Akşehir'de rüzgâr ve yağmur etkilerinden korunmak amaçlı cephelerde, bazen sadece cumbalarda sacla kaplama oldukça sık görülmektedir. (Şekil 7)

Erdoğdu ve Akşehir'de son yıllarda çamur sıvanın aşınmalar nedeniyle düzenli bakım gerektirmesi kullanıcılar tarafından sebep gösterilerek, çimento harcı ile sıva uygulamaları da artış göstermektedir.

5. Sonuç ve Değerlendirme

Akşehir(Konya)'de kullanıcıların binaların ilk yapım yıllarında dış etmenlere tedbir olarak ürettiği cepheleri 'özellikle cumbaları' sacla kaplama uygulaması ile, düzenli sıva bakım ihtiyacı yerini 'daha çok görsellik açısından' aşınan sacların bakım ihtiyacına bırakmıştır. Ayrıca sacların köşelerde ve kenarlarda birleşim detayları her örnekte amaçlandığı kadar başarılı olamamış, bu noktalardan su sızdırmalarıyla yine kerpiç duvar yahut ahşap elemanlar zarar görmüştür.

Menderes(İzmir)'de çatılardaki daha nizami ve duvarlara binen toprak dam çatı yükünü hafifletecek uygulama örnekleri göze çarpar. İncelenen örneklerde ahşap kirişlemeler üzeri dik yönde düzgün kesilmiş ve boyutlandırılmış ahşap elemanlarla kaplanmış; üstü oluklu levhalarla örtülmüş çatı sistemleri mevcuttur.

Erdoğdu (Tuzlukçu, Konya)'da son yıllarda cepheler çimento harç ile sıvanmaktadır.

Kerpicin niteliklerinin iyileştirilmesi, suya dayanımının artırılması vs. yönünde pek çok araştırma yapılmıştır ve yapılmaya devam da etmektedir. Bu olumlu gelişmelerin yanı sıra 'kerpicin ve kerpiç binaların yapım sürecindeki kullanıcının etkin rolü de düşünülerek' 'kolay uygulanabilir çözümlere' kullanıcıların ulaşması yönünde de bir iletişim ağı kurulması, kullanıcıların bireysel çözüm arayışlarına katkı sağlayabilir.

6. Kaynakça

[1] Bektaş, C. ,2012, Doğaya Uyumlu Mimarlık, Arkeoloji ve Sanat Yayınları,

[2] Çakır, K., 2010, Doğal Katkılı Puzolan Harcı ile Toprak Karışımının Kerpiç Yapılarda Dış Sıva olarak Kullanılabilmesi Üzerine Deneysel Bir Araştırma, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

[3] Çelebi, R. (Prof.),2012, Anadolu Kerpiç Mimarlığı, T.C. İstanbul Kültür Üniversitesi

[4]Eriç, M., Anıl, Ü., Çorapçıoğlu, K., (1980), "Kerpiç Malzemenin Türkiye Koşullarında Rasyonel Kullanımını Sağlamak Amacı ile Kalitesinin Yükseltilmesi Konusunda Bir Araştırma", İ.D.G.S.A. Mimarlık Fakültesi, No:1, Mayıs, İstanbul

[5] Kafesçioğlu, R. Ve Gürdal E.(1985), Çağdaş Yapı Malzemesi- Alker, İTÜ, İstanbul

[6] Kömürcüoğlu, E.A.(1962). Yapı Malzemesi Olarak Kerpiç ve Kerpiç İnşaat Sistemleri. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Matbaası.

[7] Malayoğlu, U, ve Akar, A.(1995), Killerin Sınıflandırılmasında ve Kullanım Alanlarının Saptanmasında Aranan Kriterlerin İrdelenmesi, 16.01.2016, http://www.maden.org.tr/resimler/ekler/b702465f3c31412_ek.pdf

[8]Minke, G., .(2006), Building With Earth, Basel, Berlin, Boston; Birkhauser- publishers for architecture

[9] Naumann, R.,2007, Eski Anadolu Mimarlığı, Ankara Türk Tarih Kurumu

[10] Sanır, F.(1948), Sultan Dağları'ndan Sakarya'ya ve Akşehir, Ulus basımevi, Ankara

[11] Utkan,M. S.,2012 Çatalhöyük, Gazi Üniversitesi,Ankara

POLİMER ÇATI MALZEMELERİNİN YANGIN KARŞISINDA DAVRANIŞLARININ İRDELENMESİ

Seda Erdem 1 [1]
Nihal Arıoğlu 2 [2]

Konu Başlık No: 2 Çatı ve Cephe Sistemlerinin Performansları

ÖZET

Gelişen teknoloji ve günümüz şartlarına bağlı olarak artan polimer çatı ürün çeşitliliğiyle birlikte performans gereksinimleri de tercihlerimizi sınırlamaktadır. Performans gereksinimleri içinde yangın dayanımı ise en önemli belirleyicilerden biri olmaktadır. Yangın sırasında, çatının çökmesini ve yangının yayılmasını önlemek, yangın sırasında alev damlalarının oluşmasını önlemek, yangının binaya geçmesini engellemek, bitişik nizam binalarda, çatılarda çıkan yangının komşu çatıya geçmesini engellemek gibi performans gereksinimlerini karşılaması beklenen polimer çatı malzemeleri, genel olarak yanıcı olmalarına rağmen, çeşitli katkı malzemeleriyle yangına dayanımları iyileştirilebilmektedir. Çalışmada, çatıda kullanılacak polimer malzemenin performans özellikleri yönetmeliğe dayalı olarak tanımlanmış ve yangın karşısındaki davranışları, performansları incelenerek değerlendirilmiştir. Performansı belirleyen ölçütlere ait değerler, tablo halinde verilmiştir.

ANAHTAR KELİMELER

Polimer, yanıcılık, performans özellikleri.

ABSTRACT

Due to the developing technology and recent conditions, increasing variety of polymeric products and performance requirements restrict our preferences. Fire resistance is one of the most important determinants in the performance requirements. Polymeric roof materials, which are expected to provide the performance requirements such as prevention the collaption of roof, propagation of fire in the roof, formation of flame drops and transition of the fire to the building, and also between the attached building roofs, are generally flammable but their fire resistance can be enhanced with some reterdants. In this study, the polymeric roof materials' performance properties have been determined as regulations and their fire behaviours have been evaluated with analysing their performances. The values determining performances have been given in table.

KEY WORDS

Polymer, flammability, performance properties.

[1] Dr. Seda Erdem, İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Taşkışla Kampüsü, 34437, Taksim-Şişli/İstanbul, Tel: +90(212) 293 13 00-2247, Faks: +90(212) 251 48 95, erdemsed@itu.edu.tr.

[2] Prof. Dr. Nihal Arıoğlu, İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Taşkışla Kampüsü, 34437, Taksim-Şişli/İstanbul, Tel: +90(212) 293 13 00-2249, Faks: +90(212) 251 48 95, arioglu@itu.edu.tr.

1.GİRİŞ

Binalarda oluşabilecek yangınların önlenmesi ve oluşabilecek zararları en aza indirmek amacıyla, Binaların Yangından Korunması Hakkındaki Yönetmelik (BYKHY) kapsamında, çatıların karşılaması gereken performans özellikleri belirtilmiştir. Bunlar; çatının çökmesini, çatıdan yangının girişi ve çatı kaplaması yüzeyinin tutuşmasını, çatının altında ve içinde yangının yayılmasını, çatı ışıklığı üzerindeki rüzgâr etkilerini, çatı ışıklığından binaya yangının geçmesini, yangının çatı kaplamasının dış yüzeyi üzerine veya katmanlarının içerisine yayılmasını ve alev damlalarının oluşmasını, bitişik nizam binalarda, çatılarda çıkan yangının komşu çatıya geçmesini önleyecek performans gereksinimleridir [1].

Çatılarda ısı, su ve ses yalıtımı ve kaplama için pek çok malzeme kullanılmakta, bu malzemeler metal, ahşap, polimer kökenli…vb olmaktadır. Bütün bu malzemeler içinde; düşük maliyet, uygulama kolaylığı, hafiflik ve dayanım gibi nedenlerden dolayı, polimer çatı malzemeleri en çok tercih edilen malzemelerden olmaktadır. Diğer taraftan organik kökenli malzemelerden olan polimerler, genel olarak mükemmel yanıcıdırlar [2]. Yangın karşısında ahşap, deri, yün, ipek… vb. yanıcı maddelere benzer davranışlar gösterirler ve termal bozulmaya uğrayarak, duman, uçucu ve zehirli gaz salınımı yaparlar. Genelde polimerlerin pek çok türü bulunmakla birlikte, yapıda kullanım alanlarının farklılaşmasına bağlı olarak, çeşitli katkı malzemeleriyle özellikleri iyileştirilebilmektedir. Böylece yangın karşısında çatı kaplama veya yalıtım malzemelerinden beklenen performans özelliklerini daha iyi karşılayabilmekte, dolayısıyla yangın karşısında yaşanacak zararlar, bir miktar kontrol altına alınabilmektedir.

Bu çalışmada, özellikle çatılarda kaplama ve yalıtım amaçlı kullanımlara yönelik ön kararlarda, genel bir yaklaşım bilgisi vermek amacıyla; çatıda kullanılan polimerler tanıtılmış, bu polimerlerin yangın karşısındaki davranışları incelenerek, bünye yapılarından kaynaklanan davranış farklılaşmalarını tanımlayan ölçütler belirlenmiştir. Literatürdeki verilere dayalı olarak gerçekleştirilen bu belirlemede karşılaştırma olanağı sağlamak amacıyla, belirlenen karşılaştırma ölçütleri çerçevesinde sık kullanılan polimerlerin ve yine diğer bir karşılaştırma ölçütü olmak üzere meşe ve köknarın yanma karşısındaki davranışları tablo düzeneği şeklinde verilmiştir.

2. POLİMER ÇATI MALZEMELERİNİN YANGIN DAVRANIŞLARI

Polimerler doğal ve sentetik olmakla birlikte sıcaklık karşısında verdikleri tepkiye göre termoplastik ve termoset olarak sınıflandırılırlar. *Termoplastikler* ısı ve basınç altında yumuşayan ve akan, bu durumda istenildiği gibi şekillendirilebilen ve soğuduğunda sertleşip katı halini alan plastiklerdir. Polimerizasyon yöntemiyle elde edilen termoplastikler, tekrar ısıtıldığında tekrar yumuşayabilir, yeniden şekil alabilir ve soğutulduğunda sertleşebilirler. İkinci kez ısıtılıp, şekillendirme sırasında herhangi bir kimyasal değişime uğramazlar. Silindirleme, ekstrüzyon, vakum, presleme, püskürtme döküm, köpükleştirme…gibi yöntemlerle şekillendirilen termoplastiklerde şekillendirme işlemi, malzemenin uygulanacak yöntem için gerekli plastik kıvama gelmesini sağlayacak sıcaklık derecesi ve bu sırada şekillendirmeyi gerektirecek mekanik etki ile oluşur. Ekstrüzyon, granül halindeki termoplastiklerin elyaf, profil, boru, tüp, film ve levha haline getirildiği yöntemdir. Silindirleme yöntemiyle folyolar ve levhalar, püskürtme döküm ve köpükleştirme yöntemleriyle ise özellikle yalıtım malzemeleri üretilmektedir. *Termosetler* ise sıcaklık ve basınç altında sertleşir ve tekrar çözünmezler. Bu nedenle kimyasal yapıyı bozmadan, termosetleri tekrar şekillendirmek mümkün değildir. Ekstrüzyon, presleme, döküm...gibi yöntemlerle şekillendirilen termosetler, kimyasal yapıları

nedeniyle polimerler genel olarak yüksek yanıcı malzemeler grubundandırlar. Yeterli derecede ısıya maruz kaldıklarında birdenbire alevlenerek yanmaya başlar sonra da ayrışırlar (proliz).

Polimer malzemelerinin yangın karşısındaki davranışları yedi ölçütle belirlenmektedir: alevlenme kolaylığı, alevlenme noktası, polimer yüzeyindeki alev yayılma hızı, yangına dayanımı, ısısalım hızı oranı, sönme kolaylığı, duman salınımı ve toksik gaz emisyonudur [3]. Dış kaynaklı kıvılcım veya alev yanma işleminde, alevlenmenin olması için gerekli minimum sıcaklık derecesine *alevlenme noktası denir*. Yangındaki ilk emisyonun ne kadar hızlı gerçekleştiği ise *alevlenme kolaylığı* ile tanımlanır [4], [5]. Bir başka anlatımla, bir cismin hava ile yanıcı karışım meydana getiren bir buhar çıkardığı en düşük sıcaklık derecesidir. Polimer yüzeyindeki alev yayılma hızı iki şekilde gerçekleşir: çevresel hava akımı ile aynı yönde gerçekleşen alev yayılımı ve zıt yönde gerçekleşen alev yayılımı. *Isı salım hızı* (*HRR*)*;* konik kalori ölçer ile hesaplanan, birim alandaki birim kütlenin yanma oranıyla çıkan ürünler ve gerçek yanma ısısıdır [6]. *Sönme kolaylığı*, ısı kaynağının numuneden uzaklaştırılması sonrasında, malzemenin kendi kendine sönmesi durumudur.

Yangın sırasında çatılardaki yakıt görevini, o çatıda kullanılan malzemelerin oluşturduğu düşünüldüğünde, polimer çatı malzemesi seçiminin önemi daha iyi anlaşılmaktadır. Bu bağlamda 2009'da yürürlüğe giren TS EN 13501-5 standardına göre çatı malzemelerinden beklenen özellikler;

- çatı kaplama malzemeleri için $B_{ÇATI}$ veya yanmaz (A1) olması,
- çatı kaplamaları altında yer alan yüzey veya yalıtım için; en az zor alevlenici (en az C- s3,d2) veya en az normal alevlenici (en az E-d2) olması,
- çatı taşıyıcı sistemi için ise yalnızca yüksek yapılarda ve bitişik nizam yapılarda yanmaz (A1) olmasıdır [7].

Plastiklerin yanma özelliklerinin karşılaştırılmasında en çok kullanılan yöntem Limit Oksijen İndeksi (kısaca LOI) test yöntemidir. *Limit Oksijen İndeksi*, sabit yanmayı devam ettiren minimum oksijen miktarına denir. LOI deneyinde, tutuştuktan sonra yanmaya devam eden plastiklerin yanıcılıkları ölçülür. Plastiklerin kimyasal yapıları ile ilgili olan LOI değerleri, polimer yapısındaki oksitlenebilir atom ya da molekül gruplarının sayısı ile saptanır. Yukarıya doğru akan oksijen-azot karışımında bir şerit plastik bir tüp içerisinde tutuşturulur. Aşağıya doğru yanan, kararlı, mum gibi bir alev tayin edilir. Gaz karışımının oksijen-azot oranı, alevin sönmesine kadar yavaş yavaş azaltılır. LOI değeri ne kadar düşük olursa, plastik malzeme o kadar kolay alevlenebilir. Polimer molekülündeki H-C oranı ne kadar yüksekse, polimer, o kadar yanıcı olmaktadır. Bununla birlikte hava %21 oranında O_2 içerdiği için, LOI değeri 21'den daha büyük olan polimerler kendi kendini söndürür [8],[9],[10]. LOI değeri yüksek olan polimer çatı malzemelerine örnek olarak PVC (LOI değeri yaklaşık 47) ve polyester (LOI değeri yaklaşık 39) verilebilir. Bununla birlikte kolay alevlenici termoplastikler çeşitli katkılarla, zor yanıcı polimerlere dönüşmektedirler. Polimerlerin yanma davranışını incelemek için LOI dışında testler de mevcuttur: Yatay yanma, dikey yanma, kül yüzdesi vb. Polimer çatı malzemelerine ait yatay ve dikey yanma değerleri, Tablo 1'de verilmiştir. Belirli standartlara göre yapılan malzemenin termal davranışını incelemek adına yapılan DSC ve TGA gibi yöntemler bu konuda önemli ipuçları verebilir.

Polimerler yanma sırasında, kimyasal yapılarına ve yanma koşullarına bağlı olarak CO, CO_2, NO_x, SO_2… vb. salınımı yaparlar. Duman ve asit gazları, görüş bozukluğuna, asfiksant gazlar (HCN, CO, CO_2…gibi), nitrojen oksit ve fosfat gibi iritantlar ise nefes alma güçlükleri ve ağrıya neden olmaktadır. Bu gazların salınımı, yangın sırasında insan sağlığını ve hayatını en fazla tehdit eden unsurlardır [5]. Polimerlerin yanma sırasında yaptıkları emisyon değerlerinin ölçümü için elektrokimyasal hücre metodu, UV (Mor ötesi) ve IR (kızıl ötesi) ölçümü uygulanır [11].

3. POLİMER ÇATI MALZEMELERİNİN YANGIN KARŞISINDA DAVRANIŞLARININ İRDELENMESİ

Çatıda kullanılan polimer malzemeler oldukça çeşitlilik göstermektedir. Kaplama, yalıtım, çatı penceresi, havalandırma bacaları, kenar, köşe bitiş elemanları…gibi çok çeşitli amaçlarla kullanılan polimerler, diğer yapı malzemelerine kıyasla hafif, ucuz, kolay elde edilebilir, kolay monte edilebilir, dayanıklı olması gibi pek çok nedenle özellikle tercih edilmektedir. Ülkemizde çatıda, kaplama, yalıtım…vb amaçlarla en çok tercih edilen polimer malzemeler; ABS, Termoset Polietilen (XLPE), Poliamid (PA), (NAYLON), Polyester (PES), Polietilen (PE), Polikarbonat (PC), Polipropilen (PP), Polistiren(PS), Cam Lifiyle Güçlendirilmiş Polistiren (GRP), Polivinilklorür (PVC)'dir. Bu polimerler çeşitli katkı malzemeleriyle güçlendirilerek özellikleri de iyileştirilebilmektedir. Örneğin ABS, polyester, poliamid…gibi polimerler, karbon elyaf, cam elyaf, alüminyum tozu, molibden sülfid…gibi katkılarla, dayanıklılık, kırılganlık…gibi özellikleri iyileştirilerek, kaplama ve yalıtım malzemesi olarak kullanılmaktadır. Pek çok tasarım olanakları sunan bu polimer türlerine ait çatı örnekleri Şekil 1 ve Şekil 2'de görülmektedir [12], [13].



Şekil 1: Polikarbonat, Śląski Stadyumu, Polonya [12]

Polimer çatı malzemelerinin yanıcılık özellikleri Tablo 1'de verilmiştir. Tablo incelendiğinde görülmektedir ki en zor tutuşan polimerler; PVC ve polyester, kolay tutuşan polimerler; polikarbonat, poliamid, ABS, GRP, çok kolay tutuşan polimerler ise; polietilen ve polipropilendir. Polyester çatı malzemeleri zor alevlenir. Cam lifiyle güçlendirilmiş polyester malzemeler, kolay tutuşmasına rağmen damlacık oluşturmaz. Klorlu mumlar ve antimon oksit katkısıyla veya klorlu reçinelerle birlikte kullanıldığında, kendiliğinden sönme özelliği iyileştirilebilir [14]. Genel olarak polimerlere, alüminyum trihidrat (ATH) ve magnezyum dihidroksit (MDH) gibi mineral katkılar eklenerek, yanıcılıkları iyileştirilebilir. Ayrıca polimerlerin LOI değerlerini yükseltmek için antimon trioksit, bromür ve klorür, monomerin bir parçası olarak, polimer sentezlenirken ya da katkı olarak kullanılmaktadır [15].



Şekil 2: Bird Nest Olimpik Stadyumu, Pekin [13].

PVC çatı malzemelerin, 150°C'de yapısında bozulmalar oluşmakta, 450°C'de ise tutuşmaktadır. Bütün halojenler gibi, yangın geciktirici olan klorür içerdiği için, yanmanın erken safhalarında, PVC, diğer polimerlere kıyasla daha az duman salınımı yapar ve çok zor tutuştuğu için yangın yayılmasında katkı sağlamaz [16]. Bununla birlikte yandığı zaman duman ve karbon monoksit, karbon dioksit, hidroklorür, dioksin ve furan gazları emisyon etmektedir ki bu gazlar diğer polimerlerin emisyon ettiği gazlardan daha az zararlıdır [11]. Plastikleştirici içer meyen PVC, alev uzaklaştırıldığında kendi kendini söndürmesine rağmen, plastikleştiricisiz köpük PVC havada yanmaya devam eder [9]. Çatıda yalıtım amacıyla kullanılan polistren malzemeler doğaları itibariyle yanıcıdır. Yalıtım amacıyla kullanılmak için üretilen polistren köpüklere, üretim aşamasında eklenen katkılar, hidrokarbon içerdiği için ve polistren yandığında yüksek oranda monomerik stiren ürettiği için oldukça yanıcı ve uçucudur. Kolay tutuşup, eriyerek yanar. Yalıtım malzemelerinden olan poliüretan, azot içerip, yanıcı olmamakla birlikte, yanıcı olmayan köpükleştirici etkenler içerir. Polistren gibi erimeyip, yerinde yapımlarda, zehirli duman yayarak kömürleşirler [14], [17]. Poliüretanlar, 250°C'de insan sağlığı için zararlı olan metilen difenil izosiyanat (MDI), metilen dianilen (MDA), CO ve HCN emisyon ederek bozulmaya başlar [11]. Şekil 3'te poliüretan köpük ısı yalıtım malzemesinin uygulanması görülmektedir [22].

Poliolefinlerden olan polietilen ve polipropilenler, yangına dayanıklı değillerdir. Çok kolay tutuşup, yandığında akışkan sıvılara dönüşerek damlacıklar oluştururlar [14]. Ayrıca polipropilen ve polietilenler, ABS, polistren gibi yanmasını yavaş söndüren polimer levhalardandır. Polietilen ve polipropilen, diğer polimerlere kıyasla, yangın karşısında daha düşük performans sergilerler [18]. Bu polimerlerin dışında florlu plastikler (PTFE gibi) çok zor alevlenir ve yandığında asit-gaz üretir. PTFE'nin yanıcılık sınıfı V0 olup, en az yanıcı polimerdendir. Şekil 4'te flourlu plastikler ile kaplanmış çatı strüktürü görülmektedir [23].



Şekil 3: Çatıda yalıtım amacıyla yapılan poliüretan sprey köpük uygulaması [22]

TS EN 13501-5 ve TS EN 13501-1 standartlarına göre çatı kaplama malzemeleri $B_{ÇATI}$ değerlerini karşılamalıdır. Buna göre malzemenin yoplam yanma süresi 5 dakikadan az, dış yangın yayılma süresi ve yangının nüfuz etme süresi ise en az 30 dakika olmalıdır. Buna göre kendiliğinden sönemeyen polimerlerin kaplama malzemesi olarak kullanılması önerilmemektedir. Ayrıca yanan/kızaran yanma parçacıklarının çatı yapısını delmemelidir. Polietilen ve polipropilen yapı malzemelerinin yandıkları zaman, kızgın damlacıklar oluşturmaları ve kendiliğinden sönmemeleri nedeniyle kaplama malzemesi olarak tercih edilmeleri önerilmemektedir [7], [24].

(a)  (b) 

Şekil 4 a, b : Flourlu plastiklerle kaplanmış çatı strüktürü [23]

Tablo 1: Polimer çatı malzemelerinin yanıcılık performans özelikleri [9], [16], [19], [20].

Polimer	**İşlem Sıcaklığı (Processing Tem.)**	**Yanıcılık (Flammability)**	**Yanma Derecesi (Flash Ignition Temperature)**	**Kendiliğinden Yanma Derecesi (Self Ignition Tem.)**	**Çalışma sıcaklığı (Operating Tem.)**	
					Min.	**Max.**
PVC (Polivinil klorür)	150-200°C	Zor alevlenir Kendiliğinde söner Kömürleşme eğilimindedir Sadece dışarıdan sürekli ısı kaynağına maruz bırakıldığında alevlenir Yandığı zaman HCI* ile birlikte C*,CO*,CO_2* ve H_2O çıkarır, tuz asiti gibi kokar Kenarları yeşil, sarı renkli yanma olur LOI ~47, Yanıcılık sınıfı UL 94: V-0	391°C	454°C	-20°C	+80°C
PE (Polietilen)	150-210 °C	Çok kolay alevlenir Kendiliğinden sönmez Yanmada erimiş kızgın damlalar oluşur Tepesi sarı, mavi alevle, isli, yoğun dumanlı, yavaş yanma olur, mum, parafin gibi kokar Yüksek ısı salım hızı Yandığı zaman C,CO,CO_2 ve H_2O çıkarır LOI=17,4, Yanıcılık sınıfı UL 94: Yanıp kül olur.	341°C	349°C	-60°C	+80°C
XLPE (Çapraz Bağlı Polietilen-termoset)	Çapraz bağlandıktan sonra işlenemez	Kolay alevlenir (PE kadar kolay değil) Kendiliğinden sönmez Erimiş kızgın damlalar üretmez Yüksek ısı salım hızı Yandığı zaman C,CO,CO_2 ve H_2O çıkarır LOI>18, Yanıcılık sınıfı UL 94: Yanıp kül olur.	>350°C	>350°C	-60°C	+135°C
PC (Polikarbonat)	230-320°C	Kolay alevlenir Kendiliğinde söner Kömürleşme eğilimindedir Sarı alevle yanma, yakıcı alev çekilince söner, fenol kokar Yandığı zaman C,CO,CO_2 ve H_2O çıkarır LOI=27, Yanıcılık sınıfı UL 94: V-2*	467°C	598°C	-90°C	+130°C

Tablo 1 Devamı: Polimer çatı malzemelerinin yanıcılık performans özelikleri [9], [16], [19], [20].

Polimer	**İşlem Sıcaklığı (Processing Tem.)**	**Yanıcılık (Flammability)**	**Yanma Derecesi (Flash Ignition Temperature)**	**Kendiliğinden Yanma Derecesi (Self Ignition Tem.)**	**Çalışma sıcaklığı (Operating Tem.)**	
					Min.	**Max.**
PP (Polipropilen)	210-250ºC	Çok kolay alevlenir Kendiliğinden sönmez Erimiş kızgın damlalar üretir Tepesi sarı, mavi alevle, isli, yoğun dumanlı, yavaş yanma olur Yüksek ısı salım hızı Yandığı zaman C,CO,CO_2 ve H_2O çıkarır LOI=18, Yanıcılık Sınıfı UL 94: HB*	320 ºC	350 ºC	0 ºC	+140 ºC
PES (Polyester)	300-360 ºC	Zor alevlenir Kendiliğinden söner Kömürleşme eğilimindedir İsli, sarı alevle yanma, damlama olur, karakteristik koku yayar Yandığı zaman C,CO,CO_2,SO_2*ve H_2O çıkarır LOI=39, Yanıcılık sınıfı UL 94: V-0*	~500ºC	~500ºC	-70ºC	+210ºC
ABS (Akrilonitril Bütadien Stiren)	205-260 ºC	Kolay alevlenir Kendiliğinden sönmez Genellikle erimiş damla üretmez Sarı alevli, isli, yanma olur, karakteristik koku yayar Yandığı zaman C,CO,CO_2,HCN, NO_x, vinil siyanür ve H_2O çıkarır LOI=18, Yanıcılık sınıfı UL 94: Yanıp kül olur.	~390 ºC	~500ºC	-20ºC	+80ºC
GRP (Cam elyaf takviyeli polyester)	20-100ºC	Kolay alevlenir Kendiliğinden sönebilir Kömürleşme eğilimindedir Yandığı zaman C,CO,CO_2 ve H_2O çıkarır LOI~19, Yanıcılık sınıfı UL 94: V-0	370 ºC	485 ºC	-50 ºC	+105 ºC

Tablo 1 Devamı: Polimer çatı malzemelerinin yanıcılık performans özelikleri [9], [16], **[**19], [20].

Polimer	**İşlem Sıcaklığı (Processing Tem.)**	**Yanıcılık (Flammability)**	**Yanma Derecesi (Flash Ignition Temperature)**	**Kendiliğinden Yanma Derecesi (Self Ignition Tem.)**	**Çalışma sıcaklığı (Operating Tem.)**	
					Min.	**Max.**
Naylon 6,6 (Poliamid)	270-280 ºC	Kolay alevlenir Kendiliğinden sönmez Erimiş kızgın damlalar üretir Tepesi sarı, mavi alevli, isli yavaş yanma, eriyip akma olur, yanık yün gibi keskin kokar Yüksek ısı salım hızı Yandığı zaman C,CO,CO_2,NH_3*, HCN*, NO_x*ve H_2O çıkarır LOI=23, Yanıcılık sınıfı UL 94: V-2	400ºC	>400ºC	-40ºC	+100ºC
"Noryl" (%30 cam lifi katkılı Polipropilen oksit ve polistren kompozit)	300-320ºC	Kolay alevlenmez Kendiliğinde söner Kömürleşme eğilimindedir Sarı alevle yanma, yakıcı alev çekilince söner, fenol kokar Yandığı zaman C,CO,CO_2 ve H_2O çıkarır LOI=31, Yanıcılık sınıfı UL 94: V-1*	~500ºC	~500ºC	-50ºC	+125ºC
Kızıl Meşe		Kolay alevlenir Kendiliğinden sönmez Kömürleşme eğilimindedir Yandığı zaman C,CO,CO_2 ve H_2O çıkarır LOI=22,7	260ºC	415ºC	-45ºC	+75ºC
Douglas Köknarı		Kolay alevlenir Kendiliğinden sönmez Kömürleşme eğilimindedir Yandığı zaman C,CO,CO_2,SO_2 ve H_2O çıkarır LOI=22	260ºC	415ºC	-45ºC	+75ºC

HCN; Hidrojen siyanür, HCI; Hidrojen klorür, C; Karbon, CO; Karbon monoksit, CO_2; Karbon dioksit, NO_x; Azot oksitleri, SO_2; Kükürt dioksit, NH_3; Amonyak

V0 (dikey yanma); Numune, test düzeneğinde 10 saniyeden fazla alevle yanmaz, söner. Yanma ürünü olan damlacık oluşmaz.
V1(dikey yanma); Numune, test düzeneğinde 60 saniyeden fazla alevle yanmaz, söner. Yanma ürünü olan damlacık oluşmaz.
V2 (dikey yanma); Numune, test düzeneğinde 60 saniyeden fazla alevle yanmaz, söner. Yanma ürünü olan damlacık oluşur.
HB (yatay yanma); "Kendiliğinden sönen" malzemeler olarak sınıflandırılır. UL94 değerlendirmesi içinde en düşük alev geciktiricilerdir [21].

4. SONUÇLAR

Günümüzün en yaygın kaplama ve yalıtım malzemelerinden olan polimerler, uygulama kolaylığı, ucuzluk, hafiflik ve dayanım gibi performans özelliklerini oldukça iyi karşılamaktadır. Bununla birlikte çatıda kullanılan polimer yalıtım ve kaplama malzemelerinin hepsinin yangın karşısındaki davranışları farklılık göstermektedir. PVC çatı malzemeleri, diğer polimerlere nazaran daha üstün özelliklere sahiptir. LOI değeri oldukça yüksek olan PVC malzemeler, daha az zehirli gaz ve duman salınımı yapar. PVC gibi polyester de en zor tutuşan ve en üstün yanıcılık özelliklerine sahip polimerlerdendir. Kolay tutuşan polimerlere örnek olarak polikarbonat, poliamid, ABS, GRP verilebilir. Çok kolay tutuşan polimerler ise polietilen ve polipropilendir. PE ve PP diğerlerinden farklı olarak kendi kendine sönmezler. Bütün polimerler yanma ürünü olarak çeşitli yan ürünler çıkarmakta olup, genel olarak C,CO,CO_2 salınımı yaparlar ve dikey yanma yanıcılık sınıfları da çeşitlilik gösterir. Yangın felaketlerinin azaltılması açısından polimer malzemelerin, çatıdaki kullanım amacına göre yanma özelliklerini göz önünde bulundurarak uygun detay çözümlemeleri içinde özenle ve dikkatle kullanılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

[1] Altindaş, S., (2012). Çatı ve çatı kaplamalarının yangın performanslarının binaların yangından korunması hakkında yönetmelik kapsamında irdelenmesi, *6. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu*, Bursa, 12 – 13 Nisan

[2] Kittle, Paul A., (1993). Flammability of Plastics&Polymers used as alternative daily covers, *A Summary of Technical Information From The Public Domain,* Rusmar Incorporated West Chester, PA.

[3] Harper, C., A., Petrie, E., M. (2003). Plastics Materials and Processes A Concise Encyclopedia, A John Wiley& Sons, INC., Publication, USA.

[4] Troitzsch, J., (2004). Plastics Flammability Handbook Princeples, Regulations, Testing and Approval, 3rd Edition, Hanser Publishers, Almanya, Hanser Gardener Publications, Inc., Cincinnati.

[5] Papaspyrides, C., D., Kiliaris, P., (2014). Polymer Green Flame Reterdants, Elsevier.

[6] Apte, V., (2006) Flammability Testing of Materials Used in Construction, Transport and Mining, Woodhead Publishing

[7] TS EN 13501-5"Yapı malzemeleri ve bina elemanları - Yangın sınıflandırılması - Bölüm 2: Yangına dayanım deneylerinden elde edilen veriler kullanılarak sınıflandırma (Havalandırma tesisatları hariç)", Türk Standartları Enstitüsü, Ankara (2012).

[8] Akkurt, S., (2007). Plastik Malzeme Bilimi, Teknolojisi ve Kalıp Tasarımı, Birsen Yayınevi, İstanbul.

[9] Erdem, S., (2008). *Çatıda kullanılan polimer kökenli levhaların karşılaştırmalı analizi,* (Yüksek lisans tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

[10] Kayan, S., (2004). Tekstil Materyallerinin Yanma Mekanizması ve Limit Oksijen İndeks Değerleri, Enstrümantal Analiz Dersi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.

[11] Yatağan, S., Erdem, S., (2014). Çatıda kullanılan polimer kökenli malzemenin yüksek sıcaklıkta hasar ve gaz emisyonuna göre analizi, *7. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu*, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, 3-4 Nisan

[12] http://www.gmp-architects.ru/uploads/tx_gmpprojects/1_2190_birds-eye-view_2000x1125px.jpg

[13] http://beijing-birdsnest.com/?p=302

[14] Mahon, S.,D., Barford, J., C., Dawson, W., (1966). Plastics in Building Structures: Proceedings of a Conference Held in London, Pergamon Press Ltd., İngiltere.

[15] Guo, Q., (2012). Thermosets Structure, Properties and Applications, Woodhead Publisling

[16] www. bpf.co.uk/Media/Download.asp x?MediaId...

[17] Uygunoğlu, T., Güneş, İ., Çalış, M., Özgüven, S., (2015) EPS ve XPS Malzemeleriyle Yapılan Mantolamaların Yangın Sırasındaki Davranışlarının Araştırılması, Politeknik Dergisi, 18 (1):21-28

[18] Toydemir, N. , Gürdal, E. , Tanaçan, L., (2000). Yapı Malzeme Tasarımında Malzeme, Literatür Yayınları, İstanbul.

[19] http://www.habasit.com/assets/FlammabilityWarning_EN.pdf

[20] Vogel, C., Mueller, A., Lehmann, D., Taeger, F., (2012). Characterization of the Burning Behaviour of Plastics by a New Method, Open Journal of Polymer Chemistry, 2, 86-90.

[21] www.cablejoints.co.uk/upload/Thomas-and-Betts-Cable-Ties-Material-Selection-Guide.pdf

[22] http://gunsulation.com/home.html

[23] http://materia.nl/article/etfe-ptfe-explained/etfe-and-ptfe-explained-2/

[24] TS EN 13501-1"Yapı mamulleri ve yapı elemanları - Yangın sınıflandırması- Bölüm1: Yangın karşısındaki davranış deneylerinden elde edilen veriler kullanılarak sınıflandırma" Türk Standartları Enstitüsü, Ankara (2010).

Dış Cephe Sisteminde Alçı Esaslı Levha Bileşeninin Kullanımı

Öğr.Gör. Merdan Törehan TURAN[1]
Öğr. Gör. Turgut KILIÇKAYA[2]

Konu Başlık No: 1 Çatı ve Cephe Sistemleri ve Bileşenleri

ÖZET

Yapılarda kullanılacak malzemelerin seçiminde enerji-malzeme üretim teknikleri dikkate alınmalı, karbondioksit ile hava ve çevre kirlenmesi dengeleri hesaba katılmalıdır. Yapı malzemelerini seçerken üretim aşamasında en az enerji kullanan, çevre ile uyumlu malzemeleri seçmek gerekir. Alçı ve alçı türevi ürünler irdelendiğinde, yapı biyolojisine uygun olduğu belirlenmiştir. Bilindiği üzere ülkemizde toplam alçı taşı rezervi genel olarak iyi durumdadır. Yapım tekniklerinin ve teknolojilerinin gelişimine paralel olarak,uygulama kolaylığı ve uygulama süresinin kısa olması nedenleri ile alçı levhaların kullanımı hızla artmaktadır. Son yıllarda dış cephe kaplama malzemesi olarak kullanımı rağbet görmektedir.Dış cephede kullanılanlar cam elyaf şilte ile kaplanmakta ve bu sayede küf oluşumunu engellenmekte, yalıtıma katkı sağlamaktadırlar. Gerçirimsiz ve kesintisiz bir katmanın altında uygulanması durumunda suya, neme ve dış hava koşullarına karşı daha dayanıklıdırlar. Yapılan bu çalışmada dış cephe sisteminde alçı esaslı levha bileşenleri ve uygulama aşamaları açıklanmaya çalışılmış, ayrıca uygulama örnekleri hakkında da bilgi verilmiştir.

ANAHTAR KELİMELER

Alçı, alçı levha, dış cephe,

ABSTRACT

It should be paid attetion to energy-material production techniquesin the selection of materials used in building and the balance with air and environment pollution with carbon dioxide. When choosing bulding materials, materials used the least enegry during production process and friendly with environment sholud be selected. It ise determined that gypsum is porper to structure biology when examined gypsum and its derivatives. It is known that the total gypsum reserves is in general good condition in our country. The usage of gypsum board is rapidly increasing the reasons of ease of implementation and the short implementation period in parallel with the development of construction techniques and technologies. It is in demanded exterior cladding materials and materials covered glass fiber mats and so being mold is prevented. Thus it contributes to isolation. It is more resistant to moisture, water and weather conditions when applied continuous and impermeable layer. In this study, it has given information about gypsum based plate components and its implementation phases in the exterior facede system and also application examples.

KEY WORDS

Gypsum, gypsum board, exterior facede.

[1] Öğr. Gör. Merdan Törehan TURAN, T.C. Giresun Üniversitesi Keşap Meslek Yüksekokulu İnşaat Bölümü, Hükumet cad. No:1 Keşap/GİRESUN, Tel: 04543101700, Fax: 04543101706, torehan.turan@giresun.edu.tr
[2] Öğr. Gör. Turgut KILIÇKAYA, T.C. Giresun Üniversitesi Keşap Meslek Yüksekokulu İnşaat Bölümü, Hükumet cad. No:1 Keşap/GİRESUN, Tel: 04543101700, Fax: 04543101706, turgut.kilickaya@giresun.edu.tr

1.GİRİŞ

Günümüzde yapım tekniklerinin ve teknolojilerinin gelişimine paralel olarak alçı levhaların kullanımı, yapım kolaylığı ve yapım süresinin kısa olması nedenleri ile her geçen gün hızla artmaktadır. Yapıların farklı bölümlerinde birçok farklı kullanım alanı bulunan ve iç cephe yapı malzemesi olarak kullanılan alçı levhaların son yıllarda tercih edildiği başka bir alan ise dış cephe sistemlerinde kullanılmasıdır.Bu alçı levhalar klasik alçı levhadan farklı olarak üretilmektedirler. Klasik alçı levhalar karton ile kaplanmakta iken bu tip alçı levhalar cam elyaf şilte ile kaplanmaktadırlar. Bu sayede küf oluşumununa karşın daha dayanıklı veA1 sınıfı yanmaz malzemedirler. Klasik alçı levhalara göre suya, neme ve dış hava koşullarına daha dayanıklı olan bu tip alçı levhalar dış cephe sıva altı veya mantolama altı kaplama malzemesi olarak kullanılmaktadırlar. Tasarımcı ve uygulamacılara farklı formlarda ve kolay uygulayabilme, daha düzgün yüzey, kolay kesilebilme, esnek ve hafif olması gibi çeşitli avantajlar sunmaktadır. Bilindiği üzere ülkemizin alçı taşı potansiyeli genel olarak iyi durumdadır. Bu nedenle alçı esaslı malzemeler diğer malzemeler ile karşılaştırıldığında fiyat olarak daha avantajlıdır. Sistemin istenilen performansı gösterebilmesi için uygulama aşamalarına dikkat edilmeli, doğru sistem malzemeleri tercih edilmelidir.

2.ALÇI

Alçı taşıdoğada bazen “anhidrit” denilen susuz kalsiyum sülfat bazen de “jips” denilen bünyesinde yüzde 20 oranında su bulunduran kalsiyum sülfat minerali olarak karşımıza çıkar. Kristal bir yapıya sahip olan alçı taşı, pişirildiği zaman kimyasal bir tepkime ile suyun dörtte üçünü ya da tamamını kaybederek yarı hidrat hale dönüşür. Suyla karıştırıldığı pişirilmesi sırasında kaybettiği suyu geri alarak tekrar alçı taşı haline dönüşür[1].

Günümüzde ısı iletkenlik değerleri saptandığında, alçının ısı iletkenlik değerinin doğal malzemeler arasında ahşaba çok yakın olduğu ve diğer doğal malzemelerden daha az ısı ilettiği görülmüştür. Isı iletkenlik katsayısının düşük olması nedeniyle ısıtmada enerji tasarrufu sağlar[2].

Alçı yangına karşı dayanıklı bir malzemedir. Bünyelerinde %20 kombine kristalize su içeren alçı yapı elemanları yangın halinde büyük miktarlarda meydana gelen enerjiyi bağlama özelliğine sahiptir. 42ºC sıcaklıktan itibaren açığa çıkmaya başlayan su, yangın nedeniyle sıcaklığın daha da artarak buharlaşma noktasına kadar ısınması ile buhar haline dönüşür. Suyun buharlaşması için çok büyük miktarlarda ısı enerjisi gerektiğinden ve mevcut ısı enerjisi bu amaçla harcandığından o bölgede sıcaklık 100ºC‟ın üzerine çıkamaz. Yangına dayanıklılık bakımından alçının sağladığı faydanın ana nedenini bu durum oluşturmaktadır[3].

Ayrıca, üretiminde diğer bir çok yapı malzemelerine kıyasla daha az enerji gerektirmesi, priz sırasında rötre yapmaması, aksine %1 kadar hacminin artması, prizini tamamladıktan sonra hacim değiştirmemesi, kür gerektirmemesi, kısa sürede istenen dayanımına ulaşması, işçiliğinin kolay olması ve düzgün yüzeyler elde edilebilmesi gibi inşaat malzemesi olarak kullanılması açısından bir çok olumlu niteliğe sahiptir [4].

3.ALÇI LEVHA

Duvar, asma tavan veya duvar giydirme yapımında kullanılmak üzere alçıdan imal edilmiş iki tarafı karton kaplı olan levha, genel adıyla kartonlu alçı levha olarak tanımlanmaktadır. Ülkemizde Alçıpan olarak bilinmektedir. Ancak Alçıpan bir marka adı olmakla beraber terimsel karşılığı "kartonlu alçı levha"dır.

Hafif, yangına dayanıklı, ses yalıtkanlığı iyi bir malzeme olan alçı levhalar, istenilen biçimi alabilirliği, kolay ve çabuk uygulanabilirliği gibi nedenler ile inşaat ve dekorasyon işlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Kartonlu alçı levhalar ilk olarak 1900'lü yılların başlarında yapılarda kullanılmaya başlanmıştır. 1940lı yıllara kadar yapılarda kullanım alanı çok gelişmemiştir. Konut talebinin hızla arttığı 1940 yılından sonra kartonlu alçı levhaların kullanım alanları yaygınlaşmaya başlamıştır. Yapıların duvar ve tavanlarında kullanılmaya başlanmıştır[5].

3.1.Alçı Levha Kullanım Alanları

Alçı levhalar yapıların iç cepheleri ve dış cephelerinde uygulanılmaktadırlar.

İç cephelerde, bölme duvar, asma tavan, duvar giydirme, kiriş kaplama malzemesi olarak kullanılmaktadırlar. Ayrıca şaft duvarlarında da kullanılmaktadırlar. Asma tavanlarda kullanım nedenleri genellikle dekorasyon amaçlıdır, kullanılan mekanlara daha şık bir görünüm kazandırır.Bölme duvarlada hızlıca mekanları bölmek amaçlı ve dekorasyon amaçlı uygulanmaktadırlar.

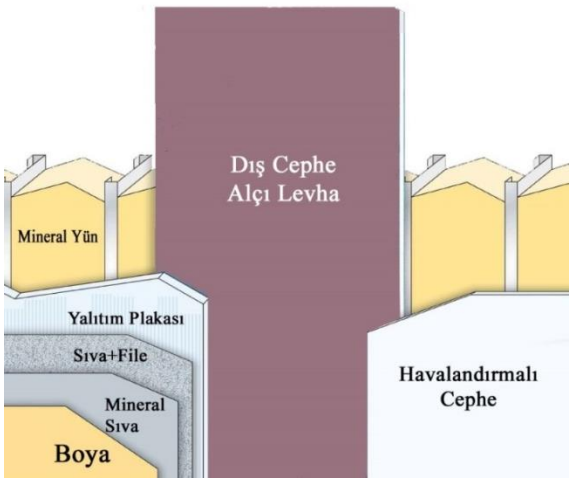
Alçı levhalar, konut ve kurumsal yapıların bölme duvar sistemlerinde, giydirme duvar sistemlerinde ve tavan sistemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır[6].

Dış cephede, sıva altı ya da mantolama altı kaplama malzemesi olarak kullanıldığı gibi, duvar elemanı olarakta uygulanmaktadır.

4.DIŞ CEPHE MALZEMESİ OLARAK ALÇI LEVHA KULLANIMI

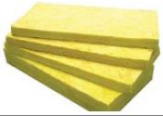
Dış cephede kullanılan alçı levha sistemlerinde, ısı yalıtım plakalarının altında mantolama plakası veya havalandırmalı cephelerde cephe kaplama plakası olarak kullanılır.

- Mantolama altında kaplama plakası
- Havalandırmalı cephelerde cephe arkası kaplama plakası
- Binanın mevcut taşıyıcı iskeleti tamamlandıktan sonra, dış duvarların Alçı Levha ile kapatılması

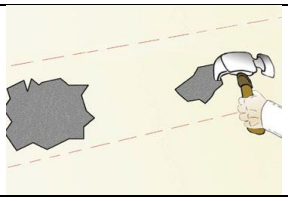
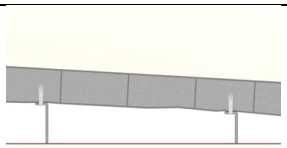
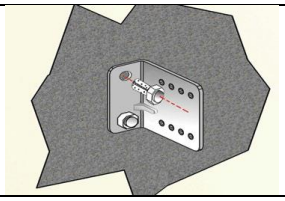


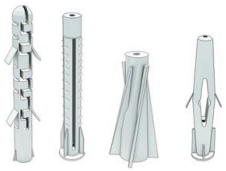
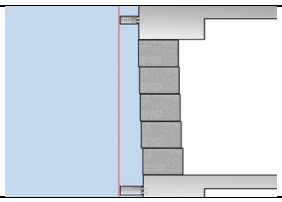
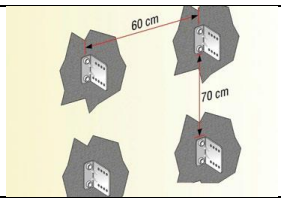
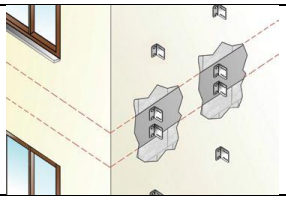
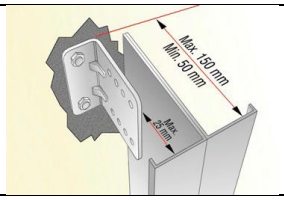
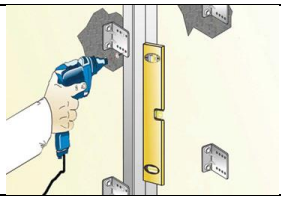
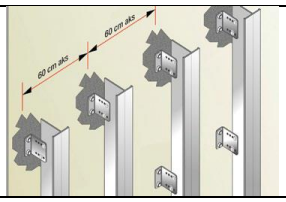
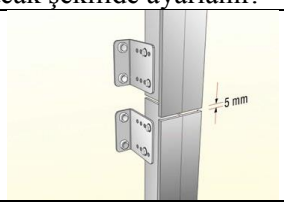
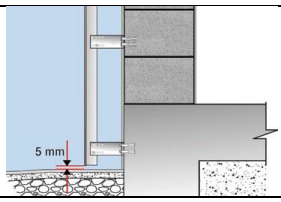
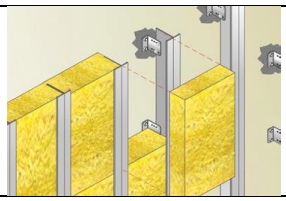
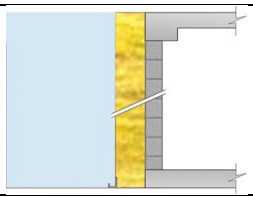
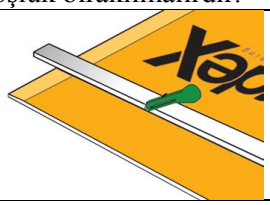
Şekil 2. Dış Cephe Sisteminde Alçı Esaslı Levha Bileşenin Sistemi

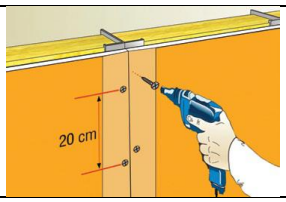
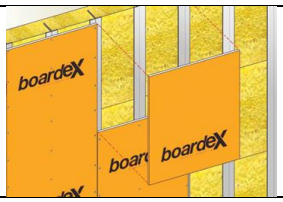
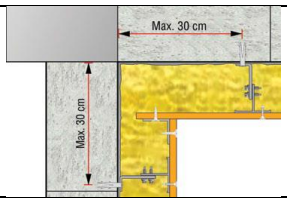
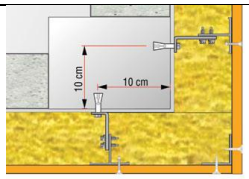
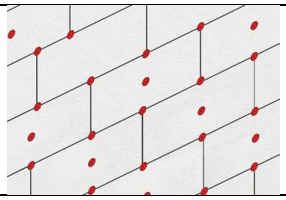
4.1.Uygulamada Kullanılan Malzemeler[7]

L BAĞLANTI PARÇASI		Cepheyi şakülüne getirmeyi ve daha kalın yalıtım malzemelerinin kullanılmasını sağlayan 2 mm kalınlığında, ısı iletim katsayısı düşük özel çelikten imal edilmiş bağlantı parçasıdır.
CEPHE PROFİLİ		Alçı Levhanın sabitleneceği, 0,9 mm kalınlığında, 275 gr/m2 galvaniz kaplı dış cephe profilidir.
KÖŞE PROFİLİ		Köşelerin maruz kaldığı darbe dayanımını artırmak için kullanılan 0,5 mm et kalınlığına sahip, 275 gr/m2 galvaniz kaplı köşe profilidir.
BAŞLAMA PROFİLİ		Alçı Levhanın zeminle bağlantısını kesmeye yarayan PVC esaslı profildir.
YALITIM PLAKASI VE MİNERAL YÜN		Yalıtım amaçlı kullanılan malzemedir.
ÇELİK DÜBEL		Betonarme yüzeylere sabitleme için kullanılan dübel çeşididir.
VİDA		Dış cephe alçı levhalarının 2 mm et kalınlığına kadar olan profillere sabitlenmesinde kullanılan matkap uçlu vidadır.
DÜBEL		Tuğla, gazbeton, bimsblok gibi mevcut duvar yüzeylerine T veya L bağlantı parçalarının sabitlenmesinde kullanılır.
DIŞ CEPHE ALÇI LEVHA		 

4.2.Uygulama Aşamaları[7]

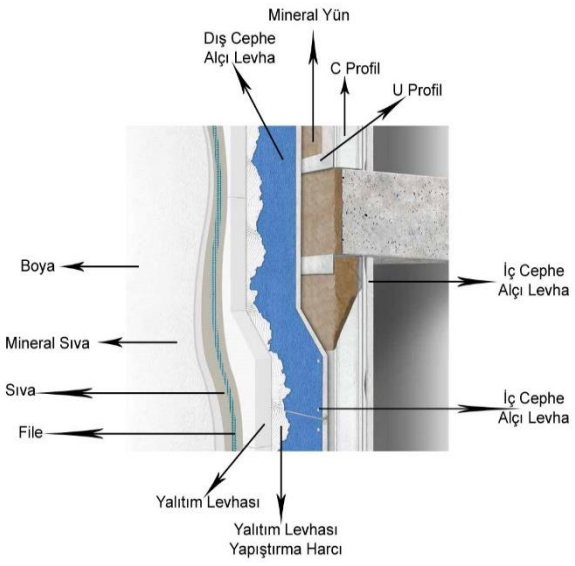
		
Bağlantı apartları sağlam zemine monte etmek amacı ile ilk olarak yüzeyde dökülmüş veya kabarmış sıvalar sadece bağlantı aparatlarının sabitleneceği kısımlardadarbe ile dökülür.	Cepheyi terazisine almak ve veya uygun kalınlıkta mineral yün kullanmak için 75-100-125-150 mm boylarındaki L braketler arasından seçim yapılır.	Bağlantı aparatları, kiriş-kolon-döşeme gibi beton kısımlara denk gelen yerlerde sağlam zemine çelik dübel ile iki ayrı noktadan sabitlenir.

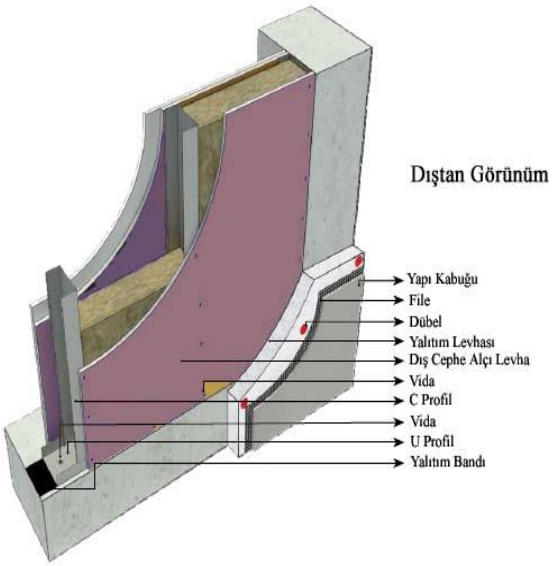
		
Bağlantı aparatlarının mevcut duvarlara sabitlenmesinde, duvarın tipine (tuğla, gazbeton, bimsblok, vb) bağlı olarak uygun dübel kullanılmalıdır.	Cepheyi şakülüne almak için düşeyde çekilen ipin konumuna göre uygun uzunlukta bağlantı aparatları seçilirek duvara sabitlenir.	Birbirini takip eden bağlantı aparatları; yatayda 60 (veya 40 cm), düşeyde 70 cm aralıklarla duvar yüzeyine sabitlenir.
		
Betonarme döşeme veya kirişe denk gelen bağlantı aparatları döşeme kalınlığına göre eşit mesafe bırakılarak sabitlenir. Bu mesafe 3 cm'den az olmamalıdır.	Cephe profili, bağlantı aparatlarından en fazla 25mm uzaktasabitlenmelidir. Kullanılacak mineral yün kalınlığına göre cephe profili-duvar arasındaki mesafe en fazla 150 mm en az 50 mm olacak şeklilde ayarlanır.	Cephe profili şakülüne alınarak bağlantı aparatları üzerindeki deliklerin iki noktasından cephe profiline sabitlenir.
		
Projesine göre cephe profilleri 60 (veya 40 cm) aks aralığında bağlantı aparatlarına sabitlenir	Düşeyde birbirini takip eden cephe profilleri arsında en az 5 mm boşluk bırakılır.	Cephe profilinin zeminle temas etmemesi için, zeminle Alçı Levha - cephe profili arasında en az 5 mm boşluk bırakılmalırdır.
		
Cephe profilleri arasına, seçilen kalınlıktaki, düşük yoğunluklu mineral yünler yerleştirilir. Mineral yünler, ısı yalıtımında sürekliliği sağlamak için profiller arasında boşluk kalmayacak ve tüm duvar yüzeyini örtecek şekilde dikkat edilerek yerleştirilir.	Alçı levhanın zemin ile bağlantısını kesmek için, PVC esaslı başlangıç profili duvar yüzeyi boyunca Cephe profiline sabitlenir.	Alçı levha mastar ile maket bıçağı kullanılarak kesilir. Daha sonra kesilen yerden kırılarak ters çevrilip diğer şilteninde kesimi yapılarak kesim işlemi tamamlanır.Alçı Levha kesimi için spiral, jet taşı gibi toz çıkaran aletlere ihtiyaç duyulmaz.

		
Alçı levha, cephe profillerin kanadını ortalayacak şekilde yerleştirilir.Alçı levhalar profillere matkap uçlu vida ile düşeyde en fazla 20 cm aralıklarla sabitlenir. Vida başları, alçı levha yüzeyi ile eş yükseklikte olup şilteyi delip çekirdeğe girmemelidir.	Yatayda alçı levhalar şaşırtılarak tüm yüzey kaplanır.Terazi ve şaklüne alınmış alçı levha, üzerine uygulanacak kaplama malzemeleri için hazır hale getirilir. Alçı levha yüzeyi üzerine herhangi bir kaplama yapmadan 12 aya kadar dış hava koşullarında bırakılabilir.	İç köşeye denk gelen aparat, köşeden en fazla 30 cm mesafede bırakılır. İç köşenin oluşturulacağı yerde, köşe profili cephe profiline sabitlenir.Daha sonra iç köşenin diğer kısmından köşe profiline sabitlenerek, iç köşe uygulaması tamamlanır.
		
Dış köşeye gelen aparat köşeden en fazla 10 cm mesafede bırakılır. Alçı levha, dış köşenin oluşturulacağı yerde köşe profiline sabitlenir.Dış köşenin diğer kısmından alçı levha, köşe profiline sabitlenerek tamamlanır.	Alçı levha üzerine doğrudan mantolama yapılabilir. Uygulama aşaması klasik mantolama uygulamaları ile aynı olup, tek fark mantolama dübel çeşididir. Matkap uçlu paraşüt başlı dübel kullanılır.	Kaplama sistemi ile de yüzey bitirilebilir. Bu durumda dikkat edilecek husus kaplama iskelet sisteminin profillerinin alçı levha profillerine sabitlenmesidir.

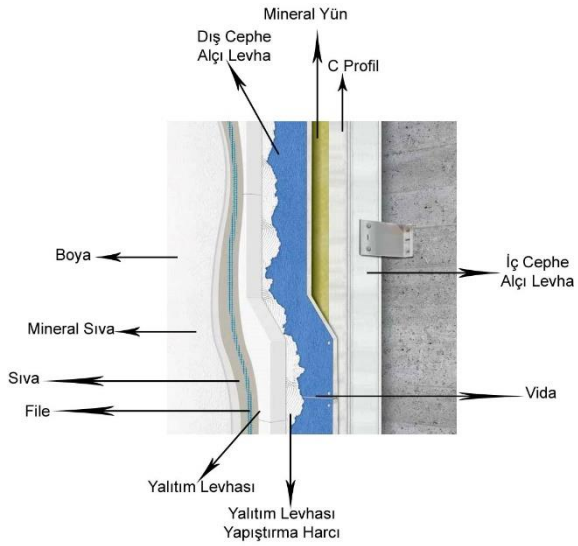
4.3.Sistem Kesitleri

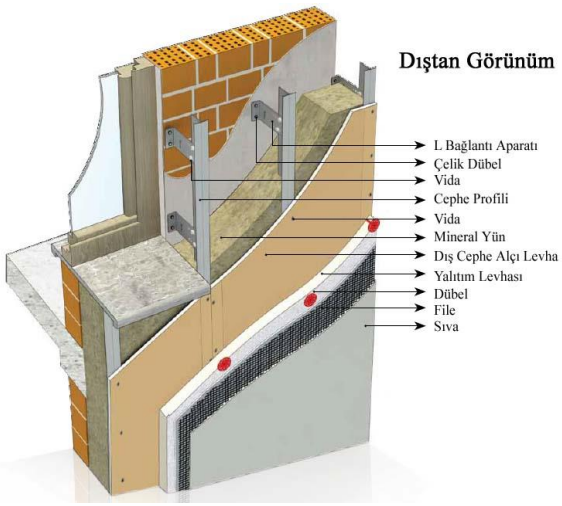
4.3.1 . Mevcut duvara dışarıdan alçı levha uygulanma kesitleri



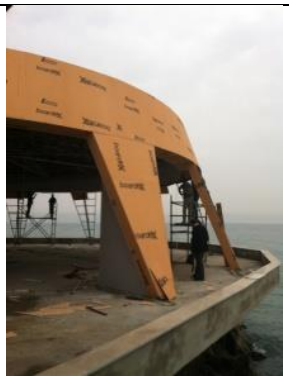


4.3.2 . Dış duvarların alçı levha ile kapatılması kesitleri





4.4.Uygulama Örnekleri

Botam Q Spa Resort / Antalya	
	
Restaurant / Trabzon	
	

Neocasa Villa / Çeşme	
	

5.SONUÇ

Dış cephede alçı esaslı levha uygulamaları hızlı ve kolay olması nedeni ile bina yapım veya yenileme süresini azaltacağı için iş gücünden ve zamandan kazanım sağlayacaktır. Ayrıca geleneksel sistemler ile yapılmış duvarların üzerine mantolama öncesi yüzeydeki bozuk, kabarmış sıvanın tırtıklanarak soyulması zorunluluğunu ortadan kaldırmaktadır. Ancak alçı hidrofilik (suyu seven) bir malzemedir. Bu yüzden dış cephede alçı levha kullanımında, suyun alçı levha ile doğrudan temasını engellemek için alçı esaslı levhalar ile atmosfer arasına geçirimsiz ve kesintisiz bir katman olması gerekmektedir. Bu yüzden uygulama çok dikkatli yapılmalı ve kontrol edilmelidir. Alçı levha üreticilerinin bir kısmı dış cephede kullanılan alçı esaslı levhaların mantolama sistemlerinde veya giydirme cephe sistemlerinin altında uygulanmasını önerirken, diğer kısmı sıva altı uygulamamalarıda önermektedirler. Bu sistemlerin ayrıntılı olarak karşılaştırılmaları deneysel başka bir çalışma ile açıklanmasının faydalı olacağı düşünülmektedir.

6. TEŞEKKÜR

Bu bildirinin içeriğindeki uygulama detayları ile uygulama fotoğrafları sağlayan Dalsan Alçı Sanayi ve Ticaret A.Ş.'ye teşekkür ederim.

KAYNAKÇA

[1] Türkiye Alçı Üreticileri Derneği (ALÇIDER), Alçı Tanıtım Kitabı s.3
[2] İsmailoğlu H. 2012, Endüstriyel atık olarak açığa çıkan fosfojipslerin inşaat mühendisliğinde yapı malzemesi olarak kullanılabilirliğinin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi Gazi Üniversitesi, Ankara.
[3]Akbaş, K.Z. 1996. Fireboard ile yangından korunma. Isı, Ses, Su, Yangın Yalıtım Teknolojileri Dergisi, 7(3), 17-16
[4]Baradan, B. 1996. Yapı malzemesi-II, genişletilmiş (6.Baskı), İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi.
[5]ww.wikipedia.org/wiki/Alçıpan
[6]Gypsum Association, press, what is gypsumboard? https://www.gypsum.org/about/gypsum-101/gypsum-board/
[7]Boardex Dış Cephe Kuru Duvar Sistemleri Uygulama Kitabı s.4-12

BİTKİLENDİRİLMİŞ ÇATI SİSTEMLERİNDE GERİ DÖNÜŞTÜRÜLMÜŞ YAPI MALZEMESİ KULLANIMININ İRDELENMESİ

Seda Erdem 1 [1]
Nihal Arıoğlu 2 [2]

Konu Başlık No: 1 Çatı ve Cephe Sistemleri ve Bileşenleri

ÖZET

Her geçen gün artan nüfusa bağlı olarak kentlerde, yeşile ayrılan alanlar yerlerini, betonarme yapılara bırakmaktadır. Bunun sonucunda ise ekolojik dengeler bozulmaktadır. Bitkilendirilmiş çatı sistemleri, bu sorunun çözümünde sadece yapı ve doğa arasında ekolojik bir geçiş oluşturmasıyla değil, ayrıca, atık yağmur suyu miktarını azaltması, hava kirliliğini önlemesi, ses yalıtımı sağlaması ve enerji verimliliğine katkı sağlaması nedeniyle de önem kazanmıştır. Bununla birlikte bitkilendirilmiş çatı sistemlerinde geri dönüştürülmüş yapı malzemelerinin tercih edilmesiyle, hammadde kullanımı azaltılmakta ve üretim sürecinde çevreye verilen zararlar en aza indirilmektedir. Böylece hem ekonomik hem de ekolojik yararlar sağlanmaktadır. Bu çalışmada, bitkilendirilmiş çatı sistemlerinde kullanılan geri dönüştürülmüş yapı malzemeleri literatür taramasıyla belirlenerek, bu malzemelerin özellikleri birbiriyle karşılaştırılmış ve çatıda kullanıma bağlı yarar ve sakıncaları belirli bir ayrıntıda irdelenmiştir.

ANAHTAR KELİMELER
Bitkilendirilmiş Çatı Sistemleri, Geri Dönüştürülmüş Yapı Malzemesi.

ABSTRACT

Areas allocated to green, give places to concrete structures due to the increasing population in cities. The ecological balances damages for this reason. Green roof systems became crucial in resolving this issue, not only with constituting an ecological transition between construction and nature, but also with reducing waste rain water, preventing air pollution, providing acoustic insulation and the contribution of energy efficiency. In addition, with the preference of recycled building materials in green roof systems, usage of raw materials and damages to the environment in the production process have been minimized. By this way, both economic and ecologic advantages have been gained. In this study, the recycled building materials used in green roof systems have been determined with reviewing the literature, and the properties of these materials have been compared with each other as their benefits and disadvantages due to their usages in roof.

KEY WORDS
Green Roof Systems, Recycled Building Materials.

[1] Dr. Seda Erdem, İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Taşkışla Kampüsü, 34437, Taksim-Şişli/İstanbul, Tel: +90(212) 293 13 00-2247, Faks: +90(212) 251 48 95, erdemsed@itu.edu.tr.
[2] Prof. Dr. Nihal Arıoğlu, İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Taşkışla Kampüsü, 34437, Taksim-Şişli/İstanbul, Tel: +90(212) 293 13 00-2249, Faks: +90(212) 251 48 95, arioglu@itu.edu.tr

1. GİRİŞ

Bitkilendirilmiş çatı sistemleri, bitkilendirme için uygun koşullara sahip çatılarda, bitki ve bitkinin yaşamasını sağlayan katmanlar ile alt sistemlerin bütünü olarak veya zemin katında bulunan bitkisel ögelerin ve alt sistemlerin, çatı alanlarına taşınması olarak tanımlanmaktadır [1]. Bitkilendirilmiş çatı sistemlerinin; çatıda toplanıp binadan uzaklaştırılan atık su kontrolünün sağlanması, mekân kazanımının sağlanması, enerji maliyetinin azaltılması, çevre gürültüsünün azaltılması, hayvanlar ve bitkiler için doğal ortamın sağlanması, yenileme maliyetinde düşüş, ısı yalıtımında artış sağlanması, kentin ısısal dengesine katkı sağlanması, geri dönüşümlü ürün kullanımının sağlanması… gibi çevresel ölçekte ve bina ölçeğinde pek çok yararı bulunmaktadır [2]. Günümüzde Japonya ve bazı Avrupa ülkeleri, imar yönetmeliklerinde yaptıkları düzenlemelerle bitkilendirilmiş çatı sistemlerin yapımını desteklemektedirler [3]. Bu çalışmada bitkilendirilmiş çatı sistemlerinde kullanılan geri dönüştürülmüş malzemeler belirlenerek, bu malzemelerin özellikleri, uygulama yöntemleri, çatıda kullanıma bağlı avantaj ve dezavantajları irdelenmiştir.

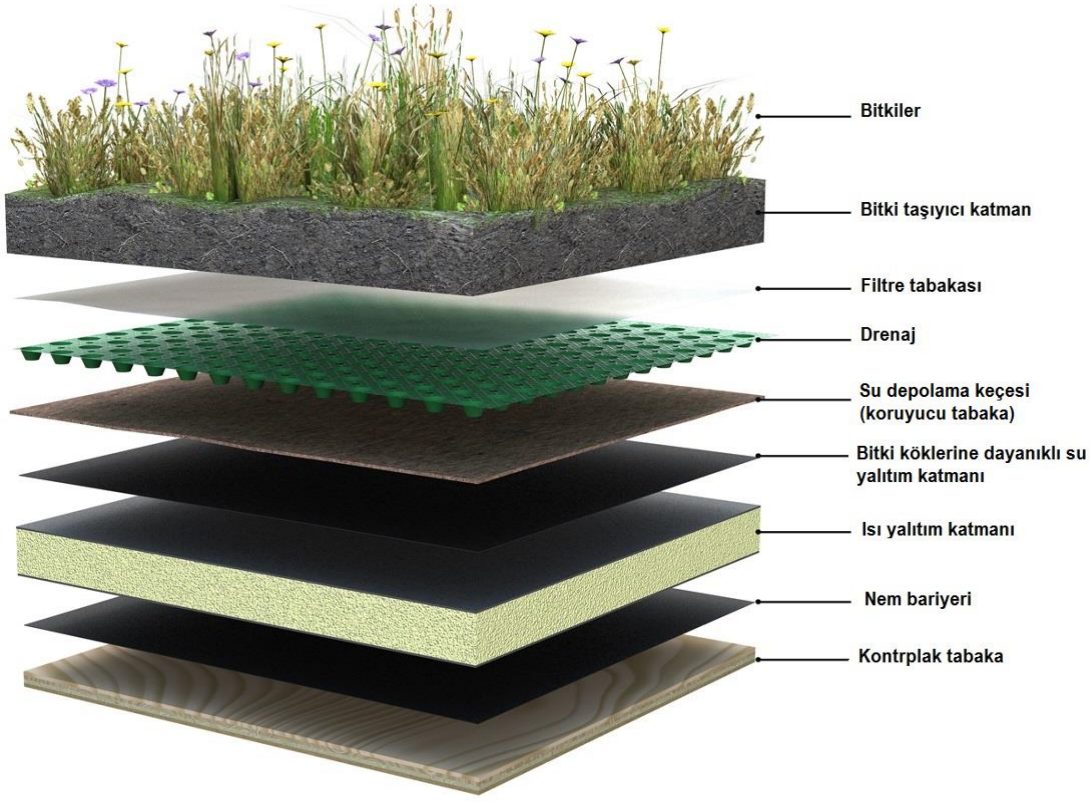
2. BİTKİLENDİRİLMİŞ ÇATI SİSTEMLERİ

Bitkilendirilmiş çatı sistemlerinin geçmişi milattan önceki zamanlara dayanmaktadır. Zemin seviyesinden yüksekte yer alan bahçelerin tarihteki ilk örnekleri, M.Ö. 4000'li yıllarda Sümerler, Babiller, Asurlar… gibi eski Mezopotamya uygarlıkları tarafından inşa edilmiş, ziggurat olarak adlandırılan tapınaklardır. Zigguratlar, büyük şehirlerdeki tapınakların içinde yer alan, piramit formunda, taş malzemeyle inşa edilmiş, basamaklı yapılardır. Babil'in asma bahçeleri de yine tarihin bilinen en eski çatı bahçeleridir. Viking dönemine ait toprak korunaklı kulübeler, İrlanda ve İskoçya'da bulunmuştur. İzlanda ve İskandinavya'da ise M.S. 1000 yıllarında yapılmış çim kaplı çatıların varlığı belirlenmiştir. Kuzey Amerika ve Kanada'da 19. yüzyılda yeşil çatı uygulamalarının yapıldığı belirlenmiştir [4]. 20.yüzyılın başlarında, Le Corbusier, Frank Lloyd Wright tasarladıkları binaların düz çatılarını, kullanıcılar tarafından yararlanılan yüzeyler olarak tanımlamışlardır [5]. Günümüzde ise bitkilendirilmiş çatı uygulamaları oldukça yaygındır.

Çatıdaki yeşil uygulamalar; eko-çatı, yaşayan çatı, çatı bahçesi ve yeşil çatı kavramlarıyla tanımlanmakta olup, bütün bu kavramlar bitkilendirilmiş çatı sistemleri kapsamında incelenmektedir. *Eko-çatı* ve *yaşayan çatı sistemleri*, dinlenmesi, mevsimsel bir döngü ile ilişkilendirilmiş, yaşayan ve ekolojik bir durumun ifadesi olarak tanımlanmış, genellikle Amerika'da kullanılan sistemlerdir. *Çatı bahçesi*, genellikle rekreasyon, eğlence ve bina sakinleri için açık hava yaşam alanı olarak kullanılan, saksılar, bitkiler, yemek ve oturma grubu, pergola, ve çardak gibi dış mekân yapıları ve otomatik sulama ve aydınlatma sistemleri içeren mekânlardır. *Yeşil çatı* genel ifadeyle çatı yüzeyindeki her türlü yeşillendirmeyi ifade etmektedir [4]. *Yeşil çatı* önceden inşa edilmiş binanın üzerinde, hafif modüler sistemler kullanılarak uygulanan, doğal toprak ile direkt temas etmeyen, insan yapısı bahçe olarak tanımlanmaktadır [6]. Yeşil çatılar sık bitki dokulu veya seyrek bitki dokulu yeşillendirme şeklinde oluşturulurlar. *Sık bitki dokulu yeşillendirme sistemi*, bol toprak kullanılarak, bir veya daha fazla toprak katmanını içerecek şekilde tasarlanır. *Seyrek bitki dokulu yeşillendirmeler* ile ise hafif çatı bahçeleri elde edilir. Bu bahçe sistemlerinde çatıya verilen yük 100 kg/m^2'yi geçmez [2].

Doğal alanlar, nüfus artışına bağlı olarak gelişen çarpık yapılaşmayla tahrip olmaktadır. İklim değişiklikleri; doğal bitki örtüsünün yerini beton kaplı yüzeylere bırakmasıyla, şehir geometrisinin bozularak yüzeylerin rüzgâr etkisinden yoksun kalmasıyla ve nüfus artışıyla birlikte fosil yakıt kullanımının artmasıyla oluşmaktadır. Bununla birlikte karanlık çatı üstleri ve kaldırımların, gün

içinde güneşten gelen enerjiyi yutup, gece yansıtmalarıyla, kentsel alanlar ve açık alanlar arasında sıcaklık farkları oluşmaktadır. Kent alanlarındaki doğal vejetasyonun, kaldırımlar, binalar ve diğer yapılar ile yer değiştirmesi sonucu oluşan sıcaklık artışı olarak tanımlanan *kent ısı adası etkisi,* yaşamı olumsuz etkilemektedir. Bitkilendirilmiş çatıların bu bağlamda ekolojik, sosyal ve ekonomik pek çok faydaları bulunmaktadır. Bitkilendirilmiş çatılarda, bitkilerin yaptığı evapotrasyon (bitkinin terleme yoluyla atmosfere su buharı vermesi), gölgeleme ve bitki taşıyıcı katmanın ısı depolaması, ortamın sıcaklık artışını engellemektedir. Bitkilendirilmiş çatılar, kentsel alanda yok edilmiş bitki örtüsünün yerini alıp, farklı bitki türlerinin kentlere tekrar kazandırılmasını sağlayarak, habitat ve biyolojik çeşitliliğin korunmasını sağlar [4]. Düşük frekanslı seslerde, kusursuz bir ses yalıtımına sahip bitkilendirilmiş çatılar, klasik çatı sistemleriyle karşılaştırıldığında yüksek ses emicilik özelliğine sahiptir. Hava limanı, otoyol… gibi gürültü kirliliğinin yoğun olduğu alanlarda gürültü sorununun çözümünde avantaj sağlayan bitkilendirilmiş çatılar ayrıca ortamdaki toz partiküllerinin filtre edilmesiyle ve bitkilerin oksijen üretmesiyle ortamın hava kalitesinin arttırılmasında çözüm teşkil etmektedir [7]. Bitkilendirilmiş çatı sistemlerinde, seçilen sistemin özelliklerine bağlı olarak, çatıdaki atık su miktarında, %90'a kadar tasarruf sağlanmaktadır. Ayrıca bitkilendirilmiş çatı sistemleri, ısı yalıtımında ve çatının ultraviyole ışınlarından korunmasında, klasik çatılardan daha etkili olup, hem ekonomik kazanç sağlarlar, hem de çatının ömrünü uzatırlar [2]. Bitkilendirilmiş çatı sistemlerinde, geri dönüşüm ürünlerinin kullanılmasıyla, yenilenemeyen fosil yakıt kaynakları korunmakta, enerji tüketimi, üretim maliyetleri ve toprağa gömülen atık malzeme miktarı, CO_2, NO ve SO_2 gibi zehirli gazların emisyonları azaltılmakta, böylece ekonomik fayda sağlanmaktadır [8]. Bitkilendirilmiş çatı sistemleri yukarıda tanımlanmış yararların yanında bazı dezavantajlara da sahiptir. Diğer çatı sistemleriyle kıyaslandığında, bitkilendirilmiş çatıların ilk yatırım, bakım ve onarım maliyetleri yüksektir. Ayrıca bitkilendirilmiş çatılar tasarımcıya, iklimsel ve hava koşullarına bağlı bazı kısıtlamalar getirmektedir. Drenaj sistemlerinin yapımının zorluğu, bitkilendirilmiş çatıların yapıya getirdiği ek yapı yükleri ve kullanıcıların bitkilendirilmiş çatılarla ilgili bazı olumsuz görüşleri de bu olumsuzluklar içersinde açıklanmaktadır [5]. Geri dönüşüm yapı malzemelerinin bitkilendirilmiş çatı sistemlerinde kullanılmaları, bu sorunların çözümünde kısmen başarı sağlamaktadır.



Şekil 1: Yeşil çatılardaki sistem katmaları [9]

Yeşil çatı sistemlerinde, sistemi oluşturan katmanlar; çatı konstrüksiyonu, nem tutucu, su yalıtımı ve kök tutucu tabaka (bitüm esaslı kök tutucu malzemeler aynı zamanda su yalıtım işlevi de görmektedir), mekanik etkilere koruyucu tabaka, drenaj ve filtre tabakası, bitki taşıyıcı tabaka ve bitkilerdir [7]. Şekil 1'de yeşil çatı sistem kesiti görülmektedir [9].

3. BİTKİLENDİRİLMİŞ ÇATI SİSTEMLERİNDE GERİ DÖNÜŞTÜRÜLMÜŞ YAPI MALZEMESİ KULLANIMININ İRDELENMESİ

Bitkilendirilmiş çatı sistemlerinde kullanılan yapı ürünlerinin, mekanik, fiziksel, kimyasal dayanım, yalıtım…gibi performans gereksinimlerini sağlarken, çevreye duyarlı olmaları da beklenmektedir. Malzemenin üretim ve kullanım süreçlerinde, enerji tüketiminin olabildiğince az olması, geri dönüştürülmüş veya yeniden kullanılabilir olması, uzun ömürlü olması, kullanım sürecinde onarılabilir olması da önemlidir [2]. Bitkilendirilmiş çatı sistemleri, çevresel faydaları sebebiyle günümüzde tercih edilen çatı sistemlerinden olmalarına rağmen, bu sistemlerin yüksek işçilik maliyetleri ve yüksek malzeme fiyatları diğer çatı sistemleriyle kıyaslandığında dezavantajları olarak görülmektedir [10]. Geri dönüşüm ürünleri, hammaddeden üretilmiş yapı ürünlerine kıyasla, ucuzluğu ve çeşitliliği ile alternatif olmaktadır. Ayrıca geri dönüşüm yapı malzemeleri, bitkilendirilmiş çatı sistemlerinin yüksek maliyetlerinin azaltılmasında da etkili olmaktadır.

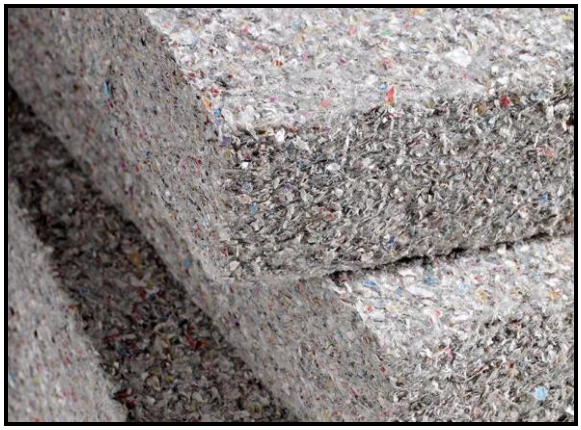
3.1 Çatı Sisteminde Agrega Olarak Kullanılan Geri Dönüştürülmüş Yapı Malzemeleri

Çevre ve Orman Bakanlığı, Hafriyat Toprağı, İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Kontrolü Yönetmeliği'ne göre yapısal atıklar; hafriyat toprağı, yol yıkıntı atıkları, yıkıntı atıkları ve karışık yıkıntı atıklarından oluşmaktadır. Bu atıkların bileşenlerini ise kum, çakıl, beton, kırılmış kiremit, alçı, ahşap, beton, plastik, seramik... vb. oluşturmaktadır. Yıkım atıklarının yarısından fazlasını ise beton, beton blok ve tuğla gibi betonarme atıklar oluşturmaktadır [11]. Döküm fazlası veya yapısal anlamda kullanılamayacak şekilde prizini almış beton, çatı bahçesi yer döşemesi uygulamaları için adım taşı üretiminde kullanılabilmektedir. Yıkım sürecinde ortaya çıkan beton ve kiremit benzeri yapı malzemeleri ezilip, elekten geçirilerek mıcır ve agrega olarak yeniden beton imalatında kullanılabilmektedir. Bu agregalar, diğer taze agregalara kıyasla daha boşluklu yapıda olduklarından, beton karışımına katılmadan önce su ile iyice doyurulmalıdırlar. Donmaya karşı mukavemetleri ve doğal agregaya olan ihtiyacı azaltmaları sebebiyle, bu agregaların bitkilendirilmiş çatı sistemlerinde kullanımları önerilmektedir [12].

Choi ve arkadaşları yaptıkları çalışmalarında, geri dönüştürülmüş polietilen tereftalat (kısaca PET) şişelerinden ve fırın cürufundan agrega üretmiş ve bu agreganın beton içinde kullanılabilirliğini incelemişlerdir. Doğal agreganın yoğunluğunun yaklaşık yarısı kadar olan geri dönüştürülmüş agregaların su emme değerlerinin de %0 olduğunu belirlemişlerdir. Bu agregalarla üretilmiş betonun basınç dayanımının ise, doğal agregayla üretilmiş betonun basınç dayanımından daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu agregalar, hafif olmaları ve daha düşük maliyetli olmaları nedeniyle beton içinde diğer agregalara alternatif olarak önerilmiştir [13], [14].

3.2 Yalıtım Katmanında Kullanılan Geri Dönüştürülmüş Yapı Malzemeleri

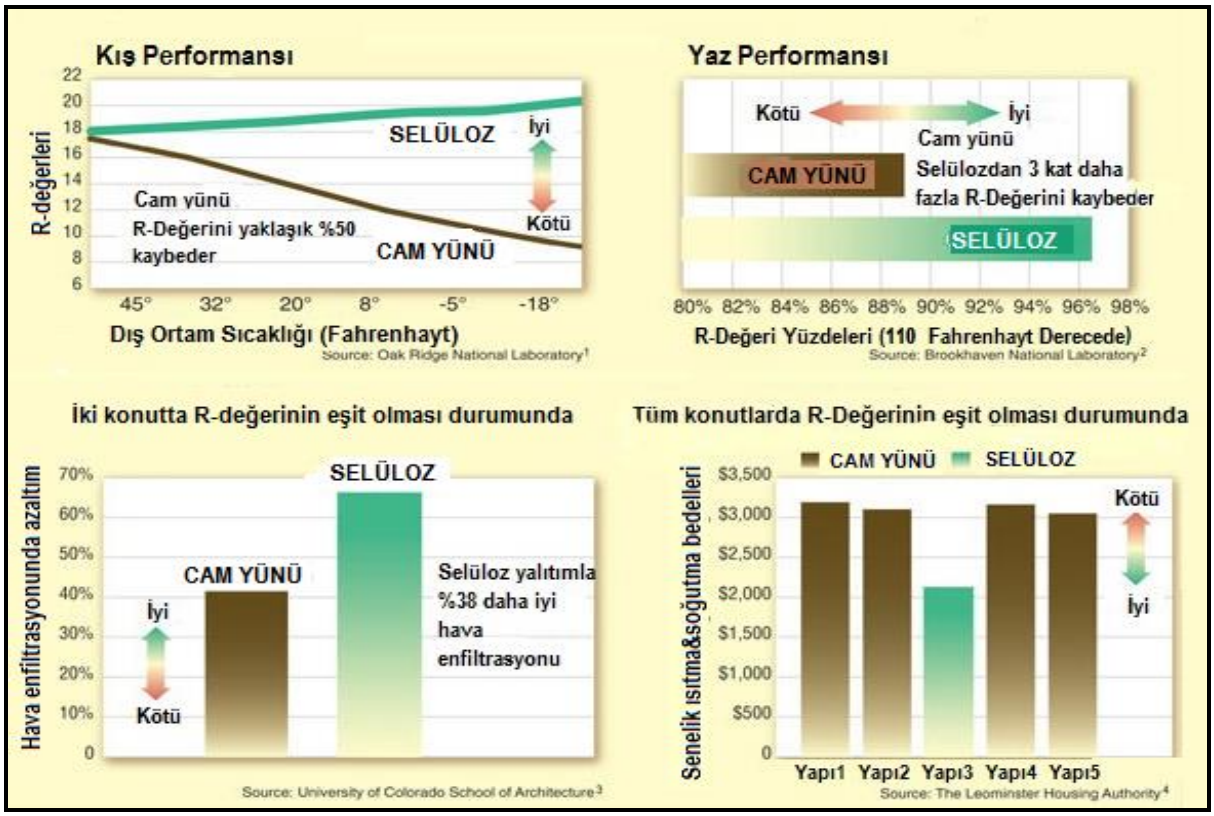
Mevsim şartlarına göre binanın ısıl konforunu sağlamak, yapının zararlı boyutlarda ısı hareketlerini ve optimum şartlarda sıcaklık dengesini korumak amacıyla kullanılan ısı yalıtım malzemelerinden beklenen performans özellikleri; düşük ısı iletkenlik değerine sahip olması, yoğunluğunun az olması, yeterli çekme ve darbe dayanımına sahip olması, boyutsal kararlılık, kimyasal etmenlere dayanıklılık, yüksek ısı tutuculuk, su ve nemden etkilenmezlik ve düşük fiyatlı olmasıdır [15].

(a)  **(b)** 

Şekil 2-a: Geri dönüştürülmüş denim ısı yalıtımı [16] **b:** Geri dönüştürülmüş kâğıt ısı yalıtımı [17].

Bitkilendirilmiş çatı sistemlerinin ekonomik açıdan sağladığı bir diğer yarar ise su yalıtım malzemesini oluşabilecek zararlardan, diğer çatı sistemlerine nazaran daha iyi koruması, böylece daha uzun süreli kullanıma imkân vermesidir. Bitkilendirilmiş çatı sistemlerinde, gölgeleme etkisi ve toprak katmanı, yalıtım malzemesini, UV ışınlarından ve sıcaklık değişimlerinden korumaktadır [3]. Bitkilendirilmiş çatı sistemlerinde ısı yalıtımında kullanılan, geri dönüşüm ürünlerinden bazıları; atık kotların geri dönüştürülmesiyle elde edilen yalıtım malzemeleri, atık kâğıtlardan elde edilen selülozik ısı yalıtım malzemeleri ve geri dönüştürülmüş cam yünü ısı yalıtım malzemeleridir. Şekil 2'de geri dönüştürülmüş denim ve selüloz ısı yalıtım malzemeleri görülmektedir [16], [17].

Geri dönüştürülmüş denim ısı yalıtım malzemeleri yaklaşık %85 oranında geri dönüştürülmüş ürün içermektedir. Ayrıca geri dönüştürülmüş denim ısı yalıtım malzemesi ömrünü tamamladığı zaman %100 yeniden geri dönüştürülebilmektedir [18]. Isı yalıtım konusunda oldukça iyi performans gösteren geri dönüştürülmüş denim ısı yalıtım malzemeleri, geri dönüştürülmüş cam yünü ısı yalıtım malzemelerinden daha yüksek R-değerine sahiptir (yaklaşık 4). Gürültü azaltım katsayısı değerleri de (kısaca NRC) geri dönüştürülmüş cam yünü ısı yalıtımın malzemelerinden daha yüksektir. Örneğin 8,9 cm geri dönüştürülmüş cam yünü ısı yalıtım malzemesi için NRC değeri 0,90-0,95 iken geri dönüştürülmüş denim yalıtımı için NRC değeri 1,15'tir. Geri dönüştürülmüş denim, sadece ısı yalıtımı için değil aynı zamanda ses yalıtımı için de tercih edilmektedir [17], [18], [19]. Geri dönüştürülmüş denim ısı yalıtım malzemelerinin en önemli özellikleri; uçucu organik bileşikler (VOC) ve formaldehit içermemesidir. Bu nedenle bu yalıtım malzemelerinin, iç mekân hava kalitesine katkıları oldukça fazladır [18], [20]. Ayrıca yangın dayanımı olarak A sınıfında bulunan geri dönüştürülmüş denim ısı yalıtım malzemelerinin fiyatları, geri dönüştürülmüş selüloz ve cam yünü ısı yalıtım malzemelerinin fiyatlarından daha yüksektir [19], [20].



Şekil 3: Geri dönüştürülmüş selüloz ve geri dönüştürülmüş cam yünü ısı yalıtım malzemelerinin özelliklerinin karşılaştırılması [21].

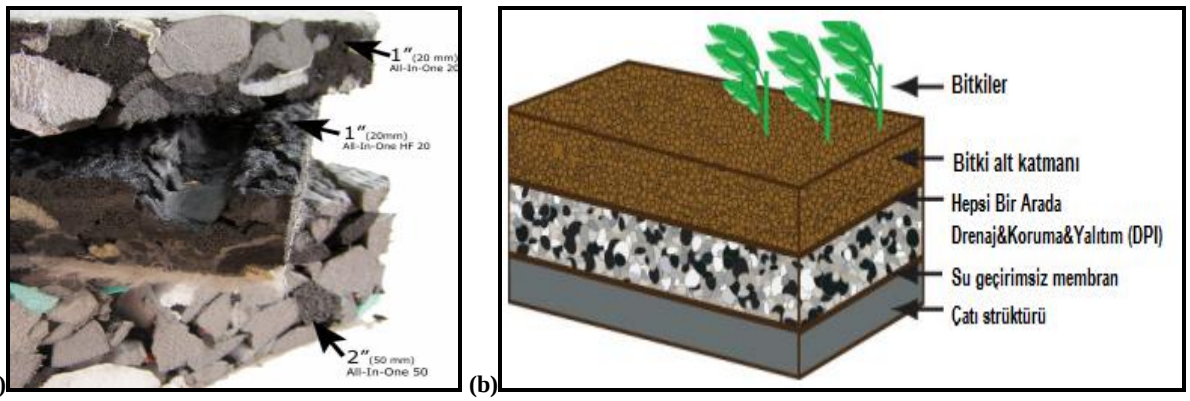
Geri dönüştürülmüş cam yünü ısı yalıtım malzemeleri hafif ve diğer yalıtım ürünlerine kıyasla daha ucuzdur. Paslanmaz, iyi bir ses yalıtıcı, yangın ve suya karşı dirençlidir. Geri dönüştürülmüş cam yünü ısı yalıtım malzemelerinin dezavantajları ise; oldukça zehirli olan formaldehit içermeleri ve montajının zor olasıdır. Montaj sırasında, cam yünü parçacıklarının solunum yoluyla vücuda alınması, insan sağlığına zararlı olduğu için, cam yünü malzemeler ile çalışmak, dikkat gerektirmektedir [22]. Şekil 3'te geri dönüştürülmüş selüloz ve cam yünü kökenli ısı yalıtım malzemelerinin karşılaştırıldığı tablolar görülmektedir [21]. Atık kâğıtlardan geri dönüşüm ile elde edilmiş selülozik ısı yalıtım malzemeleri, yaz ve kış, ısı yalıtımında cam yünü yalıtım malzemelerinden daha iyi performans sergilemektedir. Ses yalıtımı konusunda da selülozik yalıtım malzemeleri, cam yünü yalıtım malzemelerinden, yaklaşık %10 daha iyi performans sergilemektedir [21]. Geri dönüştürülmüş selülozik yalıtımlar ile aynı ebatlarda ve aynı R-değerine sahip cam yününden üretilmiş yalıtımlar 7 kat, polistren yalıtım malzemeleri ise 30 kat daha fazla üretim enerjisi harcamakta ve neredeyse sıfır gaz emisyonu yapmaktadırlar [23]. Yangın dayanımı da oldukça iyi olan geri dönüştürülmüş selülozik ısı yalıtımları, bitkilendirilmiş çatılarda tercih edilmektedir. Ayrıca hem geri dönüştürülmüş denim, hem de geri dönüştürülmüş selülozik yalıtım malzemelerinin montajı kolaydır.

3.1 Filtre ve Drenaj Katmanlarında Kullanılan Geri Dönüştürülmüş Yapı Malzemeleri

Üst katmanlardan gelen ve filtre katmanı tarafından süzülen suyun bir kısmının bitkilerin su ihtiyacını karşılamak üzere depolanması, fazlasının ise binadan uzaklaştırılması için drenaj katmanının bitkilendirilmiş çatı sistemlerinde kullanılması gerekmektedir [1], [2]. Drenaj malzeme seçiminde,

ulaşım ve montaj kolaylığı, yüksek dayanım, durabilite ve düşük maliyetler önem kazanmaktadır. Drenaj malzemelerinin biçimleri, seçilen bitkilendirilmiş çatı sistemine ve iklim koşullarına bağlı olarak değişmektedir. Geri dönüştürülmüş polietilen (PE), polipropilen (PP), kauçuk… gibi polimer esaslı, kiremit kırıkları, mıcır, çakıl, puzolan… gibi agrega esaslı, dokulu, non-woven kumaş altlık, kabartmalı levhalar (PE, kauçuk) ve köpük (PE… vs.) drenaj malzemeleri bitkilendirilmiş çatı sistemlerinde kullanılmaktadır [1], [24].

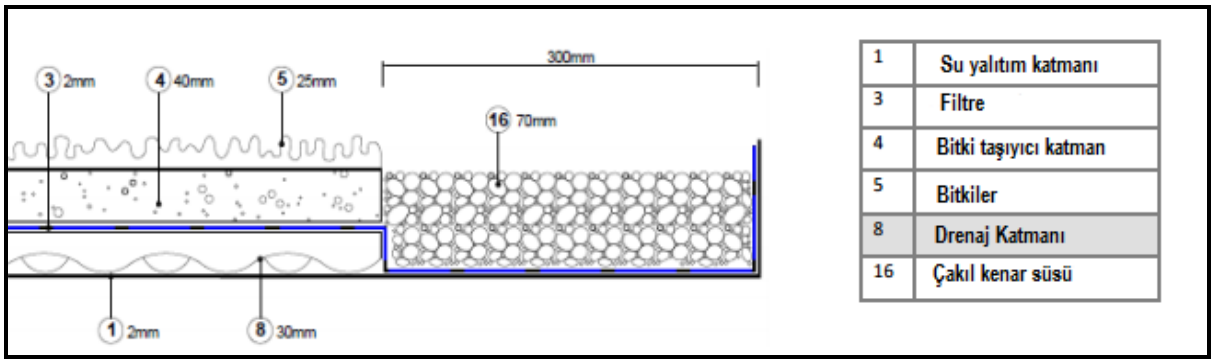
Filtre, drenaj ve yalıtım katmanlarının bir arada olduğu çapraz bağlı, gözenekli, geri dönüştürülmüş PE köpükler kirletilmemiş, sanayi atıklarından üretilmiş, bitkilendirilmiş çatı sistemleri için alternatif yapı malzemelerindendir. Şekil 4-a'da geri dönüştürülmüş PE köpük ve geri dönüştürülmüş poliüretan (PUR) köpük drenaj malzemeleri, Şekil 4-b'de ise bu sistemlere ait sistem kesiti görülmektedir.



Şekil 4-a: Geri dönüştürülmüş PE köpük ve **b:** sistem kesiti [25].

Hepsi-bir-arada sistemlerin bitkilendirilmiş çatı sistemlerine sağladığı pek çok fayda bulunmaktadır. %95 geri dönüşüm ürünlerinden üretilen, hafif ve kullanımı kolay PE köpükler, mükemmel drenaj malzemeleri olmalarının yanı sıra, yalıtım için gerekli R-değerini, oldukça uygun fiyatla sağlamakta, sistemi vibrasyon ve darbelere karşı korumaktadır. Ezilmelere ve kimyasallara karşı dayanıklılık, 0°C'nin altındaki sıcaklıklarda özelliklerini muhafaza etmek, bir miktar suyu bünyesinde tutarak, bitki gelişimini sağlamak, gaz emisyonu yapmamak, su ve kimyasallar karşısında bozulma, küflenme ve çürüme görülmemesi, geri dönüştürülmüş PE köpük drenaj malzemelerinin diğer özelliklerindendir [25]. Bitkilendirilmiş çatılarda, bitki taşıyıcı katmanı ve drenaj katmanı malzemeleri, yağış miktarına bağlı olarak çatıda tutulacak su miktarını, dolayısıyla çatı sistemine gelecek yük miktarını belirlemektedir. Bu nedenle, özellikle yoğun bitkilendirilmiş çatılarda, drenaj ve bitki taşıyıcı katmanların çatı sistemine ek yük getirmemeleri adına, bu katmandaki malzemelerin daha hafif malzemelerden seçilmesi önerilmektedir [26].

Geri dönüştürülmüş PE köpüklerin yerine poliüretan (PUR) köpükler de kullanılabilmektedir. Şekil 5'te geri dönüştürülmüş PUR drenaj sistemi ve bitkilendirilmiş çatı sistem kesiti görülmektedir. Geri dönüştürülmüş PUR köpükler hafif ve kolay monte edilebilen, uzun düreli kullanımlar için uygun, kurak dönemlerde bünyesinde nem barındıran drenaj sistemi malzemeleridir. PUR malzemelerin genel olarak diğer polimer malzemelere göre daha pahalı olması, bu köpüklerin dezavantajları arasındadır.

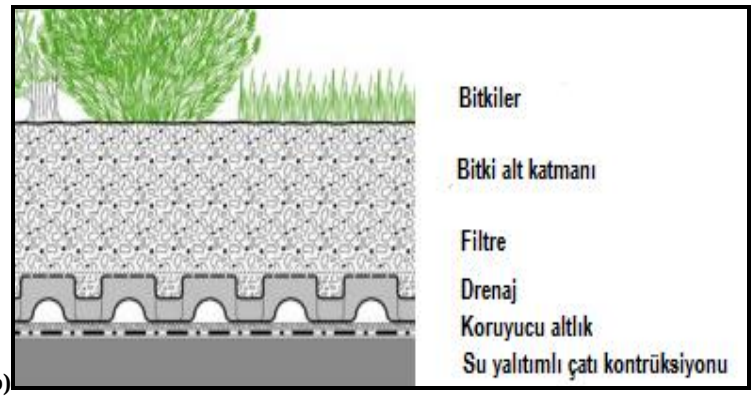


1	Su yalıtım katmanı
3	Filtre
4	Bitki taşıyıcı katman
5	Bitkiler
8	Drenaj Katmanı
16	Çakıl kenar süsü

Şekil 5: Drenaj, koruma ve yalıtım katmanlarının bir arada olduğu geri dönüştürülmüş poliüretan drenaj ve bitkilendirilmiş çatı sistem kesiti [27].

Bitkilendirilmiş çatı sistemlerinde, drenaj ve havalandırma katmanı olarak kullanılan bir diğer geri dönüştürülmüş polimer malzemesi akrilonitril bütadien stirendir (kısaca ABS). Geri dönüştürülmüş ABS drenaj malzemeleri, kabartmalı levha şeklinde üretilmekte, özellikle yüksek su tutuculuk sağlamakta, difüzyon ve kapiler sulamada iyi performans göstermekte, hafiflik, mekanik gerilmelere karşı yüksek dayanıklılık göstermekte, temeller ve araba yollarının altında kalıp olarak da kullanılabilmektedir [28]. Şekil 6'da geri dönüştürülmüş ABS drenaj malzemesi ve bu drenaj malzemesinin kullanıldığı sistem kesiti görülmektedir.

(a) 

(b) 

Şekil 6 a: Geri dönüştürülmüş ABS drenaj katmanı **b:** Bitkilendirilmiş çatı sistem kesiti örneği [28]



Şekil 7: Atık lastiklerden elde edilmiş kauçuk agrega parçacıkları ve bitkilendirilmiş çatı sistemi [29]

Rincón ve arkadaşları çalışmalarında, yoğun bitkilendirilmiş çatı sistemlerinde kullanmak üzere, drenaj katmanı için, atık lastiklerden elde edilmiş kauçuk agrega üreterek bu agreganın özelliklerini incelemişlerdir. Şekil 7'de atık tekerleklerden elde edilmiş kauçuk agrega parçacıkları ve bu agrega kullanılarak yapılmış bitkilendirilmiş çatı sistemi görülmektedir. Bu çalışmanın sonucunda atık lastiklerden elde edilmiş agregaların kullanıldığı bitkilendirilmiş çatı sistemlerinin, LCA etki değerlerinin, drenaj katmanında puzolan agregaları kullanılarak tasarlanmış bitkilendirilmiş çatı sistemlerinin LCA etki değerlerinden ve agregasız drenaj sistemine sahip bitkilendirilmiş çatı sistemlerinin LCA etki değerlerinden daha düşük olduğu belirlenmiştir. Ayrıca ısı yalıtımında çatı sistemini destekleyen geri dönüştürülmüş kauçuk agregalar, enerji tüketiminde yaklaşık % 9 kazanç sağlanmasına sebep olmuşlardır. [29].

3.1 Bitki Taşıyıcı Katmanda Kullanılan Geri Dönüştürülmüş Yapı Malzemeleri

Bitkilendirilmiş çatı sistemlerinde kullanılan bitkinin gelişmesine ve hayatta kalmasına imkân sağlayan katman, bitki taşıyıcı katmandır. Bitki alt katmanının, hafif, suyu yeterince iyi çekmesi, nem, sıcaklık ve rüzgâr etkilerine karşı dayanıklı olması ve asgari bakımla uzun süre dayanıklı olması beklenmektedir [30]. Bitki taşıyıcı katman, boşluklu yapısı nedeniyle yaz aylarında ısıyı bina iç ortamına daha az geçirmekle, kış aylarında ise iç ortamdan dış ortama ısı geçişini engellemekle enerji tasarrufu sağlamaktadır. Bitki taşıyıcı katmanda, toprak karışımları, agrega karışımları, inorganik köpük ve lifli levhalar kullanılabilmektedir [1]. Molineux ve arkadaşları çalışmalarında, bitki taşıyıcı katmanda, inorganik geri dönüşüm ürünleri kullanarak, bu malzemelerin bitki çeşitliğine etkilerini incelemişlerdir. Kırmızı kiremit ve kil agregaların birlikte kullanıldığı bitki taşıyıcı katmanın, bitki çeşitliliği için en uygun ortamı sağladığını belirtmişlerdir. Tuğla kırıkları nem tutucu olmaları nedeniyle özellikle kurak dönemlerde, bitkilerin ihtiyacı olan suyu karşılamaktadır. Ayrıcabitki taşıyıcı katmanın kalınlığının da bitki çeşitliliği üzerinde olumlu etkisi olduğu da belirtilmiştir [31].

Bitkilendirilmiş çatı sistemlerinde bitkiler için altlık veya ayırıcı bölümler yaratmak amacıyla da geri dönüşüm ve atık ürünler kullanılmaktadır. Şekil 8-a'da çatı bahçesi için geri dönüştürülmüş ahşap ve plastik kompozitlerden (kısaca WPC olarak tanımlanmaktadır) yapılmış çiçeklikler ve Şekil 8-b'de kiremit atıklarından yapılmış çiçeklik görülmektedir [32], [33]. WPC kompozitler çatıda; yer kaplaması, korkuluk, bank, pergola, masa, çiçek saksıları… vb. olarak kullanılmaktadır. WPC kompozitler, ahşaptan daha uzun ömürlü, dış atmosfer koşullarına ve UV ışınlarına dayanıklı, çürümeye, yosuna ve böceklere dayanıklı, kolay temizlenir malzemeler olmalarına rağmen, ahşaba kıyasla daha düşük mekanik dayanıma sahiptir [34].

(a)  **(b)** 

Şekil 8-a: Geri dönüştürülmüş ahşap & plastik kompozitten **(**WPC) üretilmiş çiçeklik ve yer döşemesi
b: Atık kiremitler kullanılarak yapılmış çiçeklik [32], [33].

4. SONUÇLAR

Bitkilendirilmiş çatı sistemleri pek çok ekolojik, ekonomik ve sosyal fayda sağlamaktadır. Bu faydalardan bazıları; habitat ve biyolojik çeşitliliğin korunması, kentlerdeki ısı adası etkisinin düzeltilmesi, gürültü etkisinin azaltılması, hava kalitesinin iyileştirilmesi, enerji verimliliğinin sağlanması, çatı ömrünün uzaması ve kamusal alan yaratılmasıdır. Bununla birlikte bitkilendirilmiş çatı sistemlerinde kullanılan geri dönüştürülmüş yapı malzemeleri, düşük enerji tüketimi, atıkların kullanıma yeniden kazandırılmaları, düşük maliyet, düşük LCA etki değerlerine sahip olmak, kullanıcı isteklerini ve yapı malzemesinden beklenen performans kriterlerini yeterli düzeyde sağlamak… gibi sebeplerle, hammaddeden üretilmiş yapı malzemelerinin yerine tercih edilmektedirler. Bitkilendirilmiş çatı sistemlerinde geri dönüştürülmüş yapı malzemelerinin kullanımı, teknolojik ilerlemelere bağlı olarak artacaktır diye öngörülmektedir.

KAYNAKLAR

[1] **Tokaç, T.** (2009). *Bitkilendirilmiş Çatı Sistemleri İçin Tasarım Seçeneklerinin Geliştirilmesi*, (Yüksek Lisans Tezi), İTÜ.
[2] **Uçurum, E.** (2007). *Sürdürülebilirlikte Ekolojik Çatının İncelenmesi*, (Yüksek Lisans Tezi), İTÜ.
[3] **Kalkan, C.** (2012) *Deprem Bölgelerindeki Betonarme Binalarda Bitkilendirilmiş Çatı Sisteminin Yapı Davranışına Etkisi,* (Yüksek Lisans Tezi), İTÜ.
[4] **Tohum, N.** (2011). *Sürdürülebilir Peyzaj Tasarım Aracı Olarak "Yeşil Çatılar",* (Yüksek Lisans Tezi), İTÜ.
[5] **Özdemir, E., Altun, M., C.** (2010). Bitkilendirilmiş Çatı Sistemi Tasarımı İçin Bir Kontrol Listesi Önerisi, *5. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu,* İzmir, 15 -16 Nisan.
[6] **Ozarisoy, B.** (2013). *Reviewing Green Roof Design Approaches: Case Study of Residental Buildings*, (Yüksek Lisans Tezi), Doğu Akdeniz Üniversitesi, Kıbrıs.
[7] **Gemi, A., M.** (2010). Çevre Dostu Çatılara Örnek Uygulamalı Bir Yaklaşım, *5. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu* İzmir, 15 -16 Nisan.
[8] **Erdem, S.** (2013). *Geri Dönüştürülmüş PET Lifi-Alçı Kompozitlerin Özelliklerinin Belirlenmesi*, (Doktora Tezi), İTÜ.
[9] http://baybridgehouse.org/tag/green-roof/
[10]**Bianchini, F., Hewage, K.** (2012). How "green" are the green roofs? Lifecycle analysis of green roof materials, *Building and Environment*, 48, 57-65.
[11] **Topal, S.** (2009). *Yapısal Atıkların Geri Dönüşüm Potansiyellerinin Araştırılması,* (Yüksek Lisans Tezi), Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü.
[12] **Bozbeı, H.** (2006). *İnşaat Atıkları ve Hafriyat Toprağının Ekonomiye Geri Kazandırılması,* (Yüksek Lisans Tezi), İTÜ.
[13] **Choi, Y. W., Moon, D. J., Chung, J. S. and Cho, S. K.** (2005). Effects of waste PET **b**ottles aggregate on the properties of concrete, *Cement and Concrete Research, 35,* 776–781.
[14] **Choi, Y. W., Moon, D. J., Kim, Y. J. and Lachemi, M.** (2009). Characteristics of mortar and concrete containing fine aggregate manufactured from recycled waste polyethylene terephthalate bottles, *Construction and Building Materials*, *23*, 2829–2835.
[15] **Erdem, S.** (2008). *Çatıda Kullanılan Polimer Kökenli Levhaların Karşılaştırmalı Analizi*, (Yüksek Lisans Tezi), İTÜ.
[16]http://www.ecouterre.com/7-unexpected-ways-to-recycle-old-denim-jeans/bonded-logic-recycled-denim-insulation/
[17] http://bpmselect.com/search.html?keyword=acoustical-sound-curtains
[18] http://www.hgtv.com/remodel/mechanical-systems/the-benefits-of-recycled-denim-insulation

[19] http://thecraftsmanblog.com/all-about-insulation/
[20] http://home.howstuffworks.com/denim-insulation3.htm
[21] http://www.metronyinsulation.com/cellulose/comfort/
[22] http://recyclenation.com/2014/09/recycle-fiberglass
[23] http://www.assuredinsulating.com/services/cellulose.htm
[24] **Hegger, M., Auch-Schwelk, Funchs, M., Rosenkranz, T.** (2006). Construction Materials Manual, Bırkhäuser-Publishers for Architecture, Münih.
[25] www.3rfoam.com
[26] http://www.assuredinsulating.com/services/cellulose.htm
[27] http://www.grey2green.co.uk/e.html
[28] www.zinco.dk/
[29] **Rincón, L., Coma, J., Pérez, G., Castel, A., Boer, D., Cabeza, L., F**. (2014). Environmental performance of recycled rubber as drainage layer in extensive green roofs. A comparative Life Cycle Assessment, *Building and Environment,* 74, 22-30.
[30]www.organicsrecycling.org.uk/uploads/article1836/Using%20PAS%20100%20compost%20on%20Green%20Roofs.pdf
[31] **Molineux, C., J., Gange, A., C., Connop, S., P., Newport, D., J.,** (2015). Using recycled aggregates in green roof substrates for plant diversity, *Ecological Engineering*, 82, 596-604.
[32] www.popupcity.net/modular-urban-rooftop-farm-uses-only-recycled-materials/
[33]http://www.huaxiajie.com/chinadecorative_wood_plastic_composite_wpc_flower_box_in_garden-3811225.html
[34] **Taylan, S., Özgünler, S., A.** (2015). A study on the usage of recycled polymer composites in buildings, *GreenAge Symposium,* Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, İstanbul, 15-17 Nisan.

Yapısal Amaçlı Ağaç Malzemede Mühendislik Sorunları ve Çözüm Önerileri

Hızır Volkan Görgün 1 [1]
Öner Ünsal [2]
Türker Dündar [3]

Konu Başlık No: 1, 2 Çatı ve Cephe Sistemleri ve Bileşenleri
Çatı ve Cephe Sistemlerinin Performansları

ÖZET

Tamamen doğal bir malzeme olan ahşap, yapısal amaçlı kullanımında gerekli önlemler alınmadığı takdirde bazı sorunlarla karşılaşılabilmektedir. Ancak bu sorunların büyük bir kısmı, malzemenin bilinçsiz kullanımından kaynaklanmaktadır. Örneğin kullanım yeri nemine kadar kurutulmadığı veya kurutulamadığı zaman, böcek ve mantar gibi unsurlarla direnci azalmaktadır. Anizotropik ve heterojen yapısına dikkat edilmediği zaman da çeşitli deformasyonlar oluşacaktır. Ancak Ülkemizde de yapılabilen özel kurutma teknikleri, ahşap modifikasyon teknikleri, tahribatsız değerlendirme yöntemleri gibi teknik yöntemler ile birlikte, alınabilecek basit tasarım önlemleriyle olumsuz özelliklerin birçoğu, kullanım öncesi ve sırasında giderilebilmektedir.

ANAHTAR KELİMELER

Yapısal Ahşap, Ahşabın Modifikasyonu, Tahribatsız Değerlendirme Yöntemleri, Ahşap Kurutma.

ABSTRACT

Wood is a natural material. If it is built without necessary precautions for structural use, some problems can occur. But lots of these problems arise from unconscious use. For example, when wood isn't (or can't) dried to end use moisture, material strength will decrease due to beetle and fungi attacks. If builders don't pay attention of anisotropic and heterogen material properties, some deflections can be occur. However there are many easy precautions such as special drying methods (which can be realised in Turkey), wood modification techniques, non-destructive evaluation techniques. And also design related to scientific rights can be useful. As a result of them, many problems are troubleshooted at before and during use.

KEYWORDS

Structural wood, Wood Modification, Non-destructive Evaluation Methods, Wood drying.

[1] Hızır Volkan Görgün, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Odun Mekaniği ve Teknolojisi A.D., Bahçeköy, Sarıyer, İstanbul, T:02123382400, F: 02123382424, volkan.gorgun@istanbul.edu.tr
[2] Öner Ünsal, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Odun Mekaniği ve Teknolojisi A.D., Bahçeköy, Sarıyer, İstanbul, T:02123382400, F: 02123382424, onsal@istanbul.edu.tr
[3] Türker Dündar, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Odun Mekaniği ve Teknolojisi A.D., Bahçeköy, Sarıyer, İstanbul, T:02123382400, F: 02123382424, dundar@istanbul.edu.tr

1. GİRİŞ

Ahşap (ağaç malzeme) sahip olduğu olumlu özelliklerden dolayı, insanoğlunun vazgeçilmez bir malzemesi olmuş, "beşikten mezara" kadar hayatın her alanında kendine yer edinmiştir. Bununla birlikte teknolojinin gelişmesiyle artan ürün çeşitliliği, diğer malzemelerle olan rekabetini arttırmıştır. Doğal yaşam döngüsünün en önemli unsurlarından biri olan ormanlardan elde edilmesi de, kullanımında ekolojik anlamda soru işaretleri doğurmaya başlamıştır. Yanma, çürüme, heterojen yapı gibi bazı (azaltılabilir) olumsuz özellikleri sebebiyle de tercih edilmemeye başlanmıştır. Ahşap, yer döşemesi, kapı, pencere, mobilya, dış cephe kaplamaları, yük taşıyıcı gibi unsurlarda da tercih edildiğinden, bu azalış doğal olarak yapı sektörüne de yansımıştır. Tüm bunlara rağmen diğer malzemelere oranla sahip olduğu sayısız olumlu özelliklerle birlikte, olumsuz özelliklerinin mühendislik çözümleriyle ve geliştirilen çeşitli yöntemlerle büyük oranda azaltılabilmesi sebebiyle kullanımının tekrar artması beklenmektedir. Ancak bu artış sadece ahşap konusunda yapılan bilimsel çalışmalar, geliştirilen tekniklerle birlikte değil, bu malzemenin değerinin tüm topluma kazandırılmasıyla ve malzemenin bilinçli olarak kullanılmasıyla mümkün olacaktır.

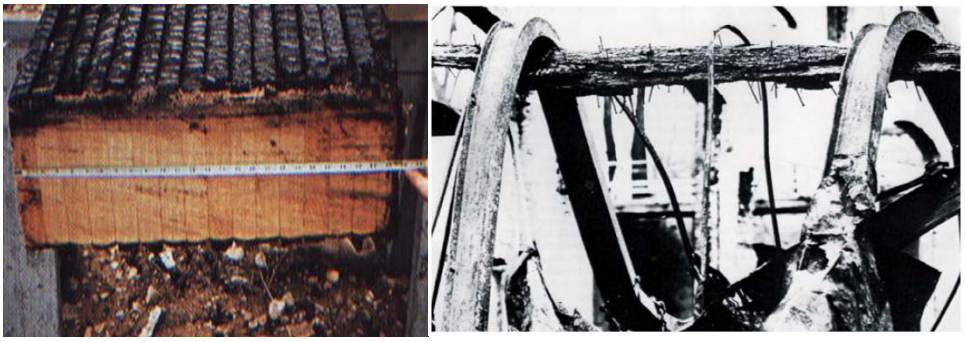
1.1. Ahşabın Bazı Olumlu ve Olumsuz Özellikleri

Ahşap, ağacın kabuk altındaki kısmından elde edilen, tamamen doğal ve sürdürülebilir bir malzemedir. Dünya üzerinde ticareti yapılan ve birçok ihtiyaca cevap verebilcek özelliklerde 400'ü aşkın ağaç türünden elde edilmektedir [1]. Tamamen doğal bir malzeme olması sebebiyle üretiminde, kullanımında ve atıklarının geri dönüşümünde, doğaya en az zarar veren malzemelerden biridir ve tüm bu süreçte harcanan enerji değerleri diğer malzemelere oranla çok daha düşüktür. Tadilatı esnasında fazla kir oluşmamakta, ucuz ve kolay bir şekilde istenen onarım ve değişiklikler yapılabilmektedir. Sökülebilmekte ve belli bir zayiatla yeniden kullanılabilmektedir [2]. Boşluklu yapısı, yoğunluğunun daha düşük olmasına sebep olmasına karşın, ses ve ısı yalıtım özelliklerini iyileştirmektedir. Düşük yoğunluğu taşınmasında, işlenmesinde kolaylık sağladığı gibi, yapının zayıf temeller üzerinde kurulabilmesine olanak verir. Düşük yoğunlukta olmasına karşın, yoğunluğuna göre direnç oranı, diğer malzemelerden çok daha yüksektir (Çekme direnci için ahşap: 1666 > çelik: 641) [3]. Lifli yapısının kırılmadan önce haber verme özelliği (cazlama) nedeniyle [4], maden galerileri gibi riskli bölgelerde taşıyıcı eleman olarak tercih edilebilmektedir. Ayrıca deprem sırasında uzun lifli kırılmalar gerçekleştiğinden, "yaşam üçgeni" oluşturma olasılığı çok daha yüksektir.

Ahşabın sayılan tüm bu olumlu özelliklerine karşın, etkileri büyük oranda azaltılabilir olumsuz özellikleri de bulunmaktadır. Örneğin ahşap çürüyebilen veya böcek saldırılarına uğrayabilen bir malzemedir. Bu etkilere maruz kalan ahşap büyük oranda mekanik dayanımını kaybetmekte ve yük taşıyıcı olarak kullanıldığı yerlerde büyük sorunlara yol açmaktadır. Ancak emprenye, ısıl işlem gibi çeşitli modifikasyon yöntemleriyle büyük oranda bu olumsuz özelliklerin de önüne geçilebilmektedir. Ayrıca çürüyebilme özelliği, doğaya tekrar geri dönebildiğinin bir göstergesidir.

Sıcaklığa bağlı boyutsal stabilitesi yüksek olmasına karşın, rutubet alışverişine bağlı olarak daha kolay boyutsal değişim (çalışma) gösterir. Ayrıca çalışma miktarları ve diğer fiziksel, mekanik ve teknolojik özellikler, yıllık halkalara teğet, dik (radyal) veya boyuna yönde (lif yönünde) olmasına göre de değişmektedir. Ancak malzemenin boyutsal kararlılığı tasarım esaslı önlemler, malzemenin kurutulması, çeşitli modifikasyon yöntemleriyle de arttırılabilmektedir.

Yanabilen bir malzeme olan ahşap, diğer malzemelere göre daha düşük sıcaklıklarda tutuşabilir. Bununla birlikte yanmayı geciktirici emprenye maddeleri gibi bazı çözüm teknikleri bulunduğu gibi, bu tekniklerin uygulanmadığı ahşap ürünlerde bile, malzemenin boşluklu yapısı ve yanmanın ilk safhalarında (özellikle büyük boyutlu) dış kısımda oluşan kömürleşme, sıcaklığın iç kısımlara doğru ilerlemesini ve yanmasını da geciktirmektedir. Böylece uzun bir süre mukavemetini koruyarak, içinde yaşayan bireylere çıkma ve/veya yıkılmadan söndürülebilme imkanı vermektedir (Resim 1).



Resim 1.Dış tabakalarda kömürleşme (Sol), Ahşabın eriyen metal kirişleri taşıması (Sağ)

2. AHŞABIN YAPISAL AMAÇLI KULLANIMINDA YAŞANAN BAZI SORUNLAR VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Ahşabın yapısal amaçlı kullanımında bazı sorunlar yaşanmaktadır. Bu sorunlar genel olarak ahşabın anatomik yapısından, rutubetten ve bilinçsiz kullanımdan kaynaklansa da, alınabilecek bazı basit önlemlerle bunların önüne geçilebilmektedir.

2.1. Anatomik Yapı İle İlgili Yaşanan Bazı Sorunlar

Ağaç malzemede, türler arasındaki farklılıklarla birlikte, gövde içindeki anatomik yapı kaynaklı farklılıklar da, aynı ağaçtan alınan iki malzemenin bile özelliklerinin farklı olmasına sebep olmaktadır. Örneğin ilkbahar odunu - yaz odunu, öz odun - diri odun ayrımı vb. her ağaçta oluşan unsurların katılım oranlarının değişmesi, önemli derecede malzemenin fiziksel ve mekanik özelliklerini etkilemektedir. Bununla birlikte her masif ahşap üründe bulunmayan ve malzemenin birçok özelliğini olumsuz yönde değiştirdiği için "kusur" olarak tabir edilen oluşumlar da bulunmaktadır. Dal odununun gövde içinde kalan kısmı olan budaklar, liflerin ağaç eksenine paralel gitmemesiyle oluşan lif kıvrıklığı vb. kusurlar, özellikle mekanik özellikleri büyük oranda etkilemektedir. Ancak yapı gibi karmaşık bir strüktürde, "kusurlu" malzemeler de değerlendirilebilmektedir.

Anatomik yapı ve buna bağlı oluşumlara göre malzemenin değerlendirilmemesi, büyük sorunlara yol açmaktadır. Örneğin budakların düşer-kaynar olması, bölgesel lif kıvrıklığına yol açması sebebiyle genellikle zayıf bölge oluşturması nedeniyle dikkat edilmelidir (Resim 2).

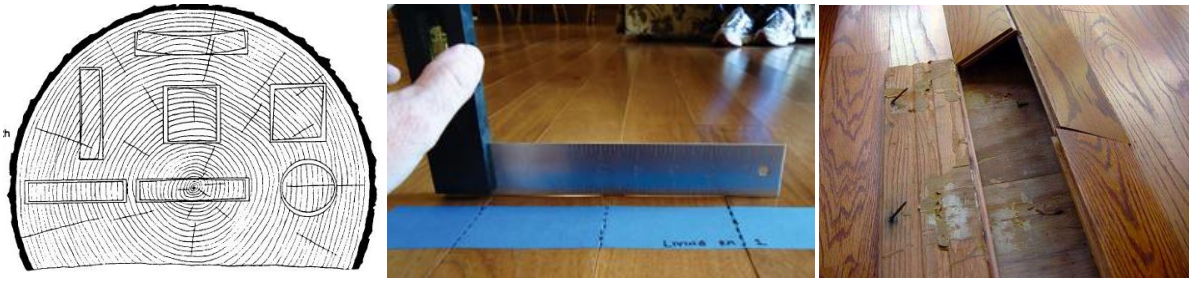


Resim 2. İki budak arası çizgi kırılma ve düşer budak örnekleri (Üst)

Kusurlar ve diğer anatomik özelliklerin, malzeme özelliklerini geniş bir varyasyona çekmesi nedeniyle, değerlendirmeler sınıflandırmalara göre yapılmaktadır ve birçok kullanım yerinde en iyi kalite sınıfında bile, bazı özellikler belirli sınırlar arasında kalmak koşuluyla kabul edilebilmektedir (Örn. TS 1265 Standardı [5]). Ayrıca yapının birçok yerinde en iyi kalite sınıfında olmayan malzemeler de değerlendirilebilmektedir. Önemli olan malzemenin kullanım yerinde maruz kalacağı koşullara direnç göstermesidir (kolonun basınca, kirişin eğilmeye direnç göstermesi gerektiği gibi). Örneğin Arap Yarımadası'nda yer alan ülkeler masif ahşaptan dış cephe kaplaması tercih etmektedir. Amaç güneş kırıcı özelliği olması, bina ile kaplama arasında oluşan hava akımının binada yalıtım sağlaması ve oluşan

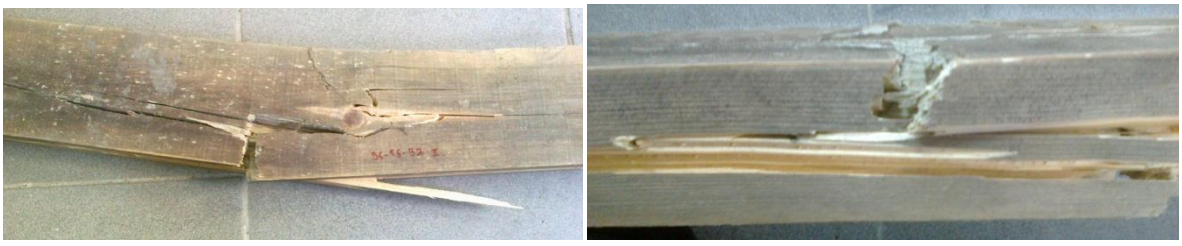
kum fırtınalarına karşı binanın korunmasıdır. Bu tarz bir kullanım yeri, yüzey aşınması dışında yüksek fiziksel ve mekanik özellikler talep etmeyeceğinden, estetik özelliklere de bağlı kalarak 1. sınıf yerine daha düşük sınıflarda malzeme tercih edilebilmektedir.

Ahşabın rutubete bağlı çalışma değerleri de, anatomik yapıya göre farklılık göstermektedir. Yapısındaki serbest OH^- grupları nedeniyle "havadan nem kapabildiği" için daralıp, genişlemektedir (çalışmaktadır). Malzemede herhangi bir kusur olmamasına karşın, yıllık halkaların durumuna göre "çalışmaya" bağlı olarak şekil kusurları oluşabilmektedir. Resim 3'te, bir ağaç gövdesinden alınan malzemelerin daralmaya bağlı olarak oluşan şekil değişmeleri [6] ve bunun uygulamadaki yansımaları görülmektedir.



Resim 3. Yıllık halka durumlarına göre daralmada şekil değişikliği (Sol) ve örnekleri (Orta & Sağ)

Ahşap kimyasal yapısından dolayı mutlaka bünyesinde rutubet barındırmaktadır. Ancak kullanım yerine göre barındırdığı rutubet miktarı mutlaka belirli oranda kalması gerekmektedir, yoksa şekil değişikliği, çürüme gibi sorunlarla karşılaşılabilir. Dikili halde %100-200 arasında olan ağaç malzemenin rutubeti, biçildikten hemen sonra %60-80'e düşebilmektedir. Rutubet istekleri %20'nin üzerinde olan böcek ve mantarların malzeme direncinin önemli ölçüde azaltması (Resim 4), ısıtılan iç mekanlarda kullanılan ahşabın rutubetinin %10 civarında olması vb. gerektiği düşünülürse [7], biçildikten sonra mutlaka kurutulması gerektiği gerçeği ortaya çıkar. Ayrıca ortalama bir yoğunlukta (500kg/m^3) bir ahşabın 1m^3'ü %60'tan %10 rutubet miktarına kurutulduğunda 250kg su açığa çıkması da [8], nakliye konusunda da kurutmanın önemini göstermektedir.



Resim 4. Renklenmeye bağlı küt kırılma örneği [9] (Sol: Ön Görünüş, Sağ: Alttan Görünüş)

2.2. Ahşapta Rutubet Kontrolü ve Kurutma

Ahşabın rutubetinin belirli bir oranda tutulması, biyotik zararlara karşı alınabilecek en önemli önlemlerdendir. Örneğin İsveç İmparatorluğu kalyonlarından Vasa gemisi, 10 Ağustos 1628'de batmasına karşın günümüze kadar (yaklaşık 400 yıl) %90'ının üzerinde yapısal bütünlüğünü korumaktadır. Su altında (oksijensiz bir ortamda) kalması, çıkarıldıktan sonra kurutulması ve 18-20^oC sıcaklık ve %55 bağıl nem oranında tutulması (ki bu değerlerde masif ahşap yaklaşık %10 rutubete sahip olur) ve modifikasyon yöntemlerinden Polietilen Glikol (PEG) ile muamele, ahşap kısımların mantar veya böcek taaruzundan uzak tutulmasını sağlamıştır [19].

Ancak ahşabın boyutu arttıkça, mevcut suyun uzaklaştırılması daha da güçleşmekte, permeabilite özellikleri düşmekte ve oluşan gerilim farklılıklarından kurumaya bağlı kusurlar oluşabilmektedir. Eskiden ve hatta bazı yerlerde hala kullanılan açık havada kurutma olarak da bilinen doğal kurutma yönteminin birçok dezavantajı bulunmaktadır. Günümüzde daha az maliyetli, daha kaliteli ve daha

ekonomik kurutmaların yapılabildiği teknik (fırın) kurutma yöntemleri geliştirilmiştir. Sıcak hava - su buharı karışımı, vakum, yoğunlaştırma vb. yöntemlerle birlikte, son yıllarda elektromanyetik dalga esaslı yöntemler de geliştirilmiştir. Etkinliklerinin arttırılabilmesi için diğer yöntemlerle de kombine edilmesiyle ilgili çalışmalar yapılmaktadır [20, 21, 22]. Bu kapsamda pres ilavesiyle birlikte geliştirilen "yüksek frekans-vakum" kombinasyonu (Resim 8) ile olumlu sonuçlar alınmıştır [23, 24, 25]. Ülkemizde de gerçekleştirilebilen [26] bu teknik ile hem kurutma süresi, kalitesi ve ekonomisi bakımından ciddi artıları bulunmaktadır. Anatomik yapısı nedeniyle güç kuruyan ağaç türlerinin kerestelerinin, yapı elemanları gibi büyük boyutlu kerestelerin kısa sürelerde, kusur içermeden kurutulabilmesi, temiz bir enerji kaynağı olan elektriğin kullanılması ve ekstra ısı merkezi yatırımına ihtiyaç duyulmaması, ahşabın içerisinden çıkan ve katkı maddesi barındırmayan suyun temizlik ürünleri sektöründe de değerlendirilebilmesi gibi olumlu özellikler, ekonomik ve ekolojik açıdan fayda sağlamaktadır.



Resim 8. Yüksek Frekans - Vakum Kombinasyonlu Kurutma Tekniği

2.3. Modifikasyon Yöntemleri

Odunun olumsuz özelliklerinin en aza indirgenmesi ve bunun yanı sıra olumlu özelliklerinin daha ileri derecelere yükseltilmesi amacına yönelik, fiziksel ve kimyasal yönden etkili olabilen "Odun Modifikasyonu Yöntemleri" bulunmaktadır. Fiziksel yönden, genellikle odun hücre çeper boşluklarının ve diğer kapilar boşlukların inorganik ve organik maddelerle doldurulması, kimyasal yönden ise hücre çeperi bileşenleri ile reaksiyon veren ve odunun kimyasal kompozisyonunu değiştiren yöntemlerdir [14]. Çeşitli koruyucu kimyasal maddelerle emprenye işlemi, en etkili modifikasyon işlemlerindendir ve ahşabın kullanım yerindeki risk durumuna göre çeşitlilik göstermektedir. Örneğin çürüme riskinin yüksek olduğu bölgelerde dış mekânda kullanılacak ağaç malzemenin basınçlı yöntemlerle emprenye edilmesi gerekir. Orta derecede çürüme riskinin söz konusu olduğu bölgelerde daldırma, batırma yöntemleri ile emprenye uygulanabilir. Çürüme riskinin düşük olduğu bölgelerde fırça ile sürme yöntemi yeterlidir [15].

Bir diğer modifikasyon yöntemi de, ısıl işlemdir (termal modifikasyon). Isıl işlem, hücre çeperinin polimer bileşiklerinin kimyasal kompozisyonunda kalıcı değişmelerle sonuçlanan fiziksel bir işlemdir. Metodun temel fikri kimyasal reaksiyonların hızlandığı yaklaşık 150°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda ağaç malzemenin ısı ile muamele edilmesidir. Isıl işlem uygulaması ile artan potansiyel nitelikler; mantar ve böceklere karşı biyolojik dayanıklılık, düşük denge rutubet içeriği, daralma ve genişlemedeki azalmaya bağlı olarak artan boyutsal stabilite, artan termal izalosyon kabiliyeti, boya adhezyonu, dış hava şartlarına dayanıklılıkta artma, dekoratif renk çeşitliliği ve kullanım süresi de uzamaktadır [17, 18].

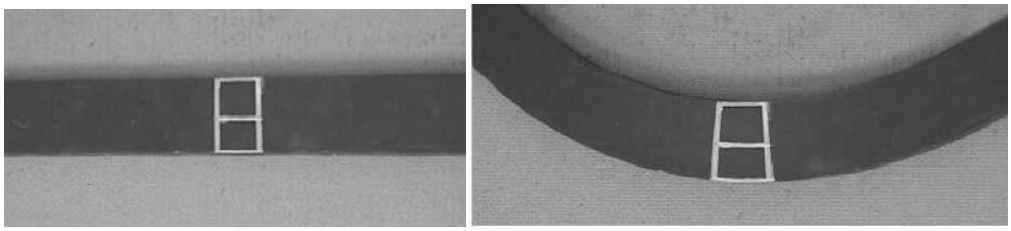


Resim 7. Isıl İşlem Görmüş ve Görmemiş Dişbudak, Kavak, Ladin, Huş Örnekleri [16]

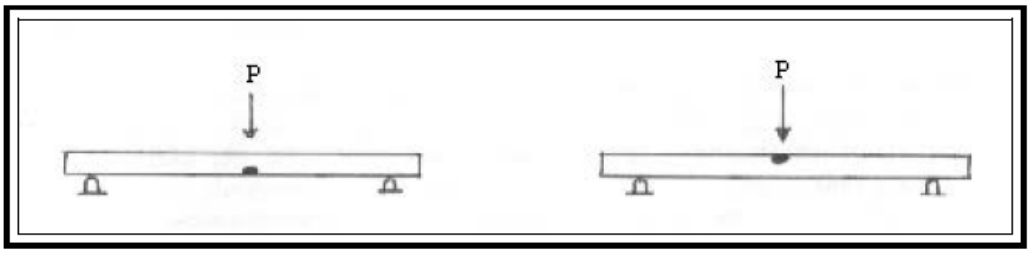
2.4. Tasarım Esaslı Önlemler

Ahşabın korunmasında alınacak en önemli tedbirlerden biri, tasarım esaslı yöntemlerdir. Genellikle amaç ahşap kısımların toprakla temasının kesilmesi ve rutubet kontrolünün yapılmasıdır. Rutubetin son kullanım yerinde yaklaşık %20 ve altında tutulması gibi bir kontrolün sağlanması, ahşap strüktürlerin ömrünü de uzatacaktır. Bu amaçla taşıyıcılardan ve yaşam alanından suyun uzaklaştırılmasını sağlayan eğimli ve uzun çatılar Japon mimarisinde tercih edilmektedir. Örneğin Dünya'nın en eski ahşap yapısının da 607 yılından beri Höryü-Ji tapınağında bulunan 5 katlı ve 32,45m. uzunluğundaki Pagoda yapısının da bu mimaride olması bunun bir göstergesidir [10]. Suyu uzaklaştıran tasarımlarla birlikte, kuruluğu koruyan havalandırma sistemlerine de rastlanılmaktadır. Günümüzde benzer tasarımlara, yurtdışındaki bazı inşa kataloglarında da rastlamak mümkündür ancak yeterli düzeyde yaygınlaşmamıştır [11]. Ülkemizde de çeşitli tasarım esaslı önlemlerin görülmesine karşın, günümüzde artan beton yapılaşma nedeniyle en iyi örnekleri, 12. yy.'dan itibaren inşaa edilen camilerin de günümüze kadar ulaşmasıyla görülmektedir [12].

Alınan tasarım esaslı önlemler tabii ki sadece rutubet ile ilgili sorunlara değil, ahşabın tüm olumsuz olarak nitelendirilebilecek özellikleri için bulunmaktadır. Örneğin ağaç malzemede kusurlardan en çok etkilenen mekanik direnç, çekme direnci olduğu için [3], çekmeye çalışan kısımlarda kusur olmaması dikkat edilmektedir. Yapı elemanlarından eğilmeye çalışan kirişlerde üst (yükün uygulandığı) kısım basınca, alt kısım ise çekmeye çalışmaktadır (Resim 5). Bu yüzden kiriş olarak kullanılacak kerestelerde eğer budaktan kaçınılamıyorsa, kusurların basınç bölgesinde olmasıyla ilgili konstrüktif tedbirler alınmaktadır (Resim 6).



Resim 5. Kirişte Oluşan Gerilimler [13]



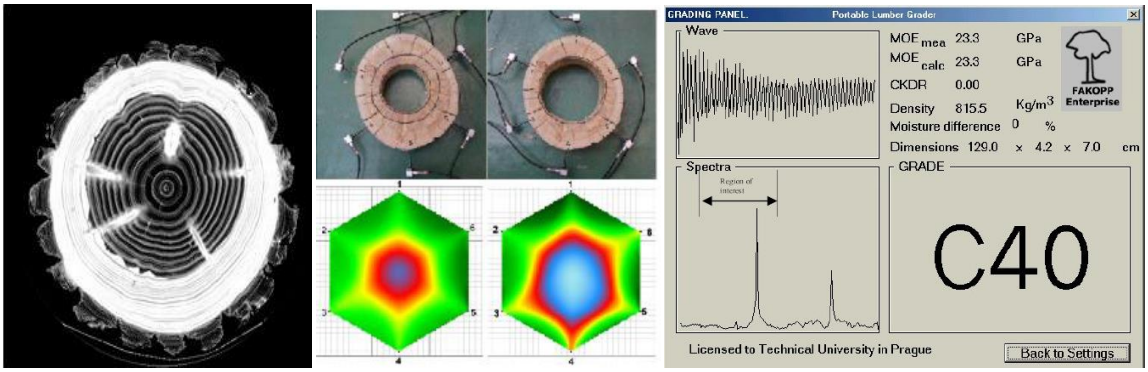
Resim 6. Kusura Karşı Konstrüktif Tedbirler [2]

Normalde masif halde edilen ahşabın, kereste veya kaplamalarının lifleri birbirine dik veya paralel olarak birleştirilmesiyle elde edilen laminasyon ürünleri, boyutsal stabilite ve mekanik dirençlerle ilgili

sorunları nispeten azalmıştır. Daha ufak parçaların da (lif ve yonga) birleştirilmesiyle elde edilen yonga levha (sunta) ve lif levha (MDF vb.) ile, masif ahşaba oranla daha homojen ve izotrop malzemeler de üretilmektedir. Son yıllarda odun-plastik kompozitleri, CLT gibi, özellikleri daha da iyileştirilmiş ahşap ve ahşap esaslı malzemeler de geliştirilmektedir. Ayrıca bu tür tekniklerle, masife oranla daha düşük kalitedeki hammaddeler değerlendirilmeye başlanmıştır. Bunun sonucunda daha az ağaç tüketilerek daha fazla ürün üretilebilmesine olanak sağlandığı için, ormanlara olan baskı da nispeten azaltılmıştır. Malzeme özelinde mevcut olan bu geniş ürün yelpazesi, daha fazla kullanım amacına cevap verilmesine olanak sağlamış, yapı gibi karmaşık strüktürlerin birçok yerinde ve hatta tamamında kullanılabilmesine olanak tanımaktadır.

2.5. Tahribatsız Değerlendirme Yöntemleri

Normalde bir ağaç malzemenin direnci kırılarak, yani dayanabileceği maksimum kuvvete kadar yüklenerek belirlenmekte, ancak kırılan bir malzeme tekrar kullanılamamaktadır. Özellikle kiriş, kolon gibi kullanımına devam edilen parçaların değerlendirilmesine bu yöntem imkan vermemektedir. Bununla birlikte masif ahşabın sınıflandırılmasıyla ilgili yapılan çalışmalar, büyük oranda görünüş özelliklerine ve yüzeylerde bulunan doğal yapıya ve kusurlara göre değerlendirmeler yapılmaktadır. Örneğin standartlarda kalite düşürücü bir etki olarak budak çapı esas alınmaktadır. Aslında dalın gövde içinde kalan kısmı olan budak, 3 boyutlu olduğu için 2 boyutlu yapılan ölçümler çok sağlıklı olmamaktadır. Bu gibi yaşanan sıkıntılar sebebiyle, "Tahribatsız Değerlendirme Yöntemleri" (TDY) ahşap için de kullanılmaya başlanmıştır. Son kullanım yeri özelliklerini değiştirmeyecek nitelikte tahribat verilerek, malzemenin fiziksel, mekanik, teknolojik özelliklerinin belirlenmesi olarak tanımlanan TDY [27], sağladığı birçok avantaj sebebiyle kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır; dikili ağaçlarda ve ahşap ürünlerin iç yapısı ve direnci hakkında bilgi vermesi, ölçümlerin tekrarlanabilir olması, laboratuvar şartlarına ihtiyaç duyulmadan, kullanım yerinde ölçüme olanak vermesi, malzemenin kullanım yerinde zamana bağlı değişimlerin etkisinin belirlenebilmesi, her bir malzemenin özelliklerinin ayrı ayrı elde edilebilmesi vb. (Resim 9).



Resim 9. Çeşitli Tahribatsız Değerlendirme Yöntemleri

TDY çeşitli temel prensiplere dayanmasına karşın, malzeme değerlendirmede ucuz, etkin, hızlı ve pratik çözümler getirebildiği için, akustik esaslı ölçümler daha çok yaygınlaşmıştır. Bu prensip ile yüksek doğrulukta; liflere paralel yönde direnç, liflere dik yönde ise kusur tespiti yapılmaktadır. Bu sayede yapı sektöründe kullanılmaya oldukça elverişlidir. Örneğin restorasyon işlemlerinde, bütün yapının yerinde değerlendirilmesine, yapıda hangi parçanın hangi bölgesinin değiştirilmesi gerektiğine karar vermede çok etkin bir rol oynamaktadır. Daha az maliyetli ve daha etkin restorasyonlar sebebiyle Dünya'da kullanımı yaygınlaşmaya başlamıştır [28, 29 vb.].

3. SONUÇ VE TARTIŞMA

Üretiminde ve kullanımında yapılan bazı hatalar ve teknolojinin gelişimiyle artan ürün çeşitliliği nedeniyle, ahşabın kullanım oranı azalmıştır. Ancak sahip olduğu birçok olumlu özellik nedeniyle kullanılmaya devam etmektedir. Bu olumlu özelliklerden yararlanılabilmek için bazı önlemler alınması gereklidir:

- Ahşap, sadece masif halde 400'ü aşkın türden elde edilebildiği gibi, çeşitli modifikasyon yöntemleriyle malzemenin olumsuz özellikleri büyük oranda azaltılabilmektedir. Ayrıca çeşitli üretim teknikleriyle birlikte birçok ihtiyaca cevap veren ürün çeşitliği arttırılmıştır. Farklı kullanım yerleri için uygun ahşap tipi seçilmelidir.

- Anizotrop ve heterojen bir malzeme olmasına karşın, anatomik yapısına uygun şekilde kullanıldığı takdirde verim alınabilmektedir.

- Ahşap mutlaka rutubet içeren bir malzemedir. Sırf rutubetle kaynaklı sorunlardan dolayı bile yapı sektöründen uzaklaşmıştır. Rutubetle ilgili sorun yaşanmaması için, kullanım yerine göre ve uygun teknikle kurutma yapılan ahşap ürünlerle çalışılmalıdır. Kullanım süresince ortam rutubetinin yükselmemesine veya rutubeti yüksek yerlerde (suyla temas eden banyo, mutfak gibi) kullanılacaksa tedbirleri alınmalıdır. Ayrıca doğal olarak dayanıklı türlerin seçilmesi ve rutubetlenmeyi önleyici konstrüktif tedbirlerin alınması uygulanabilecek önemli tedbirlerdendir [30]. Tekneler ve geçmişleri yüzyıllarla ifade edilen cami gibi tarihi ahşap yapılar, özellikle rutubet kontrolüyle malzemenin uzun ömürlü olabileceğine dair güzel örneklerdir.

- Geliştirilen Tahribatsız Değerlendirme Yöntemleri'yle, malzemelerin kullanım yeri performansları değerlendirilebilir ve özellikle yapılarda yerinde muayene edilebilmektedir. Geleneksel test tekniklerinin yetersiz kaldığı yerlerde değerlendirilmesi önerilmektedir.

- En önemlisi ahşabın bir mühendislik malzemesi olmasının farkındalığı ve yeterli bilgi birikimi olmayan kişilerin elinde kullanılmaması gerekmektedir. Ancak bilinçli kullanılmadığı ve gerekli özen gösterilmediği takdirde, olumsuz özellikleri ön plana çıkabilmektedir. Örneğin son kullanım yerinde olması gereken rutubete kadar kurutulmayan ahşabın yaşayacağı boyut ve şekil değişimi, son kullanıcı tarafından olumsuz olarak algılanmasına sebep olacaktır. Fiziksel, mekanik ve teknolojik özelliklerinin başta yıllık halka yönlerinde olmak üzere, birçok faktöre göre değişmesi de eklenince, bilinçsiz kullanım sonucunda kötü sonuçlarla karşılaşılabilmektedir. Bu amaçla ahşabın yeterli eğitim almış kişiler tarafından kullanılması gereklidir. Marangozhanelerdeki "usta-çırak" hiyerarşisi ile malzeme davranışının öğrenilmesi, yetersiz kalabilmekte, malzemeyi en çok kullanan mimar ve mühendislerinin de aldıkları eğitimler arasında ahşaba çok az yer verilmesi de, ya hiç kullanılmamasına yada teknik doğrulardan uzak bir şekilde kullanılmasına yol açmaktadır.

4. KAYNAKLAR

[1] Bozkurt, A. Y., & Erdin, N. (1998). Ticarette önemli yabancı ağaçlar.

[2] As, N., 2007, Ahşabın Yapıda Kullanımı Lisans Ders Notu Ders Notu (Yayınlanmamış), Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.

[3] Bozkurt, A.Y., Göker, Y., 1996, Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, O.F. Yayın No. 436, ISBN 975-404-420-1.

[4] Kurtoğlu, A., 2000. Ağaç Malzeme Yüzey İşlemleri I. Cilt, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Yayın No: 3878, İstanbul, 398 s.

[5] TS 1265, 2012, Kereste - İğne yapraklı ağaç keresteleri - Yapılarda kullanım için, Türk Standardları Enstitüsü, Ankara.

[6] Peck, E.C., 1947, Shrinkage of wood, USDA Forest Service, FPL Report No. R1650.

[7] Kantay, R., 1993, Kereste Kurutma ve Buharlama, Ormancılık Eğitim ve Kültür Vakfı YayınNo: 6.

[8] Forest Products Laboratory, 2010, Wood Handbook, Centennial Eddition., U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Madison, WI.

[9] Görgün, H.V., 2013, Ahşap Kirişlerde Eğilme Direnci Ve Elastikiyet Modülünün Tahribatsız Ve Tahribatlı Test Yöntemleri İle Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[10] Hōryū-ji Temple, https://en.wikipedia.org/wiki/H%C5%8Dry%C5%AB-ji, Vikipedi, Erişim Tarihi: 11.01.2016

[11] APA – The Engineered Wood Association, http://www.apawood.org/apa-overview [Ziyaret Tarihi: 11.1.2016]

[12] Bayhan, A. A. (2005). Ordu/İkizce'den Bir Ahşap Cami: Laleli (Eski) Camii/A Wooden Mosque From Ordu/İkizce: Laleli (Old) Mosque. Güzel Sanatlar Enstitüsü Dergisi, (14).

[13] Alakır, Y., 2010, İki Malzemeli Kirişlerin Dayanımlarının ve Şekil Değişimlerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi.

[14] Yıldız, S., (2002). Isıl İşlem Uygulanan Doğu Kayını ve Doğu Ladini Odunlarının Fiziksel, Mekanik, Teknolojik ve Kimyasal Özellikleri, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

[15] Göker R., M., 1994. Dış Cephe Kaplamalarında Ağaç Malzemenin Kullanım Olanakları Üzerine İncelemeler, Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.,

[16] Leitch,M. ve Shahi, C., 2009, Thermowood: Hardwood processing of Black Ash (Fraxinus nigra) With High Temperature Kilns, ISCHP 2nd International Scientific Conference, September 28-29, Paris, FRANCE.

[17] Akkılıç, H., Kaymakcı, A., Ünsal, Ö., 2014, Isıl Işlem Uygulanmış Ahşap Malzemenin Dış Cephe Kaplaması Olarak Değerlendirilme Potansiyeli, 7. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu 3– 4 Nisan 2014, Yıldız Teknik Üniversitesi, Beşiktaş, İstanbul.

[18] NovaThermoWood®: Finnish Thermowood Association, 2003, Thermowood handbook.

[19] Vasa (Gemi), https://tr.wikipedia.org/wiki/Vasa_(gemi), Vikipedi, Erişim Tarihi: 29.12.2015

[20] Smith, W.B.;Canham; H.O.; Harris, J.; Neuhauser, E.F.; Smith, A. 1996. Economic analysis of producing red oak dimension squares with a radio-frequency vacuum dry kiln. Forest Prod. J. 46(3): 30-34

[21] Leiker, M.; Adamska, M.A. 2004. Energy efficiency and drying rates during vacuum microwave drying of wood. Holz als Roh- und Werkstoff 62: 203-208.

[22] Resch, H. (2006). High-frequency electric current for drying of wood-historical perspectives. Maderas. Ciencia y tecnología, 8(2), 67-82.

[23] Ünsal Ö., Güler C., Mollamehmetoğlu G., "Ahşap Kurutmada Yüksek Frekans-Vakum Teknolojisi", Orman Mühendisleri Odası, cilt.1, ss.1-1, 2013

[24] Ünsal Ö., "Drying Performances Of Industrial High Frequency And Microwave Driers In Drying Of Some Hardwoods", PTF BPI 2014 - The 3rd International Conference on Processing Technologies for the Forest and Bio-based Products Industries , Salzburg, AVUSTURYA, 24-26 Eylül 2014

[25] Ünsal, Ö., Güler, C., Dilek, B., Görgün, H.V., 2014, "Çevre Dostu Kereste Kurutma Teknolojileri:Yüksek Frekans ve Mikrodalga", II. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, ISPARTA, TÜRKIYE, 22-24 Ekim 2014.

[26] Recep Sivrikaya Orman Ürünleri, King Dryer Web Sitesi, http://kingdryer.com/ Erişim Tarihi: 10.01.2016

[27] Pellerin, R.F., Ross, R.J., 2002, Nondestructive Evaluation of Wood, Forest Products Society Publication, Madiosun, USA, 1-892529-26-2.

[28] Iniguez, G., Arriaga, F., Esteban, M.,Bobadilla, I., 2006, Non-destructive methods for the quality control of structural Tali timber, Engineered Wood Products Association, http://www.ewpa.com/Archive/2006/aug/Paper_047.pdf [Ziyaret Tarihi: 28 Kasım 2012]

[29] Hoyle, R.J., Pellerin, R.F., 1978, Stress Wave Inspection of a Wood Structure, Proceedings of the Fourth Nondestructive Testing of Wood Symposium, Washington State University, Pullman. WA.

[30] Koca, G., As, N., Arıoğlu, N., 2013, Ahşap Dış Cephe Kaplama Elemanları, 7.Ulusal Çatı&Cephe Sempozyumu 3–4 Nisan 2014, Yıldız Teknik Üniversitesi, Beşiktaş, İstanbul.

Alüminyum ve PVC Doğrama Pencerelerin Duvar, Lento, Denizlik Birleşim Detayları ve Sorunları

Savaş EKİNCİ [1]

Konu Başlık No: 2

ÖZET

Günümüzde, alüminyum ve PVC pencere ve kapı sistemlerinde kasa-kanat-cam ilişkisinde su ve hava sızdırmazlığı sağlayan ve doğrama kesitinde ısı köprülerini engelleyen detay çözümleri oldukça gelişmiştir. Bu bağlamda piyasada yer alan ürünlerin doğrama detaylarına ve yapı fiziği değerlerine bakarak, üreticilerin de bu konuya ayrıca bir önem verdikleri söylenebilir. Buna karşın üretici firmaların ürün katalogları, montaj kılavuzları, eğitim kitapçıkları ve inşaat alanındaki yerinde uygulamalar incelendiğinde, kasa-kanat-cam ilişkisinin aksine, doğramaların duvar, lento ve denizlik ile olan birleşim detaylarının ikinci planda tutulduğu gözlemlenmektedir. Çoğunlukla doğrama, su sızdırmazlığı sağlayacak ve ısı köprüsünü engelleyecek herhangi bir fiziksel bariyer detayı olmaksızın duvar ve denizlik üzerine doğrudan monte edilmektedir. Arta kalan montaj boşluğu ise silikon, mastik vb. gibi yalıtım ürünleriyle yüzeyden kapatılmaya çalışılmaktadır. Ayrıca uygulama kolaylığı ve hızı gözetilerek yaygın olarak kullanılan bazı mekanik montaj detaylarının, yeterli bağlantı güvenliği sağlayıp sağlamayacağı da tartışmalıdır. Bu çalışma, bu şekilde uygulanan montaj ve yalıtım detaylarının, ilerleyen kullanım dönemlerinde en başta su ve ısı geçirimi olmak üzere, beraberinde montaj sağlamlığı (güvenliği) ve görünüm açılarından sorunlara neden olabileceği öngörüsünden yola çıkmaktadır. Bu doğrultuda da alüminyum ve PVC doğramalara özgü duvar-lento-denizlik birleşim detaylarının geliştirilmesinin önemi vurgulanmaktadır.

ANAHTAR KELİMELER: Yapı detay tasarımı, PVC - alüminyum pencere, Montaj-sızdırmazlık-yalıtım sorunları

Joints Details and Problems between Aluminum and PVC Windows and Walls, Lintels and Sills

Nowadays, in aluminum and PVC door-window systems, detail solutions preventing thermal bridges in joinery section and providing air and water tightness in relation between sash frame-casement-glass are quite advanced. In this context, by looking at window details of the products on the market and their building physics value, we can also say that manufacturers give importance to this issue. However, when we examine manufacturers' product catalogs, assembly instructions, training manuals and on-site applications, we can see that the window details between walls, lintels and sills have a secondary place compared to sash frame-casement-glass. Mostly, windows are mounted directly on walls and sills without providing any details of physical barrier to prevent thermal bridges and water impermeability. The remaining space during the installation is often filled with insulation products like silicone, compound etc. Also, considering ease and speed of application, it is questionable if some of commonly used mechanical installation details will provide adequate security. This study is based on the hypothesis that, those installation and insulation details will cause problems, during the later of period use, especially on water and air impermeability, on installation durability (safety) and aesthetics. In this regard, the study emphasize the importance of developing wall-lintel-sills details specific to aluminum and PVC windows.

KEYWORDS: Building detail design, PVC - aluminum window, installation-impermeability-insulation problems

[1] Dr. Savaş EKİNCİ, Arş. Gör. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Yapı Bilgisi Bilim Dalı, Meclis-i Mebusan Cad. No:24 Fındıklı / İstanbul, 0212 252 16 00 (279), savas.ekinci@msgsu.edu.tr

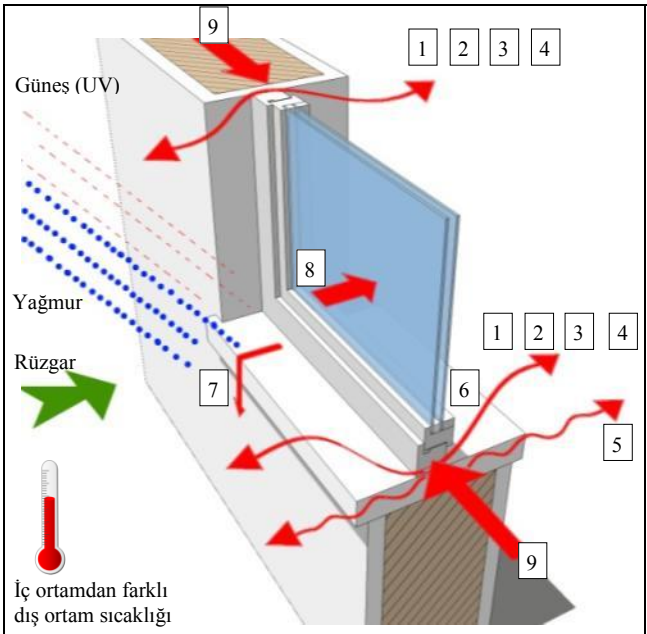
1. Giriş

Günümüzde, alüminyum ve PVC gibi seri üretime dayalı endüstrileşmiş kapı-pencere sistemlerinin kullanımı geniş ölçüde yaygınlaşarak ahşap doğramaların yerini almıştır. Bu yöndeki genel tercihte, bakım kolaylığı (veya gerektirmemesi), durabilite özellikleri (bozulma, çürüme, şişme vb. deformasyonlara neden olan dış etkenlere dayanıklılık), renk-doku çeşitliliği, ekonomiklik (özel işçilik gerektirmeyen, kolay bulunabilir, yaygın, standart seri üretim ürünleri olması dolayısıyla) gibi ölçütlerin etken olduğu söylenebilir. Alüminyum ve PVC pencere ve kapı sistemlerinde kasa-kanat-cam ilişkisinde su ve hava sızdırmazlığı sağlayan ve doğrama kesitinde ısı köprülerini engelleyen detay çözümlerinin oldukça gelişmiş olması da ayrıca bir tercih sebebi olarak düşünülebilir. Bu bağlamda piyasada yer alan ürünlerin doğrama detaylarına ve yapı fiziği değerlerine bakarak, üreticilerin de bu konuya ayrıca bir önem verdikleri söylenebilir.

Bununla birlikte duvar elemanın bir bileşeni olarak pencerenin, dış etkenler karşındaki performansının tek başına iyi derecede olması yeterli değildir. Yapı kabuğunun diğer bileşenleri ile birlikte bir bütün olarak değerlendirildiğinde, pencerenin duvar ile ara kesitini oluşturan birleşim detaylarının, yapı kabuğunun toplam performans düzeyi üzerindeki belirleyici etkisi yadsınamaz. Vurgulanan bu öneme karşın ürün katalogları, montaj kılavuzları, eğitim kitapçıkları ve inşaat alanındaki yerinde uygulamalar incelendiğinde, kasa-kanat-cam ilişkisinin aksine, doğramaların duvar, lento ve denizlik ile olan birleşim detaylarının ikinci planda tutulduğu gözlemlenmektedir. Genellikle sadece uygulama kolaylığı gözetilerek; su sızdırmazlığı sağlayacak ve ısı köprüsünü engelleyecek herhangi bir fiziksel bariyer detayı olmaksızın doğrama duvar ve denizlik üzerine doğrudan monte edilmektedir. Bu türdeki yaygın montaj biçiminin ortaya çıkaracağı sorunlara, birleşim detaylarını şekillendiren tasarım etkenleri ışığında bakılmalıdır.

2. Pencerede Duvar-Doğrama Birleşiminde Tasarım Etkenleri ve Uygulama Sorunları

Diğer yapı kabuğu eleman ve bileşenleri gibi pencerelerin temel işlevi de, dış ortam etkilerinden korumak üzere iç ortam arasında kontrollü bölme görevidir. Pencere ve duvar kendi başlarına yeterli dayanım, koruma, yalıtma vb. performansına göre tasarlanmış ve üretilmiş olsalar bile bu elemanların birleşim arayüzü dış etkenlerin doğrudan ve dolaylı etkileri için zayıf nokta oluşturmaktadır.



-Güneş (UV) etkeni
-Yağmur-su etkeni
-Rüzgar etkeni
-Ortamlar arasında ısı farkı etkeni
-Ortamlar arasında buhar basıncı (nem) farkı etkeni
-Ortamdaki büyük sıcaklık farkları (genleşme) etkeni
-Dış ortam gürültüsü-ses etkeni

1. Hava geçirimsizlik gereksinimi
2. Su geçirimsizlik gereksinimi
3. Isı yalıtım gereksinimi
4. Ses yalıtım gereksinimi
5. Isı köprüsünün engellenmesi gereksinimi
6. Yoğuşmanın önlenmesi gereksinimi
7. Yağmur suyunun uzaklaştırılma gereksinimi
8. Rüzgar basıncına dayanım gereksinimi
9. Isısal genleşmeden ve bina hareketinden (duvar ve doğrama) kaynaklı deformasyonların önlenmesi gereksinimi

Şekil 1 Pencerede duvar-doğrama birleşiminde tasarım etkenleri ve ilişkili detay çözümü gereksinimleri (çizen: S.Ekinci)

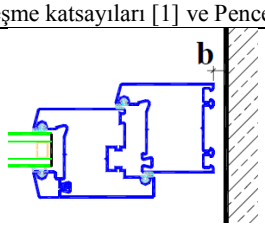
Şekil 1'de duvar-pencere birleşim detaylarının tasarımında göz önünde tutulması gereken dış etkenlerin doğrudan ve dolaylı etkileri (tasarım gereksinimleri) sıralanmaktadır. Bu etkenler ve gereksinmeler üzerinden uygulama ve detay sorunları şöyle açıklanabilir.

2.1. Birleşim Detayının Tasarımından Kaynaklanan Sızdırmazlık ile İlgili Sorunlar

Öncelikle pencere doğraması ile duvar arasında ölçüleri standartlarca belirlenmiş bir miktar boşluk payı bırakılması gerekmektedir. Bu pay, hem pencerenin montaj sırasında duvar düzlemine yerleştirilmesinde kolaylık sağlamak hem de bina hareketlerinden ve doğramanın ısısal farklar neticesinde genleşmesinden kaynaklı gerilmelerin ve deformasyonların oluşmaması için gereklidir (Tablo 1).

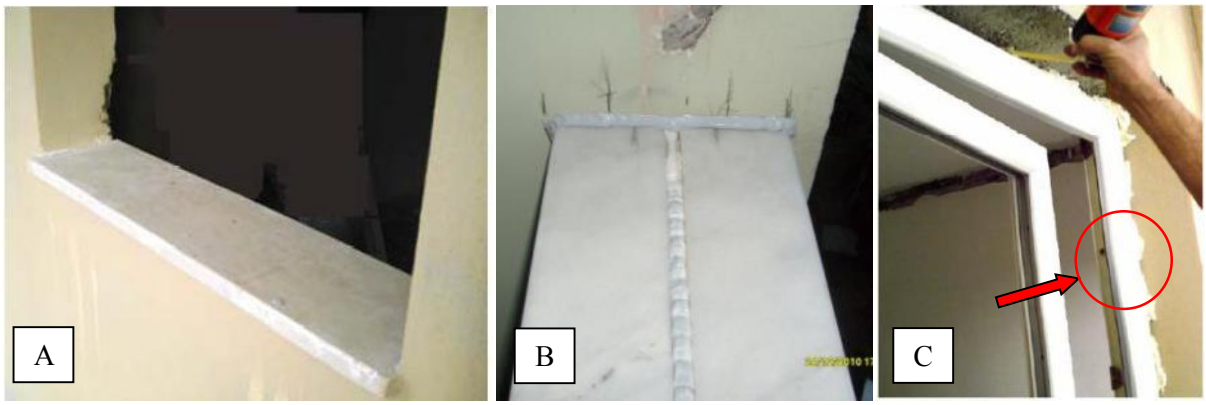
Tablo 1 Çeşitli yapı malzemelerinin ısı genleşme katsayıları [1] ve Pencere ile duvar arasında asgari boşluk payı [2]

Yapı Malzemesi	**Uzama katsayısı (10^{-5} /K)**
Tuğla	0,5 - 0,6
Beton	1,0 - 1,2
Taş	0,7 - 1,2
Cam	0,3 - 0,5
Çelik	1,2
Ahşap (life paralel)	0,4 - 0,7
PVC	7,0 - 8,0
Alüminyum	2,4



Pencere Malzemesi	**Pencere boyutlarına göre asgari boşluk payı (b)**			
	1,5 m	**2,5 m**	**3,5 m**	**4,5 m**
PVC (beyaz)	10 mm	15 mm	20 mm	25 mm
PVC (koyu renkli)	15 mm	20 mm	25 mm	30 mm
Alüminyum (koyu renkli)	10 mm	10 mm	15 mm	20 mm
Ahşap doğrama	10 mm	10 mm	15 mm	20 mm

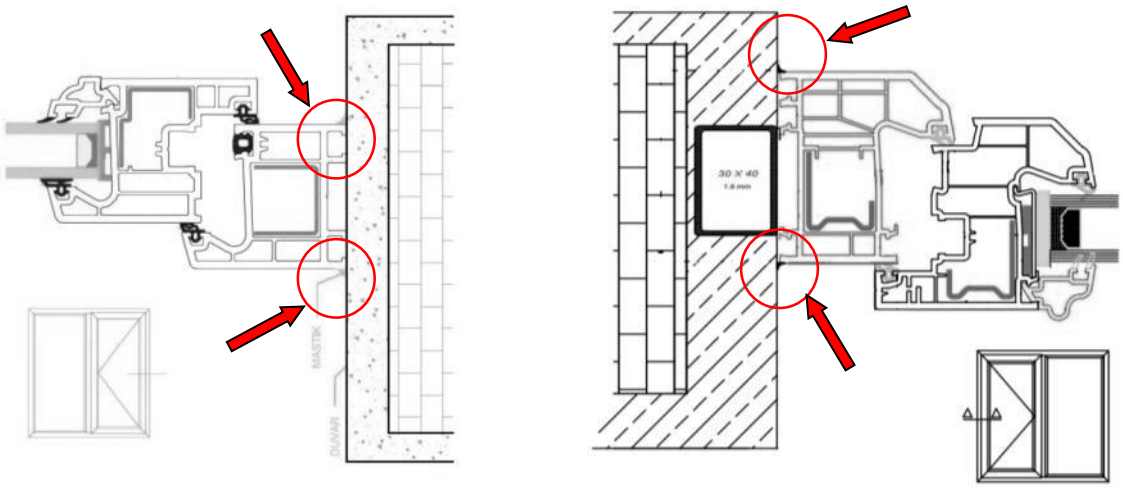
Bununla birlikte, su, hava, ses ve ısı yalıtımını sağlamak üzere bu boşluğu kapatacak önlemlerin de alınmış olması gerekir. Buna karşın birçok uygulamada görüldüğü üzere doğramalar bitmiş duvar ve denizlik düzlemi üzerine doğrudan monte edilmektedir (Şekil 2-A ve 2-B). Gerekli genleşme payları bırakılmak istendiği durumda da, bu türlü bir montajın doğrama ile duvar düzlemi arasında çözümü zor yalıtım problemi doğuracağı söylenebilir. Çünkü bu genleşme payı özellikle su sızdırmazlığı için kullanılan silikon ve mastik benzeri yalıtım ürünleri için çoğu zaman oldukça geniş kalmaktadır. Kalan geniş payın poliüretan köpük yalıtımlarla kapatılması ise yeterli su yalıtımını sağlamadığı gibi taşan kısımları sonradan kesilerek düzeltilse bile kötü görünüme sebep olmaktadır (Şekil 2. C). Birçok firmanın detay katalogunun yanında, Milli Eğitim Bakanlığı'nın mesleki gelişim için hazırlamış olduğu eğitim dokümanlarında dahi, bu sorunlar göz ardı edilerek doğrudan duvar ve denizlik yüzeyine montaja yönelik hatalı detaylar ve uygulama örnekleri yer almaktadır [3], [4], [5].



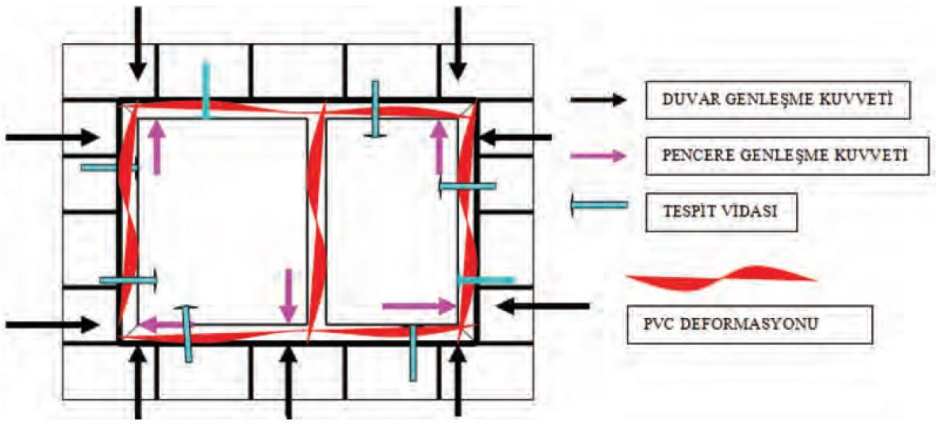
Şekil 2 MEB eğitim kitapçıklarında, doğramanın doğrudan montajı için hazırlanmış duvar yüzeyi ve denizlik örnekleri [3], ve montaj payının poliüretan köpük ile doldurulması [4].

Bunun yanında, piyasadaki ürün kataloglarında ve uygulamalarda, PVC ve alüminyum doğramanın genleşme payını ihmal eden ve/veya görmezden gelen birleşim detaylarının da oldukça yaygın olduğu görülebilir. Yine doğrama elemanının duvar ve denizlik yüzeyine doğrudan montajını esas alan bu detaylarda, birleşim arakesiti silikon ile yüzeyden kapatılmaktadır (Şekil 3). Bu şekildeki detaylarda

birleşim arakesitinin silikon ile yüzeyden kapatılmasının sakıncaları bir yana, yeterli çalışma payının bırakılmaması da doğramada genleşme-büzüşme deformasyonlarına neden olmaktadır (Şekil 4).
Bu deformasyonlar ise pencere kanatlarının düzgün çalışmamasına (sıkışması), birleşim noktalarındaki derz dolgularında ve yalıtım bileşenlerinde sızdırmazlığı olumsuz etkileyecek açılmalara ve çatlaklara sebebiyet vermektedir.

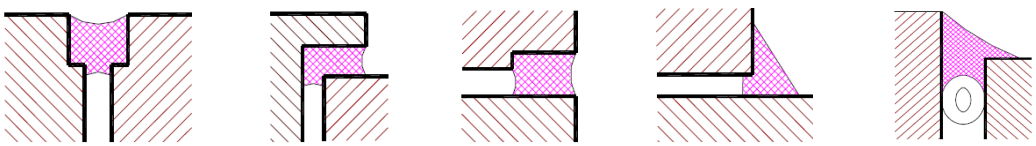


Şekil 3 Üretici firma teknik kataloglarında yer alan, duvar yüzeyine doğrudan montaja yönelik detay örnekleri [7], [8] (sorunları gösteren oklar sonradan eklenmiştir)

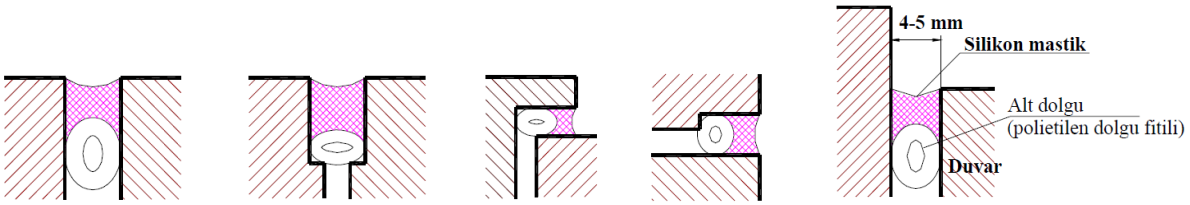


Şekil 4 Pencere doğramasında ısısal genleşme sonucu oluşan deformasyonlar ve gerilmeler [6]

Şekil 3'de olduğu gibi birleşim arakesitinin üçgen kesit oluşturacak şekilde yüzeyden silikon ile yalıtılmaya çalışılması ise detayın bir diğer kusurlu yanıdır. Sızdırmazlık için kullanılan silikon, basınç ve çekme gerilmeleri etkisinde %25-%50 oranında elastik şekil değiştirebilir bir malzemedir [9]. Bu elastiklik özelliği sayesinde basınç ve çekme gerilmelerine karşı yeterince dayanıklı olmasına karşın kesme kuvvetleri karşında kolayca yırtılabilmekte veya yapıştığı yüzeyden ayrılabilmektedir. Bu nedenle Şekil 5'deki gibi birbirine dik iki yüzeye veya üç farklı yüzeye yapışacak şekildeki uygulamalardan kaçınılmalıdır [10]. Dolayısıyla silikon mutlaka bir derz içinde olmalıdır. Başka bir ifade ile karşılıklı iki yüzey arasındaki açıklığa doldurulmalıdır. Ayrıca silikonun arkadaki üçüncü bir yüzeye yapışmasını engellemek ve silikonun derinliğini tayin etmek üzere özel polietilen derz dolgu fitilleri kullanılmalıdır (Şekil 6). Bunun yanında ideal derz aralığı 4-5 mm olup, uygulama derinliği ile derz genişliği birbirine yakın olmalıdır [2].



Şekil 5. Birleşim derzlerinin silikon ile yalıtılmasında YANLIŞ uygulamalar [2]



Şekil 6 Birleşim derzlerinin silikon ile yalıtılmasında DOĞRU uygulamalar [2]

Silikon uygulamasına yönelik tüm bu temel ilkelere karşın, piyasadaki uygulamaların çoğunda silikonun birleşim arakesitine yüzeyden sıvandığı görülmektedir. Bu durumda, UV etkisinde özelliğini kaybeden ve yapısal hareketler sonucunda da üzerinde çatlaklar, yırtılmalar, açılmalar oluşan silikon malzemenin, su ve hava sızdırmazlığı görevini yerine getiremeyeceği aşikârdır (Şekil 7 ve 8). Ayrıca şekildeki silikon uygulamalarının, görünümün açısından da olumsuz sonuçlar doğuracağı söylenebilir.



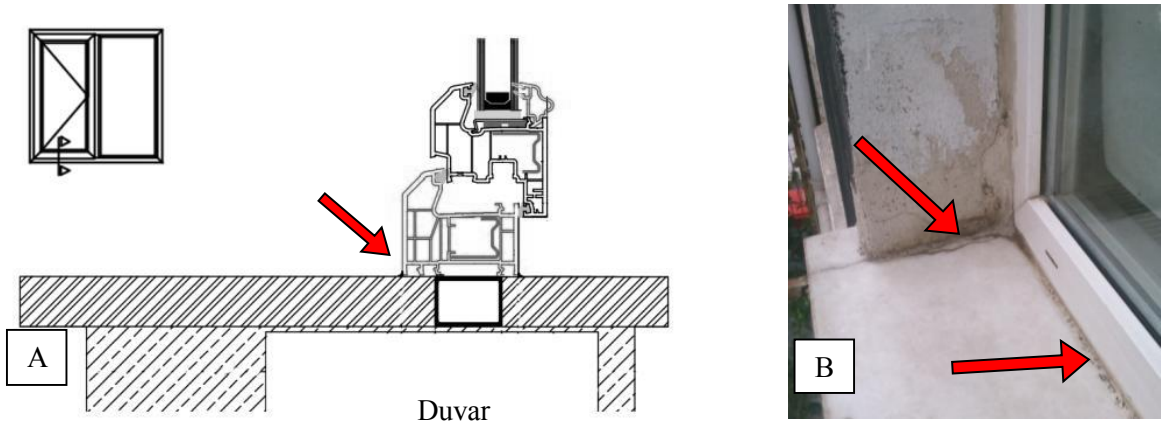
Şekil 7 Dış yüzeyde hatalı detay ve uygulamalar sonucunda silikon malzeme üzerinde oluşan çatlaklar, yırtılmalar ve ayrılmalar (Fotoğraf: S. Ekinci)



Şekil 8 İç yüzeyde hatalı detay ve uygulamalar sonucunda silikon malzeme üzerinde oluşan çatlaklar, yırtılmalar ve ayrılmalar (Fotoğraf: S. Ekinci)

Silikonun yüzeyden sıvanması şeklindeki hatalı bu uygulamanın esas kaynağı ise, doğramanın duvar ve denizlik yüzeyine doğrudan montajını esas alan detay çözümüdür. Bununla birlikte, doğramanın duvar yüzeyine ve denizlik üzerine doğrudan montajı, beraberinde başka hatalı detay çözümlerini de zorunlu kılmaktadır. Bir başka deyişle bu hatalı uygulama prensibi, zincirleme şekilde hatalı detay noktaları oluşturmakta, bunlar da başta su, ısı, hava sızdırmazlık sorunları olmak üzere ısı köprüsü ve yoğuşma problemleri için ortam teşkil etmektedir. Sık karşılaşılan bu hatalı detay çözümlerinin neden oldukları sorunlar şöyle açıklanabilir.

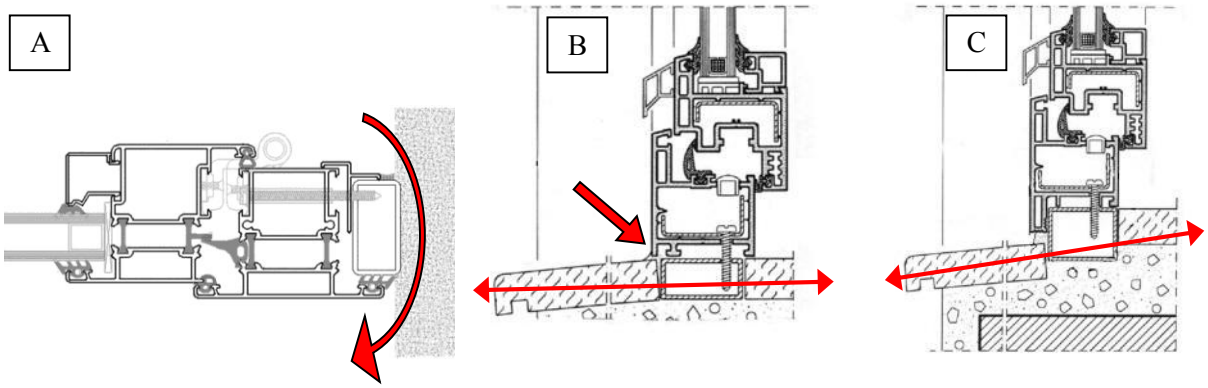
RAL (Alman Plastik Pencere Sistemleri Kalite Birliği) kaidelerine göre pencere ve montaj yalıtım malzemelerinin (sızdırmazlık contası) garanti süresi sadece 6 ay'dır [6]. Dolayısıyla, detay kesitinde tasarlanmış ilave fiziksel önlemler olmaksızın silikonun tek başına yeterli su ve hava sızdırmazlığı sağlayacağı düşüncesi, yanlış bir kanıdır. Buna karşın, piyasadaki genel alışkanlıkla denizlikler, Şekil 2-A, 2-B, 9-A ve 9-B'de olduğu gibi eğimsiz ve çoğu zaman da tek parça olarak parapet üzerine yerleştirilmektedir. Kasanın duvar düzlemine ve denizliğe montajında kolaya kaçan bu uygulamanın sakıncaları şöyle sıralanabilir: Öncelikle, denizliğin eğimsiz veya yetersiz eğimde olması sonucunda, yağmur suları uzaklaştırılamayarak denizlik üzerinde birikmektedir. Bu durumda, doğrama denizlik birleşim ara kesitine yüzeyden uygulanan silikon yalıtım, suyun içeri sızmasının önündeki tek engeldir. Rüzgarın basınç etkisi de düşünüldüğünde bu şekildeki bir detayın er veya geç su geçirim sorunlarına sebebiyet vereceği açıktır. Ayrıca biriken yağmur suları, duvar yan yüzeyleri tarafından emilmekte ve bu noktalarda malzeme bozunumuna neden olmaktadır (Şekil 10-B).



Şekil 9 (A) Firma teknik kataloglarında yer alan pencere kasası - denizlik birleşim detayı [8], **(B)** Eğimsiz denizlik uygulaması sonucu oluşan sorunlu noktalar ve tahribatlar (Fotoğraf: S. Ekinci)

2.2 Birleşim Detayının Tasarımı ve Isı Köprüsü Oluşumu

Pencere duvar-denizlik birleşim detaylarında karşılaşılan bir diğer önemli sorun da ısı köprüleridir. Doğrama kesitinde ısı köprülerine karşı her ne kadar önlem alınmış olsa dahi, duvar ve denizlik birleşim noktalarında da önlem alınmadığı durumda önemli ısı kayıplarının oluşacağı açıktır. Doğramanın yüzeyden doğrudan monte edildiği uygulama şeklinde, hem denizlik hem de duvar yüzeyi, iç ile dış ortam arasında enerji kaybına neden olan ısı köprüleri oluşturmaktadır (Şekil 10).



Şekil 10 Doğrama birleşim noktalarında ısı köprüsü oluşumu: **(A)** Firma teknik kataloglarında yer alan duvar doğrama birleşimi [12], **(B) ve (C)** Denizlikte oluşan MEB Mesleki eğitim kitapçıklarında yer alan kör kasalı denizlik-doğrama birleşim detayları [4],[5] (sorunları gösterir oklar sonradan eklenmiştir)

Özellikle içten dışa tek parça halinde uzanan doğal taş denizlik uygulamalarında, denizliğin iç ortama bakan yüzeyinde (damlalık kısmı) terleme ve yoğuşma oluşması kaçınılmazdır. Benzer şekilde kör kasalı montajlarda denizlik iki ayrı parça halinde olsa bile, kör kasayı oluşturan metal profil, ısı köprüsünü tamamlayıcı rol oynamaktadır (Şekil 10 B). Şekil 10-C'deki gibi binili doğrama profili, kör kasa ile birlikte kullanılarak su sorunu kısmen önlenmiş olsa da, kör kasanın varlığı ısı yalıtımı

açısından sorunlu nokta teşkil etmektedir. Metal kör kasa kullanımı, inşaat sektörünün eksiklerinden, belli standartları olmayışından, işçilik kalitesinin yetersizliğinden dolayı, bir zorlama sonucu, hataları gidermek amacı ile meydana çıkmış ve kullanılmaya devam edilmektedir [2].

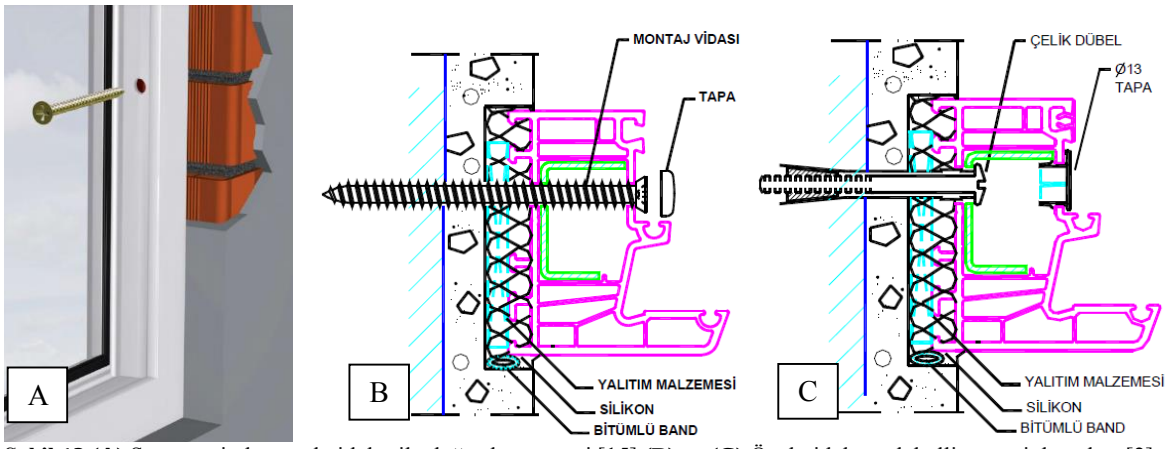
Kör kasalı montaj uygulamalarında en azından ısı köprüsünü engellemek üzere, metal profil ile iç duvar ve dış duvar yüzeyinde yer alan denizlik parçaları arasına yalıtım malzemesi yerleştirilmiş olması gerekir. Ancak çoğu uygulamada bunun dahi yapılmadığı gözlemlenmektedir. Hatalı uygulamaların neden olduğu ısı köprüleri ve yoğuşma sorunları, zamanla insan sağlığını ve mekân kalitesini olumsuz etkileyecek küflenme ve rutubet sorunlarını da beraberinde getirmektedir (Şekil 11)



Şekil 11 Duvar ve denizlik yüzeyinde ısı köprülerinin neden olduğu yoğuşma, terleme, küflenmeler (Fotoğraf: S. Ekinci)

2.3. Mekanik Tespit İle İlgili Sorunlar

Mekanik tespit yöntemleri ise ayrı bir tartışma konusudur. Dübelli, özel vidalı ve kenet lamalı montaj yöntemleri, doğramanın yerine mekanik bağlantısının yapılmasında bilinen yöntemlerdir. Bunlar arasında özel vidalı montaj hızlı ve kolay olmasından ötürü en yaygın olanıdır (Şekil 12-B). Bu montaj yönteminde kasa profili duvara "özel vidalar" aracılığıyla doğrudan monte edilmektedir. Bağlantı güvenliği ise tamamen vida yivleri ile duvar gövde malzemesi arasındaki mekanik aderansa bağlıdır. Dolayısıyla bu vidalama yerlerinin mutlaka duvarın dolu kısımlarına denk getirilmesi tavsiye edilmektedir. Betonarme, dolu tuğla, hafif beton ve kireç taşı gibi dolu yapıdaki duvarlarda nispeten sorun olmasa da delikli tuğla gibi boşluklara sahip duvarlarda vidalama yerlerinin mutlaka derz aralıklarına denk getirilmesi zorunludur (Şekil 12-A). Buna karşın ülkemizdeki yaygın uygulama biçimiyle sıvası tamamlanmış bitmiş yüzeye montajda, bu derz aralıklarının tespiti çok zordur. Bu sorunlara karşın vidaların duvar içine çakılan çelik veya plastik dübellere vidalanması ise nispeten daha güvenli bir bağlantı sağlamaktadır (Şekil 12-C). Ancak, duvarın ve doğramanın farklı çapta uçlarla delinmesi, dübellerin duvara çakılması ve ardından doğramada açılan vidalama deliklerinin dübel yerlerine denk getirilmesi gibi çok aşamalı ve daha hassas işlemler gerektirmesi nedeniyle pek tercih edilmemektedir.

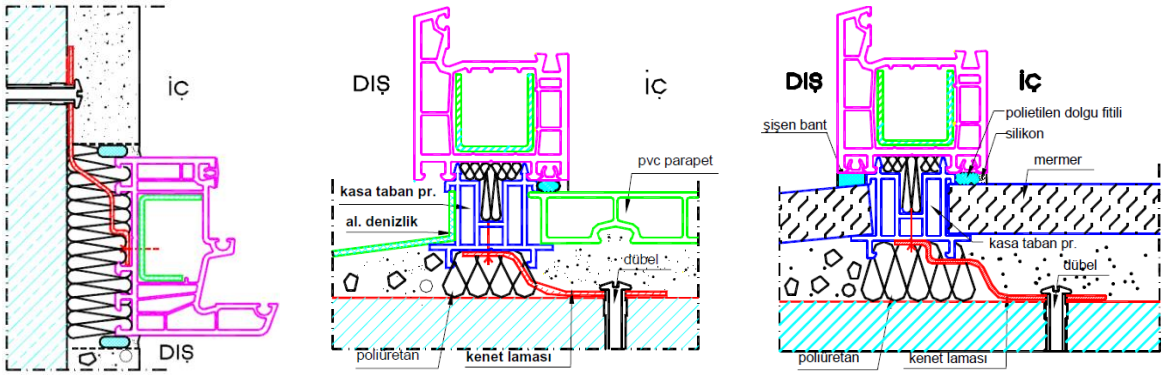


Şekil 12 (A) Sıva üzerinden özel vidalar ile doğrudan montaj [15] **(B) ve (C)** Özel vidalı ve dübelli montaj deyatları [2]

Dübelli ve özel vidalı çözümlerde, bağlantı güvenliğine ilişkin dikkat edilmesi gereken bir diğer nokta da ısısal genleşmelere ve yapı hareketlerine karşı bırakılan boşluk payıdır. Öncelikle, doğrama ile duvar arasındaki bu boşluğun, vidaların yeterli bağlantı güvenliğini sağlayacak düzeyde sıkılabilmesinin önünde çoğu zaman engel teşkil ettiği söylenebilir. Buna karşın fazla sıkılmaları ise, doğrama profili üzerinde çökmelere ve/veya doğramanın çerçeve geometrisini bozan sehimlere ve gönye bozukluklarına neden olabilmektedir. Ayrıca bu durum vida ve dübellerin duvar içinden sıyrılmasıyla da sonuçlanabilmektedir.

Vidalı montaj yöntemlerine ilişkin diğer konu da, bağlantı noktalarının doğramanın genleşmesine engel teşkil etmemesi gerekliliğidir. Özel vidalı çözümlerde vida, hem doğrama profilinin tüm katmanlarına hem de duvara diş açarak bağlantı aderansını sağlamaktadır. Dolayısıyla bu bağlantı noktaları, doğramanın genleşme payı içinde hareket edebilmesini engelleyen rijit noktalar oluşturmaktadır (Şekil 12-B). Bağlantı noktalarında hareketi engellendiği için doğrama çerçevesi, genleşme etkilerine karşı bütüncül bir davranış gösterememektedir. Bu durum ise doğrama çerçevesinde homojen olmayan gerilmelere neden olarak, deformasyonlara neden olabilmektedir. Dübelli montaj yönteminde ise, vida doğrama profiline diş açarak bağlanmadığı için bağlantı ekseninde doğramanın genleşebilmesine izin verir (Şekil 12-C).

Kenet lamalı çözüm de ise yukarıda bahsedilen genleşme ve montaj güvenliği ile sorunlar ile karşılaşılmaz. Bağlantı lamalarının sağladığı esneklik, doğramanın tüm doğrultularda genleşebilmesine olanak tanımaktadır. Ayrıca montaj kaba yapı yüzeyine gerçekleştirildiği için, duvarın montaja uygun kısımlarının tespiti kolaydır ve gerektiği gibi ayarlanabilir. Kenet lamalarının duvara bağlantısında, tespit noktaları doğrama düzleminin dışında kaldığı için kullanılan dübellerin sağlam ve sıkı şekilde tamamının duvarın içine girip girmediği kontrol edilebilir. Dolayısıyla da doğrama profilinde montajdan kaynaklı deformasyonlara sebep olmadan daha güvenli bir bağlantı sağlanabilmektedir. Bunun yanında doğrama iç yüzeyinden delinmediği için su yalıtımı açısından zayıf noktalar oluşmaz. Tüm bu avantajlarına karşın en az tercih edilen yöntemdir. Bunda, diğerlerine kıyasla görece olarak biraz daha maliyeti artıran ek parça gerektirmesi ve inşaat piyasasının genellikle kalite yerine kolaya kaçma anlayışının etken olduğu düşünülebilir.



Şekil 13 Kenet lamalı montaj detayları [2]

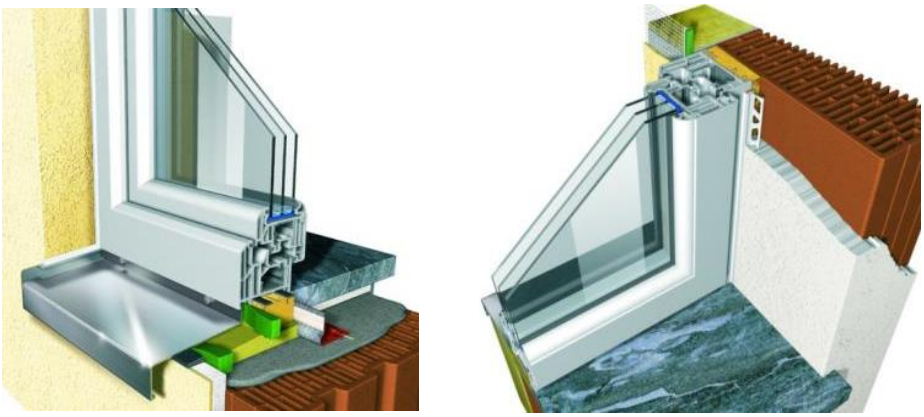
2.4. Birleşim Detayının Tasarımında Sorunların Önlenmesinde Yönelik Genel Yaklaşım

Yağmur suyunun uzaklaştırılması, iç mekâna ve duvar kesitine su sızdırmazlığının sağlanması, ısı yalıtımının sağlanarak ısı köprüsünün engellenmesi, montaj yöntemi ve montaj güvenliği, bütüncül olarak bir arada ele alınması gereken konulardır (Şekil 14). Özetle bir sorunun çözümü, bir diğer sorunun kaynağı olmamalıdır. Bu doğrultuda da tespit edilen sorunların önlenmesinde söz konusu birleşim detaylarında gözetilmesi gereken ilkeler şöyle sıralanabilir:

Su sızdırmazlığının sağlanmasında, öncelikle birleşim detayı kesitinde suyun geçişini önleyecek ve uzak tutacak fiziksel bariyerler oluşturulmalıdır. Silikon ve benzeri mastik yalıtımlar kullanılmalı ancak fiziksel bariyerlerin ardında ikincil-yedek bir önlem olarak düşünülmelidir. Ayrıca tasarlanan

detaylarda silikon, uygulama esaslarına ters düşmeyecek ve dış etkenlerden mümkün oldukça korunacak şekilde yer almalıdır. Bu doğrultuda, doğramanın yüzeyden montajından kaçınılmalı; yan duvarlarda mutlaka sıva içine gömülmeli; denizliklerde ise suyun tırmanmasına engel olacak fiziksel bir bariyer üzerine konumlandırılmalıdır (Şekil 13).

Isı köprülerine neden olacak metal kör doğrama uygulamasından veya denizliğin tek parça olmasından kaçınılmalıdır. İç ve dış yüzeyler arasında ısı iletimini engelleyecek bariyerler oluşturulmalıdır. Detayların tasarımında bu bariyerler, malzeme ve yapım özellikleri gözetilerek her denizlik ve duvar türüne özgü olmalıdır. Isı köprüsünü oluşumunu engellemek üzere yalıtım bariyeri, sadece pencere doğrama düzleminde değil, tüm denizlik ve duvar yan yüzeyinin tümünü kapsayacak şekilde ele alınmalıdır. Pencerenin duvara mekanik montajında ise, esneklik ve güvenlik avantajları göz önünde tutularak kenet lamalı çözümler tercih edilmelidir. Aynı zamanda bu montaj şekli su geçişini ve ısı köprüsünü engelleyecek fiziksel bariyerlerin oluşturabilmesi için uygun koşullar sağlamaktadır.



Şekil 14 Etkenlere karşı, Doğrama, denizlik, duvar ve kaplama birleşim detaylarının, bütüncül şekilde detaylandırılması [16]

3. Değerlendirme ve Sonuç

Türkiye'de yapılan uygulamalar incelendiğinde endüstrileşmiş PVC ve Alüminyum pencere sistemlerinin duvar ile birleşiminde ortaya çıkan sorunların basit işçilik hatalarının ötesinde değerlendirilmesi gerektiği anlaşılmaktadır. En basit estetik probleminden, en karmaşık yapısal sorun aralığında değerlendirilmesi gereken bu sorunların yaygınlık derecesi bu araştırmaya konu edilmesinin en önemli gerekçesidir. Özel tasarlanıp, şantiye kontrolü dikkatli şekilde yapılan yapılarda bu sorunlar kısmen kontrol altına alınabilmektedir. Ancak yapılı çevremizin niteliğini çok büyük ölçüde belirleyen konutlarda birleşim detayı sorunsuz olan uygulamalar adeta istisna olarak kalmıştır.

PVC ve alüminyum pencere sistemlerinde kasa-kanat-cam birleşimlerine ilişkin detay çözümlerinin ve malzeme özelliklerinin yeterli yapı fiziği performansı sağlayacak düzeyde gelişmiş ve standartlara bağlı olduğu görülmektedir. Bileşenlerin bir araya gelerek yapı elamanının bütününü oluşturduğu göz önünde tutulduğunda, bileşen performanslarının bütünden ayrı olarak çok iyi derecede olması yeterli değildir. Diğer bileşenler ile bir araya geldiğindeki toplam performans asıl göstergedir. Yani, bir sistem en zayıf halkası kadar güçlüdür. Yapı kabuğunda en zayıf halkanın, birleşim detayları olduğu unutulmamalıdır.

Üretici firmalar, diğer cephe bileşenlerinden bağımsız olarak profil tiplerinin yer aldığı çok sayıda dokümanı kullanıcılara sunmaktadır. Buna karşın duvar ile birleşim alternatiflerine ilişkin pek az firma detay önerisi sunmaktadır. Birkaç istisna üretici haricinde ortaya konan bu detayların çoğunluğunda da temel tasarım etkenlerini göz ardı edildiği görülmektedir. Bu bilgi eksikliği ve/veya ilgisizlik sonucunda, yanlış detaylandırma ilkeleri uygulamalara da yansımakta ve genel bir alışkanlık haline gelmektedir. Mesleki eğitim kitapçıklarında ve uygulamacılara rehber olması için sundukları teknik kataloglarda dahi bu yanlış detaylandırma ilkelerinin yer alması, hatalı uygulamaların yaygınlaşmasında bir etken olduğu düşünülebilir. Bu paralelde, firmaların sadece doğrama profil detaylarına odaklanıp duvar ile olan ara kesitini ikinci planda tutmasının nedeni olarak, tabi oldukları

standart gösterilebilir. Pencere ve kapıların mamul standardını ve performans özelliklerini belirleyen TS EN 14351-1 standardında da duvar arakesiti ikinci plandadır ve bu konuya ilişkin açık bir düzenleme getirmemektedir [14]. Buna göre Türkiye'deki hali hazırdaki yapım teknolojisi ve olanaklarını da gözeterek, ilgili standardın bu yönde geliştirilmesi gerekmektedir. Yaygınlaşmış ve alışkanlık haline gelmiş yanlışlardan dönülebilmesi için, standartların yaptırım gücünden yararlanılmalıdır.

Bir diğer nokta da işgücü eğitimidir. Uygulama gerçekleştiren işçilerin eğitimi sadece doğrama imalatı, çerçeve kuruluşu ve doğramanın cephe boşluğuna basit montajı ile sınırlı kalmamalıdır. Pencere-duvar arakesitinde yer alan tüm tamamlayıcı bileşenleri ve işleri kapsayan bir alanda işgücünün uygulama yetenekleri geliştirilmelidir. Uygulamacılara kazandırılacak bu çok yönlülük, birleşim detaylarındaki birçok işin tek bir elden çıkarılabilmesine olanak sağlayabilir. Böylece, ayrı uzmanlık alanlarının birbirinden bağımsız uygulamalarının neden olduğu birleşim detayı sorunlarının önüne geçilebilinir. Ülkemizde, pencere-duvar arasındaki birleşim detayları, duvar sistemi üreticileri ile endüstriyel hazır pencere sistemi üreticileri arasında kalan gri bölgedir. Pencere-duvar birleşimine yönelik piyasadaki ürün çeşitliliğinin ve çözümlerin azlığı göz önünde tutulduğunda da, sorunların çözümü şantiyedeki uygulamacıların inisiyatifine ve becerilerine kalmaktadır. Buna göre, farklı duvar ve doğrama türleri arasında birleşim alternatifleri sağlayacak şekilde tasarım etkenlerine uygun ürün ve detayların geliştirilmesinin bir ihtiyaç olduğu söylenebilir. Hem doğrama ve hem de duvarla olan montaj ilişkileri gözetilerek geliştirilecek ürün ve detaylar aracılığıyla, pencere ile duvar bileşenlerinin sorunsuz bir sitem olarak bütünleştirilmesi sağlanabilir.

KAYNAKLAR

[1] Eriç, M., 1994. Yapı Fiziği ve Malzemesi, Literatür Yayınları, İstanbul
[2] PİMAPEN, 2004. Montaj Teknik Dokümanı, *Teknik döküman*
URL: http://www.pimapen.cc/common/kutuphane/montaj.pdf (Erişim tarihi: 17.12.2015)
[3] MEGEP, 2006. PVC Montaj, *İnşaat Teknolojisi Eğitim Kitapçığı*, s.6 ve 18, Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi (MEGEP), Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara
[4] MEGEP, 2015. PVC Doğramaya Hazırlık, *İnşaat Teknolojisi Eğitim Kitapçığı*, s.58, Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi (MEGEP), Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara
[5] MEGEP, 2011. PVC Pencere Kapı Çizimi, *İnşaat Teknolojisi Eğitim Kitapçığı*, s. 4, Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi (MEGEP), Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara
[6] Kırbaş, C., 2013. Binalarda Pencere Duvar Arasındaki Derz/Montaj Boşluğundan Enerji Kaybı, *Tesisat Mühendisliliği Dergisi*, sayı 136, s.12-24, TMMOB Makina Mühendisleri Odası Yayını, Ankara
[7] ASAŞPEN (2015), Montaj Uygulama Örnekleri, *Teknik Katalog*, s. 16-4-13
http://www.asaspen.com.tr/pdf2/16.4.pdf (Erişim tarihi: 15.01.2016)
[8] ARTWIN (2016), Nokta Detayları, *Teknik Katalog*
URL: http://artwin.com.tr/nokta-detaylari (Erişim tarihi: 15.01.2016)
[9] CMHC-SCHL, 2003. Design of Durable Joints between Windows and Walls, *Research Highlight (Teknik Bülten),* sayı: 03-107 (Temmuz 2003), Housing Research at CMHC (Canada Mortgage and Housing Corporation), Kanada
[10] WİNSA, 2011. Genel Montaj Kuralları, *Teknik Doküman*
URL: http://www.winsa.com.tr/upload/pdf/29b17e65-edc1-4789-a7c9-849bacc0c075.pdf
(Erişim tarihi: 17.12.2015)
[11] MEGEP, 2006. Alüminyum Pencerele, *İnşaat Teknolojisi Eğitim Kitapçığı*, Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi (MEGEP), Milli Eğitim Bakanlığı, Ankara
[12] ASLANLAR-ALÜMİNYUM (2016). Isı Yalıtımlı Profil Detayları, *Teknik Detay*
http://www.aslanlarmetal.com/?/isi-yalitimli-serisi-profilleri/2 (Erişim tarihi: 02.03.2016)
[13] TS EN 1435-1, 2008. Pencereler ve Kapılar Mamul Standardı, Performans Özellikleri -Bölüm 1: Pencereler ve Yaya Geçişine Uygun Hazır Dış Kapılar, *Standart,* Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
[14] Makine Mühendisi ve Standart ve Tasarım Uzmanı: Pencere'de Standartlara Uyulmuyor, (2009) *Dünya İnşaat Dergisi*, Haber, sayı: Haziran 2009, "Globus" Dünya Yayıncılık
URL: http://www.dunyainsaat.com.tr/dergioku.php?haberid=2976 (erişim tarihi: 15.01.2016)
[15] FIRATPEN 2015. Pencere Montaj Kılavuzu, Teknik Doküman
URL: http://www.firatpen.com.tr/mimar-proje/pvc-pencere-montaj-uygulamasi (Erişim tarihi: 17.12.2015)
[16] AIS, 2016. Firma Teknik detayları
URL: http://www.ais-online.de/firma/3ks-profile/neuheit/ral-konform-und-enev-sicher (Erişim Tarihi: 02.03.2016)

Eskişehir'de Mansard Çatının Kent Mimarisine Etkileri

Doç. Dr. Berna Üstün [1]
Araş. Gör. Fatma Kolsal [2]

Konu Başlık No: 5

ÖZET

2012 yılında Eskişehir Büyükşehir Belediyesi'nin İmar Yönetmeliğinin çatılar ve pencereler ile ilgili maddelerinde yaptığı değişiklikler sonucunda kentte "mansard tipi" çatı kullanımına izin verilmiştir. Yapılan bu değişiklik üzerinden geçen 4 yıl boyunca yeni yönetmeliğe uygun olarak inşa edilen binalarla kentin silueti değişmiştir. Aynı şekilde son katlardaki bağımsız bölümlerle ilişkili olarak kullanımına izin verilen çatı arası hacimler, özellikle konutlardaki mekânsal farklılıklara da olanak sağlamıştır.

Bu bildiri kapsamında Eskişehir kentindeki bu değişikliğin kent silueti açısından değerlendirilmesi yapılırken, mekansal etkilerinin örneklerle açıklanması amaçlanmaktadır. Literatür taraması ve görsel verilerin toplanması aracılığıyla elde edilecek bulgularla hedeflenen sonuç, mansard çatının Eskişehir kent mimarisine etkilerini ortaya koymaktır.

ANAHTAR KELİMELER

Çatı, mansard çatı, çatı arası, kent mimarisi

ABSTRACT

The use of "mansard roof" has been approved in Eskişehir after the changes done for the articles concerning the roof and windows in the Construction Regulations of Eskişehir Metropolitan Muicipality, in 2012. During the years, after the change in the regulations, the silhouette of the city has been transfomred by the new-built edificies. Similarly, the space underneath the new mansard roof has been modified and rendered new spatial varieties possible.

As part of this notification, not only the evaluation of this change regarding the silhouette of Eskişehir, but also the spatial outputs of it will be discussed. In order to propose the effects of the mansard roof to the architecture of Eskişehir, the literature survey and examplifying photographs will be utilized.

KEYWORDS

Roof, mansard roof, attic, city architecture

[1] Anadolu Üniversitesi, İki Eylül Kampüsü/Eskişehir, 0 222 3213550/6650, bustun@anadolu.edu.tr
[2] Anadolu Üniversitesi, İki Eylül Kampüsü/Eskişehir, 0 222 3213550/6650, fatmakolsal@anadolu.edu.tr

1. Giriş

Kent siluetinin ve kent imgelerinin kavranmasında, "çatı" nın etkisi göz ardı edilemez. İki boyutlu olarak kâğıt üzerine aktarılan kent siluetinde en önemli unsur çatılardır. Yapısal açıdan bir bitiş elemanı olarak açıklanan ve mimari olmaktan daha çok teknik bir konu olarak ele alınan "çatı", aslında tasarımın bir parçası olarak mekânsal etkilere sahiptir. Özellikle iklimsel nedenlerle dik olarak tasarlanan çatılarda bu mekânsal etki güçlenir, "çatı arası" denilen bir büyüklüğün tasarıma katılmasını olanaklı kılar.

Geleneksel kültürümüzde çok örneği olmayan çatı arası kullanımı, daha çok mansard çatı tipi kullanımının gelenek haline geldiği Avrupa ülkelerinde yaygındır. Boşluğun faydaya dönüştüğü bu çözümlerde çatı; bitiş elemanı olmaktan çıkar ve mekânın farklı bir yüzeyini oluştururken, iç mekânın dışarıyla kurulan ilişkisine farklı bir boyut katar.

Bu bildiri kapsamında 2012 yılında Eskişehir Büyükşehir Belediyesi'nin İmar Yönetmeliğinin çatılar ve pencereler ile ilgili maddelerinde yaptığı değişikliklerin kent silueti açısından değerlendirilmesi yapılırken, mekansal etkilerinin örneklerle açıklanması amaçlanmaktadır. Literatür taraması ve görsel verilerin toplanması aracılığıyla elde edilecek bulgularla hedeflenen sonuç, mansard çatının Eskişehir kent mimarisine etkilerini ortaya koymaktır. Bu bakımdan ilk olarak kent silueti ve kent imgesi üzerine düşünceler paylaşılacak, kentsel imgede "çatı"nın anlam ve içerikleri tartışılacaktır. Aktarılan bilgiler doğrultusunda Eskişehir'deki mansard çatı konusundaki gelişmeler değerlendirilecek, bu gelişimin mekansal yansımaları ve kent siluetindeki etkileri örneklerle irdelenecektir. Son olarak elde edilen bulgular üzerinden çeşitli değerlendirmeler yapılacaktır.

2. Kent Silueti Kent İmgesi Üzerine Düşünceler

Kent; insanın, hayatını düzenlemek üzere meydana getirdiği en önemli, en büyük fiziki ürün ve insan hayatını yönelten, çerçeveleyen yapıdır [1]. Mimari bir eser gibi, kent de uzamdaki bir yapıdır ve görünüşü ne kadar sıradan olursa olsun, kentlere bakmak insana özel bir zevk verebilir. Mimari bir eserden tek farkı, ölçeğinin daha büyük olması ve uzun zaman içinde algılanabilir olmasıdır. Kentte, her durumda gözün görebileceği, kulağın işitebileceğinden fazlası, keşfedilmeyi bekleyen bir dekor ya da manzara vardır. Kent, çok çeşitli sınıf ve karakterlere sahip milyonlarca insan tarafından algılanabilen ve hatta zevk alınan bir nesne olmanın ötesinde, yapısını kendilerince sebeplere göre sürekli geliştiren pek çok yaratıcının da ürünüdür. Genel hatlarıyla bir süreliğine sabit kalsa da ayrıntıları sürekli değişir[2].

Kentsel görünümün insanlar üzerinde algılama ile oluşturduğu etki, kentsel imge kavramını beraberinde getirmektedir. Kentin görünümü, tasarımı, düzenlenişi ve yapılarının mimarlık özellikleriyle, bir kentin insanda bıraktığı genel izlenim olarak tarif edilebilecek "kentsel imge kavramı"; kentin kimliğinin, toplumsal belleğinin oluşmasında, algılama sonrasında gelen önemli bir süreçtir. Kentsel imge; kent yaşantısının kişilerde bıraktığı duyusal ve düşünsel izlerdir ve bu izler de kent kimliğinin tanınmasındaki en önemli adımdır. Kentsel imge ile kentsel kimlik kavramları yazılı kaynaklarda çoğunlukla birbirine karıştırılmaktadır. Kentsel imge, kentin görülmesiyle elde edilen zihinsel bir süreci ifade ederken; kent kimliği kentin kişilere gösterdiği sosyal, kültürel ve mekânsal öyküye işaret etmektedir[3].

Alver'e göre; kentin fiziği, mimarisi, biçimi, çizgileri onun referans alanlarından biridir. Bir yaşam alanı olarak kent, insanın ürettiği en önemli ve aynı zamanda karmaşık mekansal biçimlerdendir. Binalar, sokaklar, yollar, kavşaklar, köşeler, köprüler, anıtlar, kaldırımlar, çarşılar, eğlence ve spor alanları, sanat merkezleri, müzeler gibi sayısız mekanla donanan kent, kendi imgesinin temel elemanlarıyla var olur. Kentin fiziği onu görsel bir yapı haline getirmektedir; manzaralı bir alandır kent. Ona bakılır, seyredilir, izlenir, görülür hatta okunur. Bakılan, seyredilen, okunan öncelikle

kentin bedenidir. Ancak mekansal yani bedensel boyutlarının her birinde toplumsal hayatın hemen her alanına dair ipuçları barındırmakta, hayatın şifrelerini kendinde taşımaktadır. Kentin bedeninin her bir uzvu hem gerçeklik hem de imgesel boyutuyla öne çıkar. Her bir uzvun (sokak, cadde, ev, vb.) derin anlamları ve çok boyutlu bir imgesel dünyası bulunmaktadır [4].

Yukarıda değindiğimiz farklı öğeleri bünyesinde barındıran kentin formunu kavrama konusunda, "kentsel siluetler" kente bakan, kenti okumak isteyen kişi için temel referans noktası olabilir. Kent siluetleri, kentsel estetiğin değerlendirilmesi için, kentsel bütüne ilişkin referanslar sunmaktadır. Kentin estetik görünümünde bütünlüğün bozulması, açık bir şekilde kentsel siluette gözlemlenebilmektedir. Kentsel siluetin çeşitliliğinin az olduğu durumlarda, birbirine benzer yapılar yan yana gelerek monoton bir görünüm oluşturmaktadır. Aynı zamanda, birbiri ile uyumlu ilişkileri bulunmayan yapı ve dokuların bir araya gelmesi de gözlemciyi rahatsız eden bir karmaşa yaratmaktadır. Yapı ve doku farklılaşmasının aşırı artması kentsel siluette bir kaos sürecinin başlangıcı olabilir[5].

Kente dair manzaralar dikkate alındığında, imge ve siluette en öne çıkan unsur çatılardır. Bu bakımdan çatının anlam ve içerikleri kentsel imge için oldukça belirleyicidir. Bir sonraki bölümde çatının bu belirleyici rolü çeşitli örnekler üzerinden tartışılacaktır.

3. Kentsel İmgede "Çatı"nın Anlam ve İçerikleri

Anlambilim açısından incelendiğinde çatı kavramı bir yapının parçası olmak dışında pek çok anlama gelebilir. Büyük Türkçe Sözlükte çatı, bir yapının, bir evin damını kuran parçaların bütünü; birbirine çatılmış, çakılmış şeylerin bütünü; yapının tavanı ile damı arasındaki kullanılan yer; veya mecazi olarak barınılan, sığınılan yer olarak karşımıza çıkar [6].

Yapısal ve işlevsel bir unsur olarak ise çatı; yapıları dış atmosferden gelen yağmur, rüzgar, kar ve dolu gibi etkenlerden koruyan elemandır. Benzer şekilde çatı, yapıların üstünü akıntılı bir tarzda örtecek malzemeyi taşımak üzere yapılan çoğu ahşap veya maden iskelet olarak tanımlanabilir [7]. Daha genel bir tanımla birbirine çatılmış, çakılmış şeylerin hepsine çatı denilebilir.

Ching'e göre ise; bir binanın ana baş üstü düzlemi onun çatı düzlemidir. Çatı sadece binanın iç mekanlarını güneş, yağmur, rüzgar, kar vb. den korumakla kalmaz aynı zamanda binanın genel biçimini ve mekanlarının biçimini etkiler. Diğer taraftan çatı düzlemi, kendi yükünü alttaki mekanın üzerinden desteklerine taşıyan bir strüktürel sistemin malzemesi, oranı ve geometrisi tarafından belirlenir. Çatı düzlemi bir bina biçiminin ana mekân-tanımlayıcı elemanı olabilir ve böylece de kendi şekliyle örttüğü biçimleri ve mekanları görsel olarak düzenleyebilir [8].

Bu tanımlara göre birbirine tutturulmuş basit bir yapı da olsa, çeşitli malzemelerden oluşan daha karmaşık bir örtü de, çatının anlamları boşluğun sınırlandırıldığı bir hacmi ifade eder. Bu boşluk biçimsel özellikleri olduğu kadar, insan yaşamına ilişkin özellikleri sergilediği ölçüde mimaridir ve "mekân" niteliği kazanır [9]. Tanyeli'ye göre; çok anlamlı olmasına rağmen, 'çatı' ile 'ev' özdeşleşmiştir. İnsanın aklına 'çatı' dendiği zaman 'ev', 'ev' dendiği zaman 'çatı' gelir [10].

Çeşitli kültürlerin yöresel konut mimarisinde farklılaşan teknik, iklim ve sosyo-kültürel faktörlere bağlı olarak kendi üslubunu oluşturmasına karşın, kümeli konut organizasyonları bütün içinde her bir birimin bağımsızlığını ve belirli bir oranda çeşitliliğini gösterdiği iyi bir örnektir [11]. Geleneksel dokularda çatı önemli bir sembolik form olarak varlığını belli eder. Tüm yerleşmenin bütününde benzer bir dilin oluşmasındaki katkısı büyüktür. (Fotoğraf 1-2)

Fotoğraf 1. Solda : Trulli Köyü, Alberobello, İtalya, Geleneksel Kurutulmuş Taş Barınaklar 17.yy, (F. Kolsal, 2005), Sağda: Taos Pueblo, New Mexico, 13.yy, (http://indiancountrytodaymedianetwork.com/2011/07/13/time-traveling-taos-pueblo-39430)




Fotoğraf 2. Solda: Semur en auxois Fransa, (http://qoo.li/2013/05/ferien-im-burgund/gz6b5180/), Sağda: Urfa-Harran, (http://bursasanliurfalilardernegi.com/harran)




Geleneksel yerleşmelerde kültürün, iklimin, yapma tekniklerinin ve alışkanlıkların ifadesi olan çatı modern dönemde daha farklı kavrayışların ifade biçimi olmuştur. Öyle ki mimari dilin öğelerinden biri olan "çatı" dönemsel olarak üslupların da kavranmasında bir araç olmuştur. Modernizm teras çatı ve çatı bahçeleriyle özdeş hale gelmesi bu duruma iyi bir örnektir. (Fotoğraf 3) Bu durumu en iyi anlatan yerlerden birisi Stuttgart Weissenhof Yerleşkesi'dir (1927). Modern dönem teras çatılı konutlarındaki yeni üslubun kentin mansard çatılı dokusu içerisindeki farklılığı görülmektedir.

Fotoğraf 3. Stuttgart Weissenhof Yerleşkesi (1927), (http://misfitsarchitecture.com/tag/the-international-style-1932/)



Her yeni çağ kentin biçimlenmesinde farklı görünümlerle vücut bulmuştur. Yapılar yükselir, yıkılıp yerine yenisi farklı bir görünüşle yapılabilir[12]. Kentler zaman içinde büyümeye ve değişmeye devam eden bir organizma gibidir ve bu durum kaçınılmazdır. Değişen sosyal, kültürel, ekonomik ve teknolojik gelişmeler dünya toplumlarını etkileyerek kentlerin ve kent parçalarının farklı niteliklerde biçimlenmesine neden olmaktadır. Geçmiş dönemlerdeki doğal çevreyle uyumlu ve kültürel yapıya bağlı olarak gelişen kentsel doku artık yerini ekonomik ve teknolojik değişimle biçimlenen günümüz kentlerine bırakmaktadır[13].

Günümüz kentlerinde neredeyse ortak bir mimari dilin ürünü olan görüntü bütünlüğüne rastlamak mümkün değildir. Farklı dönemleri bünyesinde barındıran ve farklı mekânsal kullanımlara sahip olan zonların bir arada olduğu daha karmaşık formlardan oluşan yeni bir mimari dil hakimdir. Diğer yandan Bumin'e göre; siyasal erk, dönemsel koşullar planlamanın yönünü ve içeriğini belirleyen önemli bir konu olarak var olur. Plan kimi zaman kentin oluşum hikâyesinin aksi bir çizgi çekebilmekte, var olan yapıyı bozabilmekte, hatta kenti yıkıp yeni bir yapı ekleyebilmektedir. Plan değişiklikleri kentin görünümü, akışını, ilişkilerini kökten değiştirebilmektedir [14].

Bu değişiklikler kimi zaman kente ve kentliye pozitif değerler kazandırırken, siyasal erk bir güce dönüştüğünde zarar verebilmektedir. Bir sonraki bölümde Eskişehir kentinde çatılar ile ilgili olarak yapılan bir planlama karar değişikliğinin üzerinden geçen dört yılda, bunun kentte ne tür değişikliklere yol açtığı tartışılacaktır.

4. Eskişehir Mansard Çatı[1] Kullanımının Kent Mimarisine Etkileri

4.1. Kent Siluetine Etkileri

Tarihsel olarak Eskişehir kentinde çatı arası kullanımı yaygın değildir. Kentteki ilk mansard çatılı bina Ermeni asıllı Agop Çılbıryan'a ait arsa üzerinde 1915 yılında yapılan ve Belediye Millet Hastanesi olarak kullanılan iki bloktan oluşan binadır. (Fotoğraf 4) Tescilli olan bina halen günümüzde İl Sağlık Müdürlüğü Hizmet Binası olarak kullanılmaktadır [16]. Çatı arası kullanımına 1933 yılında Alman mimarlar tarafından tasarlanmış olan Şeker Fabrikası Yerleşkesi içerisinde bulunan lojman konutlarında olduğu gibi tekil ve az sayıda rastlanır. (Fotoğraf 4)

Fotoğraf 4. Solda: Eskişehir İl Sağlık Müdürlüğü Hizmet Binası (1915), (http://www.eskisehirkulturenvanteri.gov.tr/anitdetay.aspx?ID=168), Sağda: Eskişehir Şeker Fabrikası Lojman Konutları (1933) (B. Üstün)




Eskişehir Büyükşehir Belediyesi İmar Yönetmeliğinin "Çatılar" başlıklı 35. maddesi ile "Pencereler" başlıklı 41. maddesinin revizyonuna ilişkin öneri Büyükşehir Belediye Meclisinin 11.10.2012 tarih ve 398 sayılı kararı kabul edilmiştir. Bu karara göre önceden en fazla %33 eğim ile çatı arasında herhangi bir bağımsız bölüme ve teras kullanımına izin vermeyen 35. Madde, %45 eğim ile teras da dahil olmak üzere son katlardaki bağımsız bölümlerle ilişkili çatı arası kullanımlara imkan tanıyacak şekilde değiştirilmiştir. Bina alanının %45 eğime müsaade etmediği hallerde teras çatı uygulaması da

[1] MANSARD ÇATI
Mansard, mimarlık tanımıyla; her yüzünde, değişik eğimli iki dam yüzeyi olan çatıdır. Mansard, bu tür çatıların içine yerleştirilmiş kat ve bu tür katlarda çatıdan dışarı çıkıntı yapan pencere için de kullanılır. Fransız mimar Françoise Mansart tarafından mimarlık uygulamalarına kazandırılmış olan "Mansard Çatı" çözümü, ismini de mimarın soyadından almıştır. Mansard çatı, çatı katı yapılması istenilen binalarda çatının meyilli olan yüzeyleri kırılarak tertiplenir. Mansard çatılar beşik, yarım kalkanlı ve kırma olmak üzere üç şekilde yapılır. En karakteristik özelliği, çatıda iki farklı eğim uygulanmış olmasıdır. İlk eğim, genelde, bir insanın zorlanmadan yürüyebileceği kadar düşüktür. Ancak, ikinci eğim, diğerine göre oldukça fazladır. Birinci eğim yüzeyleri, çatıda en yaygın şekilde zarf çatı benzeri bir şekilde birleşir. Bazı mansard çatıların üst kısımları, bir teras gibi kullanılabilir; ancak bu bütün mansard çatılar için geçerli değildir [15].

gerçekleştirilebilecektir. Ayrıca 41. Madde'de önceden "Çatı arasında yapılan piyeslerin pencere boşlukları 0.80 cm.'den büyük olmamak, en çok iki pencere açılmak ve pencereler birbirine eklenerek bant haline getirilmemek koşuluyla yapılabilir" ibaresi, "Çatı arasında yapılan piyeslerin pencere boşlukları çatının yapısal durumunu zorlamamak ve çatı arasına çıkış verilmemek kaydıyla azami 2.00 m'ye kadar yapılabilir" yönünde değiştirilmiştir [17].

Bu değişiklik ile kentin silueti değişmiştir. Yeni uygulama, geleneklerinde çatı arası kullanımı olmayan eski yapılaşmaların yanında bitişik düzende herhangi bir yerde hayata geçirilmiş, sonuç olarak %33 lük eğimli çatıların arasında farklı bir görüntü ortaya çıkarmıştır. (Fotoğraf 5)

Fotoğraf 5. Eskişehir Batıkent Mahallesi, 2016 (F. Kolsal)



İnşa ve tasarım süreçlerindeki farklılıklardan dolayı mansard çatı uygulamaları, imarın 4 kat olduğu yerlerde 5. bir kat gibi algılanmaya başlamıştır. Tüm kent genelindeki bu durum, eski doku ile yeni doku arasında neden olduğu kopukluk yanında, kent siluetini de olumsuz etkilemiştir. Bu etkiler, siluet ve imge açısından olduğu kadar, kat sayısı kararında bir artırım olmamasına rağmen yapı yüksekliğinde meydana gelen artışla kentlinin sokak deneyimini de üçüncü boyutta değiştirmiştir. (Fotoğraf 6)

Fotoğraf 6. Eskişehir Çamlıca Mahallesi, 2016 (F. Kolsal)



Bu uygulama ile kent bütünündeki görsel çeşitlenme sağlanırken, yeni yerleşim alanlarındaki mimari karakter Eskişehir kentinin hiç de alışkın olmadığı bir hal almıştır. Yüzeyde açılan boşluk miktarının fazla olduğu örneklerde yeni bir kat gibi davranmasıyla değişiklik amacının dışına çıkmıştır. Amaç çatı arası kullanımı iken yeni bir kat kullanımına dönüşmüştür. Pencere oranları, Fransız balkonu, mansard çatısı ile yeni yapılan apartmanlar Eskişehir kenti değil de bir Avrupa kenti görseli iması barındırmaktadır. (Fotoğraf 7)

Fotoğraf 7. Solda ve ortada: Eskişehir Batıkent Mahallesi, 2016 (F. Kolsal), Sağda: Eskişehir Güllük Mahallesi, 2016 (A.D. Yeşiltepe)





4.2. Mekansal Etkileri

Eskişehir kentinde alınan kararlara göre inşa edilen yapıların dış görünüşleri kadar, çatı arası hacimlerin konut olarak kullanılabilir hale gelmesiyle, içteki mekansal özellikleri de değişmiştir. Yönetmeliğin çatı arası hacmin kullanımını, son kattaki bağımsız bölümle ilişkili olarak belirlemiş olması, bu hacimlerin iç mekan örgütlenişlerinde önemli bir kriter olmuştur. Özellikle kendine has mimari çözümlerin gerekli olduğu "çatı katı dubleks konut" tipinin belirmesine sebep olmuştur.

Burada baştan dubleks tasarlanmadıkları halde yönetmelik değişikliği sırasında inşa halinde olan yapıların proje revizyonlarının getirdiği bazı mekânsal problemler oluşmuştur. Dikey dolaşımın konut içi çözümü başlı başına önemli bir tasarım problemi iken, bir de sonradan eklenen bir unsur olarak karşılaşılması bazı olumsuzluklar doğurmuştur. Kullanımla ilgili ciddi engeller üretmediği sürece, bu tip farklılıkların, standardize olmuş konut plan şemalarını kırmaları açısından katkı sağlayıcı oldukları söylenebilir. Bunların yanında yönetmelikteki değişikliğin konut tipi çeşitliliği ve kent siluetindeki uzun vadedeki etkileri açısından olumlu potansiyeller taşıdığı düşünülse de, uygulamaların henüz deneysel bir aşamada olduğu ve bahsi geçen potansiyellerin açığa çıkmasının zaman alacağı düşünülmektedir. Tüm bu tespitler ışığında, mansard çatının gerek olumlu gerekse olumsuz mekânsal çıktıları tartışılabilir.

Altında yer alan mekana doğrudan etki eden yapısı öngörüldüğünde mansard çatı, uygulamadaki sıkıntılar göz ardı edildiğinde, doğal ışık alma oranı, teras kullanımı ve apartman yaşamında müstakil imkanlar sunması açısından mekansal olarak daha yalıtılmış ve kentle kurulan ilişkinin diğer katlara göre farklılaştığı bir alan tanımlar. (Fotoğraf 8)

Fotoğraf 8. Eskişehir'de çatı arası kullanımı, 2016, (A. D. Yeşiltepe), (www.eskişehir.net)





Ancak bu kaliteyi arttırıcı özellikler, tasarıma her zaman dahil edilmemektedir. Özellikle mevcut yapı üzerindeki değişikliklerle sonradan oluşan mansard katla ilişki kurmaya çalışan örneklerde, üst katın kullanım alanına sokulabilmesi için, alttaki hacimlerin sadece birer giriş holü gibi davrandığı örnekler oldukça çarpıcıdır. Bu durum ise oluşturulan daire sayısını arttırma yönünde mekansal nitelikten ödün verildiği izlenimini oluşturmaktadır. Bu yöntemle tasarlanan konutlara alttaki bir odacıkta yer alan

merdiven nedeniyle, "dubleks" tanımını kullanmak da oldukça zordur. Bu tip plan şemaları konut planlarında çeşitlilikten çok, gelişigüzellik yaratmaktadır. (Fotoğraf 9)

Fotoğraf 9. Eskişehir'de çatı arası kullanımı, dikey dolaşım için oluşturulan giriş odaları ve eğimin yanlış yerden kesilmesi (www.eskişehir.net)



Bir diğer olumsuzluk ise, çatı eğiminin doğru yerden ve doğru açı ile kırılmadığı haller nedeniyle, oluşturulan mekanın antropometrik ölçüler açısından arızalı olmasıdır. Bu da mekansal niteliği düşüren başlıca problemlerden birisidir. Benzer şekilde kafa kurtarma sağlansa bile, mutfak gibi mekanlardaki dolapların kapasite arttırma yönünde eğime zorlanması da kullanıcı açısından işlevsel olmayan sonuçlar doğurabilmektedir. (Fotoğraf 9)

İç mekana katkıları açısından mansard çatı, oluşturduğu zorlu tasarım problemleri oranında, başarılı tasarımların daha imkanlı olduğu alanlar sunar. Doğru ele alındığı takdirde, dikey dolaşım, eğim ve doğal ışık konut içi mekansal kaliteyi arttıran unsurlara dönüşecektir.

5. Değerlendirme

Kent süreci hem geleceğe yöneliktir, hem de geriye dönüktür; bazen kolektif buyruğun sonucu olarak ortaya çıkar, bazen de özel bir ayrıcalıktır; bazen eşgüdümlü bir kampanyadan doğar, bazen parça parça oluşur; bazen yasa etkisine sahiptir, bazen de onay bile alınmadan tasarlanır. Farklı zamansal uzantılardan etkilenerek oluşan kent, birçok değişkene bağlı olarak değişir [18]. Çoğu kent bu şekildeki süreçlere tanık olsa da, bunlardan sadece bazıları sürekli ve tutarlı bir kent imgesi sunabilirler. Kent imgesinin sürekliliğindeki kritik nokta, değişimin kaçınılmaz olduğu kentte, değişimlerin bu imgeyi güçlendirecek şekilde olmasıdır.

Mimarlar iç mekan tasarımında bir "yer" hissi oluşturma çabasında oldukları kadar, dışarısı için de aynı kaygıyı taşımalıdırlar. Çünkü bir yapının cephesi ve tüm dış yüzeyleri kentsel bir mekanın sınırlarını oluşturmaktadır [19]. Eskişehir'de incelenen mansard çatı uygulamasının kent imgesi ve ortaya çıkan çatı arası mekanlara etkisi değerlendirildiğinde, öncelikle kent silueti açısından ve takibinde iç mekanda henüz bir "yer" hissi oluşturamadığı düşünülmektedir. Özellikle iç mekanın oluşumu tersten bir süreç izlemiştir. Mansard çatı uygulaması ile ekstradan elde ediliveren hacimlerin gecikmeli gelişen mekan örgütlenişi eklemlendiği kat ile uyum sağlamaya çalışan bir hal almıştır.

Sonuç olarak, alınan karar mevcut imgedeki sürekliliği zedelemiş ve bir kopukluk meydana getirmiştir. Bunun iç mekandaki yansımaları henüz olumlu tasarım sonuçları üretememektedir. Değişiklik öncesi ve sonrası siluetin bir bütün oluşturup, bu bütünün yeni bir imge oluşturması muhtemeldir. Ayrıca çatı arası hacimler için daha nitelikli mekansal çözümlerin geliştirilebileceği de düşünülmektedir. Ancak imar yönetmeliklerinde yapılan değişikliklerin kentin alışılagelmiş, kimlik ve imgesine katkı sağlayacak nitelikte düzenlemeleri içermesi ve doğuracağı mimari problemleri öngörmesi önemlidir.

Kaynakça:

[1] Cansever, T., 2013, İslam'da Şehir ve Mimari, Timaş Yayınları, s.103., İstanbul.
[2] Lynch, K., 2014, Kent İmgesi, Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları, s.1., İstanbul.
[3] Topçu, K., 2011, Kent Kimliği Üzerine Bir Araştırma:Konya Örneği, Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi, Cilt 8, Sayı 2, s. 1051-1052. (ISSN:1303-5134)
[4] Alver, K., Kentin İmgesi, http://www.academia.edu/9536243/KENT_%C4%B0MGES%C4%B0 (erişim tarihi, Şubat 2016)
[5] Bostancı S., Ocakçı M., Şeker S., Kentsel Siluetin Çeşitlilik Açısından Değerlendirilmesinde Entropi Yaklaşımı, *Journal of İstanbul Kültür University*, 2006/2, pp.83-95
[6] www.tdk.gov.tr, (erişim tarihi, Şubat 2016)
[7] http://sozluk.insaatbolumu.com/terimler/cati-nedir/, (erişim tarihi, Şubat 2016)
[8] Ching F., 2002, Mimarlık, Biçim, Mekan ve Düzen, Yem Yayınları, s.115-117., İstanbul.
[9] Kuban, D., 2010, Mimarlık Kavramları: Tarihsel Perspektif İçinde Mimarlığın Kuramsal Sözlüğüne Giriş, YEM Yayınları, İstanbul
[10] Tanyeli U., 1989, Yapının İki Karşıt Ucu ve Anlamı, *Arredamento Dekorasyon*, Sayı 89/9, s.108-110.
[11] a.g.e.[8], s.68.
[12] Erzen J., 2015, Üç Habitus: Yeryüzü, Kent, Yapı, Yapı Kredi Yayınları, s.129, İstanbul
[13] a.g.e. [3], s. 1050.
[14] Bumin K., 2010, Demokrasi Arayışında Kent, Çizgi Kitabevi, s. 22, Konya.
[15] http://emlakansiklopedisi.com/wiki/mansard-mansart-cati, (erişim tarihi, Şubat 2016)
[16] Eskişehir Modern Mimarlık Mirası Sergisi, 2-4 Aralık 2010
[17] Eskişehir Büyük Şehir Belediyesi
[18] Çelik Z., Favro D., Ingersoll R., 2007, Şehirler ve Sokaklar, Kitap Yayınevi
[19] Buckhanan, P., 1988, A report from the Front, Architects Journal, p:21-27

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ AÇISINDAN YÜKSEKTE ÇALIŞMA

Yrd. Doç. Dr. Yasemin BARAN [1]
Dr. Yeşim ESEN [2]

Konu Başlık No: 7. Çatı ve Cephe Sistemlerinin Yapım ve Onarım Süreçlerinde İş Güvenliği

ÖZET

Günümüzde yüksek yapıların sayısı gün geçtikçe artmaktadır. Bu yapıların ihtişamı hepimizi etkilemektedir. Bu yapılarda çalışmak ise cesaret ve iş tecrübesinin beraberinde eğitim konularını gündeme getirmektedir. İşini iyi bilen bir işçi eğer iş güvenliği ile ilgili yeterli eğitimi almadan sahaya çıkarsa doğrudan tehlikelerle karşı karşıya gelmektedir. Verilen eğitimlerde bu tehlikelere karşı alınacak önlemlerin yanında risklerden ve bu riskleri en aza indirme yollarından da bahsedilmektedir. 30 Haziran 2012 tarih ve 28339 Sayılı Resmi Gazete' de yayınlanan 6331 Sayılı iş sağlığı ve güvenliği kanununda , 29 Mart 2013 Tarih ve 28602 Sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan iş sağlığı ve güvenliğine ilişkin tehlike sınıfları listesi tebliğinde, 5 Ekim 2013 Tarih ve 28786 Sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan yapı işlerinde iş sağlığı ve güvenliği yönetmeliğinde konu ile ilgili açıklamalara yer verilmiştir. Bu çalışmada yukarıda bahsedilen tebliğ ve kanun ile birlikte, yüksekte çalışmalarla ilgili iş sağlığı ve güvenliği açısından verilen eğitimler ve uygulamalardaki işleyiş ve eksiklikler irdelenerek, daha iyi nasıl bir çözüm uygulanması gerektiğinden bahsedilecektir.

ANAHTAR KELİMELER
Yüksekte çalışma, iş sağlığı ve güvenliği, iş kazası.

ABSTRACT

Nowadays, the quantity of high buildings which affects people solemnly is increasing day after day. Working on these buildings needs to be well educated, experienced and courages. If the employer who settle down to work without adequate education on occupational safety, encounters life threatening conditions. While training employers to prevent dangerous situation, also hazardous factors will be reduced thanks to the education. After the Occupational Safety and Health Act 6331 of Law Number published at 28339 Article Number of Official Register June 30, 2012, Notification List of Hazardous Category About Occupational Safety and Health published on 28602 Article Number of Official Register March 29, 2013 and Regulations of Occupational Safety and Health about Construction Works published on 28786 Article Number of Official Register on October 5, 2013, all subjects are featured with those regulaitons. In this study, through these Notification and Law, the trainings on occupational safety and health about working at height will be explicated, lack of application and mechanism will be examined and solutions will be submitted.

KEYWORDS
Working at height, occupational safety and health, ındustrial accident.

1 Yrd. Doç. Dr. Yasemin BARAN, Giresun Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Güre Yerleşkesi, Tel: (0 454) 310 1740, yasemin.baran@giresun.edu.tr
2 Dr. Yeşim ESEN, İzmir Çiğli Belediyesi, Fen İşleri Müdürlüğü, Tel: (0 232) 376 99 80, yesimttoprak@gmail.com

GİRİŞ

Türkiyede son yıllarda İşçi sağlığı ve iş güvenliği, kanun, tüzük ve yönetmelikler içerisinde kendisine önemli bir yer bulmuştur. Çalışma sahalarındada iş sağlığı ve güvenliğine yönelik önlemler gelişerek artırılmaktadır. İş sağlığı ve güvenliği ile ilgili bir çok bilimsel çalışma yapılmaktadır. Genel anlamda yurt içi ve yurt dışında iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili pek çok kaynak ve çalışma bulunmasına rağmen araştırmacılar tarafından konunun alt dallarından biri olan yüksekte çalışma ve buna bağlı iş kazalarına pek değinilmemiştir.

Yerden yüksekte yapılan çalışmalarda alınmayan emniyet tedbirleri çok ciddi yaralanma ve ölümlü kazalara neden olmaktadır. Yüksekte çalışma yapılmadan önce Risk Analizi yapılmalı ve yapılacak çalışmalarda alınacak tedbirler planlanmalıdır.

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ

"İş kazaları ve meslek hastalıklarının neden olduğu kayıpları en aza indirmek amacı ile bilimsel araştırmalara dayalı güvenlik önlemlerinin saptanması ve uygulanması doğrultusundaki çalışmalara iş güvenliği denir" (1).

Dünya Sağılık Örgütü (WHO) tarafından sağlık kavramı; "Kişinin bedensel, ruhsal ve sosyal bakımdan tam iyilik halidir." şeklinde tanımlanmaktadır. İşçi sağlığını ise; "Bütün mesleklerde, çalışanların fiziksel, ruhsal ve sosyal tam iyilik halinin takviyesini ve en yüksek düzeylerde sürdürülmesini iş koşulları ve kullanılan zararlı maddeler nedeniyle çalışanların sağlığına gelebilecek zararların önlenmesini, işçinin psikolojik ve fizyolojik özelliklerine uygun yerlere yerleştirilmesini gerektirir." Şeklinde tanımlamıştır (2).

Türkiye'de işçi sağlığı ve güvenliğinin sağlanması görevi, 1945 yılında kurulan Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı bünyesinde İşçi Sağlığı Genel Müdürlüğü tarafından yürütülmektedir. Genel Müdürlük 1983 yılında Daire Başkanlığına dönüştürülmüştür. Böylece İşçi Sağlığı Daire Başkanlığı, 2000 yılında İşçi Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü olarak yeniden teşkilatlandırılmıştır. 24.07.2003 tarih ve 25178 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren 4947 sayılı Sosyal Güvenlik Kurumu Kuruluş Kanununun 12 nci maddesi uyarınca İşçi Sağlığı Daire Başkanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü olarak yeniden yapılandırılmıştır (3).

İşçi Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğünün görevleri ise aşağıdaki gibidir (3):

- İşçi sağlığı ve güvenliği konularında, mevzuatın uygulanmasını sağlamak ve mevzuat çalışması yapmak,
- Ulusal politikaları belirlemek ve bu politikalar çerçevesinde programlar hazırlamak,
- Ulusal ve uluslar arası kurum ve kuruluşlarla işbirliği ve koordinasyonu sağlamak,
- Etkin denetim sağlamak amacıyla gerekli önerilerde bulunmak ve sonuçlarını izlemek,
- Standart çalışmaları yapmak, normlar hazırlamak ve geliştirmek, ölçüm değerlendirme, teknik kontrol, eğitim, danışmanlık, uzmanlık ve bunları yapan kişi ve kuruluşları inceleyerek değerlendirmek ve yetki vermek,
- Kişisel koruyucuların ve makine koruyucularının imalatını yapacak kişi ve kuruluşlara yetki vermek, ithal edilecek kişisel koruyucuların ve makine koruyucularının standartlara uygunluğunu ve bu hususlarda usul ve esasları belirlemek,
- İşçi sağlığı ve güvenliği ile ilgili yayım ve dokümantasyon çalışmaları yapmak ve istatistikleri sağlamak,
- Faaliyet konuları ile ilgili yayım ve dokümantasyon çalışmaları yapmak ve istatistikleri düzenlemek,

- Mesleki eğitim görenler, rehabilite edilenler, özel risk grupları ve kamu hizmetlerinde çalışanlar da dahil olmak üzere tüm çalışanların iş kazaları ve meslek hastalıklarına karşı korunmaları amacıyla gerekli çalışmaları yaparak tedbirlerin alınmasını sağlamak,
- İşçi Sağlığı ve Güvenliği Merkezi ve Bölge Laboratuvarlarının çalışmalarını düzenlemek, yönetmek ve denetlemektir.

İşçi sağlığı ve güvenliğinin genel amacı; meydana gelebilecek iş kazalarına karşı işçi ve işverenin bilinçlendirilmesi, bu durumun insan hayatına ve ülke ekonomisine verdiği zararların önlenmesidir. İş sağlığı güvenliği açısından risk içeren bir takım işler vardır. Bu işler 5 Ekim 2013 Tarih ve 28786 Sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan Yapı İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği'nde aşadaki şekilde yer almıştır:

1–Özellikle, yapılan işin ve işlemlerin niteliği veya işyeri alanının çevresel özelliklerinden dolayı, çalışanların toprak altında kalma, bataklıkta batma veya yüksekten düşme gibi risklerin fazla olduğu işler.
2– Çalışanın işin yürütümü dolayısıyla maruz kaldığı özel tehlikelere yönelik sağlık gözetimi gerektiren veya kimyasal ve biyolojik özelliklerinden dolayı çalışanların sağlık ve güvenlikleri için risk oluşturan maddelerle yapılan işler.
3–24/3/2000 tarihli ve 23999 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği uyarınca, denetimli ve gözetimli alanların belirlenmesini gerektiren iyonlaştırıcı radyasyonla çalışılan işler.
4–Yüksek gerilim hatları yakınındaki işler.
5–Boğulma riski bulunan işler.
6–Kuyu, yer altı kazıları ve tünel işleri.
7–Hava beslemeli sistem kullanan dalgıçların yaptığı işler.
8–Basınçlı hava sağlanarak keson içinde yapılan işler.
9–Patlayıcı madde kullanımını gerektiren işler.
10–Fiziksel özelliklerine bağlı olarak yüksek ses, titreşim, basınç farkı, toz oluşması gibi risklerin fazla olduğu işler.
11–Ağır prefabrike elemanların montaj ve söküm işleri (4).

İNŞAAT SEKTÖRÜNDE MEYDANA GELEN KAZALAR ve NEDENLERİ

Türkiye'de inşaat sektöründe Sosyal Gü venlik Kurumu (SGK)'na kayıtlı işçi sayısının 2014 yılı başı itibariyle 1.875.929 kişidir.Ayrıca 186.301 işyeri sayısı bulunmaktadır.

Sözlük anlamıyla kaza; beklenilmeyen ve tahmin edilemeyen bir olaydır. Kazalar kişinin yaralanması ve/veya teçhizata veya mala zarar gelmesiyle sonuçlanır. Kaza; ihmal, tedbirsizlik, dikkatsizlik veya herhangi bir işte ehliyetsizlik sonucu, ani olarak ve istenmeden meydana gelir. Sonunda üzüntüye, maddi ve manevi bir kayba neden olur. Bunlara ek olarak bir olayın, iş kazası olarak kabul edilebilmesi için:

1. Olayın iş ile ilgili olması,
2. Olayın iş yerinde meydana gelmesi,
3. Olayın işçiyi hemen ya da sonradan bedensel veya ruhsal bir arıza ya uğratması gerekir (5).

İş kazası kavramının ülkemizdeki hukuki yapısının değerlendirilmesinde 5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu esas alınmıştır. Bu yasanın 13. Maddesinde iş kazası şu şekilde tanımlanmıştır: "İş kazası, aşağıdaki hal ve durumlardan birinde meydana gelen ve sigortalıyı hemen veya sonradan bedenen ya da ruhen arızaya uğratan olaydır.
• Sigortalının iş yerinde bulunduğu sırada,
• İşveren tarafından yürütülmekte olan iş nedeniyle sigortalı kendi adına ve hesabına bağımsız çalışıyorsa yürütmekte olduğu iş nedeniyle,
• Emziren kadın sigortalının, iş mevzuatı gereğince çocuğuna süt vermek için ayrılan zamanlarda,

• Sigortalının işveren tarafından görev ile bir başka yere gönderilmesi yüzünden asıl İşini yapmaksızın geçen zamanlarda,
• Emzikli kadın sigortalının, çocuğuna süt vermek için ayrıldığı zamanlarda,
• İşçinin işverence sağlanan bir taşıtla işin yapıldığı yere götürülüp, getirilmeleri sırasında gerçekleşebilir (6).

İnşaat sektörü çok geniş bir sektördür. Dağınık ve birbirinden farklı çalışma alanlarına sahiptir. Çoğunlukla açık havada çalışılması sebebiyle birçok risk taşımaktadır. Çalışma sahası genellikle dışarıdan gelebilecek her türlü etkiye ve tehlikeye açıktır. Olumsuz hava şartlarından fazlasıyla etkilenmektedir. Çalışma ortamındaki iş kazası ve meslek hastalığına yol açabilecek faktörler şu şekilde gruplandırılabilir:
1. Fiziksel faktörler: Sıcaklık, nem, rüzgar, titreşim, gürültü, ortam ışığı.
2. Kimyasal faktörler: Katı, sıvı ve gaz halinde parlayıcı, patlayıcı ve kimyasal maddeler.
3. Biyolojik faktörler: Hastalık yapan mikroplar.
4. Psikolojik faktörler: İnsan ilişkileri ve uyumsuzluklar.
5. Kişisel faktörler: Kurallara uymama, kullanılması zorunlu koruyucu malzemeleri kullanmama, iş güvenliği konusundaki bilgisizlik ve bilinçsizlik, yeteneğe uygun işi yapmama (8).

Türkiye'nin inşaat sektöründe meydana gelen kazalar açısından dünya sıralamasında üst sıralarda yer almaktadır.Bunun en büyük nedenlerinden biri eğitim düzeyinin düşüklüğüdür. Çalışanların işini iyi bildiğini düşünerek gerekli önlemleri almaması, daha önce bir iş kazası geçirmediğinin verdiği rahatlıkla hiç iş kazası geçirmeyeceğini düşünmesi ve gereğinden fazla cesaretli davranması iş güvenliği konusunda yeterince bilinçli olmadığının göstergeleridir. Ayrıca iş vereninde iş yerlerinde güvenlik önlemlerinin alınmasını maliyet olarak görmesi gibi nedenler de vardır (8).

YÜKSEKTE ÇALIŞMA

Yükseklik kavramı ilgili yönetmeliklerin her birinde farklı olarak tanımlanmakla birlikte genel olarak adım atarak çıkamayacağımız yer olarak kabul edilmektedir. Ayrıca düşüldüğünde yaralanma ihtimali olan tüm alanlar yüksek olarak nitelendirilebilir. Yapı İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği'nde ise "seviye farkı bulunan ve düşme sonucu yaralanma ihtimalinin oluşabileceği her türlü alanda yapılan çalışma; yüksekte çalışma olarak kabul edilir". Yeraltında yapılan çalışmalar bile yüksekte çalışma olabilir. Ülkemizde iş sağlığı ve iş güvenliği tüzüğünün 521. Maddesine göre 4 m den yüksekte çalışanlara, Yapı İşleri İş Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğünün 13. Maddesine göre 3 m den yüksekte çalışanlara emniyet kemeri verileceği belirtilmiştir. ''Ülkeden ülkeye değişen yükseklik kavramı Avrupa 'da 1,8 m Amerika'da 1,2 m olarak belirlenmiştir''(9).

Türk mevzuatında ise yükseklik kavramı ile ilgili mesafe verileri; İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü'nde 4 metre üzerindeki mesafelerde gerekli güvenlik tedbirlerinin alınması (Madde 521) şeklinde yer bulmuş iken, Yapı İşlerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Tüzüğü Madde 13'te 3 metre ve üzerindeki yüksekliklerde güvenlik kemeri kullanımı zorunlu tutulmuştur (10).

5 Ekim 2013 Tarih ve 28786 Sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan Yapı İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği'nde yüksekte çalışma aşadaki şekillerde tanımlanmıştır:

1– Seviye farkı bulunan ve düşme sonucu yaralanma ihtimalinin oluşabileceği her türlü alanda yapılan çalışma; yüksekte çalışma olarak kabul edilir.

2– Yüksekte yapılan çalışmalarda aşağıdaki hususlara uyulur:

a) Yüksekte yapılması zorunlu olmayan montaj ve benzeri çalışmaların mümkün olduğunca öncelikle yerde yapılması sağlanır.

b) Yapılacak çalışmaların önceden planlanması ve organize edilmesi, bu planlama yapılırken yüksekten düşme ile ilgili hususlara acil durum planında yer verildiğinden emin olunması sağlanır.

c) Çalışanların, çalışma yerlerine güvenli bir şekilde ulaşmaları uygun araç ve ekipmanlarla sağlanır.

ç) Çalışma yerlerinde çalışanların güvenliği öncelikle, güvenli korkuluklar, düşmeyi önleyici platformlar, bariyerler, kapaklar, çalışma iskeleleri, güvenlik ağları veya hava yastıkları gibi toplu koruma tedbirleri ile sağlanır.

d) Toplu koruma tedbirlerinin düşme riskini tamamen ortadan kaldıramadığı, uygulanmasının mümkün olmadığı, daha büyük tehlike doğurabileceği, geçici olarak kaldırılmasının gerektiği hallerde, yapılan işlerin özelliğine uygun bağlantı noktaları veya yaşam hatları oluşturularak tam vücut kemer sistemleri veya benzeri güvenlik sistemlerinin kullanılması sağlanır. Çalışanlara bu sistemlerle beraber yapılan işe ve standartlara uygun bağlantı halatları, kancalar, karabinalar, makaralar, halkalar, sapanlar ve benzeri bağlantı tertibatları; gerekli hallerde iniş ve çıkış ekipmanları, enerji sönümleyici aparatlar, yatay ve dikey yaşam hatlarına bağlantıyı sağlayan halat tutucular ve benzeri donanımlar verilerek kullanımı sağlanır.

e) Yapı işleri sırasında ve yapı işleri bitirilip yapı kullanıma geçtikten sonra yüksekte yapılacak çalışmalarda kullanılmak üzere oluşturulacak yatay ve dikey yaşam hatları için gerekli olan bağlantı noktaları ve yapısal düzenlemeler, projenin hazırlık aşamasında belirlenerek sağlık ve güvenlik planı ve sağlık ve güvenlik dosyasında yer alır.

f) Yüksekte güvenli çalışma donanımlarının, düzenli olarak kontrol ve bakımlarının yapılması sağlanır. Uygun olmayan donanımların kullanılması engellenir.

g) Bu alanlarda çalışanlara yüksekte çalışmayla ilgili tehlike ve riskler konusunda bilgilendirme yapılarak gerekli eğitim verilir.

ğ) Yüksekte yapılan çalışmalar işveren tarafından görevlendirilen ehil bir kişinin gözetim ve kontrolü altında gerçekleştirilir (4).

İNŞAAT SEKTÖRÜNDE YÜKSEKTE ÇALIŞMA

İnşaat sektörü çoğunlukla insan gücünün kullanıldığı, geniş iş imkanlarının sağlandığı ayrıca ülkemiz ekonomisinin lokomotif sektörlerinden biridir. Tüm dünyada olduğu gibi Türkiyede de maydana gelen iş kazaları ve iş kazalarına bağlı yaralanma, sakat kalma ve ölüm oranlarının en yüksek olduğu sektörlerden birisi inşaat sektörüdür. Şantiye ortamları iş kazaların meydana gelmesi için uygun ortamlardır.

İnşaat sektöründe her projenin birbirinden farklı olması çalışma alanlarında çeşitlilik göstermesi ve geniş çalışma alanına sahip olması iş kazalarının çok olmasının en önemli sebeplerindendir. İnşaat alanı tehlikeli bir ortamdır, bu ortamda çalışabilmek için tecrübeli ve fiziksel zorluklara dayanıklı olmak gerekmektedir. Bunların yanı sıra bir inşaat projesinde çok sayıda işçi çalışmaktadır ve birçoğu geçici işçidir. İnşaat alanında çalışanlar sık değişmektedir, bu yüzden işçi sirkülasyonu fazladır bu da işçi eğitimini güçlendirmektedir, sürekli eğitimi önlemektedir. Çoğunlukla işçilerin günlük çalışma süreleri uzun ya da çalışma saatleri düzensizdir (11).

İnşaat sektöründe yaşanan kazalarının büyük bölümü ise yüksekten düşme sonucu meydana gelmektedir. Yüksekten düşme iş kazaları çok sayıda çalışanın ölümüne veya yaralanmasına yol açmaktadır. Yüksekte çalışma güvenliğini etkili şekilde yürütebilmek için öncelikle işin mutlaka yüksekte çalışarak mı yapılıp yapılmayacağı sorgulanmalıdır. Güvenli bir çalışma planı yapılıp, çalışma metotları ve önlemleri belirlenmelidir. İş yüksekte çalışarak yapılması gerekiyorsa işi yapacak olan çalışanlara iş güvenliği ve yüksekte çalışma ile ilgili talimatlar ve güvenlik önlemleri eğitimi verilmelidir. Yüksekte çalışmalarda merdiven ve çalışma platformlarından düşmeler, çatılardan düşmeler, iskeleden düşmeler, asansör boşluğu ya da döşeme üzerindeki muhtelif şaftlardan düşmeler, döşeme açıklıklarından düşmeler, vinçlerden düşmeler, malzeme düşmeleri en sık yaşanan kaza tipleridir.

30 Haziran 2012 tarih ve 28339 Sayılı Resmi Gazete' de yayınlanan 6331 Sayılı iş sağlığı ve güvenliği kanununun 17. Maddesine göre:

(1) İşveren, çalışanların iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerini almasını sağlar. Bu eğitim özellikle; işe başlamadan önce, çalışma yeri veya iş değişikliğinde, iş ekipmanının değişmesi hâlinde veya yeni teknoloji uygulanması hâlinde verilir. Eğitimler, değişen ve ortaya çıkan yeni risklere uygun olarak yenilenir, gerektiğinde ve düzenli aralıklarla tekrarlanır.

(2) Çalışan temsilcileri özel olarak eğitilir.

(3) Mesleki eğitim alma zorunluluğu bulunan tehlikeli ve çok tehlikeli sınıfta yer alan işlerde, yapacağı işle ilgili mesleki eğitim aldığını belgeleyemeyenler çalıştırılamaz.

(4) İş kazası geçiren veya meslek hastalığına yakalanan çalışana işe başlamadan önce, söz konusu kazanın veya meslek hastalığının sebepleri, korunma yolları ve güvenli çalışma yöntemleri ile ilgili ilave eğitim verilir. Ayrıca, herhangi bir sebeple altı aydan fazla süreyle işten uzak kalanlara, tekrar işe başlatılmadan önce bilgi yenileme eğitimi verilir.

(5) Tehlikeli ve çok tehlikeli sınıfta yer alan işyerlerinde; yapılacak işlerde karşılaşılacak sağlık ve güvenlik riskleri ile ilgili yeterli bilgi ve talimatları içeren eğitimin alındığına dair belge olmaksızın, başka işyerlerinden çalışmaküzere gelen çalışanlar işe başlatılamaz.

(6) Geçici iş ilişkisi kurulan işveren, iş sağlığı ve güvenliği risklerine karşı çalışana gerekli eğitimin verilmesini sağlar.

(7) Bu madde kapsamında verilecek eğitimin maliyeti çalışanlara yansıtılamaz. Eğitimlerde geçen süre çalışma süresinden sayılır. Eğitim sürelerinin haftalık çalışma süresinin üzerinde olması hâlinde, bu süreler fazla sürelerle çalışma veya fazla çalışma olarak değerlendirilir (7).

Yüksekte çalışılacak sahalar belirlenmelidir. Yüksekte çalışmak için uygun platformlar hazırlanmalı ve yüksekten düşmenin yaşanmaması için gerekli güvenlik önlemleri alınmalıdır. Çalışılacak alan çevrilmeli ve yeterli uyarı levhaları konulmalı, işaret ve işaretçilere uyulmalıdır.

Yüksekte çalışmalarda meydana gelen kazaları azaltabilme yönünde yapılan çalışmalarda elde edilen bulgular şu şekildedir (12)
Güvenli bir çalışma ortamı oluşturulması için, henüz tasarım sürecinde, özellikle çatı ve cephe kaplamaları faaliyetleri için dış ve iç çevre koşulları dikkate alınarak, risk değerlendirmeleri yapılmalı, alınması gereken toplu ve kişisel korunma önlemleri belirlenmelidir.
Bu faaliyetlerde çalışacak kişilerin donanımlı-sertifika sahibi, yeterli bilgi deneyim ve yeteneğe sahip olması gerekir. Ayrıca bu kişilere, çalıştıkları kurumda gerek teknik açıdan, gerekse iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili olarak yeterli eğitim ve talimatlar verilmiş olmalıdır.

Ayrıca teknik açıdan da iş sağlığı ve güvenliği kapsamında yüksekte çalışırken meydana gelen kazaların önlenmesi için toplu ve kişisel koruyucu önlemlere yer verilmeli, bu önlemler sürekli geliştirilmeli ve güncellenmelidir. Bahsedilen önlemleri şu şekilde sıralamak mümkündür (12):
Toplu koruyucu önlemler olarak; ilk aşamada işçiler bu yerlerde yalnız başlarına çalıştırılmamalı, iş yerinde iş güvenliği uzmanları ve iş yeri hekimleri bulunmalı, yüksekten düşmeyi önleyecek güvenlik ağları kullanılmalı, güvenlik izleme sistemleri kullanılmalı, iskeleler aranan özelliklere uygun ve sağlam olmalı, özellikle çalışma platformları vegeçitler çalışanları düşmeden ve cisimlerden koruyacak şekilde tasarlanmalı, korkuluklar; tarbzan, ara korkuluk ve eteklik ile takviye edilmeli, yeteri kadar çaprazlar konulmalı ve iskele binadan ayrılmayacak şekilde tespit olunmalı, boru ve madeni iskele kullanılacaksa statik elektriğe karşı uygun şekilde topraklanmalı, döşeme kenarları ve benzeri platformlar uyarıcı nitelikte kırmızı-beyaz renkli şerit bant ile sarılmalı, amaca uygun ve

sağlam, sürekli bakımı yapılan merdivenler kullanılmalı, üzerinde akım taşıyan elektrik kabloları yalıtılmalı veya çalışanları uyarıcı önlemler alınmalıdır. Yine mümkünse yüksekte çalışma süresi kısaltılmalıdır.
Kişisel koruyucu önlemler olarak ise; çalışanlara vücut koruma ekipmanlarıverilmeli, bu kapsamda yatay ve dikey yaşam hatları, koruyucu baretler ile paraşüt tipi ve benzeri emniyet kemerleri ile kaymayı önleyici ve delinmeye dayanıklı ayakkabılar kullanılmalıdır.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yüksekte yapılan çalışmalar sonucunda oluşan kazaların sebep-sonuç ilişkileri analiz edildiğinde çalışanların kendisinden veya işverenden kaynaklı çeşitli sebepler olduğu görülmüştür. Güvenli iş yapma kültürünün benimsenmediği, denetimlerin ve eğitimlerin yetersizliği ve mevzuata uymama gibi sebeplerde sıralanabilir.

İş kazalarının önlenmesinin temel şartı, iş kazalarının oluşum nedenlerini anlamaktır. Bu bağlamda, çalışanları ve ailelerini korumak için, gerekli planlamanın yapılması, doğru koruma yöntemlerinin uygulanması, çalışanlara iş ekipmanlarının verilmesi, sağlık ve güvenlik önlemlerinin alınması işin gereği olarak algılanmalıdır.

Yüksekte çalışma güvenliğini etkili şekilde yürütebilmek için öncelikle; yüksekte çalışılacak sahalar belirlenmeli, işe başlamadan önce risk analizi yapılmalı, güvenli bir çalışma planı yapılıp, çalışma metotları ve önlemleri belirlenmeli, mümkünse yüksekte çalışmaktan kaçınmalı, eğer bu mümkün değilse, korkuluklar, iskeleler, işe uygun platformlar veya mobil araçlarla çalışılmalı, çalışanlar eğitilmeli, çalışılacak alan çevrilmeli ve yeterli uyarı levhaları konulmalı, işaret ve işaretçilere uyulmalıdır.

Tüm bu önlemlerin yanı sıra, inşaat işçileri de, hem kendi güvenlikleri hem de diğer işçilerin güvenliğini korumak açısından aşırı derecede dikkatli olmak, işverenin talimatlarına uymak, tehlikeli durumları yetkililere bildirmek zorundadırlar. Ancak bunların sağlanabilmesi için, işe alınacak işçilerin hem fiziksel hem de zihinsel açıdan işe uygun seviyede olmalarına dikkat edilmelidir. Ayrıca işin faaliyet süresince çalışanlar sürekli olarak denetim altında tutulmalıdır ve güvenlik bilinci oluşturulmalıdır.

Yukarıda bahsedilenlerin genel anlamda analizini yapacak olursak, bakmak yerine görmek görebilmek becerisi ile sitemin gözden geçirilerek hatalarımızdan ders almak yerine teknolojiden getirdiği değişime ayak uydurmalı, mevzuatlara uygun hareket etmeli ve çalışanı önemseyek işimizi sağlıklı olarak yürütmeli aynı zamanda da güvenli ortamlarda çalışmalı-çalıştırmalıyız.

KAYNAKLAR

1. Kozak, T., 2007, “TS18001 (OHSAS 18001) İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi: İnşaat Sektöründe Bir İşletmede Uygulama Örneği”, Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Hatay.
2. WHO, 1994. Global Strategy on Occupational Health for All, Bildiri.
3. http://www3.csgb.gov.tr/csgbPortal/isggm.portal
4. 5 Ekim 2013 Tarih ve 28786 Sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Yapı İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği.
5. Arık B ve Akçın N.A., 2002 İş Kazalarının Önlenmesi ve İş Güvenliği Analiz Tekniğinin Uygulanması, Türkiye 13 Komur Kongresi Bildiriler Kitabı.
6. 5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu.
7. 30 Haziran 2012 tarih ve 28339 Sayılı Resmi Gazete’ de yayınlanan 6331 Sayılı iş sağlığı ve güvenliği kanunu.

8. ERCAN, A. (2010). Türkiye'de Yapı Sektöründe İşçi Sağlığı ve Güvenliğinin Değerlendirilmesi. Politeknik Dergisi, 13(1).
9. TAŞDÖKEN, Ü., Eylül 2015, İnşaat Sektöründe Yüksekte Çalışmalarda İş Sağlığı ve Güvenliği ve Yüksekten Düşme İş Kazalarının İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gediz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı İş Güvenliği ve Sağlığı Tezli Yüksek Lisans Programı.
10. ARDIÇ, B., 2011. İnşaat Sektöründe Yüksekte Çalışma, 3. İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu.
11. Baradan, S., 2006, "Türkiye'de İnşaat Sektöründe İş Güvenliğinin Yeri ve Gelişmiş Ülkelerle Kıyaslanması", DEÜ Mühendislik Fakültesi, Fen ve Mühendislik Dergisi, Cilt:8, Sayı:1, s. 87-100, İzmir.
12. Mıstıkoğlu, G., Erdiş, E., Genç, O. ve Yıldız, O., 2015, "Çatı ve Cephe Kaplamalarında Yüksekten Düşmeyi Etkileyen Faktörlerin Analizi", 5. İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu Bildiriler Kitabı, İzmir.

KUBBELERİN YAPIM SİSTEMLERİNİN YÜK AKTARIM PRENSİPLERİNE GÖRE İRDELENMESİ

Kutluğ SAVAŞIR [1]

Konu Başlık No: 2. Çatı ve Cephe Sistemlerinin Performansları

TÜRKÇE ÖZET

Kubbelerin yük aktarımı ve içinde gerçekleşen gerilmelerle ilgili olarak literatürde sıklıkla karşılaşılan "Kubbeyi oluşturan elemanların dizilme biçimleri sayesinde yalnızca basınca çalıştığı; bu nedenle kubbe yapımında kullanılacak bileşenlerin basınç direncinin yüksek, çekme direncinin ise düşük olması gerektiği" şeklinde bir tanımlama mevcuttur. Yığma kâgir yapım sistemiyle inşa edilmiş kubbelerin düşey kesit yönündeki gerilme türü için doğru olan bu tanımlama, kubbenin etek kısımlarındaki yatay kesitteki çekme gerilmesini göz ardı etmesi bakımından eksiktir. Ayrıca tüm kubbeler için geçerliymiş gibi görülen bu tanımlama, sadece çekme gerilmelerinin oluştuğu pnömatik kubbeler düşünüldüğünde tamamen geçersiz kalmaktadır. Bu bağlamda kronolojik olarak kubbelerin yapım sistemindeki değişimin, kubbe içinde gerçekleşen düşey ve yatay gerilmeler bağlamında irdelenmesi bildirinin konusunu oluşturmaktadır. Mimarlık tarihi boyunca farklı yapım sistemleri ve malzemeleriyle inşa edilen, dünya genelinde şöhret sahibi olan ve geçebildiği açıklık bakımından en son sınırlara erişmiş olan farklı yapım sistemli kubbeler ele alınarak, kubbeye gelen yüklerin temele aktarımı sırasında izlediği yolun analizi yapılmaktadır. Elde edilen analizler ise hazırlanan bildiri kapsamında sunulmakta ve başta belirtilen tanımlamanın eksik yönleri gözler önüne serilmektedir.

ANAHTAR KELİMELER

Kubbenin tanımı, Kubbelerin yapım sistemleri, Kubbelerin yük aktarım prensipleri.

ABSTRACT

The load transferring of the dome and identification of the most commonly encountered in the literature about the actual stress "by dint of array form of elements of the dome is attempting to pressure only; for this reason high pressure resistance components should be used in dome construction while the strengths resistance should be low". This definition is correct for the type of tension in the direction of vertical section ,the horizontal section on the flanks of the dome is incomplete in terms of drawer tension to ignore in the dome which was built with brick masonry construction system. Furthermore, the identification which seems to be true for all domes, remain completely invalid when considering the formation of tensile stress in pneumatic domes. In this context Chronological change in construction of the dome system and vertical and horizontal stresses that occur within the context of the dome is constitute the subject of the study. Across the history of architecture and go about the domes which had been construct with different structural systems and materials and also have a reputation throughout the world who can now access the latest frontier of clarity. Analysis of the path followed during the transferring the loads incoming to the dome to the foundation. The analysis obtained are presented under the prepared report.

KEYWORDS

Kubbenin tanımı, Kubbelerin yapım sistemleri, Kubbelerin yük aktarım prensipleri.

[1] Yard. Doç. Dr. Kutluğ SAVAŞIR, Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü, Tınaztepe Kampüsü Doğuş Cad. No:209 Buca / İzmir, Tel:0.232.301.83.89, Faks:0.232.45329.86, kutlug.savasir@deu.edu.tr

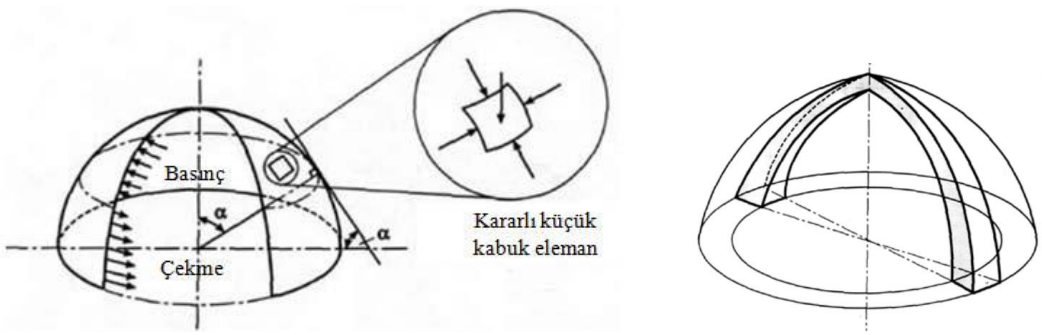
1. Giriş

Kubbe kelimesi, Arapça'daki 'Gobbe' kelimesinin Türkçe'ye geçmesi sonucu oluşmuştur. Türk Dil Kurumu Sözlüğü'nde [1] kubbe "yarımküre biçiminde olan ve yapıyı örten dam" şeklinde tanımlanmıştır. Hasol'un Mimarlık Sözlüğü'nde [2] ise kubbe; "küre takkesi, yarım küre veya toparlakça kümbet biçimi verilen yapı örtüsü; bir kemerin, yayının tepe noktasından inen dik eksen çevresinde dönmesiyle meydana gelen üst örtü" olarak tanımlanır.

Kubbenin yük aktarımı ve içinde gerçekleşen gerilmelerle ilgili olarak literatürde sıklıkla karşılaşılan ancak kısmen doğru kısmen de hatalı olan bir tanımlama bulunmaktadır. Örneğin Tuluk'un [3] "*Kubbeyi oluşturan elemanların dizilme biçimleri sayesinde üstten gelen yükler, yalnızca basınca çalışır ve alttaki strüktür elemanlarına yük aktarımı sağlanır. Bu nedenle kubbe yapımında kullanılacak elemanların, kemerlerde olduğu gibi basınç direnci yüksek, çekme direnci düşük olmalıdır*" şeklinde bir ifadesi vardır. Bir çok tez, makale ve eski kitapta karşılaşılan bu tanımlamanın günümüzde ne denli eksik ve hatalı olduğunun gözler önüne serilmesi amacıyla mimarlık tarihi boyunca farklı yapım sistemleri ve malzemeleriyle inşa edilen, dünya genelinde şöhret sahibi olan ve geçebildiği açıklık bakımından en son sınırlara erişmiş olan kubbelerin düşeyde ve yatayda yük aktarım prensiplerindeki değişimin gözlenmesi amacıyla bir analiz yapılmış ve bu analizin sonuçları bildiri kapsamında sunulmuştur.

2. Kubbelerin Taşıyıcı Sistem ve Malzeme Açısından İncelenmesi

Eski çağlardan beri çok çeşitli amaçlar için inşa edilen kubbelerin yüzeyinde gerçekleşen gerilmeler yukarıda açıklandığı kadar basit değildir. Kubbelerin yüzeyinde, temel üç gerilme olan eğilme, basınç ve çekme gerilmeleri oluşmaktadır. Ancak yük aktarım sisteminin anlatımını basitleştirmek için genellikle aşağıdaki iki kabul yapılabilmektedir. İlk kabul, 'kubbenin çift eğrilikli yapısı nedeniyle strüktür geometrisinin getirdiği avantajdan dolayı yüzeyinde gerçekleşecek gerilmelerden eğilmenin ihmal edilebilecek düzeyde olmasının kabulüdür. Böylece kubbede meridyenler boyunca basınç gerilmeleri oluşmaktadır. Dairesel gerilmeler, kubbe şekli ve yük dağılımından dolayı kubbe tabanına doğru inildikçe basınç gerilmesinden çekme gerilmesine dönüşmektedir (Şekil 1) [4]. İkinci kabulde ise kubbe bir dizi kemer olarak dikkate alınmaktadır (Şekil 1). Eğer kemerdeki basınç çizgisi iç ve dış yüzeyler arasında kalıyorsa kemer yeteri kadar güçlü ve stabil olmaktadır. Kemer güçlü ve stabilse, meridyenler boyunca oluşabilecek çatlaklara rağmen kubbe de yeterince güçlü ve stabil olarak kabul edilmektedir [5].



Şekil 1 Kubbe üzerinde basınç ve çekme bölgesinin gösterimi ve kemer dilimleri [5]

Birçok kaynakta yer alan yukarıdaki ifadeler malzeme tanımı ve taşıyıcı sistem belirtilmeden yapılmaktadır. Bu nedenle okuyucular tarafından tüm kubbeler için geçerliymiş gibi algılanmaktadır. Konunun daha net anlaşılması amacıyla kubbelerin hangi malzemelerle ve hangi yapım sistemleriyle yapılabileceğinin ve bu sistemlerdeki yük aktarım prensiplerinin analiz edilmesi gereği doğmaktadır.

20. Yüzyıl'a kadar inşa edilen kubbeli yapılarda ana malzeme taş, tuğla ve ahşaptır. Sanayi Devrimi sonrasında demirin ve çeliğin yapılarda kullanılması ile birlikte kubbe yapımında kullanılan malzemelerin de çeşitlenerek değiştiği gözlenmektedir. Elde edilen yeni malzemeler yardımıyla daha büyük açıklık geçebilen kubbeli binalar inşa etmek mümkün olmuştur. Kubbe yapımında kullanılan malzemeler açısından

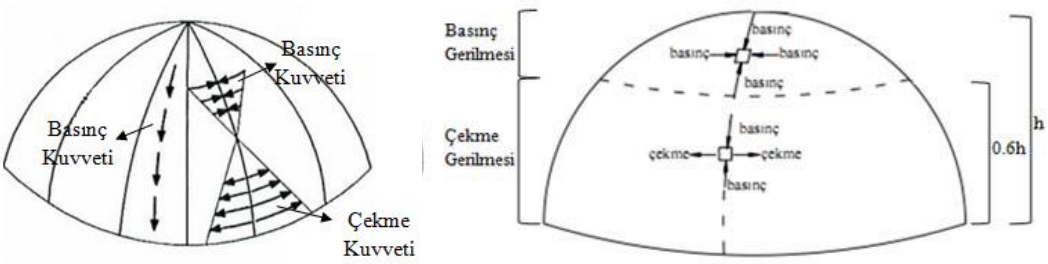
düşünüldüğünde, yeni malzemelerin keşfi ve yapılarda kullanımını tetikleyen Sanayi Devrimi'nden sonraki en büyük etken II. Dünya Savaşı'dır. Geçici ve demonte strüktürlü hangarların yapımında kullanılan uzay kafes sistemler ile radarların üstünü örtmede kullanılan membran sistemlerin ilk kez bu savaş sırasında geliştirildiği bilinmektedir. Geliştirilen çağdaş taşıyıcı sistemlerin kubbe yapımında da kullanılması sonrasında çok geniş açıklıkları geçebilen çubuk ağı kubbeleri, kablo destekli membran ve hava destekli pnömatik kubbelerin yapımı mümkün olmuştur.

Kubbe yapımında kullanılan malzemelerdeki değişimin sonucu olarak kubbelerin yük aktarım prensiplerinde de birtakım değişiklikler gözlenmektedir. Bildiri kapsamında kubbelerin taşıyıcı sistemleri göz önüne alınarak bir sınıflandırma yapılmakta olup kubbeler yedi grupta irdelenmiştir. Bunlar;

1. Yığma kubbeler,
2. Kaburgalı kubbeler,
3. Kabuk kubbeler,
4. Kemer taşıyıcılı kubbeler,
5. Çubuk ağı kubbeler,
6. Kablo sistemli kubbeler ve
7. Pnömatik kubbelerdir.

2.1. Yığma Kubbeler

Yığma kubbeler salt basınca çalışan malzeme olan taş ve tuğla gibi kargir malzemelerle üretilmişlerdir. Yığma kubbelerde yükler, meridyenler doğrultusunda kemerdeki yük aktarımına benzer şekilde basınç gerilmesiyle mesnetlere iletilir. "19. Yüzyıl'ın başlarında yapılan statik analizler sonucunda kubbenin yüzeyinde gerçekleşen (paraleller boyunca) yataydaki çekme ve basınç gerilmeleri ile (meridyenler boyunca) düşeydeki basınç gerilmelerinin bölgeleri belirlenmiştir [6]." Bu belirlemeye göre paraleller yönünde yüksekliğin 1/3'lük üst bölümünde basınç, 2/3'lük alt bölümünde ise çekme gerilmesi oluşmaktadır (Şekil 2). Kargir malzemenin çekmeye karşı dayanımı çok düşük olması nedeniyle kubbelerin etek kısmında açılma yapmaması için, yanal hareketi engellenmiş mesnetlere ihtiyaç duyulmaktadır. Mimar Sinan'ın yarım kubbelerle ana kubbeyi desteklemeye çalışması veya gotik katedrallerdeki uçan payandaların kubbenin yataydaki hareketini önlemeye çalışması hep bu sorun nedeniyle geliştirilen çözümlerdir.



Şekil 2 Yığma kubbelerde oluşan düşey ve yatay gerilmeler [7]

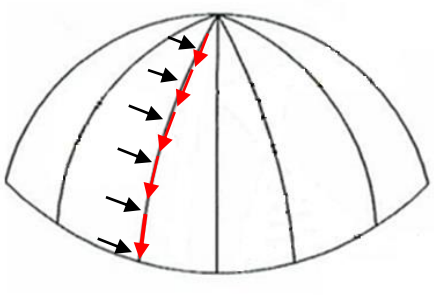
Bir yönde 30,80 metre ve diğer yönde 32,6 metre açıklık geçen Ayasofya'nın kubbesi halen dünya üzerindeki en büyük açıklık geçebilen yığma kubbe olup diğer örnek olarak Selimiye Camisi'nin kubbesi gösterilebilir. (Şekil 3).



Şekil 3 Ayasofya Müzesi [8], Selimiye Camisi [9]

2.2 Kaburgalı Kubbbeler

Kaburgalı kubbelerde, kubbeyi oluşturan iki farklı eleman bir arada kullanılmaktadır. Bu elemanlardan ilki kaburgalar olup diğeri ise kaburgaların arasında kalan kubbe dilimini oluşturan dolgu malzemeleridir. Dolgu malzemeleri kendi ağırlıklarını ve üzerlerine gelen yükleri kaburgalara aktarma görevini üstlenmişlerdir. Dolayısıyla sisteme gelen yükler kaburgalar tarafından etek kısmına indirilmektedir (Şekil 4). Kubbenin tepe noktasında kaburgaların birleşimini kolaylaştırma amaçlı olarak basınç çemberi uygulaması sıklıkla görülmektedir.



Şekil 4 Kaburgalı kubbelerdeki yük aktarım prensibi

"Kaburgalar eğilmeye çalışrken araları dolgu malzemesi ile doldurulur vaya kapanır. Kalıp gerektirmezler. Çok geniş açıklıklar geçilebilir. Kaburgalar metal, ahşap veya lamine ahşap gibi malzemeler ile oluşturulabilir" [10]. Ayrıca taş ve tuğla gibi kâgir malzemeler de kullanılmaktadır.

Malzeme olarak taş veya tuğlanın kullanıldığı kaburgalı kubbelerde hem kaburgalar hem de dolgu malzemeleri kargir malzemelerden seçilmektedir ki buna en güzel örnek Floransa Katedrali'dir (Şekil 5). Floransa Katedrali'nin kubbesinin tepe noktasında basınç çemberi kullanılmıştır. Geçebildiği 143 metre açıklık ile günümüze dek inşa edilen en fazla açıklığı geçen kaburgalı kubbe İzumo Kubbesi'dir. Kaburgaları tutkallı tabakalı ahşaptan yapılmıştır (Şekil 5). Son yıllarda inşa edilen kaburgalı kubbe örnekleri incelendiğinde ise kubbelerin kaburgalarının artık çelik profillerle oluşturulduğu, dolgu malzemelerinin ise membran, cam ve ETFE olarak tercih edilmeye başlandığı gözlenmektedir. Alman Parlamento Binası Reichstag'ın kubbesi, metal kaburgalara örnek olarak gösterilebilir (Şekil 5).



Şekil 5 Floransa Katedrali (İtalya) [11], İzumo Kubbesi (Japonya) [12], Reichstag (Almanya) [13]

2.3 Kabuk Kubbeler

Kabuk kubbeler, düşey ve yatay yükleri, alttaki yapı elemanlarına yığma kubbelerdekine benzer biçimde aktarmaktadırlar (Şekil 2). Kubbe içindeki basınç gerilmelerini betonun, çekme gerilmelerini de çelik donatının karşıladığı, betonarme malzemelerle yaygın olarak inşa edilmektedir. Ayrıca metal saclar ve takviyeli plastik malzemeler de kullanılabilmektedir.

Kabuk kubbelerin ilk örneklerinden birisi Roma'daki Pantheon tapınağının kubbesidir (Şekil 6). 43 metre açıklık geçen yarım küre şeklindeki kubbe, donatısız betondan yapılmıştır. Romalılar daha az beton kullanıp kubbeyi hafifletmek için sünger taşı kullanmış, kubbenin üst noktasında basınç çemberi yapmış, tabandan tepe noktasına çıkarken kesitinde kubbenin et kalınlığını azaltmış ve son olarak da kaset döşemeye benzer biçimde kubbenin içinde oyuklar oluşturmuştur. Kubbeye gelen yüklerin kubbe eteğinde tahribata neden olmaması amacıyla da kubbenin eteğinde yedi sıra beton halka ile önlem almışlardır. Bu halkalar bir nevi çekme çemberi gibi görev yapmaktadır. Çelik donatının yapılarda kullanılmaya başlamasından sonra, beton kubbelerin yerini ince betonarme kabuk kubbeler almıştır. (Şekil 6). İlk ince batonarme kabuk kubbe, 1924 yılında Almanya'nın Jena şehrinde Zeiss Planetarium'da ve 40 metre çapında yapılmıştır [14]. Kabuk kubbeler ile yığma kubbeler, geçebildiği açıklık ve kullanılan malzeme miktarı açısında birbirleriyle karşılaştırıldığında; oldukça ilginç şu saptama yapılmıştır. "Rönesans çağının ünlü yapıtlarından San Peters Kilisesi'nin kubbesi 40 metrelik bir açıklık için 10.000 ton malzeme gerektirmiştir. 1920'lerde Jena'da (Doğu Almanya) yapılan betonarme bir kabuk için, aynı açıklıkta sadece 330 ton malzeme kullanılmıştır. Yani verilen ilk örneğin 1/30 kadar bir malzeme kullanımı söz konusudur [15]". Pier Luigi Nervi tarafından tasarlanan Norfolk Scope'un kubbesi 134 metre açıklığı ile sınıfında öncüdür (Şekil 6).



Şekil 6 Pantheon (Roma) [16] ve Norfolk Scope (A.B.D.) [17]

Günümüzde Türkiye'de her köşe başına inşa edilen camilerin kubbelerin neredeyse tamamı kabuk kubbelerin kötü örneklerindendir. Çünkü çift eğrilikli ve eğriliği de eş yönlü olan kubbelerin geometrisini oluştururken doğrusal kalıp parçalarının kullanımı mümkün değildir. Bu nedenle kubbenin kalıbı önce küçük ahşap parçaların birleştirilmesi ile oluşturulmakta, ardından hasır çelik kalıbın geometrisine uygun olarak hazırlanmakta ve son olarak da akışkan olan beton dökülerek, biran evvel prizini almasının beklenmesi gibi oldukça zorlu süreçlerin sonunda elde edilmektedir. Yapılan bu kadar zorlu uğraşın kaynağının Mimar Sinan'ın taş ile yaptığı şaheserlerin kötü kopyaları olması da işin en üzücü yanıdır.

2.4 Kemer Taşıyıcılı Kubbeler

Kemer taşıyıcılı kubbeler, sisteme gelen düşey yükleri kaburga kubbelerdekine çok benzer şekilde önce tali kirişler yardımıyla kemerlere; birbirine paralel olarak konumlandırılmış kemerlerde toplanan yükleri de zemine aktarmaktadırlar (Şekil 4). Kemerlerin arasında kalan boşluklar ise ince metal veya ahşap levhalar, membran, cam veya polimer levha v.b. örtücü malzemelerle kaplanabilmektedir. Kaburgalı kubbelerden farklı olarak bu tip kubbelerde kemerler kubbenin merkez noktasında kesişmezler, birbirlerine paralel olarak kubbenin içinde yeralırlar. Kemer taşıyıcılı kubbeler, sıklıkla gövdesi boşluklu çelik kemerler, tutkallı tabakalı ahşap kemerler, betonarme kemerler veya uzay kafes kemerler yardımıyla inşa edilmektedir. Bu malzemelerin hepsinin ortak özelliği, sistemde oluşan hem çekme hem de basınç kuvvetlerine karşı dayanım gösterebilmeleridir.

63 metre açıklık ve 18 metre yüksekliğe sahip olan Jaca Hockey Arena (Şekil 7) gövdesi boşluklu kemerlere örnektir. 280 metre açıklığa sahip Çin'deki Nantong Sports Centre (Şekil 7) ise uzay kafes sistemle inşa edilmiş en büyük açıklık geçen kemer taşıyıcılı kubbe olarak karşımıza çıkmaktadır.



Şekil 7 Jaca Hockey Arena, (İspanya) [18], Nantong Sports Centre (Çin) [19]

2.5 Çubuk Ağı Kubbeler

Çubuk ağı kubbeler, "Küre yüzeyinin farklı geometrik yöntemlerle küçük geometrik şekillere bölünerek, bu geometrik şekillerin çubuklarla ve bu çubukların birbirine bağlandığı düğüm noktalarıyla oluşturulduğu kubbelerdir [10]." Bu tip kubbelerde plan, yalnızca daire şeklinde değil; kare, üçgen, çokgen, gibi formlarda da olabilmekte ve üzeri kubbe sistemle geçilebilmektedir. Sistemi oluşturan çubuk ağları çelik malzemeden üretilmektedir. Yığma kubbelerde olduğu gibi bir yük aktarımı sözkonusu olup düşey yükler altında meridyenler yönündeki çubuklarda basınç, paraleller yönünde ise kubbenin üst kısmında basınç, etek kısmında ise eksenel çekme gerilmeleri oluşmaktadır.

"Çubuk elemanların ve düğüm noktalarının kubbe yüzeyinde farklı biçimler oluşturacak şekilde ve/veya farklı açılarla birleştirilmesi sonucunda aşağıdaki sistemler geliştirilmiştir [20] (Şekil 8)."

1. Nervürlü kubbe sistemler, 61 metre açıklıklı Yunanistan'daki Rodos Palace Oteli (Şekil 8),
2. Schwedler kubbe sistemler, Japonya'daki Aged Sports Plaza (Şekil 8),
3. Üç ve dört doğrultuda ızgara sistem, 187 metre çaplı Japonya'daki Nagoya Kubbesi (Şekil 8),
4. Lamella kubbe sistemler, 222 metre açıklıklı Japonya'daki Fukuoka Kubbesi (Şekil 9),
5. Jeodezik kubbe sistemler, 36 metre çaplı Ontario Place (Şekil 9),
6. Çift katlı uzay kafes sistemli kubbeler, 76 metre çaplı 1967 Expo A.B.D. Pavyonu (Şekil 9).



Şekil 8 Rodos Palace Hotel, (Yunanistan) [21], Aged Sports Plaz (Japonya) [21], Nagoya Kubbesi (Japonya) [21]



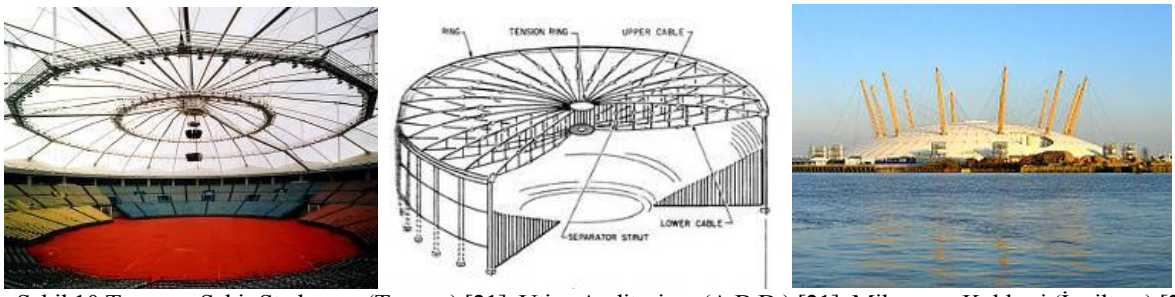
Şekil 9 Fukuoka Kubbesi , (Japonya) [25], Ontario Place (Kanada) [21], Expo 67 A.B.D. Pavyonu (Kanada) [22]

2.6 Kablo Sistemli Kubbeler

Dairesel veya elips planlı açıklıkları geçmek üzere düzenlenen ve tavana doğru, forma uygun biçimde kademelendirilmiş kasnak çemberler arasında bulunan dikme, dikmeler arasındaki diyagonal kablo ve

çekme çemberi ile basınç çemberi arasında bulunan rijit kablolar ile oluşturulmuş taşıyıcı sistem türü kablolu sistem kubbeler olarak anılır [23] (Şekil 10). Kablo sistemlerde, kubbeyi ayakta tutmaya yarayan ve eksenel basınç gerilmesine maruz kalan dikme ve pilonlar, kubbenin eğrisel formunu oluşturan ve sadece çekme gerilmesine direnebilen kablolardon oluşmuş bir ağ sistemi ve son olarak da kablo ağlarının üzerini örtmede kullanılan kaplama malzemeleri olmak üzere üç ana eleman bulunmaktadır. Kablo sistemli kubbeler aşağıdaki şekilde üçe ayrılmaktadırlar:

1. Tensegrity kubbeler, 82 metre açıklık geçebilen Tayvan'daki Taoyuan Şehir Stadyumu (Şekil 10),
2. Çift tabakalı kablo sistemli kubbeler, 73 metre çapındaki A.B.D.'deki Utica Auditorium (Şekil 10),
3. Düşey taşıyıcıya bağlı kablo askılı sistemler, 365 metre açıklık geçebilen İngiltere'deki Milenyum Kubbesi (Şekil 10).

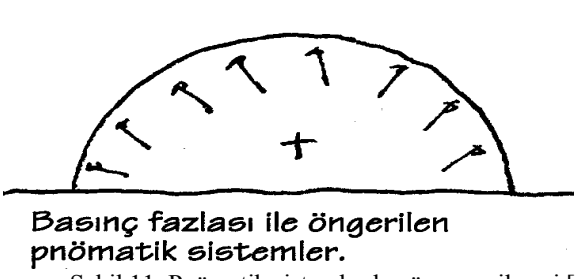


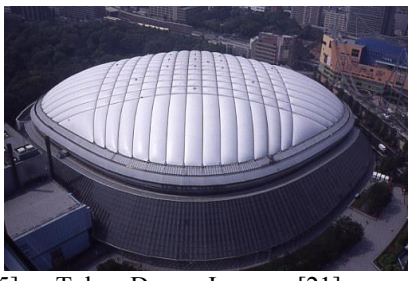
Şekil 10 Taoyuan Şehir Stadyumu (Tayvan) [21], Utica Auditorium (A.B.D.) [21], Milenyum Kubbesi (İngiltere) [24]

2.7 Hava Basınçlı Kubbeler (Pnömatik Sistemli Kubbeler)

Pnömatik sistemler; membran bir yüzeyin iç tarafında basınç fazlalığı yaratarak, yüzeye bir ön germe verilmesi yoluyla ayakya duran üst örtü sistemidir. Bu ön germeyi sağlayan madde genellikle hava veya gaz olmaktadır. İç basınç dış basınçtan fazla olduğu sürece şişme kubbe ayakta kalmaya devam etmektedir. Membran üst örtü malzemeleri sadece çekme gerilmesine karşı dirençlidir. İç basıç arttıkça da şişmeye devam eder. Çekme gerilmesi seviyesinin sınır değerinin artırılması amacıyla hava basınçlı pnömatik kubbeler genelde üstten kablolarla takviye edilmektedir (Şekil 11).

1988 yılında inşa edilmiş 201 metre açıklığa sahip Tokyo Dome (Şekil 11) hava destekli, kablo takviyeli pnömatik kubbelere örnek gösterilebilir.





Şekil 11 Pnömatik sistemlerde yüzey gerilmesi [15] ve Tokyo Dome, Japonya [21]

3 Sonuç

Kubbelerin içinde gerçekleşen gerilmelerin yapım sistemlerine ve malzeme değişimine göre nasıl farklılık gösterdiğine yönelik olarak hazırlanan bildiride, yedi farklı yapım sistemiyle inşa edilmiş olan kubbelerin yükleri aktarım şekillerindeki farklılıkların analizi yapılarak Tablo 1'de sunulmaktadır. Kubbelerin sadece basınca çalışan malzemelerle yapılabileceğini anlatan ve bir çok yayında da karşılaşılan tanımlamanın, yığma kubbelerde kısmen diğer kubbe tiplerinde ise tamamen hatalı olduğu tabloda çok net gözlenmektedir.

Yapılan analizler sonucunda görüldüğü üzere; taş veya tuğla malzemeyle oluşturulan yığma kâgir yapım sistemiyle inşa edilmiş kubbelerin düşey kesitleri yönündeki gerilme türü için doğru olan bu tanımlama, yığma kubbenin etek kısımlarındaki yatay çekme gerilmesinin göz ardı edilmesi nedeniyle eksik

bulunmaktadır. Ayrıca kubbeyi oluşturan malzemelerin tanım içinde zikredilmemesi nedeniyle tüm kubbeler için geçerli gibi görülen bu ifade; kabuk kubbeler, kemer taşıyıcılı kubbeler, çubuk ağı kubbeler ve kablo destekli kubbelerdeki çekme gerilmelerinin düşünülmemesi nedeniyle kısmen ve salt çekmeye çalışan pnömatik kubbeler göz önüne alındığında ise tamamen geçersiz kalmaktadır.

Tablo 1. Farklı yapım sistemiyle inşa edilen kubbelerdeki gerilmelerin analizi

Yapım Sistemi	Yapının Adı	Geçtiği Açıklık	Düşey Gerilme	Yatay Gerilme
Yığma kubbeler	Ayasofya	32,6 metre	Basınç	Üstte basınç, altta çekme
Kaburgalı kubbeler	İzumo Dome	143 metre	Basınç	Eğilme
Kabuk kubbeler	Norfolk Scope	134 metre	Basınç	Üstte basınç, altta çekme
Kemer taşıyıcılı kubbeler	Nantong Sports Centre	280 metre	Basınç	Üstte basınç, altta çekme
Çubuk ağı kubbeler	Fukuoka Kubbesi	222 metre	Basınç	Üstte basınç, altta çekme
Kablo sistemli kubbeler	Milenyum Kubbesi	365 metre	Pilonlar basınç	Kablolar çekme
Pnömatik kubbeler	Tokyo Dome	201 metre	Çekme	Çekme

Kaynakça

[1] Kubbe, 23 Mart 2016, http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_gts&arama=gts&guid=TDK.GTS.56f33e81c8a233.63219705
[2] Hasol, D., 1998. Ansiklopedik mimarlık sözlüğü, İstanbul, YEM Yayınları.
[3] Tuluk, Ö. İ., 1999. Mekana bağlı strüktür analizi: Osmanlı dini mimarisinde örnekleme (15- 17. yy), *Doktora Tezi*, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
[4] Beckmann, P., 1995. Structural aspects of building conservation, UK: McGraw-Hill International.
[5] Uçak, Ş., 2012. Tarihi yığma kubbelerin dinamik davranışlarının operasyonal modal analiz yöntemiyle belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
[6] Cowan, H. J., b.t. An historical outline of architectural science, Architectural Science Series,
[7] Çelebi, R., 2001. Yapı bilgisi, (12). İstanbul. İstanbul Kültür Üniversitesi Yayınları.
[8] *Ayasofya*, 2016, 24 Mart 2016 http://informadik.blogspot.com.tr/p/ayasofya.html
[9] *Selimiye Camii*, 2009. 23 Nisan 2013, http://vdb.gib.gov.tr/edirnevdb/kultur/selimiye.html
[10] Altın, M., 2010. Pantheon'dan günümüze kubbelerin gelişimi (1. Baskı). İstanbul: Yalın Yayıncılık.
[11] *Floransa Katedrali*, 2013, 24 Mart 2015 http://gezipgordum.com/floransa-katedrali-duomo/
[12] Kolbay, D.S., 2010. Çatılarda ahşap strüktür bileşenlerinin tasarım etkenleri, *Yüksek Lisans Tezi*, Mimar Sinan Üniversitesi, İstanbul.
[13] Aydın, B., 2011. Sürdürülebilir çelik yapı uygulama olanakları, *Yüksek Lisans Tezi*, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
[14] Sungur, K., 2005. Taşıyıcı sistem ve yapı statiği, (1. Baskı). İstanbul, Birsen Yayınevi.
[15] Türkçü, H. Ç., 1990. Çağdaş yapım ve strüktür sistemleri 1 (2. Baskı). İstanbul: Birsen Yayınevi
[16] *Pantheon*, b.t. 10 Kasım 2014, http://www.mmdtkw.org/RT04-Pantheon.html
[17] *Norfolk Virginia*, 2002. 24 Haziran 2014, http://www.bluffton.edu/~sullivanm/virginia/norfolk/scope/scope.html
[18] *City of Jaca Hockey Arena*, 2009. 24 Ekim 2014, http://www.archdaily.com/17739/city-of-jaca-hockey-arena-coll-barreu arquitectos/
[19] Nantong stadium, b.t. 24 Ekim 2014, http://www.worldstadiums.com/stadium_pictures/asia/china/nantong_stadium.shtml
[20] Soykan, K., 2007. Çelik uzay kubbe sistemlerin agırlıkça optimum dizaynı, *Yüksek Lisans Tezi*, Selçuk Üniversitesi, Konya
[21] Urfalı, F., 2012. Güncel çelik yapı sistemlerinin incelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
[22] Stanton, J., 1997. *United States Pavillion*, 26 Kasım 2012, http://britton.disted.camosun.bc.ca/expo67/unitedstates.html
[23] Parke, G. ve Howard, C., 1993. Space Structures, London: Thomas Telford.
[24] *Millenium dome*, 2016. 18 Nisan 2016. https://en.wikipedia.org/wiki/Millennium_Dome
[25] Çalış, R. 2012. Hareketli çatıların yapısal özelliklerinin sistematik olarak incelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

OSMANLI DÖNEMI İNŞAAT BELGELERINE GÖRE ANITSAL YAPILARDA ÖRTÜ VE DUVAR SISTEMLERI

İlknur Aktuğ Kolay[1]

Konu Başlık No: 8

TÜRKÇE ÖZET

Osmanlı döneminde Saray tarafından yaptırılan veya onarılan yapılar için düzenlenen inşaat defterleri ve keşif defterleri yapım sürecindeki tüm harcamaların kayıt edildiği, kullanılan inşaat malzemelerinin adları ve bu malzemelerin miktarları, yapıda kullanıldıkları yerler, yapımda çalışan meslek grupları v.d. konularda da bilgi vermektedir. Bu çalışmada 16.-19. yüzyıllar arasında inşa edilmiş veya onarılması için keşif çalışmaları yapılmış yapılara ait inşaat ve keşif defterlerindeki bilgilerden kubbe ve tonoz örtü sistemlerinin yapım tekniği ve kullanılan malzeme türleri ile kâgir dış cephe duvarları yapım tekniği ile kullanılan malzeme türleri ve belirlenebilen malzeme boyutları irdelenecektir. İnceleme kapsamında kubbe ve tonoz inşaatında kullanılan ahşap kalıp, akustik ve örtü yükünü hafifletmek için kullanılan sebu (içi boş küp) ile yapıda su yalıtımı için kullanılan lökün gibi malzemeler de bulunmaktadır. Söz konusu bilgiler yığma yapım tekniğinin kullanıldığı dönem içinde tutulmuş olan defterlerdeki kayıtlar karşılaştırılarak değerlendirilip yorumlanmaktadır.

ANAHTAR KELİMELER

Osmanlı örtü yapım tekniği, Osmanlı duvar yapım tekniği, Osmanlı yapı malzemeleri, Sebu, Lökün

ABSTRACT

The construction and survey documents that are prepared to register all the expenses of the construction or repairment of the buildings commissioned by the Ottoman court give also information on the kinds of building materials purchased, in what part of the building they were used, the craftsmen who worked at the site etc. In this survey the information on the construction techniques and building materials with their dimension when determined of the dome and vault roofing systems and exterior walls of the buildings constructed or repaired during the 16th-19th centuries based on the register documents. The survey also covers the timber form used in the construction of domes and vaults, jars (*sebu*) used for acoustics and reducing the weight of the roof and a special mortar (*lökün*) for waterproofing. The information from the documents is evaluated with cross comparison.

KEYWORDS

Ottoman roofing techniques, Ottoman masonry techniques, Ottoman building materials, Sebu, Lökün

[1] İlknur Aktuğ Kolay, İTÜ Mimarlık Fakültesi Taşkışla Şişli İstanbul, 0212 293 1300/2351, Faks: 0212 251 4895, kolay@itu.edu.tr

1. Giriş

Osmanlı döneminde sultanlar ve devlet tarafından yaptırılan veya onarılan yapıların yapım sürecindeki tüm harcamalarının kayıt edildiği inşaat veya keşif defterleri tutlmuştur. Asıl düzenleme amacı inşaat için harcanan paranın her akçesinin detaylı olarak hangi amaçla sarf edildiğini belgelemek olan bu defterler aynı zamanda mimarlık alanına da ışık tutarak inşaat sırasında yapılan yapı türleri, kullanılan inşaat malzemelerinin adları, ne kadar alındığı (sayı veya ağırlık olarak), yapıda kullanıldıkları yerler, getirildikleri yerler ve ulaşımının nasıl sağlandığı, yapımda çalışan meslek grupları ile yapının tefrişi için alınan malzemeler hakkında da bilgi vermektedir. Bu çalışmada, günümüz Türkçesine çevrilerek yayınlanmış 16.-19. yüzyıllar arasında yazılmış çeşitli inşaat ve keşif defterleri, Topkapı Sarayı Müzesi Arşivindeki Ayazma Camii inşaat defteri, yapı malzemelerinin üretiminde standartların dışına çıkıldığı durumda kalite ve boyutları ile ilgili verilen hükümler, piyasada geçerli olan malzeme ve iş gücünün birim fiyatını belirleyen narh defterleri ve dönemin seyahatnameleri ile mevcut yapılar incelenerek kubbe ve tonoz örtü sistemlerinin yapım tekniği ve kullanılan malzeme türleri, kâgir dış cephe duvarları yapım tekniği ve kullanılan malzeme türleri ile belirlenebilen malzeme boyutları irdelenmektedir. İnceleme kapsamında, bazı yapıların kubbe ve tonoz inşaatında kullanılan ahşap kalıp, akustik ve örtü yükünü hafifletmek için kullanılan sebu (içi boş küp) ile yapıda su yalıtımı için kullanılan lökün gibi malzemeler de bulunmaktadır.

2. Kubbe ve tonoz kagir örtü

Belgelerde kagir örtü için alındığı belirtilen malzemeler kalıp için ahşap, tuğla, kubbe kilit taşı, sebu, ahşap hatıl, demir gergi, simid, civata, kurşun, kurşun çivisi ile harç ve sıva için horasan, kireç, küçük parçalar halinde keten lifi (kıyım keteni), mermer kireci, ince kum, saman ve topraktır. Bu malzemelerden ahşap, tuğla ve kiremit sadece isimleri ile bazı ahşap malzeme ise isimlerinin yanı sıra küçük, orta ve büyük olarak da tanımlanmıştır. Malzemelerin tanımlarına göre standart boyutlarda olduğu ve boyutlarının ne olduğu da eksik malzeme üretimi durumunda üreticilere yollanan hükümlerde belirtilen boyutlardan anlaşılmaktadır. Kireç, horasan, kum gibi malzemelerin birimi ise küfe olarak tanımlanmakta olup, bir küfenin hacmi ile ilgili veriye rastlanmamıştır.

Belgelerde "eğri" [1] olarak adı geçen ahşap malzeme kubbe, tonoz ve kemer gibi eğrisel yapı öğelerinin eğrisel kalıplarının ana iskeletinin inşasında kullanılmaktadır. Ana kubbenin kalıbı için alınan eğri, çoğunlukla kesiti ve uzunluğu büyük ahşap olan [2; 3] "çapa eğrisi" [4; 5] olarak belirtilmektedir. Alınan ahşap malzeme içinde bir veya dört adet gibi az sayıda alınan “çapa eğrisi”nin birim fiyatı da çok yüksektir [6; 7]. Kubbe geometrisini veren ana iskelet çatıldıktan sonra arası ahşap ile kaplanarak kubbe kalıbı inşa edilir.

Kubbe örgüsünde kullanılan tuğlalar “tuğla-i kubbe” [8] ve “kubbe tuğlası” [9] olarak tanımlanmıştır. Belgelerde ayrıca kubbe örgüsünde kullanılmak üzere yarım tuğlanın da (tuğla-i nime) üretildiği ve fiyatının tam tuğlanın yarısı olduğu görülmektedir. Kanuni Sultan Süleyman türbesi iç ve dış

kubbelerinde 5 -5,6/23-24 cm boyutunda tuğla kullanılmıştır [10]. Süleymaniye ve Ayazma İnşaat defterlerinde kubbe için alınan tuğlalar listesinde kubbe tuğlasının yanı sıra kare tuğlaların da (tuğla-i çarşu) alındığı görülmektedir [11; 12]. Ayrıca, 1763 tarihli Edirne Üçşerefeli Camii keşif defterinde son cemaat yeri kubbelerinin yapımında "tuğla- i çaşu" kullanılacağı belirtilmiştir [13]. Arseven tarafından bir kenarı 6 parmak (19 cm) uzunluğunda kare tuğla olarak tanımlanan [14] bu tuğlaların küçük kubbelerin yapımının yanı sıra büyük kubbelerin etek dolgusu ve kubbe kasnağı örgüsünde de kullanıldığı anlaşılmaktadır. Kubbe tuğlalarının ("tuğla-i kubbe") üretiminde örnekerin incelenerek ciddi bir kalite kontrolü [15] yapıldığı halde kare tuğlaların (tuğla-i çarşu) üretiminde bu özen görülmemektedir [16]. Sadece Süleymaniye inşaat defterinde [17] kubbe için alınan tuğlalar arasında bulunan "tuğla-i topaç" (topaç tuğla) belgelerde geçen en ucuz tuğla türüdür. Diğer belgelerde duvar örgüsünde alındığı görülen bu tuğlanın çift cidarlı duvar örgüsünde dolgu malzemesi ve Süleymaniye'de de kubbe kasnağı içinde dolgu malzemesi olarak kullanıldığı düşünülmektedir [18]. 16. yüzyıl ile 19. yüzyıl arasına tarihlenen belgelerde tuğlanın Gelibolu civarında [19], Tekfurdağı (Tekirdağ) [20], Yalive (Yalova), Darice (Darıca) ve İzmit körfezi civarındaki çeşitli yerlerde [21], Hore (Hakri Hore, Makrihoriy, Bakırköy) [22; 23], Üsküdar [24], Eyüp [25], Sütlüce ve Hasköy'deki [26; 27; 28; 29; 30] imalathanelerde üretildiği belirtilmektedir. Tuğla fırınlarının ısısı ise standart uzunluğu ve ağırlığı belirlenmiş dişbudak kütükleri yakılarak sağlanmaktaydı. 1609 tarihli bir hüküme göre uzunluğu 1.5 zira (1,14 m) ve ağırlığı 4 vakiyye (5,12 kg) olan dişbudak kütükleri tuğla ve kiremit fırınlarında kullanılmalıydı [31]. Bir kütükten çıkan ısı miktarının hesaplanabileceği dişbudak kütüklerinden tuğla fırınlarında kaç adet kullanıldığına ait bilgiye rastlanmamıştır.

Belgelerde kubbe ve tonoz örgüsünde horasan harcı yapmak üzere ana malzeme olarak kireç, ince kum, ince tuğla kırığı ve tuğla tozu alımı görülmektedir. Yapılarda yapılan gözlemlerde ince tuğla kırıklarının boyu 0,5-1 mm olarak tespit edilmiştir. Kireç, ince kum ve tuğla tozu karışımı olan kubbe horasan sıvasında bağlayıcı özelliği olan çeşitli malzemelerin de alındığı görülmektedir. Bu malzemelerden keten lifi özellikle kubbe için olduğu belirtilerek alınmıştır [32; 33]. Bursa Orhan Camii (1773), Bursa Şehzade Mustafa ve Sultan Cem Türbeleri (1795) ve Sa'dabad yapıları (1810) keşif defterlerinde ise örtülerin kurşun kaplamasının altına serilmek üzere toprak ve saman karışımı alımı bulunmaktadır. Bu malzemenin yeni yapılan yapıların inşaat defterlerinde yer almaması, onarımlarda kurşun kaplamanın altında düz bir yüzey elde etmek için kullanılan bir katman olduğunu düşündürmektedir (Fotoğraf 1). Az sayıda belgede ise kubbe sıvasında kullanılmak üzere bal, yumurta ve koyun tüyü alımına rastlamaktayız [34].

Fotoğraf 1- Süleymaniye Rabi Medresesi örtü onarımında altta horasan harcı, arada toprak ve üstte kurşun kaplama uygulaması



Kubbe örgüsüne yerleştirilen kubbe kirişi, simid, cıvata (kılıç) ve kurşun kaplamasında kullanılan kurşun çivisi gibi demir malzeme belgelerde ağırlıkları verilerek yer almaktadır. Kurşun alımı ise ham kurşun ve levha kurşun olarak belirtilmektedir. Ham kurşun eritilerek demir bağlantılarında kullanılmış, levha kurşun ise örtü kaplamasında kullanılmıştır.

Kubbe, kubbe geometrisine göre hazırlanmış, büyük kubbelerde ahşap iskele üzerine yerleştirilen, küçük kubbelerde ise Süleymaniye Camii'nin içi sıvalı olmayan ağırlık kuleleri üzerindeki kubbelerde izleri görüldüğü gibi kubbe üzengi hizasında örgü içine yerleştirilmiş ahşap kubbe kalıbı üzerinde, kubbe eteğinden başlanarak, horasan harcı ile tuğlaların ışınsal olarak yerleştirilmesiyle örülür ve tepe noktasında bir kilit taşıyla tamamlanır (Fotoğraf 2). Kilit taşı, çift cidarlı olan Süleymaniye Camii doğu ve batı yan sahınları ile Kanuni Sultan Süleyman Türbesi kubbesinde iki kubbe arasında açıkça görülmektedir. Bu kubbelerden Kanuni Sultan Süleyman Türbesi iç kubbesindeki küfeki kilit taşı 34 cm çapında ve örgü üstünden 26 cm çıkıntı yapmaktadır (Fotoğraf 3). Küçük açıklıklar örten kubbeler bir tuğla kalınlığında, büyük açıklık örten kubbeler ise 1,5 -2 tuğla kalınlığında olmalıdırlar. Tuğlalar arasındaki derz kalınlığı iç yüzeyde bir tuğla kalınlığında, dış yüzde ise ışınsal dizilime bağlı olarak yer yer bir tuğla kalınlığından fazladır. Kubbe örgüsünün iç ve dış yüzeyleri 3-3,5 cm kalınlığında kireci yoğun horasan harcı ile sıvanmıştır. İç ve dış sıva, kubbe yüzeyine oldukça sık aralıklarla çakılan geniş başlıklı çivilerle taşınmaktadır (Fotoğraf 4). Dış sıvanın üzeri kurşun kaplama levhalarıyla kaplanmıştır. Kurşun kaplama levhalarının birleşim yerleri bindirilip uçlarından çivi ile kubbe üzerindeki sıvalara çakıldıktan sonra kurşun levhaların uçları çivilerin üzerine bükülerek birleşim noktaları kapatılmıştır. Kurşun kaplama, kubbe üzerinden kubbe kasnağı üzerine kadar devam eder, kubbe kasnağı profilinin üzerinden 3-4 cm cepheye taşarak biter [35]. Yarım kubbelerde de benzer bir teknik uygulanmıştır. Son cemaat yeri v.b., kubbeye bitişik yüksek bir beden duvarının bulunduğu yerlerde, kubbe kasnağı ile beden duvarı arasında kalan az eğimli yerler ve yatay dereler de kurşun ile kaplanır. Süleymaniye Camiinde son cemaat yeri kubbe eteğinden yandaki cami beden duvarı yüzeyine doğru kurşun levha yükseltilerek duvar yüzeyinde boydan boya açılan 4 cm genişliğinde 2 cm derinliğindeki yuvaya ucu çivilenip, kalan kısmı çivi bağlantı üzerine bükülerek bu yuva içine yerleştirilmiştir [36] (Fotoğraf 5). Kubbenin tepe noktasında, kurşun kaplama üzerinde, kubbeye demir zıvana ile sabitlenmiş altın yaldızlı bakır veya mermer alem bulunur.

Fotoğraf 2- Süleymaniye Camii ağırlık kulesi kubbesi onarımında altta horasan harcı, arada toprak



Fotoğraf 3- Kanuni Sultan Süleyman Türbesi iki kubbe arasında iç kubbe kilit taşı ve sebular



Fotoğraf 4- Tahtakale Hamamı soğukluk kubbesi dış sıvası ve sıvayı tutan çiviler



Süleymaniye Külliyesi yapılarından camiin doğu ve batı yan sahınlarındaki küçük kubbeler ile Kanuni Sultan Süleyman Türbesi kubbesi çift cidarlı kubbelerdir. İçine çalışma imkanımız olan türbede dış kubbenin çekme bölgesinde 1,2 m aralıklarla yerleştirilmiş 0,25/0,47/3,00 m boyutunda tuğla örgülü omurgalarla içten desteklenmiş olduğu görülmektedir [37] (Fotoğraf 6).

Süleymaniye Külliyesi İnşaatı ile ilgili belgelere göre cami ana kubbesi için 255 adet sebu (desti biçiminde pişmiş toprak eleman) alınmış [38] ve kubbe basınç bölgesinde hafifletme ve akustik amaçlı olarak kullanılmıştır. Cami kubbesinde kullanılan sebuların derinliği 50 cm ağız kalınlığı 1,5 cm ve dış çapı 14 cm'dir (Fotoğraf 7). Sebular kubbe örgüsü içine yatayda aynı düzleme yerleştirilmişlerdir. Şehzade Camii kubbesinde kullanılan sebuların ağızları iç mekana açık olup delikli ince metal levhalarla kapatılmıştır. Benzer elemanlardan dört adet de Kanuni Sultan Süleyman Türbesinin iç kubbedeki çıkıntılı kilit taşı çevresinde 0,13 m çapında, 0,35 m boyunda ve kubbe örgüsünden üstte 5 cm çıkıntı yapacak şekilde yer almaktadır [39] (Fotoğraf 3). Türbede bunların iç mekana bakan ağızları, Şehzade Camii'nin ana kubbesindeki sebuların iç mekana bakan ağızlarındaki gibi delikli ince metal levhalarla kapatılmıştır. Şehzade ve Süleymaniye Camilerinde bir ağızlı olan elemanlar Kanuni Türbesi'nde iki ağızlı boru şeklindedir ve iki kubbe arasındaki boşluğa açılmaktadır. Bu sebuların ağızlarındaki delikli metal objeler yardımıyla sesin iç boşluğa alınarak soğrulması sağlanmaktadır [40].

Fotoğraf 5- Süleymaniye Camii son cemaat yeri kubbelerinin Arkasında kalan cami beden duvarı kurşun kaplaması



Fotoğraf 6 Kanuni Sultan Süleyman Türbesi dıştaki kubbenin omurgaları



16. yüzyıldan itibaren örgü içinde bağlayıcı olarak ahşap hatıl yerine demir malzeme kullanıldığı görülmekte ve bu malzeme inşaat ile ilgili belgelerde yer almaktadır. Süleymaniye Camii ana kubbesi dışında yapı grubundaki diğer kubbelerde gözle tespit edilememekle birlikte, inşaat ile ilgili belgelerde kubbe yapımı için kubbe gergisi (kiriş-i kubbe) alımı bulunmaktadır [41]. Özellikle kubbe için alındığı belirtilen bu demir kirişler, büyük açıklık örten kubbelerde oluşan çekme etkisini almak üzere kubbe eteğine yakın bir kotta örgü içine yerleştirilip, demir simit ve bunun ortasına yerleştirilen demir kılıçlarla (cıvata) sabitlenmiş çekme çemberi olarak kullanılmış olmalıdırlar [42]. Cami ana kubbesinde sadece kubbe pencerelerinin kemer üzengi hizasına yerleştirilmiş bir kiriş sistemi izlenebilmektedir (Fotoğraf 8). Ayazma Camii inşaat defterinde ise kubbe yapımında kullanılan demir donatı cami ve son cemaat yeri kubbeleri etrafına ve kubbe kilit taşı etrafına (buraya camiyi aydınlatan kandillik asılıyor) demir kiriş, simid ve cıvata olarak belirtilmiştir [43].

Mutfak mekanları, hamamların soğukluk mekanı ile tophane vb. atölyelerin kubbelerinde havalandırma ve aydınlatma amacıyla kubbe fenerleri bulunmaktadır. Bu kubbelerde kubbe örgüsünün tepe noktasında kilit taşı olarak içi oyulmuş çokgen veya daire biçiminde bir taş yerleştirilerek üzerine yan yüzeylerinde pencere benzeri açıklıklar bırakılan taş bir strüktür yerleştirilip, üzeri iç mekana yağmur suyunun girmesini engelleyen küçük bir kubbe ile örtülür.

Osmanlı mimarisinde yaygın kullanılan tonoz türleri basık aynalı tonoz, çapraz tonoz ve beşik tonozdur. Tonozlar derzlerinde horasan harcı kullanılarak ahşap kalıplar üzerinde örülmüştür. Süleymaniye külliyesinde tonoz örgüsünde kullanılan tuğlaların boyutu 35/35/4,5 cm olup şaşırtmalı örgü için bunun yarısı olan 17,5/35/4,5 cm boyutundaki yarım tuğlalar kullanılmıştır [44]. Tonozların iç yüzeyleri sıvalı, dış yüzeyleri ise kurşun levhalar ile kaplıdır. Kurşun kaplama tekniği kubbelerdekinin aynıdır.

Fotoğraf 7- Süleymaniye Camii Kubbesinde sebu



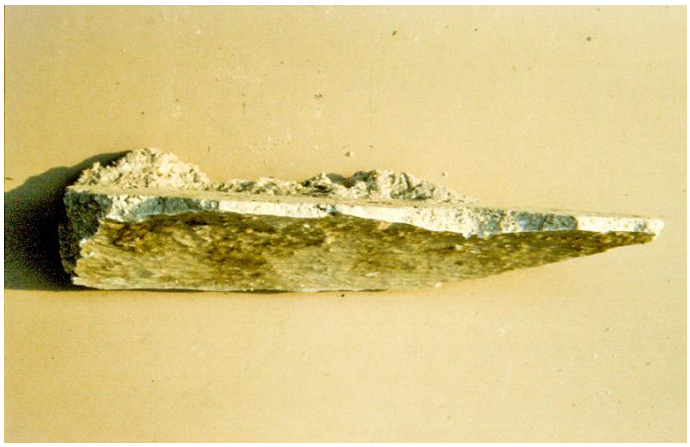
Fotoğraf 8- Süleymaniye Camii kubbe kasnağındaki pencerelerin kemer üzengi hizasındaki demir kiriş



3. Dış cephe duvarları

Kesmetaş ile örülmüş Osmanlı anıtsal yapılarının duvar örgüsünde çift cidarlı duvar örgü tekniği kullanılmıştır. Duvarın iç ve dış cidarlarında demir kenet ve zıvana ile bağlanmış kesmetaş arasında ise içinde moloztaş ve tuğla parçaları bulunan horasan harçlı bir dolgu bulunmaktadır. İncelenen belgelerden dış duvar yalıtım malzemesi olarak tanımlanabilecek bir malzemeye sadece Ayazma Camii inşaat defterinde rastlanmaktadır. Bu belgenin yapının kubbe kemerlerine kadar olan inşaatla ilgili ilk bölümünde alınan malzemeler arasında kesmetaş duvar örgüsü harcı için 1 914 küfe alçı ve 2 325 vakiyye (2 976 kg) bezir yağı (rugan-i bezir) ve inşaatın tamamlanmasına kadarki alımların bulunduğu ikinci bölümünde de adı belirtilerek, lökün için 1,915,5 küfe alçı, 1.514 vakiyye (1.938 kg) bezir yağı 13 vakiyye (16,6 kg) ham pamuk (pembe-i ham), 186 vakiyye (238 kg) keten lifi (kıyım keteni) ve 1.161 vakiyye (1.486 kg) mermer kireci bulunmaktadır. Lökün, Osmanlı mimarisinde su donanımında kullanılan pişmiş toprak künk boru ve dirseklerin birleşiminde ve hamam yapılarında su yalıtımını sağlayan, sönmüş kireç, beziryağı, pamuk ve ketenin yoğrulması ile elde edilmiş su geçirimsiz bir harçtır Fotoğraf 9). Belgede yer alan malzemelerden Ayazma Camii dış cephe duvarlarında kesme taş aralarında kullanılan horasan harcına su yalıtımı özelliği olan lökün harcının malzemelerinden alçı ve bezir yağının katılması ile su yalıtımı yapılmasının amaçlandığı düşünülmektedir. Kubbe kemerlerinin üst kısmında kalan ve kubbeden gelen yağmur sularından etkilenen kesmataş örgü derzlerinde ise lökünün kullanıldığı anlaşılamaktadır [45]. Ayrıca , cami inşaatında çalışan usta grupları içinde lökün ustası olan hamamcıyan usta grubu da defterde yer almaktadır.

Fotoğraf 9- Murat Molla Kütüphanesi sarnıcından lökün sıva



4. Sonuç

Osmanlı dönemi inşaat belgelerine göre anıtsal yapılarda örtü ve duvar sistemleri üzerine yapılan bu araştırma günümüz Türkçesine çevrilerek yayınlanmış az sayıdaki inşaat ile ilgili Osmanlı belgeleri, Ayazma Camii inşaat defterinin orjinal kopyası, dönemin seyahatnameleri ve yapım tekniği görülebilen yapılar üzerindeki incelemelere dayanılarak yapılmış sınırlı bir çalışmadır. Halen Osmanlı arşivinde incelenmemiş ve günümüz Türkçesine çevrilmemiş konu ile ilgili çok sayıda belge bulunmaktadır. Ayrıca, anıtsal yapıların halen sağlam bir durumda olmaları nedeniyle yapım tekniklerini incelemek de onarım çalışmaları dışında mümkün olmamaktadır. Uzun zaman dilimine yayılmış çeşitli tek yapılar ile ilgili belgelerdeki bilgilerin karşılaştırmalı olarak değerlendirildiği bu çalışmada kubbe, tonoz ve duvar örgüsü yapım teknikleri ile kullanılan ahşap, tuğla, harç, demir gibi malzemeler ile ilgili yapılan tespitlerin Osmanlı mimarisinin genel özelliklerini gösterdiğini söyleyebiliriz. Fakat, birer belgede rastladığımız kubbe sıvasında kullanılmak üzere bal, yumurta ve koyun tüyü alımı, dış cephe duvarları derzlerinde su yalıtımı özelliği olan lökün harcının kullanımının yaygınlığı konu ile ilgili başka belgelerin ortaya çıkması ile kesinlik kazanabilecektir.

Kaynakça

[1] Arseven, C. E., 1943. *Sanat Ansiklopedisi*, Cilt 1, s. 510, İstanbul.
[2] Kolay, İ. A., 2006. Osmanlı Belgelerinde Yer Alan Bazı Ahşap Yapı Malzemesi Üzerine Düşünceler, *Sanat Tarihi Defterleri*, Sayı 10, s. 30-31, İstanbul.
[3] Aktuğ, İ., 1995. Ayazrna Camisi İnşaat Defteri, *9. Milletlerarası Türk Sanatları Kongresi*, s. 81, Ankara.
[4] *Ayazma Camii İnşaat Defteri*, Topkapı Sarayı Müzesi Arşivi, D.1137, 1761, s. 8/a.
[5] Kütükoğlu, M. S. 1983. *Osmanlılarda Narh Müessesesi ve 1640 Tarihli Narh Defteri*, s. 295, İstanbul.
[6] *Ayazma Camii İnşaat Defteri*, Topkapı Sarayı Müzesi Arşivi, D.1137, 1761, s. 9/a.
[7] Eldem, S. H., 1969. *Köşkler ve Kasırlar 1*, s. 272, İstanbul.
[8] Barkan, Ö. L., 1979. *Süleymaniye Camii ve İmareti İnşaatı,* Cilt 2, s.106 belge no: 222, Ankara.
[9] *Ayazma Camii İnşaat Defteri*, Topkapı Sarayı Müzesi Arşivi, D.1137, 1761, s. 10/b.
[10] Kolay, İ., Çelik, S., 2007. Malzeme ve Teknoloji, *Bir Şaheser Süleymaniye Külliyesi*, ed. Selçuk s. 135, Ankara.
[11] Barkan, Ö. L., 1979. *Süleymaniye Camii ve İmareti İnşaatı,* Cilt 2, s.156-157 belge no: 375, 376, 379, Ankara.
[12] *Ayazma Camii İnşaat Defteri*, Topkapı Sarayı Müzesi Arşivi, D.1137, 1761, s. 10/b.
[13] Ayverdi, E., H., 1972. *Osmanlı mimarisinde Çelebi ve II. Sultan Murat devri,* Cilt 2, Fetih Cemiyeti, s. 427-429, belge no. 52, 54, 64, İstanbul.
[14] Arseven, C., E., 1943. *Sanat Ansiklopedisi,* Cilt 1, s. 372, İstanbul:
[15] Barkan, Ö. L., 1979. *Süleymaniye Camii ve İmareti İnşaatı,* Cilt 2, s.156 belge no: 375, Ankara.
[16] Kolay, İ., A., 2010. Ottoman Construction Materials and Terminological Change: Remarks Pertaining Bricks and Roof Tiles as Apparent in the Sources, *Monuments, Patrons, Contexts Papers on Ottoman Europe Presented to Machiel Kiel*, ed. M. Hartmuth and A. Dilsiz, s. 147, Leiden.
[17] Barkan, Ö. L., 1979. *Süleymaniye Camii ve İmareti İnşaatı,* Cilt 2, s.165-166 belge no: 404, Ankara.
[18] Kolay, İ., A., 2010. Ottoman Construction Materials and Terminological Change: Remarks Pertaining Bricks and Roof Tiles as Apparent in the Sources, *Monuments, Patrons, Contexts Papers on Ottoman Europe Presented to Machiel Kiel*, ed. M. Hartmuth and A. Dilsiz, s. 148, Leiden.
[19] Barkan, Ö. L., 1979. *Süleymaniye Camii ve İmareti İnşaatı,* Cilt 2, s.155-157 belge no: 374-378, Ankara.
[20] Ahmet Refik, 1935. *Onaltıncı Asırda İstanbul Hayatı,* s. 108-109, İstanbul.
[21] Ahmet Refik, 1030. *Hicri Onikinci Asırda İstanbul Hayatı,* s. 35-36 İstanbul.

[22] Ahmet Refik, 1930. *Hicri Onikinci Asırda İstanbul Hayatı*, s. 24, 31, 35, 36, 169, 170, 209, İstanbul.
[23] *Ayazma Camii inşaat Defteri,* Topkapı Sarayı Arşivi, D.1137, 1761, s. 5/a.
[24] Ahmet Refik, 1931. *Hicri Onbirinci Asırda İstanbul Hayatı,* s. 24, İstanbul.
[25] Hovhannesyan, S., S., 1996. *Payitaht İstanbul'un Tarihçesi,* s. 55, İstanbul.
[26] Barkan, Ö. L., 1979. *Süleymaniye Camii ve İmareti İnşaatı,* cilt 2, s.157 belge no: 379, Ankara.
[27] Ahmet Refik, 1931. *Hicri Onbirinci Asırda İstanbul Hayatı,* s. 222-223, İstanbul.
[28] Can, S., 1999. *Belgelerle Çırağan Sarayı,* s. 22, Ankara.
[29] Evliya Çelebi, 1969. *Seyahatname,* Cilt 2, s. 112, İstanbul.
[30] Hovhannesyan, S., S., 1996. *Payitaht İstanbul'un Tarihçesi,* s. 35, İstanbul.
[31] Ahmet Refik, 1931. *Hicri Onbirinci Asırda İstanbul Hayatı,* s. 39-40, İstanbul
[32] Barkan, Ö. L., 1979. *Süleymaniye Camii ve İmareti İnşaatı,* Cilt 2, s.196 belge no: 483, Ankara.
[33] Kolay, İ., A., 2001. A Survey on Mortars and Plasters as Building Materials in the Ottoman Registers, *Historic Masonry Structures*, s. 73, Cluj-N.
[34] Kolay, İ., A., 2001. A Survey on Mortars and Plasters as Building Materials in the Ottoman Registers, *Historic Masonry Structures*, s. 74, Cluj-N.
[35] Aktuğ, İ., Ersen, A., 1991. Bir 15. Yüzyıl Yapısı olan Tahtakale Hamamında Kullanılan Bazı Yapım Teknikleri, *Taç Vakfı Yıllığı*, Cilt 1, s. 32, İstanbul.
[36] Kolay, İ., Çelik, S., 2007. Malzeme ve Teknoloji, *Bir Şaheser Süleymaniye Külliyesi*, ed. Selçuk s. 135, Ankara.
[37] ÇELİK, S., 2001. Mevcut Belgeler Işığında Süleymaniye Külliyesinin Yapım Süreci, *Doktora Tezi,* İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, s.91, İstanbul.
[38] Barkan, Ö. L., 1979. *Süleymaniye Camii ve İmareti İnşaatı,* Cilt 2, s.171 belge no: 418, Ankara.
[39] Kolay, İ., Çelik, S., 2007. Malzeme ve Teknoloji, *Bir Şaheser Süleymaniye Külliyesi*, ed. Selçuk s. 137-138, Ankara
[40] ÇELİK, S., 2001. Mevcut Belgeler Işığında Süleymaniye Külliyesinin Yapım Süreci, *Doktora Tezi,* İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, s.49, İstanbul.
[41] Barkan, Ö. L., 1979. *Süleymaniye Camii ve İmareti İnşaatı,* Cilt 2, s.129 belge no: 281, Ankara.
[42] Kolay, İ., Çelik, S., 2007. Malzeme ve Teknoloji, *Bir Şaheser Süleymaniye Külliyesi*, ed. Selçuk s. 138, Ankara
[43] Aktuğ, İ., 1995. Ayazma Camisi İnşaat Defteri, *9. Milletlerarası Türk Sanatları Kongresi*, s. 82, Ankara.
[44] Kolay, İ., Çelik, S., 2007. Malzeme ve Teknoloji, *Bir Şaheser Süleymaniye Külliyesi*, ed. Selçuk s. 140, Ankara.
[45] Kolay, İ., A., 2001. A Survey on Mortars and Plasters as Building Materials in the Ottoman Registers, *Historic Masonry Structures*, s. 75, Cluj-N.

Çatıda Ahşap Kullanımı

Gülru Koca [1]
Nusret As [2]

Konu Başlık No: 1 Çatı ve Cephe Sistemleri ve Bileşenleri

ÖZET

Endüstri Devrimi'nin ardından yapı boyutlarının artması çatıların düz ve düze yakın çözümlenmesine neden olmuştur. Buna rağmen, küçük boyutlu yapılarda hâlâ eğimli (soğuk) çatıların kullanıldığı görülmektedir. Soğuk çatılar yapıdan eğimli bir iskeletle ayrılan ve arada bulunan hava boşluğu ile yapıyı atmosferik etmenlere karşı koruyan çatılar olarak tanımlanabilir. Bu tip çatıların konut tipi yapılarda sık tercih edilme nedeni çatı boşluğunun da kullanılmasına imkân vermeleridir. Soğuk çatılarda oluşturulan taşıyıcı sistem sıklıkla ahşaptandır. Geleneksel yapı malzemelerinin kullanıldığı dönemde rutin olarak değerlendirilen ahşap, günümüzde ise avantajlı özelliklerinden dolayı tercih edilmektedir. Bu çalışmada, soğuk çatılarda ahşabın geçmişten günümüze kullanımı ve farklı uygulama tekniklerinden bahsedilmiştir. Malzemenin sahip olduğu özellikler doğrultusunda sağladığı avantaj ve dezavantajlar üzerinde durularak ahşap çatı sistemlerinde alınması gereken önlemlere değinilmiştir. Ayrıca çatıda kullanılan ahşap elemanlar, kullanılan ahşap türleri, çatı tipleri ve birleşim teknikleri hakkında bilgi verilmiştir.

ANAHTAR KELİMELER
Ahşap çatılar, Çatı makası, Çatı elemanları, Çatı tipleri, Performans kriterleri

ABSTRACT

Depending on the increase of building dimensions after the Industrial Revolution, flat or nearly flat roofs came into use in buildings. However, still cold (pitched) roofs are used in small buildings. Cold (pitched) roofs can be defined as roofs which are separated from the building with a sloping frame and have an air space between the building and roof frame. The air space protects the building against the atmospheric effects. The reason for the preference of this roof type in residential buildings is due to its allowance to use the attic. The structural frame of roof is usually constructed from timber in cold roofs. It was a routine during the traditional building materials period, and nowadays timber is still preferred due to its favorable properties. In this paper, the usage and different application techniques of timber roofs from past to present is mentioned. The compulsory precautions were indicated due to the advantages and disadvantages of timber. Also roof elements, frequently used timber types, roof types and joining techniques of timber roofs were stated.

KEYWORDS
Timber roofs, Roof truss, Roof elements, Roof types, Performance criterion

[1] Yrd.Doç.Dr., Işık Ün. GSF, Maslak, İST., tel: 2122864911, eposta adresi: gulru.koca@isikun.edu.tr, gulrukoca@hotmail.com
[2] Prof.Dr., İstanbul Ün. Orman Fak., Bahçeköy, İST., tel: 2122261100, eposta adresi: nusretas@istanbul.edu.tr

1. GİRİŞ

Çatı, yapıyı atmosferik etmenlerden ayırmak amacıyla oluşturulan elemanlardan biridir. Örtü ve konstrüksiyon olmak üzere iki bileşenden oluşan çatıların sınıflandırmasında en sık kullanılan yöntem çatı arası boşluğunun varlığına göre yapılan sınıflandırmadır. Buna göre çatılar; çatı arası boşluğu olan (soğuk) ve olmayan (sıcak) çatılar olarak sınıflandırılırlar. Soğuk çatılarda örtü ile taşıyıcı sistem arasında bir hava tabakası vardır. Sıcak çatılarda ise tüm katmanlar birbiri üzerine oturur. Soğuk çatılar eğimli olmaları nedeniyle yapının kalan kısmından ayrılmakta; bu sayede kar, yağmur, rüzgâr, UV ışını gibi dış etmenlere karşı yapıyı korumaktadırlar. Bu tip çatılarda taşıyıcı ve kaplama elemanları genelde ahşaptan oluşturulur. Bununla birlikte, örtü elemanları farklı malzemelerden olabilmektedir [1].

Geleneksel yapı sistemlerinde başka alternatif olmayışı nedeniyle kullanılan ahşap, günümüzde ise sahip olduğu avantajlı özelliklerden dolayı tercih edilmektedir. Çatıda kullanılan malzemelerin iç mekân konfor koşullarını sağlayabilmesi için fiziksel, mekanik ve teknolojik bazı performans kriterlerini yerine getirebilmesi ve hizmet ömrünün uzun olması gerekmektedir. Bununla birlikte yatay ve yataya yakın bir düzlemde konumlanmış olması, çatının atmosfer etmenlerini bünyesinde daha uzun süre tutmasına neden olup bozunma ihtimalini artırmaktadır. Bu nedenle çatı kullanımında ahşabın performans özellikleri, kullanılan ahşap türü ve birleşim elemanları önem kazanmaktadır. Bu çalışmada; ahşabın çatıda geçmişten günümüze kullanımı, farklı çatı tipleri, kullanılan ahşabın türü ve formu ile birleşim teknikleri ele alınmıştır.

2. ÇATI ve TİPLERİ

Yapıyı en hassas noktada atmosferden ayıran çatı, farklı yapı türlerinde farklı şekillerde çözümlenebilmektedir. Çatı tasarımı, yapının bulunduğu yerin iklim ve coğrafi özelliklerine veya kültür ve malzeme koşullarına bağlı olarak değişkenlik gösterebilir. Özellikle Endüstri Devrimi öncesinde üretilen çatılar bulundukları bölgenin koşullarına uygun olarak üretilmiş ve bölgenin özelliklerini yansıtmıştır. Endüstri Devrimi'nin ardından dünyanın her yerinde benzer malzemeler kullanılmaya başlanmış ve çatılar benzerlik göstermeye başlamıştır. Çatılar günümüzde binanın taşıyıcı sistemi, geçtiği açıklık ve mimari konseptine bağlı olarak farklı konstrüksiyon ve örtü sistemlerine sahip olarak kurgulanabilir. Buna göre çatılar; tek yüzeyli, beşikörtüsü, kırma, mansard, tonoz, kubbe, şed, külah gibi farklı tiplerde üretilebilmektedir [1, 2].

Çatı konstrüksiyonunun üretiminde de farklı malzemeler kullanılabilir. Bu amaçla tarih boyunca ahşap kullanılmıştır ancak son yıllarda hafif çelik de tercih edilmektedir. ABD'de hafif çelik, ahşap ve sandviç panel (OSB-PU ve PU-hasır çelik) gibi malzemelerle üretilen çatı konstrüksiyonlarının iş verimliliği ve maliyet karşılaştırmalarında ahşabın daha makul sonuçlar verdiği ortaya konmuştur [3]. Bu araştırmanın maliyet değerlerine ait sonuçlar Tablo 1'de bulunmaktadır.

Tablo 1. Konut yapılarında kullanılan farklı iskelet malzemelerinin maliyet çizelgeleri [3]

Köpük dolgulu sandviç panel ve ahşap karşılaştırması - BİNA TİPİ 1	**Malzeme maliyeti ($/m2)**	**İşçi maliyeti ($/m2)**	**Eleman maliyeti ($/m²)**	**Toplam maliyet ($/m²)**
Köpük dolgu çatı paneli ve kirişi	45,2	5,2	3,2	**53,6**
Geleneksel ahşap makas, kaplama, yalıtım	14,1	3,2	1	**18,3**
Hafif çelik ve ahşap karşılaştırması - BİNA TİPİ 2	**Malzeme maliyeti ($/m2)**	**İşçi maliyeti ($/m2)**	**Eleman maliyeti ($/m²)**	**Toplam maliyet ($/m²)**
Hafif çelik konstrüksiyon, fabrikasyon, kaplama	20,2	4,9	0,6	**25,7**
Geleneksel ahşap makas, kaplama, yalıtım	14,6	3,2	1	**18,8**
Hasır çelik bileşenli sandviç panel ve ahşap karşılaştırması BİNA TİPİ 3	**Malzeme maliyeti ($/m2)**	**İşçi maliyeti ($/m2)**	**Eleman maliyeti ($/m²)**	**Toplam maliyet ($/m²)**
Hasır çelik bileşenli sandviç panel, çatı paneli	63,1	38,9	4,7	**106,7**
Geleneksel ahşap makas, kaplama, yalıtım	16	4,5	0,8	**21,3**

3. AHŞAP ÇATILAR

Ahşap, sahip olduğu avantajlı özelliklerle tarih öncesi dönemden bu yana yapısal amaçlı olarak tercih edilmektedir. Çatıdaki kullanımı da bu dönemlere dayanmaktadır. Malzemenin görsel çeşitliliğe sahip, korozyona dayanıklı, mukavemet/ağırlık oranı yüksek, ekonomik ve kolay şekillendirilebilir olması tercih edilmesinde önemli özellikleridir. Tarih boyunca yaşanan teknolojik gelişmeler çatılarda gelişme ve değişimlere yol açmıştır. İlk barınaklar toprağın 40–45 cm kazılması, içine belirli aralıklarla ahşap dikmeler yerleştirilmesi ve bu dikmelerin eğilerek tepede birbirine bağlanması ile oluşturulmuştur. Dolayısıyla ilk ahşap çatı sistemi, üzeri hayvan derisi ve bitki gibi malzemelerle örtülmüş çatkılardır denilebilir. İlerleyen dönemde ise kerpiç, taş veya ahşaptan oluşturulmuş duvarlar üzerine belirli aralıklarla ahşap elemanlar yerleştirilmiş ve üzerleri toprak veya bitkilerle kaplanmıştır [4, 5].

Geleneksel Türk ahşap mimarisinde çatılar, kırma çatı düzeninde ve saçaklı olarak uygulanmıştır. Ahşaptan oluşturulmuş yalın çatı iskeleti üzerine alaturka kiremit yerleştirilmiş, çatı eğimleri %25-33 arasında verilmiştir. Bazı durumlarda, özellikle dağlık bölgelerde, örtü malzemesi de ahşap tercih edilmiştir. Pedavra/bedavra olarak adlandırılan bu çatı düzeninde baltayla yarılan ahşap malzeme kaynamış bezir yağına yatırılarak çevresel etmenlere karşı dayanıklı hale getirilir ve derzleri şaşırtılarak üst üste bindirilerek uygulanır. Bu amaçla kullanılacak ağaç türü (sıklıkla meşe ve göknar) düzgün yarılabilmeli, üst üste bindirildiğinde birbirine iyice yaklaşabilmelidir. Pedavra uzun ömürlü olmadığı için günümüzde tercih edilmemektedir [6]. Şekil 1'de modern bir pedavra uygulaması örneği bulunmaktadır.



Şekil 1. Modern bir pedavra uygulaması [URL 1]

Günümüzde çatılar; çatı arası boşluğu olan (soğuk) ve olmayan (sıcak) çatılar olarak ikiye ayrılır. Soğuk çatılar Endüstri Devrimi öncesinde kullanılan ve eğimli olarak üretilen çatılardır. Sıcak çatılar ise Endüstri Devrimi sonucu yaşanan teknolojik gelişmeler ve yapı boyutlarının artmasının ardından kullanılmaya başlanmıştır. Büyük boyutlu yapıların eğimli çatılarla örtülmesinin güçlüğü farklı çözümlemeler gerektirmiş, az eğimli çatılar ortaya çıkmıştır. Buna rağmen günümüzde ufak boyutlu yapılarda soğuk çatılar yine de tercih edilmektedir. Soğuk çatılarda oluşturulan iskelet geçmişten bu yana hep ahşap olmuştur [1]. Son yıllarda hafif metal iskeletler de kullanılmasına rağmen, ahşap hâlâ tercih edilmektedir.

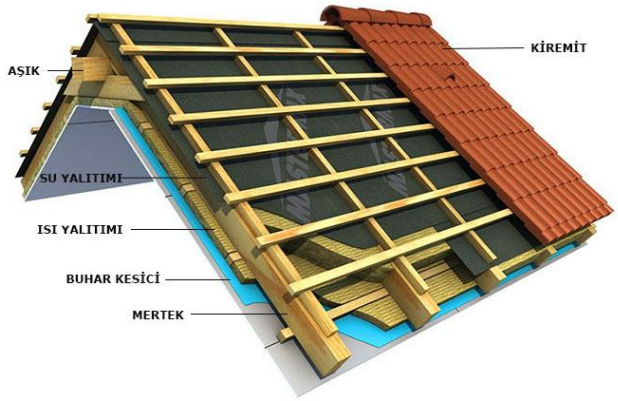
3.1. Çatılardan beklenen performans kriterleri

Çatı konumu itibarı ile atmosferik faktörlerden en fazla etkilenen yapı elemanıdır. Bu etmenler kar, yağmur, rüzgâr, su, su buharı, sıcaklık, güneş ışınımı ve sis gibi atmosferik etmenlerdir. Bu faktörlerin her biri ahşabın servis ömrünü olumsuz yönde etkilemektedir [7].

Çatı, kendi yükünü ve kendisine etki eden hareketli yükleri (kar, yağmur ve rüzgâr) taşıyabilecek mukavemette tasarlanmalı ve bu yükleri taşıyıcı sisteme iletmelidir. Genel kabullere göre bu yükleri taşıyabilecek özellikte tasarlanan çatı konstrüksiyon elemanlarının kesit boyutları, bu yük değerleri aşıldığında yeniden düzenlenmektedir [1].

Kullanım amacına uygun olmayan su ahşapta çalışma ve çürümelere neden olur. Yapısal ve kimyasal tedbirler alınmalıdır. Yapısal bir tedbir olarak suyu çatı yüzeyinden kısa sürede uzaklaştırmak için eğimli yapılan soğuk çatılarda eğim, bölgenin yağış durumuna göre belirlenir. Kar yağışının yoğun olduğu bölgelerde eğim %100'e kadar çıkabilirken, ılıman iklim bölgelerinde %30–40'lık eğim yeterli olmaktadır. Ahşap, örtü malzemesinin altına uygulanan yalıtım katmanı (bitüm, PVC, vb.) ile suya karşı korunmalı, su buharı ise yapı yüzeyinden kolaylıkla içeriye ve dışarıya hareket edebilmelidir. Buharın çatı boşluğunda yoğunlaşması küflenme ve çürümeye neden olabileceği için yoğuşma oluşabilecek yerlerde buhar kesici bir katman da eklenmelidir [1, 7]. Şekil 2'de soğuk çatı katmanlaşmasına ait bir örnek bulunmaktadır.

Suyun etkilerine karşı ahşap malzemeyi korumak ve biyolojik bozulmayı engellemek için ahşabın kimyasallarla işlem görmesi de sık kullanılan bir yöntemdir. Ahşap hücrelerini kimyasallarla muamele etmek olarak tanımlanabilecek bu yöntem emprenyedir. Kullanım yerine (tehlike sınıfına) göre emprenye maddesi ve yöntemi seçilmektedir. Ahşabın nano teknolojiyle veya yüksek ısıyla işlem görmesi de çevresel etmenlere karşı dayanımını arttıran diğer yöntemlerdir.



Şekil 2. Soğuk çatı kesit katmanları [URL 2]

Sıcaklık ve güneş ışınları da yapı malzemelerini olumsuz yönde etkileyen etmenlerdir. Değişen sıcaklık değerleri ahşabın nem oranını değiştirerek genleşme-daralmalara yol açmakta, bunun sonucunda da ahşapta farklı gerilme ve deformasyonlar oluşmaktadır. UV ışınları ise organik malzemelerin yüzeyinde renk değişimleri meydana getirmektedir. İç mekân konfor koşullarının ve malzemenin uzun vadede korunabilmesi amacıyla mertek aralarında ya da döşeme üzerinde izolasyon malzemeleri kullanılabilir [7, 8].

Şiddetli rüzgâr ise çatıda hasarlara ve hatta çatının uçmasına neden olabilir. Bu nedenle çatıda söz konusu olan statik ve dinamik yükleri emniyetli şekilde taşıyacak tür, boyut, kalitede ahşap kullanılmalı, birleşimler istenen rijitlikte olmalıdır [1, 7].

Son yıllarda ortaya çıkan sürdürülebilirlik kriterlerine göre; çatı üretiminde kullanılan malzemelerin çevreye duyarlı ve ekolojik olmaları da önem taşımaktadır. Ahşap, gömülü enerjisi düşük olduğu için ekolojik olarak tercih edilen bir malzemedir. Bazı yapı malzemelerinin gömülü enerjilerine ilişkin bilgiler Tablo 2'de bulunmaktadır.

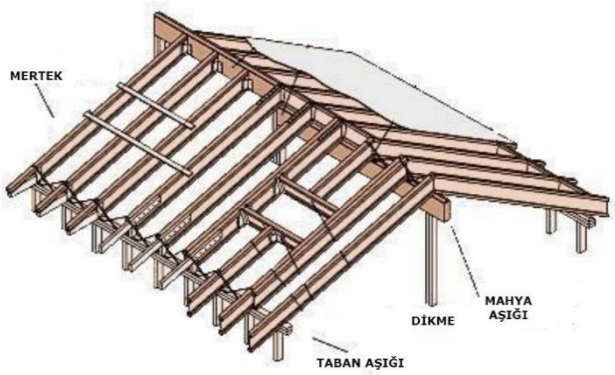
Tablo 2. Farklı malzemelerin gömülü enerjileri [9]

Malzeme gömülü enerjileri	**MJ/kg**
Fırınlanmış, kesilmiş yumuşak ağaç	2,0
Havayla kurutulmuş sert ağaç	0,5
Kontrplak	10,4
Plastik	90,0
Sentetik kauçuk	110,0
Stabilize toprak	0,7
İthal granit	13,9
Yerli granit	5,9
Kil tuğla	2,5
Yerinde dökme beton	1,7
Yumuşak çelik	34,0
Alüminyum	170,0

Bu gereksinimlerle ilgili yapılan değerlendirmede; ahşabın çatıda aranan performans kriterlerini büyük ölçüde sağladığı söylenebilir. Bununla ilgili sahip olduğu en büyük avantaj mukavemet/ağırlık oranının yüksek olması ve bu nedenle yapıya fazla ağırlık eklemeden yüksek mukavemet göstermesidir. Ahşap ayrıca genleşme ve çalışma katsayıları yüksek olmadığı ve ısıl olarak avantajlı özelliklere sahip olduğu için de tercih edilmektedir. Bu özellikleri çatı sistemine eklenen yalıtım malzemeleri ile daha da iyileştirilmektedir. Ekolojik olarak değerlendirildiğinde ise, bünyesine karbonu bağlaması, üretim sürecinde karbon salınımının az olması ve enerji tüketiminin düşük olması nedeniyle çevreyle uyumlu bir malzeme olarak kabul edilmekte ve tercih edilmektedir [7, 9].

3.2 Ahşap çatı konstrüksiyon elemanları

Soğuk çatılarda iskeleti oluşturan en üstteki katman örtüdür. Bu katman seramik, metal, PVC, ahşap, vb. farklı malzemelerden olabilir. Örtü kaplamaya, kaplama merteklere, mertekler aşıklara, aşıklar ise dikmelere oturtularak kendilerine ulaşan yükü yapıya iletir. Sistemde adı geçen elemanlar Şekil 3'te görülmektedir ve aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır [1];



Şekil 3. Çatı elemanları [URL 3]

- Örtü altı kaplama, özellikle ufak boyutlu örtü malzemelerinin rahatça yerleştirilip her noktada altındaki katmana oturtulabilmesini ve çatı yüzeyinin düzgün oluşturulmasını sağlayan elemandır. Kaplama altı tahtası sıklıkla 2,5 cm kalınlık ve 20 cm genişliktedir. Eğer çatı altı kullanılmayacaksa düzgün biçilmiş malzeme gerekli değildir. Ancak tam tersi durumda düzgün biçilmiş ve birleşim yerleri gizlenmiş (lamba-zıvana vb. profillerle) malzeme kullanılmalıdır. Kaplama altı tahtasının üzerine örtüden su geçişini engellemek için su yalıtımı uygulanır. Çatı altı kullanılacaksa mertek aralarına, kullanılmayacaksa döşeme üzerine ısı yalıtımı yapılmasında fayda vardır [1].

- Mertek, örtü altı kaplamadan aldığı yükü aşıklara ileten elemandır. Aşıklar arası mesafeye ve mevcut yüklere bağlı olarak elemanın en kesit boyutları belirlenir. Mertek aralıkları 50-90 cm

arasındadır ve en uygun aralık 55-65 cm'dir. Mertekler genelde dikdörtgen kesitli kullanılır ve boyutları 5/10 veya 6/12 cm'dir [1, 10].

- Aşıklar merteklere mesnet teşkil eden ve çatı makasına oturarak merteklerden gelen yükleri dikmelere ileten taşıyıcı kirişlerdir. Genelde bina eksenine paralel yerleştirilir ve bulundukları yere göre mahya, ara ve saçak (damlalık) aşığı gibi adlandırılırlar. Belirli iklim, eğim ve yük koşullarına göre aşık boyutları 10/14, 10/16 ve 12/16 cm gibi ölçülerde olabilir. Bu yüklerin üzerindeki değer veya eğimlerde aşık boyutlarının yeniden hesaplanması gerekir [1, 10]. Aşıkların aks aralığı 2-3 m arasındadır ve dikmelerin yanı sıra kuşak ve göğüsleme ile desteklenirler [11].

- Dikme (baba) aşıklardan aldığı yükü yapıya ileten elemandır ve oturtma çatılarda dikme, asma çatılarda ise baba adını almaktadır. Dikmeler basınca, babalar ise çekmeye çalışan elemanlardır. Genel kabullere göre dikme kesit boyutları 10/10 veya 12/12 cm'dir [1].

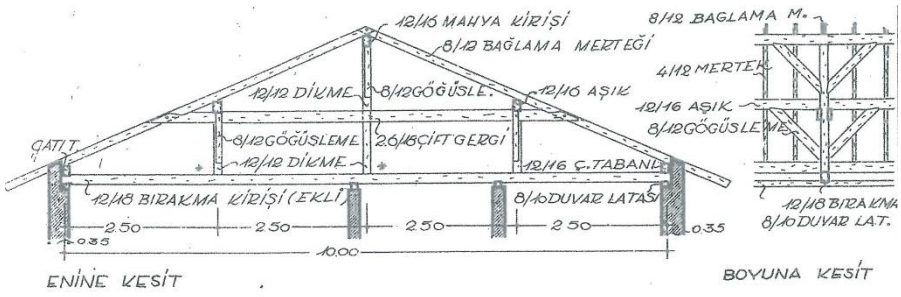
Çatı konstrüksiyonunda bunların dışında; göğüsleme, kuşaklama, yanlama, bırakma kirişi, gergi kirişi gibi başka ek destek elemanları da kullanılmaktadır.

3.3. Ahşap çatılarda taşıyıcı tipleri

Soğuk çatılarda oluşturulan eğimli konstrüksiyon yapı ile çatıyı ayırmakta, arada oluşan boşluk ise yapıyı atmosferik etmenlere karşı korumaktadır. Burada çatı konstrüksiyonunun bir diğer görevi kendi yükünü ve kaplamanın yükünü yapıya iletmektir. Eğer bu sistemlerin oturtulabileceği duvar, döşeme gibi elemanlar varsa çatı "oturtma çatı" olarak; eğer yoksa "asma çatı" olarak adlandırılır. Büyük ve küçük hacimlerin bir arada bulunduğu yapılarda değişen açıklıklara göre bu iki çatı tipinin bir arada kullanıldığı karma sistemler de uygulanabilir [1, 2].

3.3.1. Oturtma çatılar

Oturtma çatılardaki ana prensip; çatıya ait kısa veya uzun dönemli, sabit ve hareketli yüklerin ara mesnetlere iletilmesidir. Çatıya etki eden rüzgâr, yağmur ve kar yükü gibi hareketli yükler ve çatı elemanlarının kendi öz yükleri sırasıyla çatı örtüsü, örtü altı kaplama, mertek, aşık ve dikme ile dış ve ara mesnetlere iletilir. Bu mesnetler, iletilen nokta yükleri taşıyabilecek bir döşeme kiriş, kolon veya bu yüklerin tam altına isabet eden taşıyıcı duvarlar olabilir. Şekil 4'te bu sistemle kurgulanmış bir çatı çizimi bulunmaktadır. Oturtma çatılarda dikmeler basınca aşık ve mertekler ise eğilmeye çalışmaktadır. Eğer döşeme taşıyıcıları sadece kendi yükünü taşıyabilecek özellikteyse ve başka ara destek yoksa bu döşemeye oturtma çatı yapılmamalıdır [1, 2].



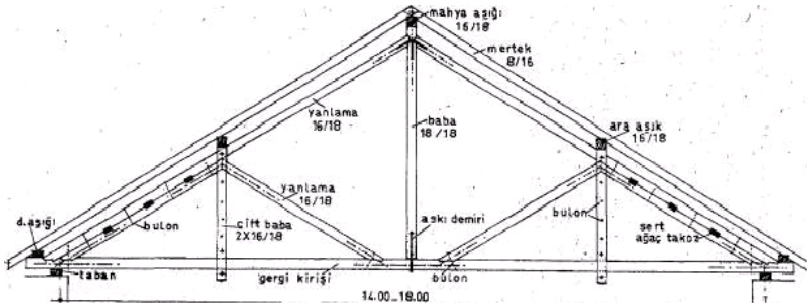
Şekil 4 Oturtma çatı çizimi [13]

Oturtma çatılar yapının formu ve çatının tasarımına göre tek yüzeyli, beşikörtüsü ve kırma çatı tiplerine uygulanabilir.

3.3.2. Asma çatılar

Çatıda yüklerin iletilebileceği bir duvar veya döşeme yoksa veya mesnetler arasındaki açıklık 4.00-4.50 metreden fazla ise; asma çatılar tasarlanır. Bu tip çatılarda baba olarak adlandırılan ve çekmeye çalışan konstrüksiyon elemanları 2-3 m aralıklarla yükü dış duvarlara aktarır. Şekil 5'te

görülen bu sistemde makas ve yanlama gibi ek destek elemanları ile yük dış duvarlara aktarılmaktadır. Asma çatıların geçebileceği maksimum açıklık 12.00 metredir, bundan büyük açıklıklar için kafes kiriş vb. sistemler kullanılır [1].



Şekil 5 Asma çatı çizimi [2].

Asma çatılar daha zor ve zahmetli uygulamalardır ve tek yüzeyli, beşikörtüsü ve kırma çatı tiplerinde uygulanırlar.

3.4. Ahşap Çatılarda Kullanılan Malzeme Tipleri ve Ağaç Türleri

Geleneksel üretim tekniklerinin kullanıldığı dönemde ahşap çatılar kurgulanırken, hem kaplama altı tahtası, hem de konstrüksiyon elemanı olarak masif malzemeler kullanılmıştır. Endüstri Devrimi'nin ardından gelişen üretim teknikleri sonucu kompozit malzemeler ortaya çıkmış ve çatı üretiminde de tercih edilmeye başlanmıştır. Masif malzemeden elde edilen çatı elemanlarının üretiminde önceleri meşe, kestane ve kavak gibi geniş yapraklı ağaçlar kullanılmış olmasına rağmen, günümüzde daha çok çam, ladin, köknar gibi ibreli ağaç cinsleri tercih edilmektedir.

Kompozit malzeme olarak örtü altı kaplamada önceleri kontrplak kullanılmıştır. Günümüzde bu amaçla yönlendirilmiş yonga levha (OSB) tercih edilmektedir. Aşık, mertek ve çatı makası gibi konstrüksiyon elemanlarının üretiminde sıklıkla masif malzeme kullanılmakta, kompozit malzeme olarak ise tutkallı ahşaplar tercih edilmektedir [1, 7, 10].

3.5. Ahşap Çatılarda Kullanılan Birleşim Teknikleri

Ahşap iskeletli çatılarda elemanların birleştirilmesinde kullanılan teknikler de tarih içinde gelişip değişmiştir. Eski dönemlerde bu amaçla çiviler kullanılırken, günümüzde metal birleşimler tercih edilmektedir. Bilinen en eski mekanik bağlayıcı olan çiviler farklı şekil ve boyutlarda üretilmektedir. Çatılarda ise demircilerin ürettiği dövme demirden çiviler kullanılmaktadır. Aktarılacak yük miktarı, bir çivinin taşıyabileceği yüke bölünerek kullanılması gereken çivi sayısı hesaplanmakta ve belirli aralıklarla çakılmaktadır. Çiviler çakılırken elemanın yarılmasını engellemek için hepsinin bir eksende yerleştirilmemesine dikkat edilmelidir. Çivi kullanımında malzemenin tek tek uygulanması ve ekseni şaşırtılarak çakılması gibi zorlukların giderilmesi amacıyla levha/plakalar tercih edilmektedir. Tek veya çift taraflı üretilebilen plakalar uygulama süresini ve işçiliği azaltmaktadır [1].

Cıvata-somun ahşap çatı birleşimlerinde sık tercih edilen ve birlikte kullanılan malzemelerdir. Bu malzemelerin uygulanması sırasında ahşapta cıvata çapından biraz daha büyük bir delik açılması ve ahşabın zarar görmemesi için bir pul yerleştirilerek somunun sıkılması gerekmektedir [1, 7].

Kama yük aktarmada kullanılan bir diğer malzemedir. Ahşap veya metalden üretilen kamaların her birinin taşıyabileceği yük bilinmeli ve elemanın taşıması gereken yük bu değere bölünerek kaç kama kullanılması gerektiği hesaplanmalıdır. Uygulama sırasında belirlenen sayıda kama yerleştirilerek, iki eleman cıvata ve somunla birleştirilmektedir. Böylelikle kamanın yük alması sağlanır [1, 7].

Birleştirme elemanı olarak kullanılan tüm metal malzemelerin paslanmaz özellikte olması ve korozyona karşı korunması gerekmektedir. Bu malzemelerin yanı sıra ahşabın uygun bir şekilde

profillendirilerek elemanların birbirine daha güçlü bağlanması da sağlanabilir. Hatta birleşimler kavela adı verilen özel ahşap elemanlarla yapılabilir. Anadolu'da pek çok eski yapıda çivi kullanılmadan, sadece ahşap geçme ve kavelalardan oluşturulan sistemlerle çatı kurgulanmıştır [12].



Şekil 6. 7. Farklı çatı birleşim elemanları

4. Sonuçlar

Geçmişte yığma ve ahşap iskeletli yapılarda kurgulanan ahşap çatılar günümüzde de; klasik ve modern ahşap konstrüksiyonların, betonarme ve prefabrik yapıların tamamlayıcısı olarak uygulanmaktadır. Bunun en önemli nedeni malzemenin mekanik özelliklerinin ve çevresel etmenlere dayanımının beklenen performans kriterlerini büyük ölçüde karşılaması, ekonomik ve sürdürülebilir olmasıdır. Bununla birlikte çatıda kullanılan ahşap malzemenin korunabilmesi ve özelliklerinin iyileştirilebilmesi için yapılması gereken bazı uygulamalar vardır.

- Özellikle çatılarda yüksek dayanım sınıfına ait ahşap tercih edilmeli, malzeme kullanım koşullarına uygun nem seviyesine kadar kurutulmalıdır. Çatıda kullanılacak ahşap malzemenin %18-20 nem değerine sahip olması gerekmektedir.
- Çevresel etmenlere karşı dayanımın artırılabilmesi amacıyla; su ve ısı etkilerine karşı ek katmanlar eklenmelidir. Birleşim elemanlarının ise sudan etkilenmez olmasına önem verilmelidir.
- Şiddetli rüzgar etkilerine karşı konstrüksiyon yüksek rijitlikte elemanlarla birleştirilmelidir.
- Organik kökenli bir malzeme olan ahşabın karşı karşıya kalacağı en önemli problem olan biyolojik bozulmaya karşı önlem alınması da önemlidir. Bu amaçla malzemeye emprenye, ısıl işlem gibi koruma yöntemleri uygulanabilir.
- Yapı üretiminde kullanılan malzemelerin çevreyle uyumlu olması da son yıllarda önem kazanmıştır. Ekolojik bir malzeme olan ahşabın masif olarak da, kompozit olarak da kullanımı uygun kabul edilmektedir. Bununla birlikte; kompozit malzeme, ahşabın verimli kullanılması ve daha ekonomik olması bakımından tercih edilmektedir.

Kaynaklar

[1] Toydemir N., Bulut Ü., 2004. "Çatılar". Yapı Yayın, İstanbul, Türkiye.
[2] Binan M., 2000. "Ahşap Çatılar", Birsen Yayıncılık, İstanbul, Türkiye.
[3] NAHB Research Center, 1994. "Alternative Framing Materials in Residential Construction", Maryland, USA.
[4] Kelley S.J., Loferski J.R., Salenikovich A., Stern G., 2000. "Wood Structures: A Global Forum on the Treatment, Conservation and Repair of Cultural Heritage", ASTM, Philadelphia, USA.
[5] Roth L.M., 2000. "Mimarlığın Öyküsü, Öğeleri, Tarihi ve Anlamı", Kabalcı Yayınevi, İstanbul, Türkiye.
[6] Günay R., 2002. "Geleneksel Ahşap Yapılar Sorunları ve Çözüm Yolları", Birsen Yayınevi, İstanbul Türkiye.
[7] Toydemir N., Gürdal E., Tanaçan L., 2001. "Yapı Elemanı Tasarımında Malzeme". Literatür Yayıncılık, İstanbul, Türkiye.
[8] Addleson L., Rice C., 1991. "Performance of Materials in Buildings", Butterworth & Heinemann, Oxford.
[9] Yeang K., 2012. "Eko Tasarım: Ekolojik Tasarım Rehberi", YEM Yayın, İstanbul, Türkiye.
[10] As N., 2002. "Ahşabın Yapısal Kullanımı", Basılmamış ders notu, İstanbul, Türkiye.
[11] Tavil A., Savdır E., Al S., 2006. "Çatısem Kurs Kitapçığı", İstanbul, Türkiye.

[12] Castro E., 2001. “Historic American Timber Joinery A Graphic Guide: V. Roof Joinery Excluding Trusses”, Timber Framing, 59.
[13] Eldem S.H., 1996. "Yapı", Birsen Yayınevi, İstanbul, Türkiye.
URL 1, http://www.bobvila.com/articles/wood-shingles-and-shakes/#.Vu-ja-KLSHt [Erişim tarihi: 21.03.2016]
URL 2, http://www.baretyapi.com/cati-uygulamalari/cati-yalitimi/ [Erişim tarihi: 21.03.2016]
URL 3, http://tekintezcan.cbu.edu.tr/files/13CATILAR.pdf [Erişim tarihi: 21.03.2016]

GİYDİRME CEPHELERİN TASARIM VE YAPIM SÜRECİNİN ANALİZ EDİLMESİ VE TÜRKİYE'DEKİ DURUMUN İNCELENMESİ

Seda Bertan [1]
Aslıhan Tavil [2]

Konu Başlık No: 3 Çatı ve Cephe Sistemlerinde Süreçler

TÜRKÇE ÖZET

Günümüzde giydirme cepheler giderek daha karmaşık sistemlere dönüşmektedirler. Gereksinim ve beklentileri karşılayan tasarım ve uygulamalar, süreç içinde rol alan paydaşların çalışmalarını işbirliği içinde gerçekleştirmesiyle mümkün olabilmektedir. Bu çalışma, giydirme cephelerin tasarım ve yapım sürecinde rol alan paydaşlar arasında nasıl bir işbirliği olması gerektiğini ve Türkiye'de bu sürecin nasıl yürütüldüğünü inceleyerek Türkiye'deki durumu ortaya koyma amacını taşımaktadır. Çalışma kapsamında, literatür araştırması ve bu süreçte rol alan paydaşlarla yapılan karşılıklı görüşmeler doğrultusunda, giydirme cephelerin tasarım ve yapım sürecinin her aşamasında paydaşlar arasında nasıl bir işbirliği yapılması gerektiği ortaya konulmuş ve yapılan analizler ile Türkiye'deki sürecin eksiklikleri ve çözüm önerileri sunulmuştur.

ANAHTAR KELİMELER

Giydirme Cephe Sistemleri, Tasarım ve Yapım Süreci, Paydaşlar.

ABSTRACT

Curtain wall systems have become complex systems recently. Thereby, interdisciplinary collaboration between stakeholders in the process becomes very significant for achieving a satisfied curtain wall design and application.. The purpose of the study is to define the collaboration of the stakeholders in curtain wall design and construction process and to analyze the existing situation in Turkey. Moreover the study aims to indicate the shortcomings (deficiencies) of the design and construction process with the help of the interviews with the stakeholders. In the scope of study, the collaboration of the stakeholders in each phase of the process is explained through literature research. The results of the semi-structured interviews were discussed by considering the existing situation. The deficiencies of the process in Turkey are presented and suggestions are given.

KEYWORDS

Curtain Wall Systems, Design and Construction Process, Stakeholders.

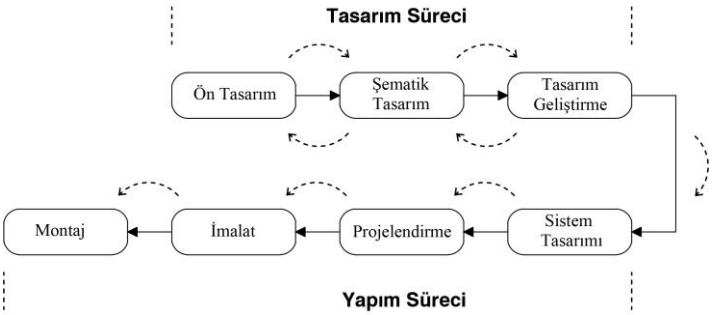
[1] Mimar Seda Bertan, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Mimarlık Anabilim Dalı, Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojisi Yüksek Lisans Programı, İstanbul, sedabertan@yahoo.com.
[2] Prof. Dr. Aslıhan Tavil, İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlıkta Yapı ve Yapım Teknolojileri Çalışma Grubu, Taşkışla Kampüsü, 34437 Taksim, İstanbul, T:02122931300, F: 02122856587, tavil@itu.edu.tr.

1. GİRİŞ

Giydirme cephelerin tasarım ve yapım sürecinde sistem seçiminden malzeme seçimine, imalattan montaj tekniklerine kadar birçok konu yer almaktadır. Teknolojinin gelişmesiyle malzeme çeşitliliğinin artması ve farklı uygulama tekniklerine bağlı olarak cephe tasarım ve uygulama süreçleri de karmaşık hale gelmektedir. Bu kapsamda süreçte yer alan paydaşların doğru zamanlama ve işbirliği çerçevesinde çalışmalarını yürütmeleri önemli hale gelmektedir. Paydaşların sürece dahil edilmeleri proje gereksinimlerine ve yatırımcı ile yapılan sözleşmeye göre değişkenlik göstermektedir. İlgili uzmanların sürece uygun zamanda dahil edilmemeleri pek çok önemli konunun göz ardı edilmesine ve projede sonradan ciddi revizyonlar yapılmasına neden olabilmektedir. Bu tür durumlar ise hem zaman hem de maliyet kaybına neden olmaktadır. Bu çalışmada, sözü edilen sorunların yaşanmasını önlemek adına, giydirme cephelerin tasarım ve yapım sürecinde rol alan paydaşlar arasında nasıl bir işbirliği olması gerektiği sunulduktan sonra, Türkiye'de bu sürecin nasıl uygulandığı analiz edilerek sürecin eksiklikleri ortaya konulup bu eksikliklerin nasıl giderilebileceğine yönelik öneriler sunulmuştur.

2. GİYDİRME CEPHELERİN TASARIM VE YAPIM SÜRECİ

Giydirme cephelerin tasarım ve yapım süreci, bu süreçte rol alan paydaşlar arasındaki işbirliği kapsamında incelenmiştir. Tasarım süreci, ön tasarım, şematik tasarım ve tasarım geliştirme olarak üç başlık altında analiz edilmiştir. Yapım süreci ise sistem tasarımı, projelendirme, imalat ve montaj olmak üzere dört aşamada incelenmiştir. Giydirme cephe tasarım aşamasında tekrarlı bir süreç izlenirken yapım aşamasında lineer bir süreç takip edilmektedir (Şekil 1.1).



Şekil 2.1 : Giydirme cephe tasarım ve yapım süreci.

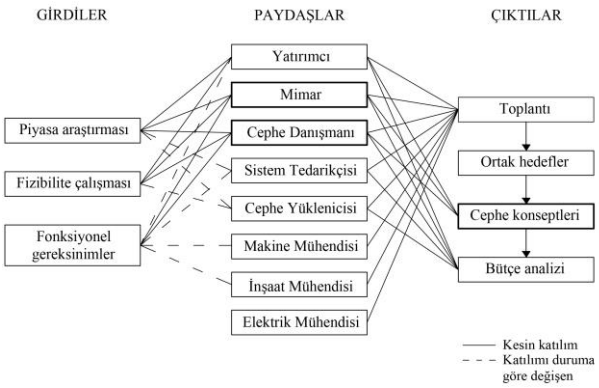
Giydirme cephelerin tasarım ve yapım sürecinde etkin rol alan paydaşlar yatırımcı, mimar, cephe danışmanı, sistem tedarikçisi, cephe yüklenicisi, makine mühendisi ve inşaat mühendisidir. Mimar, cephe tasarımını gerçekleştiren kişidir. Cephe danışmanı ise mimara tasarım aşamasında tasarımının fiziksel modele dönüştürürülmesinde rehberlik ederken yapım aşamasında ise sistem üreticisinin ve cephe yüklenicisinin çalışmalarını denetlemekle sorumlu olmaktadır. Sistem tedarikçisi, talep edilen performans gereksinimlerini karşılayan cephe bileşenlerinin tasarım ve üretimini gerçekleştirmekle sorumludur. Cephe yüklenicisinin görevi ise sistem üreticisinden satın aldığı cephe sistemlerinin veya bileşenlerinin montajını gerçekleştirmektir. Makine mühendisi ise bina fiziği çalışmalarına göre HVAC sisteminin tasarımını gerçekleştirmekle sorumludur. İnşaat mühendisi ise binanın statik analizini gerçekleştiren kişidir. Bu paydaşların giydirme cephe tasarım ve uygulama sürecine katılımı proje gereksinimlerine göre değişkenlik gösterebilmektedir. Genel olarak paydaşlar arasındaki işbirliği çalışmaları sürece bağlı olarak aşağıda açıklanmaktadır.

2.1 Tasarım Süreci

Giydirme cephelerin tasarım süreci mimar tarafından yürütülmektedir. Mimar, diğer paydaşlardan aldığı verileri analiz ederek ana tasarım kararları doğrultusunda bir araya getirmektedir **[1]**. Ancak giydirme cephelerin performans gereksinimleri ve uygulama detaylarının doğru olarak ortaya konması aşamasında mimarın cephe danışmanı ile birlikte hareket etmesi daha başarılı çözümlere ulaşılmasını sağlayacaktır.

2.1.1 Ön Tasarım

Ön tasarım aşaması, bina cephesinin temel gereksinimlerinin belirlendiği tasarım sürecinin hazırlık aşamasıdır. Ön tasarım aşaması genellikle mimar ve cephe danışmanının piyasa araştırması ve fizibilite çalışması ile başlamaktadır. Proje gereksinimlerine ve cephe danışmanının tecrübesine bağlı olarak, sistem üreticileri ve cephe yüklenicisi de giydirme cephe sistemlerinin ve malzemelerinin maliyeti, çeşitleri, performans özellikleri ve uygulama teknikleri hakkında bilgi vermek amacı ile sürece dahil olmaktadır. Mimar ve cephe danışmanı binanın konumu, büyüklüğü, kullanım amacı ve yönetmeliklere bağlı olarak cephenin fonksiyonel gereksinimlerini belirlemektedirler. Tasarım ve yapım sürecindeki paydaşların eşgüdüm içinde çalışması ile ortak hedefler belirlenerek yatırımcının talepleri doğrultusunda cephe konseptleri geliştirilmektedir **[3]**. Bu arada, cephe konseptleri ile birlikte bütçe analizi de yapılarak bu aşama sonlandırılmalıdır. Bu süreçteki paydaşlar arasındaki ilişkiler Şekil 2.2'de gösterilmektedir.

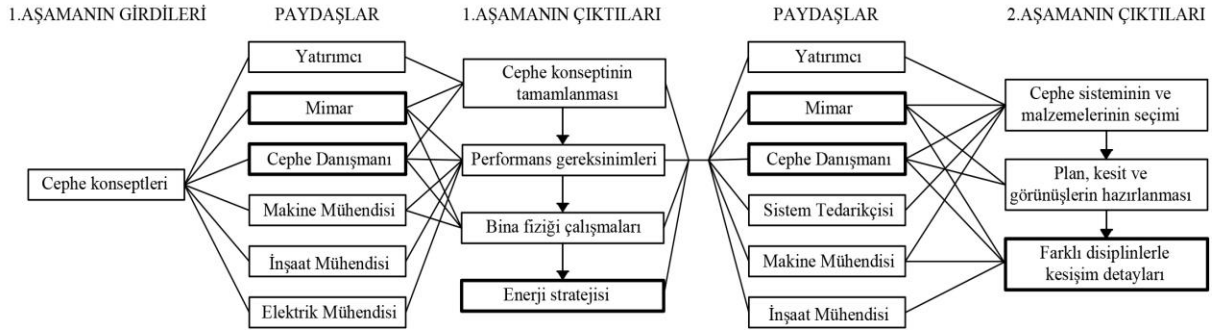


Şekil 2.2 : Giydirme cephe ön tasarım aşamasında paydaşlar arasındaki işbirliği.

2.1.2 Şematik Tasarım

Şematik tasarım aşamasında mekanik sistemler, strüktürel sistemler gibi disiplinlerarası ilişkiler ön plana çıkmaktadır. Tasarım ekibinin (mimar, makine müh., inşaat müh., etc.) her bir katılımcısının çalışması diğer paydaşlar için bir girdi oluşturmaktadır **[1]**. Şekil 2.3'de de görüldüğü gibi şematik tasarım süreci iki aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada, mimar cephe danışmanı ile birlikte cephe konsepti çalışmalarını tamamladıktan sonra makine mühendisi, inşaat mühendisi ve elektrik mühendisi ile işbirliği içerisinde çalışarak cephenin performans gereksinimleri ile birlikte bütüncül bir enerji stratejisini ortaya koymalıdır. Bu kapsamda ısıl, akustik, havalandırma, kamaşma, gün ışığı, gölge analizleri, doğal aydınlatma stratejileri gibi bina fiziği çalışmaları gerçekleştirilerek mekanik sistemlerin büyüklüğü ve dağılımına bağlı olarak enerji tüketimi ve enerji verimliliği öngörülebilmektedir. Ayrıca, bu veriler malzeme seçimi ve sistem detaylarının geliştirilmesi sırasında bir girdi oluşturmaktadır. İkinci aşamada ise cephe sisteminin farklı disiplinlerle kesişim detayları oluşturulmaktadır. Bu kapsamda cephe sistemi ve malzemeleri öncelik taşımaktadır. Bu aşamada

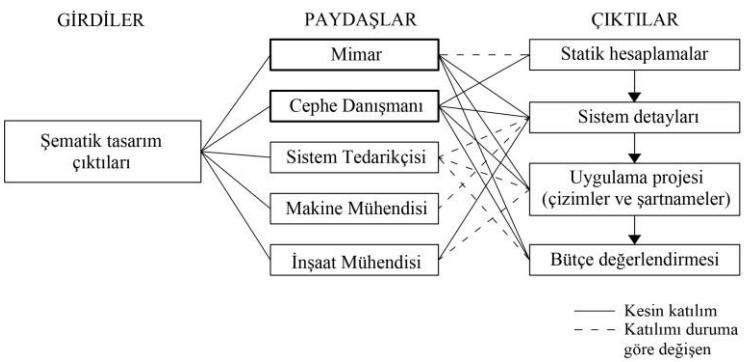
mimar, cephe danışmanı, malzemeler ve maliyet hakkında destek vererek yatırımcıdan bütçe onayı alınmasını sağlayan sistem tedarikçileri ve son karar verici olarak yatırımcı aktif role sahiptir. Malzeme seçiminden sonra, mimar cephe danışmanın da desteğiyle cephenin plan, kesit, görünüş ve sistem detaylarını malzeme tanımlamaları ile birlikte hazırlayıp diğer paydaşlara sunmaktadır. Diğer paydaşlar (makine müh., inşaat müh., etc.) bu verileri kullanarak cephenin kendi sistemleriyle oluşturdukları arayüzlerin kesişim detaylarını hazırlamaktadırlar **[1]**. Bu arada, mimar ise bu çalışmaların ana tasarım kararlarına uyup uymadığının kontrolünü yapmalıdır.



Şekil 2.3 : Giydirme cephe şematik tasarım aşamasında paydaşlar arasındaki işbirliği.

2.1.3 Tasarım Geliştirme

Tasarım geliştirme aşamasında mimar diğer paydaşlardan aldığı veriler doğrultusunda ihale aşaması için uygulama projesini ve şartnameleri hazırlamaktadır. Ayrıca, mimar, mekanik, statik gibi diğer sistemlerle kesişim detaylarını ve spesifikasyonlarını hazırlarken de ilgili paydaşlarla işbirliği yapmalıdır. Bu sayede tutarlı ve bütüncül bir cephe tasarımı sağlanmış olmaktadır. Bu süreçteki paydaşlar arasındaki işbirliği Şekil 2.4'te gösterilmektedir. Cephe danışmanı cephe taşıyıcı sisteminin statik hesaplamalarını yaparak cephenin binanın ana taşıyıcı sistemi ile kesişim detaylarını hazırlamalıdır. Sistem detaylarının mimari tasarım kararları doğrultusunda planlanan bütçeye uygun bir şekilde geliştirilmesinde cephe firmalarının (üretici ve yüklenici) desteği çok önemlidir **[1]**. Ayrıca, cephe danışmanı bu aşamada binanın inşaat mühendisiyle de iletişime geçerek bina taşıyıcı sisteminin cephe yüklerini taşıyıp taşıyamayacağının kontrolünü yapmalıdır. Daha sonra mimar, cephe danışmanı ile birlikte şartnameleri hazırlamalıdır. Bu arada, sistem tedarikçisi teknik şartname ve detaylar konusunda en iyi kaynaklardan biri olduğundan dolayı gerekli durumlarda desteğine başvurulabilir **[1]**. Bunların yanında, şartnamelerde, fabrika ve saha testlerinin hangi standartlara göre gerçekleştirileceğine de yer verilmelidir. Bu çalışmaların sonunda, mimar cephe danışmanıyla birlikte sistem tedarikçisinden aldığı veriler doğrultusunda detaylı bir bütçe analizi yaparak yatırımcıya sunmalıdır.



Şekil 2.4 : Giydirme cephe tasarım geliştirme aşamasında paydaşlar arasındaki işbirliği.

2.2 Yapım Süreci

Yapım sürecinde sistem üreticileri ve cephe yüklenicileri aktif rol almaktadır. Bu aşamada liderlik mimardan cephe yüklenicisine geçmektedir. Bu süreçte, cephe yüklenicileri mimari tasarımı fiziksel yapıya dönüştürmektedirler **[2]**. Mimar ve cephe danışmanı ise bu aşamada cephe yüklenicisinin ve sistem üreticisinin çalışmalarını mimari tasarım kararları ve şartnameler doğrultusunda gerçekleştirip gerçekleştirmediklerini kontrol etmekle sorumlu olmaktadırlar.

2.2.1 Sistem Tasarımı

Sistem tasarımı sistem üreticileri tarafından yürütülmektedir. Profillerin, bağlantı parçalarının, camların, kayıt-dikme ve kirişlerin üretimini şartnamede belirtildiği şekilde gerçekleştirmektedirler **[2]**. Sistem üreticileri sistem tasarımlarını statik, dinamik, ısıl, ve akustik analiz çalışmaları ile gerçekleştirmektedirler. Sistem tasarımı yapıldıktan sonra ise bir prototip modeli yapılarak sistem tasarımı kontrol edilmelidir **[12]**. Cephe danışmanı ise sistem üreticisini çalışmalarını şartnamelere uygun gerçekleştirilip gerçekleştirmediğini denetlemektedir **[4]**.

2.2.2 Projelendirme

Projelendirme aşaması cephe yüklenicisi tarafından yürütülmektedir. Cephe yüklenicisi tasarım sürecinde hazırlanan uygulama projesine (çizimler ve spesifikasyonlar) göre imalat çizimlerini (shop drawings) hazırlamaktadır **[1]**. Cephe yüklenicisi bu aşamada detayların geliştirilmesinde sistem tedarikçisinin desteğine ihtiyaç duyabilmektedir **[2]**. Cephe danışmanı ve mimar ise bu çizimlerin teknik şartnamedeki koşulları sağlayıp sağlamadığının kontrolünü yapmalıdırlar.

2.2.3 İmalat

Sistem üreticileri bu aşamada tasarladıkları sistemlerin üretimini gerçekleştirmektedirler. Ayrıca, sistem tasarımlarının tasarlanan cephenin performans gereksinimlerini karşıladığını test sertifikaları ile garanti etmesi gerekmektedir. Bu yüzden, sistem üreticileri fabrikalarında sistemlerini üretirken hava sızdırmazlık, su geçirimsizlik, rüzgar yüküne dayanım, sismik performans gibi şartnamede belirtilen testleri gerçekleştirmektedirler **[19]**. Ayrıca, cephe danışmanları sistem üreticilerinin gerçekleştirdiği fabrika testlerinin şartnamede belirtilen kod ve standartlara göre yapılıp yapılmadığını ve test sonuçlarını kontrol etmekle yükümlü olmaktadırlar **[4]**.

2.2.4 Montaj

Bu aşamada, cephe yüklenicisi sistem üreticisinden satın aldığı sistemlerin projelendirme aşamasında hazırladığı imalat çizimlerine göre montajını gerçekleştirmektedir. Bu aşamada cephe danışmanı ve mimar yine kontrolör olarak rol almaktadırlar. Ayrıca, şartnamede belirtilen saha testleri de belli aralıklarla yapılarak montajı yapılan sistemin performansı cephe danışmanı tarafından kontrol edilmelidir **[4]**.

3. TÜRKİYE'DE GİYDİRME CEPHELERİN TASARIM VE YAPIM SÜRECİNİN İNCELENMESİ

Bir önceki bölümde giydirme cephelerin tasarım ve yapım süreci için ideal durum bir rehber niteliğinde ortaya konmuştur. Bu bölümde ise Türkiye'deki giydirme cephelerin tasarım ve yapım süreci incelenerek Türkiye'deki durum ortaya konulmuştur. Bu çalışma için kullanılan yöntem ve çalışmanın sonuçları aşağıdaki bölümlerde anlatılmaktadır.

3.1 Çalışma Yöntemi

Türkiye'deki durumun analiz çalışması, Türkiye'de bu sektörde rol alan firmaların web sitelerinin taranması ve paydaşlarla yapılan karşılıklı görüşmelerle gerçekleştirilmiştir. İlk olarak süreç içerisinde en çok etkisi olan cephe danışmanlarının ve cephe firmalarının web siteleri taranarak verdikleri hizmetler araştırılarak bu süreçteki sorumlulukları ortaya konmuştur. Daha sonra Türkiye'deki mevcut durumun ortaya konulabilmesi amacıyla giydirme cephe tasarım ve yapım sürecinde aktif rol alan paydaşlar olan mimar, cephe danışmanı, sistem tedarikçisi, cephe yüklenicisi ile karşılıklı görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında beş cephe danışmanı, bir mimar, iki cephe firması ve bir sistem üreticisi ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Görüşmelerin belirli bir sistematik içerisinde yürütülebilmesi için klavuz niteliğinde olabilecek hem ucu açık hem de cevabı net sorular içeren bir anket formu hazırlanmıştır. Bu sayede görüşme yapılan kişi ile gerekli görülen konularda daha ayrıntılı bilgi alma olanağı elde edilmiştir. Görüşmeler iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Birinci aşamada, süreç içerisindeki genel eksiklikler, bu süreçte en çok karşılaşılan sorunlar, bu sorunların giderilmesine yönelik öneriler ve çalışmalar sırasında takip edilen kod ve standartlar hakkında bilgi edinilmiştir. İkinci bölümde ise, giydirme cephe tasarım ve yapım sürecinin alt aşamalarında paydaşların rol aldığı iş kalemleri, bu işlerin gerçekleştirilmesindeki sorumlulukları (yöneticilik, danışmanlık veya kontrolörlük), bu işleri gerçekleştirirken işbirliği içerisinde çalıştıkları paydaşlar ve bu paydaşlara destek verilen veya bu paydaşlardan destek alınan konular hakkında bilgi edinilerek ikinci bölümde anlatılan ideal durumla karşılaştırma yapılmıştır.

3.2 Sonuçların Değerlendirilmesi

İki aşamada oluşturulan anket formları yardımıyla elde edilen verilerin değerlendirilmesi de özellikle sürecin alt aşamalarına yönelik değerlendirme ve sürece yönelik genel değerlendirme olarak iki aşamada yapılmıştır.

3.2.1 Sürecin Alt Aşamalarına Yönelik Değerlendirme

Yukarıda bahsedilen yöntemlerle gerçekleştirilen çalışma sonrasında, Türkiye'de uygulanan giydirme cephe tasarım ve yapım sürecinin bazı eksiklikler dışında ikinci bölümde anlatılan ideal duruma uygun olarak gerçekleştirildiği gözlemlenmiştir. Tespit edilen en önemli eksikliklerden birisi, giydirme cephelerin ön tasarım aşamasında cephe hedeflerinin ideal durumda bahsedildiği gibi süreç içerisindeki tüm paydaşların katılımıyla belirlenmemesidir. Türkiye'de cephe hedefleri genellikle yatırımcı, mimar ve cephe danışmanı tarafından belirlenmekte ve diğer paydaşlardan belirlenen bu hedefler doğrultusunda projelerini gerçekleştirmeleri beklenmektedir. Fakat bu durum ilgili tüm paydaşların bu aşamaya katılmadıklarından dolayı hem bazı önemli konuların göz ardı edilmesine hem de paydaşlar arasında çıkar çatışmalarına yol açabilmektedir. Tespit edilen diğer bir eksiklik ise, tasarım geliştirme aşamasında cephenin statik hesaplamalarının binanın ana taşıyıcı sistemine göre hazırlandığı, bu aşamada binanın inşaat mühendisiyle işbirliği yapılmadığı, yatırımcıların binanın statik hesaplamalarına göre cephe sisteminin strüktürel hesaplamalarının yapılmasını talep ettiği bildirilmiştir. Halbuki bu aşamada, cephe danışmanı ile inşaat mühendisi işbirliği içerisinde çalışarak binanın ana taşıyıcı sistemi ve cephenin taşıyıcı sistemiyle ilgili bir optimizasyon yapmaları

gerekmektedir. Ancak Türkiye'deki çoğu uygulamalarda binanın statik hesaplamaları yapıldıktan sonra, hatta binanın taşıyıcı sisteminin inşaatı tamamlandıktan sonra cephenin statik hesapları buna uyacak şekilde yapıldığı gözlenmektedir. Bu durum ise binanın taşıyıcı sisteminde yapılacak küçük revizyonlar yerine gereksiz detay çözümlemelerine gidilerek gereğinden fazla mali kayıpların yaşanmasına neden olmaktadır.

3.2.2 Genel Değerlendirme

Türkiye'de giydirme cephelerin tasarım ve yapım sürecinde rol alan paydaşlarla yapılan görüşmeler sonrasında, paydaşların sürece doğru zamanda dahil edilmediği, bu durumun ise ciddi revizyonlara neden olduğu bildirilmiştir. Özellikle cephe danışmanlarının eksikliğinde en çok karşılaşılan sorunlardan birisi mimarların cephe tasarımını cephenin mühendislik yönünü düşünmeden gerçekleştirmesidir. Ayrıca, malzemelerin maliyeti ve uygulama detayları hakkında yeterli donanıma sahip olmayan mimarların tasarımları sonucu yapım aşamasında büyük revizyonlara gidildiği bildirilmiştir. Türkiye'de yapılan en büyük hatalardan birisi ise, yatırımcıların cephe danışmanının yapması gereken görevleri cephe danışmanı yerine cephe yüklenicilerine aktarıp maliyeti düşürmeye çalışmalarıdır. Oysa ki cephe danışmanının en önemli sorumluluklarından birisi cephe yüklenicilerinin çalışmalarını objektif bir şekilde sadece proje çıkarları doğrultusunda denetlemektir. Bu yüzden, cephe danışmanının sürece dahil edilmemesi durumunda yüklenici firmanın projeyi kendi çıkarları doğrultusunda yönlendirebileceği sorunu ortaya çıkabilmektedir. Ayrıca, ikinci bölümde de bahsedildiği gibi cephe danışmanları genellikle danışmanlık ve kontrolörlük hizmetleri vermektedir. Bu nedenle cephe danışmanlarının yapı kabuğu konusunda uzmanlık eğitimi almış ve şantiye tecrübesine sahip (min.10 yıl) mimar veya mühendislerden olmaları gereği ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, yatırımcıların cephe için gereken bütçeyi sunmaması süreç içerisinde yaşanan diğer problemlerden birisi olarak tespit edilmiştir **[22]**.

Giydirme cephelerin yapım aşamasında en çok karşılaşılan sorun ise cephe yüklenicilerinin yeterli düzeyde eğitimli personele sahip olmamalarına bağlı olarak hatalı montajların gerçekleştirilmesidir. Ancak Türkiye'de cephe konusunda sektörel ve akademik alanlarda tecrübeli elemanın oldukça az sayıda bulunduğu da diğer bir gerçektir **[26]**. Bunun dışında, malzemeler, teknik detaylar gibi konularda uzman desteğinin her projede yeterince yer almaması performans beklentilerini karşılamayan sonuçların elde edilmesine yol açmaktadır **[21]**.

Görüşmelere göre Türkiye'de giydirme cephe tasarım ve yapım sürecinde takip edilmesi gereken kod ve standartlar bulunmaktadır. Ancak bu standartlar EN standartlarından direkt çevrilmiş oldukları için Türkiye şartları için yetersiz kalmaktadırlar. Ayrıca, TS standartları her uygulama için yeterli olmadığından dolayı ilgili paydaşlar bu standartlar dışında, DIN, ASTM, AAMA, BS, UBS, NF, EUROCODE, CWCT, TRAV, TRLV, ISO standartları and LEED, BREEAM sertifikalarını da takip etmeleri gerekmektedir. Bunun dışında, Türkiye'deki giydirme cephe tasarım ve uygulamalarının TS standartlarına göre uygulanıp uygulanmadığını denetleyebilen bir devlet kurumunun olmaması ise sürecin diğer önemli problemlerden birisidir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Paydaşlar çalışmalarını işbirliği içerisinde gerçekleştirdiği zaman birbirlerine karşı görev ve sorumlulukları net bir şekilde ortaya konulmaktadır. Bu da iş akışının daha hızlı ve verimli devam etmesini sağlamaktadır. Cephe danışmanları, cephe tasarım ve yapım sürecindeki paydaşlar arasında bir köprü görevi görmeleri nedeniyle bu süreçte oldukça önemli bir rol üstlenmektedirler. Bu yüzden, cephe danışmanlığı cephe kabuğunun çeşitli konularında uzman kişilerden oluşan bir kurum tarafından verilmesi gereği de ortaya çıkmaktadır **[26]**. Ayrıca, üniversitelerde cephe konusunda lisans, yüksek lisans programlarının düzenlenmesi ile özellikle bu alandaki uzman sayısı artırılmalıdır.

Bunun dışında, cephe sistemleri teknolojinin gelişmesine bağlı olarak hızlı bir şekilde gelişmekte olan bir sektör olmasına bağlı olarak bu sektörde rol alan paydaşların cephe konusundaki yenilikleri sürekli olarak takip etmeleri ve kendilerini geliştirmeleri gerekmektedir.

Gerçekleştirilen görüşmeler sonucunda, Türkiye'de giydirme cephe tasarım ve yapım sürecinde paydaşlar arasındaki işbirliğinin genellikle ideal duruma göre gerçekleştirildiği sonucuna varılmıştır. Fakat buna rağmen günümüzde cepheler konusunda sorunlar yaşanmaya devam etmektedir. Paydaşlar arasında gereken işbirliği gerçekleştiriliyorsa neden hala cephe sorunlarının devam ettiğinin detaylı bir şekilde araştırılması gerekmektedir. Ayrıca, cephede alınan hizmetler konusunda en etkili faktörün yatırımcı olması nedeniyle başarılı sonuçlar elde etmek için yatırımcıların paydaşların görev ve sorumlulukları hakkında bilinçlendirilmesi de diğer önemli bir hususdur.

Kaynaklar

[1] Boswell, K. (2013). Exterior Building Enclosures: Design Process and Composition for Innovative Facades, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
[2] Klein, T. (2013). Integral Facade Construction: Towards a new product architecture for curtain walls, Dissertation , Architectural Engineering and Technology Department, Faculty of Architecture, Delft University of Technology, Rotterdam.
[3] NIBS Guideline 3-2012. Building Enclosure Commissioning Process BECx, alındığı tarih 30.07.2015, adres: https://www.wbdg.org/ccb/NIBS/nibs_gl3.pdf
[4] Karsai., P. (n.d.). Bath University. Date retrieved: 30.08.2015, address: http://www.bath.ac.uk/cwct/cladding_org/icbest97/paper19.pdf

Cephe danışmanları ve yüklenici firmaların verdikleri hizmetlerin araştırılmasında kullanılan web siteleri:

[5] Url-1 <*http://nngrup.com/*>, date retrieved 10.09.2015.
[6] Url-2 <*http://www.cephedanismani.com/*>, date retrieved 10.09.2015.
[7] Url-3 <*http://cephedanisman.com/*>, date retrieved 10.09.2015.
[8] Url-4 <*http://www.cwgweb.net/*>, date retrieved 11.09.2015.
[9] Url-5 < *http://fri.com.tr/*>, date retrieved 11.09.2015.
[10] Url-6 <*http://www.lgdizayn.com*/>, date retrieved 11.09.2015.
[11] Url-7 <*http://www.priedemann.de/*>, date retrieved 11.09.2015.
[12] Url-8 <*http://www.metalyapi.com/*>, date retrieved 20.10.2015.
[13] Url-9 <http://aluneta.com.tr/>, date retrieved 15.10.2015.
[14] Url-10 <*http://www.cuhadaroglu.com/*>, date retrieved 21.10.2015.
[15] Url-11 <*http://www.aygun.com.tr/*>, date retrieved 25.10.2015.
[16] Url-12 < *http://www.aksoyaluminyum.com.tr/*>, date retrieved 25.10.2015.

Görüşme yapılan paydaşlar:

[17] Akin, I. (2015). Görüşme.1 Aralık, Istanbul.
[18] Arslanturk, E. (2015). Görüşme. 1 Aralık, Istanbul.
[19] Biler, A. (2015). Görüşme. 24 Kasım, Istanbul.
[20] Buyuklu, E. (2015). Görüşme. 6 Kasım, Istanbul.
[21] Kahvecioglu, H. (2015). Görüşme. 23 Kasım, Istanbul.
[22] Kuran, K. (2015). Görüşme. 14 Kasım, Istanbul.
[23] Sekban, S. (2015). Görüşme. 5 Kasım, Istanbul.
[24] Tuna, O. (2015). Görüşme. 16 Kasım, Istanbul.
[25] Yilmaz, M.H. (2015). Görüşme. 10 Kasım, Istanbul.
[26] Ziyaettin, N. (2015). Görüşme. 13 Kasım, Istanbul.

MİMARİ YÜZEYLERDE BİOMİMESİS ETKİSİ

E.Elif ÖZDEMİR [1]
F.Pelin CENGİZOĞLU [2]

Konu Başlık No: Çatı ve Cephe Sistemlerinde Görsel Etki

TÜRKÇE ÖZET

Bu çalışma kapsamında, dünya genelinde uygulanmış ve deneysel olarak geliştirilmiş mimari cephe örnekleri üzerinden doğabilimsel bilginin mimarlıkta (görsel etki bağlamında) kullanımına yer verilmektedir. Örnekler üzerinden açıklanan mimari cephelerin, doğa-mimarlık etkileşimi, karşılaştırılmalı çalışmalar ile benzerlik ve farklılıkların ortaya konarak, mimari biçimleniş sürecine katkısı ve görsel etkisi bakımından önemli görülmektedir. Bu amaçla çalışma, mimarlık nesnesinin görsel etkisinin ve biçimlenişinin, biyoloji bilgisinin kullanılması ile mimarlık ortamında doğanın karmaşık yapısının analiz edilerek daha anlaşılır hale getirilmesi ve sorunlara çözüm üretilebileceği üzerinde durmakta, doğanın tüketimden çok yarar sağlama alanı olarak araştırılması ve incelenmesine odaklanmaktadır.

ANAHTAR KELİMELER

Biyomimesis, Mimari Yüzey, Mimari Görsel Etki

ABSTRACT

This study, composed of the use of biological information throughout the architecture in the context of visual effects over the samples of experimental and enhanced architectural facades. The architectural facades explained through examples is considered important in terms of visual impact and the formation process of architecture with nature-architecture interaction, and comparative studies by demonstrating the smiliarities and differences. For this purpose, the study, focuses on the examination of the visual impact of the architectural object and its configuration has been more comprehensible and produced solutions to the problem with the use of biological information for the analysis of the complex structure of the nature in the architectural environment.

KEYWORDS

Biomimicry, Architectural Surface, Architectural Visual Impact.

[1] E.Elif ÖZDEMİR, Mersin Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Çiftlikköy Kampüsü, Mersin, 0 324 361 00 01/2257, ozdemireelif@gmail.com.
[2] F. Pelin CENGİZOĞLU, Mersin Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Çiftlikköy Kampüsü, Mersin, 0 324 361 00 01/ 2257, pelincengizoglu@gmail.com.

1. GİRİŞ

'Ne zaman değerlerimizi yok etsek, doğaya dönmeye meylederiz'

Rousseau, 1762

Keleş (2003), doğayı, insanın dışında olan herşey olarak tanımlamaktadır; örneğin toprak, toprakaltı zenginlikler, su, hava, bitkiler ve hayvanlar doğayı oluşturmaktadır [3] Doğanın bir parçası ve canlı organizmalardan biri olan insan ise doğanın desteği olmadan varlığını sürdüremez. Aristoteles'e göre insanın bütün eylemlerinde ve yapıtlarında birincil kaynak doğadır. [5] Doğal alanlarda yapay müdahalelerde bulunarak, insan eylemleri içerisinde doğaya en çok zarar veren mimarlık eylemi ise doğaya olan yaklaşımı ile önem teşkil etmektedir. Diğer bir deyişle mimarlık, doğanın işleyişini kavrayarak ve mimariyi bu işleyişe ve ilkelere uygun şekillendirerek, doğanın tahribindeki rolü ve korunmasındaki sorumluluğu en fazla olan eylemdir.

Mekan üretme sanatı olan mimaride, doğa, insanların ilgisini çekmiş, ilham kaynağı ve çözüm yöntemi olmuştur. Bu ilgiyle beraber, insan, doğayı araştırmış ve ondan öğrendiklerini taklit ederek, yorumlayarak, metaforik ve anolojik olarak mimari tasarımda kullanmıştır. Doğabilimsel bilgiyi kullanarak elde edilen bu metaforik ilişki, mimarlık tarihinin farklı dönemlerinde farklı şekilde odaklanmalarla günümüze kadar devam etmiştir. Sahip olduğu devrimsel, yenilikçi, evrensel, nesnel olma özellikleriyle doğabilimsel kavramlar, teoriler, metotlar mimarlar için kendi bilgi alanının sorunlarına çözüm bulmak yolunda potansiyel kaynaklar olarak görülmüştür [2] 19.yy da sadece estetik açıdan mimaride taklit edilen doğa, günümüzde sadece metaforik ve analojik açıdan değil biyolojik bilgi kaynaklı yapı kabukları ve iskeletlerin üretimi ile de mimarinin doğaya yaklaşımı değişmekte ve dönüşmektedir.

Bu amaçla bu çalışma, mimari biçimlenişin doğaya olan yaklaşımını üç grupta ele almaktadır; doğadan esinlenerek elde edilen mimari biçimlerin metaforik ve analojik olarak oluşturulması yaklaşımı, mimari tasarımların doğanın bir parçasıymış gibi düşünülerek, yapının dış cephesinde, içinde ve çatısında kullanılan tasarım anlayışı ve biyolojik bilgi ile elde edilen yapı kabukları ve iskeletlerin tasarımları.
Bu bildiri, her üç grupta elde edilen uygulanmış ve deneysel olarak geliştirilmiş mimari cepheleri, doğabilimsel bilginin, mimarlıkta görsel etki bağlamında konumunu tartışmaya açmaktadır.

2. Biomimesis ve Mimari

Türkçe karşılığı 'Biyotaklit', 'Biomimesis', olan 'Biomimcry', doğanın işleyişini analiz eden ve onları insan kullanımına uyarlayan yeni ve devrimci bir bilimdalıdır. [6] Benyus tarafından 1990'ların sonuna doğru tanımlanarak literatüre kazandırılan, Yunanca bios: yaşam, mimesis: taklit etmek kelimelerinden türetilen biyomimikri, doğanın modellerini, sistemlerini, oluşum süreçlerini ve elementlerini inceleyen ve elde ettiği bilgilerden taklit ederek ya da yaratıcı ilham alarak yararlanan, problem çözmeye yönelik yeni bir bilimdir [6]. Benyus'a göre, biyomimikri, doğayı model, danışman ve ölçüt olarak görebilmeyi amaçlamaktadır. Aristoteles ise, mimesis kavramının geniş açılımları olduğunu ve taklit'in sadece herhangi bir şeyin görünen özelliklerinin tekrarlanması anlamına gelmediğini belirtmektedir. Ona göre taklit, şeyin yaşam bilgisini, görünmez olan özünü, niteliklerini oluşturan ilkeleri ve biçimlendiren prensipleri arama, bulma ve onları görünür hale getiren yaratıcı bir eylemdir. [5]

Doğanın döngülerine dahil olabileceğimiz, doğayla iç içe yaşamlar sürmemiz için uygun yaşam koşullarına sahip olmak gün geçtikçe zorlaşmakta ve günümüz kent insanının doğa ile ilişkisi kopmaktadır. '*Mimarlık, bir sanat olarak insanın yarattığı bir şeydir. Bu tür bir yaratıyı gerçekleştirebilmek için, doğa nesneleri yaratmak için nasıl bir yol izliyorsa aynı yolu biz de*

izlemeliyiz. Doğanın kullandığı elemanların ve mantıksal yöntemlerin aynısını kullanmak zorundayız; aynı yasalara uymak zorundayız.' [7] İçinde yaşadığımız kentler, doğadan uzaklaştıkça beraberinde bir çok çevresel sorunlara sebep olmakta ve bunun sonucunda yaşanamayan kentler haline gelmektedir. Kentleri oluşturan yapılar, doğal çevreye en çok zarar veren öğeler olduğundan bu tahribatı en aza indirmek, kentleri de yaşanabilir kılacaktır. Doğaya uyum, yapılar için sadece arazinin şekli, dokusu, bulunduğu ortamdaki doğal ve yapay oluşumu, çevresindeki bitki örtüsü ile değil aynı zamanda yapının biçimlenişi hatta yapıyı oluşturan elemanların doğanın bir parçası gibi kullanımı ile de sağlanabilir. Bu çalışmanın konusu günümüz mimarisinde yapı cephelerinin doğayı taklit eden oluşumları görsel etki bağlamında değerlendirilmiştir.

3. Mimari Yüzeylerde Biomimesis

'Mimarlık?
Kulaklarınızla işittiğiniz renkler;
Gözlerinizle gördüğünüz sesler;
Avuçlarınızla dokunduğunuz boşluklar;
Dilinizdeki mekan tadı;
Ölçülerin kokusu;
Taşın özsuyudur'

Marcel Breuer (Aydınlı, 1993)

Bir insan ürünü olan ve yaşadığımız ortamın belirli görünümlerini düzenleyen mimari, insan ve çevresi arasındaki ilişkileri de düzenler, kontrol eder ve aynı zamanda insan eylemlerine elverişli bir ortamın oluşturulmasında rol alır. [14] Yapılaşma eylemi ile doğaya en çok zarar veren mimari, günümüz dünyasında, insan ve doğal çevresi arasındaki kopan ilişkileri tekrar onarmaya çalışmakta ve fiziksel çevrede yaşanan bu sorunların cevaplarını doğada arayarak insanlar için daha yaşanabilir mekanlar yaratmaya çalışmaktadır. Yüzünü doğaya dönen mimari, doğadaki biçimlenişleri araştırarak ve inceleyerek doğa gibi üretmeye çalışmaktadır. Çakır'ın (2006) da ifade ettiği gibi, doğa gibi üretmek aslında, biçimin oluşum sürecini anlamak demektir. [15] Ayrıca, doğada belirli tekrar, ritim, renk, doku, oran, denge ile kendi içinde bir kompozisyon oluşturulduğu, doğadaki biçimlenişlerin mükemmel bir şekilde yaratıldığı görülmektedir. Doğada üretilen biçimlenişlerin analiz edilmesi ve biçimleniş aşamasında gelişen süreçlerin kavranması, günümüz ve geleceğin mimarlarının biçim arayışlarında yepyeni bakış açıları kazandırması bakımından çok önemli olduğu düşünülmektedir.

İnsanoğlunun doğa ile ilişkisi üzerine araştırmalar yapan Neil Leach, çevreye uymak ve çevreye karışmak isteğinin insanoğlu için doğal bir dürtü olduğunu ifade etmiştir. Doğal ortamda kendini kamufle eden canlılar için ise bu hayatta kalabilme yeteneğidir. Arazi şekline, dokusuna, rengine, çevredeki bitki örtüsüne, malzemenin kendi orijinal karakterine, bulunduğu ortamlardaki doğal oluşumlara başka bir deyişle bulunduğu doğal ve yapılı çevreye biçimsel uygunluğu o yapıyı üzerinde yer aldığı tabiat parçasına dokusal ve biçimsel açıdan uyumlu kılar. [4]

Bu çalışma, biomimesis yaklaşımından yola çıkarak, farklı anlayışlarla tasarlanmış, uygulanmış ve deneysel olarak geliştirilmiş yapı örneklerini, cephelerinin görsel-duygusal etkisi anlamında analiz etmektedir.
Araştırmada incelenen örnekler, tasarım yaklaşımları açısından üç gruba ayrılmıştır; doğal öğelerin yapı dış cephelerinde, çatısında ve içinde kullanımıyla oluşturulan tasarımlar, doğadan etkilenen biçimlerin yapıya aktarımıyla oluşturulan tasarımlar ve biyolojik bilgi kullanılarak yapı kabukları ve

iskelet sisteminde doğayı taklit eden yaklaşımlar. Bu yaklaşımlarla oluşturulmuş cephelerin izleyiciye sunduğu görsel-duygusal etki ise hem biçimsel anlamda hemde biçimin fiziko-psikolojik yorumu üzerine incelenmektedir. Ching (2004) görsel alanımıza giren mimari biçimleri, düzenli ve düzensiz biçimler olarak ele almaktadır. [17] Bunları düzgün geometrik biçimler ve onların düzensiz kullanımları olarak açıklamaktadır. Bu mimari biçimlenişlerin fiziko-psikolojik yorumunu ise Yılmaz (2004), bazı biçimsel özelliklere bağlı duygu değerlendirmeleri olarak açıklamaktadır. [18] Aşağıdaki tablo biçime bağlı olarak Yılmaz (2004) tarafından oluşturulan biçimin, duygusal- görsel etkilerini ifade etmektedir.

Tablo 1. Biçimsel Düzenlemeler ve onların duygusal etkileri [18]

Biçimsel Düzenleme Şekli	**Duygusal- Görsel Etki**
Dengesiz Biçimler	Gerilim Duygusu
Basitlik, yumuşak çizgiler, kavisli biçimler, rahat şekiller	Rahatlık, gevşeme, dinlenme huzur duyguları
Eğimli, eğri ve kırık düzlemler, mantıksız, dengesiz biçimler	Korku Duygusu
Yuvarlak biçimler, açılarla kavislerin birlikteliği	Sevgi Duygusu
Alçak, yatay biçimlere zıtlık oluşturacak biçimler	Saygı ve Hayranlık Duygusu
Yumuşak akıcı biçimler ve düzenlemeler	Neşe duygusu
Zorlayıcı olmayan strüktürel seçimler	İçe kapanma ve düşünme
Cesur biçimler	Dinamik ve hareket duygusu

Bu çalışmada sınıflandırılan 3 farklı tasarım yaklaşıma ait incelenen örneklerde, biçimsel ve onun duygusal-görsel etkisi, Ching (2004) ve Yılmaz (2004)'ün yaklaşımyla ele alınmaktadır.

Doğal dokuyu ve uyumu bozmayacak şekilde ama doğanın bir parçası olarak ayırtedilemeyen bir yapı olan, ilk incelenen bina, arazi ve yeşille bütünleşik yapısı açısından örnek teşkil edebilecek bir yapıdır. Japonyanın Fukuoka kentinde hükümete ait bir ofis binası olan ve Emilio Ambasz tarafından tasarlanan bu yapının kuzey cephesi, şehrin en işlek ticari caddesine şık bir görünüm sunarken, güney cephesi ise binanın tüm yüksekliği boyunca devam eden bir seri teraslı bahçe ile çevresine bir park görüntüsü sağlamaktadır [8]

İnsanı ezmeyen yeşil bir tepecik görünümüyle yapı, yoğun kent dokusundaki tek yeşil alana saygılı yapısı ile projeye ayırt edilir bir kimlik kazandırmaktadır. Yapı cephesinin park kimliği ile bütünleştiği, devam eden park alanı şeklindeki cephesi, atık yaratmayan bir cephe kaplama malzemesi olarak düşünülen yeşil dokunun kendisidir. Yapı cephesinin bu şekilde biçimlenişi bulunduğu ortama hem fiziksel, hem psikolojik- sosyal katkı sağlamaktadır.(Resim1.)

Resim 1. Fukuoka Uluslararası Salon, Emilio Ambasz



Yeşil dokuyu cephede kullanan bir diğer yapı ise, ilk bakıldığında bitkilerin dış cephede dekoratif anlamda kullanıldığı izlenimi veren Osaka'daki organik binadır. İtalyan mimar, Gaetano Pesce tarafından tasarlanan yapı, cephe duvarına tutturulmuş bitki kaplarında çeşitli bitkiler yetiştirildiği ve bu bitkilerin ve toprağın yapıyı mekanik havalandırma sistemine ihtiyaç duyulmaksızın serinlettiği ifade edilmektedir [9]

Resim 2. Organik Bina, Osaka, Gaetano Pesce, 1993

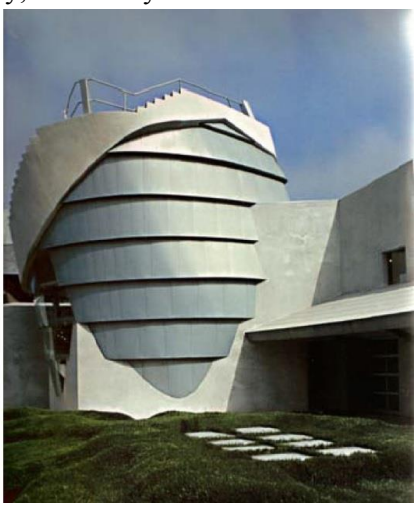


Yukarıdaki örneklerde incelenen, yeşil dokuyu yapı cephesinde kullanan tasarımların, biçimsel anlamda, dikdörtgen formları ile dengeli ve dinamik bir etki yaratırken, duygusal- görsel anlamda ise sahip oldukları basit, yumuşak çizgiler ile rahatlık, gevşeme, dinlenme ve huzur duygularını yansıttıkları söylenebilir.

Doğadan incelenen biçimlerin yapıya aktarılmasıyla tasarlanan yapılarda ise insanların doğada görmeye alışkın oldukları biçimleri, içgüdüsel olarak benimsedikleri birtakım öğeleri ve bileşenleri, kendi suni yaşam ortamlarına taşıma isteğinden kaynaklanmaktadır. Hasol'un (1998), deyimiyle bu yapılar, mimaride doğadaki organizmaları andırır karaktere sahip olarak organik mimari adı altında nitelenebilen bu formlar üzerine yaşayan organizma etkisi oluşturarak ilgi odağı oluşturmayı amaçladıklarını belirtmiştir. [16] (Resim 3.-4)

Resim 3. The Beehive, (Arı Kovanı) Culver City, Kaliforniya.





Resim 4. Sagrada Familia, Gaudi, İspanya





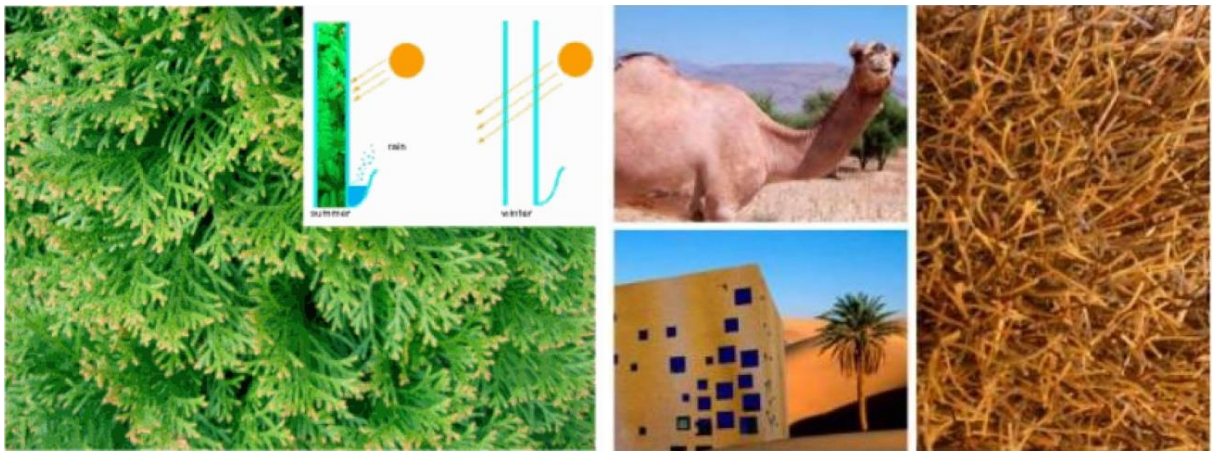
Mimarlık tarihine bakıldığında, doğal dünyadan (hayvanlardan, bitkilerden ve insanın kendisinden) ilham alan pek çok yaklaşım vardır. Bunlardan en ünlüsü organik mimarlığı simgeleştiren F.L.Wright'tır [10]. Onun tasarım yaklaşımında, geometriden bağımsız, düzensiz ve dinamik biçimlenişler hâkimdir. Doğadaki biçimlenişlerden etkilenen bir diğer ünlü mimarda 1880'lerde ortaya çıkan Art Nouveau akımının temsilcilerinden Antoni Gaudi'dir. Gaudi, mimaride strüktür ve süslemede doğal dünyadan esinlenilmiş bitkisel motifleri, akışkan ve eğrisel biçimlenişler kullanmıştır. 1960'lı yıllara gelindiğinde ise, özellikle Japonya'da mimarlıkta "Metebolizma" hareketi göze çarpmaktadır. DNA'nın keşfi, yaşama dair bilinmezlerin aydınlanması umuduyla Metabolist Akım'a da ilham olan, Kisho Kurokawa'nın kurucu üyesi olduğu metabolist hareket, biyolojideki canlıların metabolizması sözcüklerine öykünerek mimarlık alanına yeni bir yorum getirmiştir: Şehirler ve mimarlık büyüyen metabolizmalara benzetilmektedir [13].

Doğadaki biçimlenişleri metaforik ve analojik olarak taklit ederek oluşturulan tasarımlarda, yukarıda incelenen örneklerde kullanılan akışkan ve eğrisel biçimler, içe dönük bir etki yaratmakta, duygusal etki anlamında ise rahatlık ve gevşeme gibi duyguları yansıtmaktadır.
Mimari biçimlenişte biyolojik modellerden yararlanma ile doğa kaynaklı yapı kabukları ve iskeletlerin kullanımı tasarımda doğadan esinlenmenin günümüz mimarisindeki önemi artmaktadır. İnsan yapımı yapıların ve biyolojik yapıların aynı çevresel koşullara maruz kaldığı düşüncesinden hareketle geleceğin yapı kabukları ve iskeletlerinin çözümünü biyolojik verilerde aramak önem kazanmaktadır. Değişen dış koşullar, yapı kabuklarındaki, kullanıcının konfor şartlarını sağlamak ve korumak adına duvar, çatı ve pencere gibi elemanlar ile ısıtma, havalandırma, soğutma ve aydınlatma gibi yapı donatımlarındaki verimliliklerini etkilemektedir. Tıpkı yapılar gibi biyolojik organizmalarda değişen çevresel koşullara karşı adapte olabilmek için, deri, kabuk, kütikül, membran gibi vücut örtüleri aracılığıyla farklı yöntemler geliştirmektedirler.

Biyolojik esinli deneysel projelerden birisi olan ve Ulrich Kanack tarafından tasarlanan cephe, iki cam levha arasına yerleştirilen eğreltiotu ya da yaprak döken diğer bitkilerden oluşmaktadır. [12] Bu sistem, bitkilerin büyümesi için yağmur suyunu depolarken, bitkiler, kışın güneşin geçişine, yazın da iyi bir gölgelendirme oluşturmaya olanak tanımaktadır. (Resim 5). Linda Hidebrand tarafından

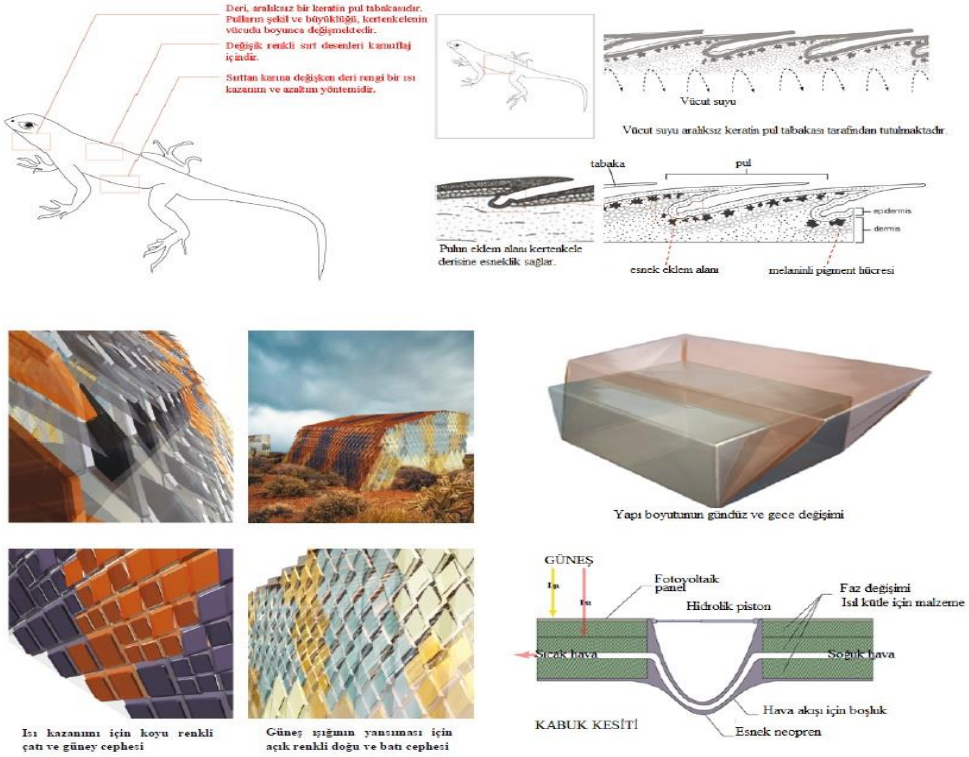
tasarlanan deve cephede ise, devenin aşırı sıcaklara karşı vücut örtüsünü koruması ve sıvı kaybına karşı geliştirdiği sistemleri dikkate almaktadır. Kılların parlak renkleri güneş ışığının büyük bir bölümünü yansıtırken, kıllardan oluşan vücut örtüsü gün boyunca sıcağa karşı, gece boyunca da soğuğa karşı yalıtım sağlar (Resim 5).

Resim 5. Yaprak (foliage) ve deve (camel) cephe. (Kanack v.d. 2008)



Güney Kaliforniya Mimarlık Enstitüsünde Iıaria Mazzoleni (2010, 2011) önderliğinde bir grup mimarlık öğrencisi tarafından hayvan biyolojisi analiz edilmiştir. [10-11] Bu çalışmalardan biri olan Yuan Yuan ile Juan San Pedro tarafından, bir tür kertenkelenin fiziksel özellikleri kullanılarak yapı kabuğu tasarlanmıştır (Resim 6). Kertenkelenin vücudundaki işleve ve konuma göre sayı, şekil ve kalınlık bakımından çeşitlilik gösteren pulları sürekli bir yüzeyle bağlantılıdır. Tasarlanan binada ise kullanılan membran, bu yaklaşımla oluşturularak yönünde ve boyutlarında değişiklik yapabilen özel fotovoltaik panellerden oluşmaktadır. Bu da kullanıcının konfor ihtiyacını karşılamaya yardım ederek ısıl düzenlemeyi sağlamaktadır (Resim 6)

Resim 6. Bir tür Kertenkelenin derisinden esinlenilen yapı kabuğu (Mazzoleni, 2010, 2011)



4. SONUÇ

İnsanoğlunun, yüzyıllardır süregelen doğa ile ilişkisi gözönüne alındığında, bu ilişki de en çok zarar gören tarafın doğa olması yaşadığımız çevrede artan sorunların hayati önem taşımasına neden olmaktadır. '*Stephen Hawkins, insanların artık başka bir gezegen bulması ve bu yeryüzü tamamen tahrip olmadan oraya yerleşmesi gerektiğini söylüyor.....Yeryüzünde bir kaç kez doğa koşullarının değiştiğini ve büyük hayvan nesillerinin yok olduğunu görüyoruz. Eğer insanın sürekliliği isteniyorsa bu gerekli olabilir'*[1] Doğaya verdiğimiz tahribat, bizi bir çok çevresel sorunla karşı karşıya getirmiştir. Bu çevresel sorunların başlıca kaynağından biri de bir yapılaşma eylemi olan mimarlıktır.

İnsan eylemleri içerisinde çevreye en çok yapılaşma faaliyetlerinin zarar vermesi mimarlığın doğanın tahribindeki payı ve korunmasındaki büyük sorumluluğunda önemini beraberinde getirmektedir. Doğanın vazgeçilmez bir parçası olan insanoğullarının ve insankızlarının bugün geldiği noktada, sorunların çözmünü yine doğada araması kaçınılmazdır. Doğanın işleyişini kavramak, mimariyi bu işleyişe ve ilkelere uygun olarak biçimlendirmek ile hem mimarlığa kimlik kazandırdığı gibi hemde doğanın ve doğal kaynakların korunmasındaki sorumluluğu açısından da onu önemli kılmaktadır.

Bu çalışma, doğa-mimarlık ilişkisini yalnız mimari cephenin biçimlenişi ve bu biçimlenişin görsel-duygusal etkisi bağlamında ele almaktadır. Bu amaçla, mimarinin doğaya olan yaklaşımından yola çıkarak gerek uygulanmış, gerekse deneysel olarak geliştirilmiş yapı örneklerinin cepheleri incelenmiştir. Doğal öğeleri ve elemanları, yapıların dış cephelerinde ve çatısında kullanarak oluşturulan yapılar, izleyiciye doğadan ayırtedilemeyen bir görüntü sunmakta ve dikkat çekmektedir. Sadece analojik ve metaforik açıdan doğadan etkilenen tasarımlar ise, belirli, tekrar, ritm, renk, doku, oran ve denge ile kendi içinde oluşturdukları kompozisyonda mükemmel biçimlenişi arayarak estetik kaygıyı en aza indirmektedir. Biyolojik bilgi kullanılarak tasarlanan yapı kabukları ve iskeletler ise günümüzde oldukça yeni bir mimari tasarım yaklaşımıdır. Doğadaki organizmaları inceleyip analiz ederek bir taraftan farklı yapısal sorunlara çözüm üretirken diğer taraftan tasarımcıya çok çeşitli olanaklar sunmaktadır. Bu yapıların biçimlenişleri ve bu biçimlenişlerin yarattıkları görsel-duygusal etki ise rahatlık, gevşeme, dinlenme ve huzur olarak nitelendirilebilir.

5. KAYNAKLAR:

[1] Erzen, J., 2006. Çevre Estetiği, *ODTÜ Yayıncılık*, Ankara.
[2] İnceköse, Ü., 2008. Çağdaş Mimarlık Söylemleri ve Doğabilimsel Bilgi: 'Yeni' Mimarlık için 'Yeni'den' Bilimsel Kavramlar, *Mimarlık Dergisi,* Sayı: 341. s. 32-34.,
[3] Keleş, R., 2003. Sosyal Bilimler Açısından Çevre, *Mimar Sinan Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Yayınları*, İstanbul.
[4] Booth, N., K., 1983. Basic Elements of Landscape Architectural Design , *Waveland Press*, U.S.A.
[5] Güler, B., 2000. Mimari-Doğa İlişkisi ve Doğayla Uyumlu Mimari Tasarım Yaklaşımları Üzerine Bir İnceleme, *İTÜ, Y. Lisans Tezi*, İstanbul.
[6] Benyus, J.M., 1997. Biomimcry, *Harper Collins Publishers*, New York.
[7] Le Duc, V. & Emmanuel. E., 1990. The foundation of Architecture-Selection From the Dictionnoire Raisonne, *Translation by Keneeth D. Whitehead, Georges Brazilier*, New York.
[8] Ambasz, E., http:www.emilioambaszandassociates.com
[9] Organik Bina, http:www.tokyo-architect.com/furtherafield.osaka.html.
[10] Mazzoleni, I., 2010, Biomimetic Envelopes, http:www.disegnarecon.cib.unibo.it/article/viewFile/1944/1327(E.T., 2010)
[11] Mazzoleni, I., 2011, A Zoological Approach to Architecture, http:www.domusweb.it/en/architecture/a-zoological-approach-to-architecture/(E.T.,2011)
[12] Knaack, U., Klein, T., Marcell, B., 2008, Façades, *010 Publishers,* Rotterdam.

[13] Lökçe, S., 2001, Kisho Kurokawa, *Boyut Çağdaş Dünya Mimarları Dizisi 15*, İstanbul.
[14] Erkman, U., 1973, Mimaride Görsel Etki ve İdrak İlişkileri, *İTÜ, Doktora Tezi*, İstanbul.
[15] Çakır, M., 2006, Bilgisayar Teknolojilerinin Gelişimi ile Ortaya Çıkan Form Üretim Teknikleri, *İTÜ, Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul.
[16] Hasol, D., 1998, Dans Eden Bina, *Yapı Dergisi,* pp:69-78.
[17] Ching, F.D.K., 2004, Mimarlık, Biççim, Mekan, Düzen, *Yem Yayınları,* İstanbul.
[18] Yılmaz, Ö., 2004, Mimari mekanda görsel algı ve manipülasyon ilişkilerinin irdelenmesi, *YTÜ. Yüksek Lisans Tezi,* İstanbul.

Giydirme Cephe Sistemlerinde Karşılaşılan Hasarların Sınıflandırılması

Elif Tuğba Yalaz [1]
Aslıhan Tavil [2]
Oğuz Cem Çelik [3]

Konu Başlık No: 2 (Çatı ve Cephe Sistemlerinin Performansları)

ÖZET

Giydirme cephe sistemleri kolay yapım, hafiflik, vb. sağladığı avantajlar sayesinde özellikle çok katlı yapılarda geniş uygulama alanına sahip olmasına karşın yaşam ömrü içerisinde çeşitli problemlerle karşılaşılabilmektedir. Giydirme cephe sistemlerinde oluşan hasarlar süreç, sistem bileşen ilişkisi ve çevresel etmenlere bağlı olarak sınıflandırılabilir. Bu amaçla çalışma kapsamında oluşturulan veri tabanıyla İstanbul'da yer alan 29 adet çok katlı yapının giydirme cephe sistemlerinde görülen hasarlar ve hasar kaynakları incelenmiştir. Yapılan incelemede hasarların yaygın olarak hava sızdırmazlık, su sızdırmazlık ve estetik performanslarını olumsuz yönde etkilediği görülmüştür. Bununla birlikte çubuk sistemin pek çok bileşen içermesi nedeniyle panel sisteme oranla hasar görülme olasılığı yüksektir. Çalışmanın sonuçlarının cephe süreci içerisinde yer alan tüm paydaşlara yeni tasarım aşamalarında yararlı olacağı düşünülmektedir.

ANAHTAR KELİMELER
Giydirme cephe, Performans, Cephe Hasarları

ABSTRACT

Curtain wall systems find a wide application area through bring advantages specially for multi-story buildings with regarding to ease of construction, lightness, etc.. However, some problems might arise during its lifetime. Damages that may occur in curtain wall systems can be classified according to different criteria such as process, system-component relation and environmental factors. In the context of this case study, widely observed curtain wall damages and the possible cause of these damages were determined through 29 multi-story buildings, which were constructed between 1996-2012 in Istanbul. Using the aforementioned classification system, a data base comprising the damage generating factors was developed. The results of the study show that the damages mostly affect the airtightness, water tightness and aesthetic performance of curtain walls. In addition, stick system seemed more vulnerable than the panel systems. This study aims to be beneficial for the stakeholders of the curtain wall design stages.

KEYWORDS
Curtain wall, Performance, Façade damages

[1] Araş. Gör. Elif Tuğba Yalaz, İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Mimarlıkta Yapı ve Yapım Yöntemleri Çalışma Grubu, Taşkışla, 34437, Taksim /İstanbul. Tel: 0212 2931300-2206- etyalaz@itu.edu.tr
[2] Prof. Dr. Aslıhan Tavil, İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Mimarlıkta Yapı ve Yapım Yöntemleri Çalışma Grubu, Taşkışla, 34437, Taksim /İstanbul. Tel: 0212 2931300-2356- tavil@itu.edu.tr
[3] Prof. Dr. Oğuz Cem Çelik, İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Yapı ve Deprem Mühendisliği Çalışma Grubu, Taşkışla, 34437, Taksim/İstanbul. Tel: 0212 2931300-2293- celikoguz@itu.edu.tr

1. GİRİŞ

20 yy 'da yaşanan gelişmelere bağlı olarak yapı elemanlarında çeşitli değişimler yaşanmıştır. Dış ve iç ortam arasında filtre görev gören dış duvar sistemleri genellikle çok katlı yapılarda, yerini çevresel etkilere karşı dayanım gösteren hafif, ince, farklı tasarım olanağı sunan ve estetik beklentileri karşılayan cephe sistemlerine bırakmaya başlamıştır. Özellikle giydirme cephe sistemleri sağladığı üstünlükler nedeniyle çok katlı yapılarda yaygın olarak uygulanmaktadır. Cephe sistemlerinin ömrünün bina ömrüne eşit olması ve bu süre içerisinde performansını sorunsuz biçimde sürdürmesi beklenmektedir. [1;3]. Ancak, Tablo 1.1'de gösterilen bozucu etmenlerin yanında cephe sistemindeki tasarım, yapım, vb. kaynaklı zayıf noktalar ve kullanıcı kaynaklı nedenler cephe sistemlerinde çeşitli hasarların oluşumuna yol açmaktadır. Oluşan hasarlar uzun dönemde cephe sistem performansının azalmasına neden olmaktadır. Cephe sisteminin performansı yalnızca kullanıcıları değil, bina yaşam döngüsü içesinde yer alan tüm paydaşları yakından ilgilendiren bir konudur. Bu nedenle giydirme cephe sistemlerinin performansını olumsuz yönde etkileyen nedenlerin ve oluşabilecek hasarların belirlenmesi, sistemlerin uzun dönem performansının gerçeğe en yakın şekilde tespit edilmesi açısından önem kazanmaktadır.

Tablo 1.1 Yapı elemanlarının yaşam ömrünü etkileyen bozucu etmenler [4].

NİTELİĞİ	SINIF	ÖRNEKLER
Mekanik etkiler	*Yer çekimi *Yükler ve etkiyen ya da engellenen deformasyonlar *Kinetik enerji *Vibrasyon ve ses	Kar/yağmur yükü Buz oluşumu, genleşme/büzüşme, vb. Kum fırtınası, darbeler Trafik vb. nedenle oluşan vibrasyonlar
Elektromanyetik etkiler	*Radyasyon *Elektrik *Manyetizma	Güneş ya da UV, radyoaktif ışınım Elektrolit reaksiyon, şimşek/yıldırım Manyetik alanlar
Isıl etkiler	*Uç seviyeler ya da sıcaklıktaki hızlı değişimler	Sıcaklık, donma, ısıl şok, yangın
Kimyasal etkiler	*Su ve çözücüler *Oksidasyon *İndirgeyici maddeler *Asit *Bazlar *Tuzlar *Kimyasal nötr	Hava nemi, zemin suyu, alkol Oksijen, dezenfektan, beyazlatmak Sülfatlar, amonyak, patlama etkisi Karbonik sit, kuş pisliği, vb. Kireç, hidroksitler Nitrat, fosfat, kloridler Kireç taşı, yağ, vb.
Biyolojik etmenler	*Bitki ve mikrobiyal *Hayvanlar	Bakteri, küf, mantar, bitki kökleri Kemirgenler, termit, kurtlar, kuşlar

Bu çalışmada gerçekleştirilen hasar durum analizi, cephe süreci içerisinde yer alan tüm paydaşlara tasarım ve yapım aşamalarında yararlı olmayı hedeflemektedir. Giydirme cephe sisteminin ilk performansı yapılan testler sayesinde belirlenmektedir. Ancak sistemin bu testleri başarıyla geçmesi, uzun dönem performansının da aynı olacağını garanti etmemektedir. Bu nedenle giydirme cephe sistemlerinde uzun dönemde oluşabilecek hasarların tespit edilmesinin özellikle cephe üreticileri için önemli bir girdi oluşturacağı düşünülmektedir. Çalışma kapsamında Türkiye'de (İstanbul'da) 1996-2012 (16 yıl) yılları arasında giydirme cephe sistemleriyle gerçekleştirilmiş olan 29 adet yapının cephe sistemlerinde görülen hasarlar farklı ölçütlere göre sınıflandırılarak değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirmenin sonucunda yaygın olarak gözlemlenen hasarlar, hasarların oluşum nedenleri, performans ölçütleri ve farklı cephe sistemlerine göre gruplanarak değerlendirilmiştir. Yapılan incelemede etkilenen performansların su, hava sızdırmazlık ve estetik performanslar olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca belirli bölgeye/lokasyona ait bu tür araştırma çalışmalarının sınırlı olması nedeniyle literatürde belirli bir boşluğu dolduracağı düşünülmektedir.

2. ÇALIŞMANIN YÖNTEMİ

Çalışmanın yöntemi, literatür araştırması ve hasar durum analizine dayanmaktadır. Türkiye'de (İstanbul'da) yer alan 29 adet yapının cephe sistemlerinde görülen hasarlar incelenerek kapsamlı bir veri tabanı oluşturulmuştur. İsimleri gizli tutulan binaların, bina türleri, cephe türleri, yapım yılları ve bakım onarım yapılan tarih/tarihler belirtilmiştir. Daha sonra bu yapılara ait cephe sistemlerinde oluşan hasarlar detaylı gözlemlenerek hasar nedenleri, sürece, sistem-bileşenleri ilişkisi ve çevresel etmenler ölçütlerine göre sınıflandırılmıştır. Cephe sistemlerine etki eden faktörler, bunların cephe sistemi üzerindeki etkileri ve neden oldukları hasarlar ortaya konmuştur.

2.1. Hasarların Farklı Ölçütlere Göre Sınıflandırılması

Giydirme cephe sistemlerinde görülen hasarlar tasarım, imalat, montaj, kullanım ya da bakım onarım sürecinde oluşabilmektedir. Ayrıca tüm aşamaları kapsayan denetim sürecindeki eksiklikler hasar oluşumunda rol alabilmektedir. Benzer şekilde cephe sistemlerinde cephe sistemi alt sistem ilişkisi ya da farklı çevresel etmenlere bağlı olarak da çeşitli hasarlar gözlenebilmektedir. Bu bölümde hasarlar süreç, sistem ve çevresel etmenlere bağlı olarak sınıflandırılmıştır.

2.1.1. Süreç Kaynaklı Hasarlar

Tasarım (Projelendirme) Aşaması Kaynaklı Hasarlar

Tasarım süreci kaynaklı hasarlar mimari tasarım ve mühendislik tasarım süreçlerinden kaynaklanmaktadır. Mimari tasarım aşamasında görülen hasarların cephe formu tasarımı, dolgu bileşeninin boyutlandırılması, cephe formuna ya da iklimsel koşullara uygun olmayan malzeme seçimi, malzeme özelliğine uygun olmayan detayların geliştirilmesi, uygulama ve çizim detaylarının yetersizliği başlıca hasar nedenleri olarak sıralanabilir. Mühendislik tasarımı kaynaklı hasarlarda ise cephe taşıyıcı bileşenlerinin doğru boyutlandırılmaması, cephe bileşenlerinin ve geçilen açıklığa uygun hesapların yapılmaması, cephe sisteminin yeterli hareket olanaklarına sahip olmaması sıralanabilir. Bununla birlikte hesaplamaların yapıldığı sırada yüklerin daha şiddetli olabileceğinin göz ardı edilmesi de önemli hasarlara neden olmaktadır [3].

İmalat (Üretim) Aşaması Kaynaklı Hasarlar

İmalat aşamasında gerçekleşen hasarlar genellikle sistem tedarikçilerinin yanlış uygulamalarından kaynaklanmaktadır. Cephe sistem bileşenlerinin üretimi sırasında gerekli standartlara uyulmaması, malzemelerin uygun koşullarda üretilmemesi, bileşenlerin uygun koşullarda bir araya getirilmemesi gibi nedenler hasar oluşturmaktadır [1]. Cam ünitesinin oluşturulması sırasında silikonun uygun koşullar altında yapılmaması sonucunda sistemde zaman içerisinde yoğuşma görülmesi bu hasar grubuna örnek verilebilir (Şekil 2.1).



Şekil 2.1 Cam ünitesinde yoğuşma görülmesi

Montaj (Yapım ve İşçilik) Aşaması Kaynaklı Hasarlar

Yapım süreci tasarım sürecine oranla daha çok dikkat ve emek gerektiren bir süreçtir. İyi tasarlanmış bir sistem montaj aşamasında yapılan hatalar nedeniyle kullanım sürecinde beklenen performansı gösterememektedir. Montaj aşamasında sistemle uyumlu olmayan bileşen ya da malzemelerin kullanımı zaman içerisinde olumsuz sonuçlar doğurabilmektedir. Derz aralıklarının yetersiz olması ve silikon uygulanacak yüzeylerin temiz olmaması ilerleyen süreçlerde hasarlara neden olabilmektedir. Ayrıca projenin düzgün okunamaması ya da detayların yetersiz olması yapım aşamalarında hata yapma olasılığını arttırmaktadır [3]. Yüksek işçilik kalitesi sistem montajının düzgün yapılması için önemlidir. Montaj sırasında niteliksiz ve eğitimsiz işgücü kullanımı işçilikten kaynaklanan hasarlara neden olmaktadır [5]. Özellikle çubuk sistem gibi birçok bileşenden oluşan ve şantiye ortamında montajı yapılan sistemlerde işçiliğe bağlı hasarlar yaygın biçimde görülmektedir. [6].

Kullanım Aşaması Kaynaklı Hasarlar

Kullanım sürecinde cephe sistemleri kullanıcı da dahil olmak üzere çeşitli etmenlere maruz kalmaktadır. Giydirme cephe sistemlerinin açılır kanatlarının uzun süre açık bırakılması ya da kanatları taşıyan makasların ağırlık nedeniyle deforme olduğu görülmüştür. Bunun sonucunda açılabilir kısımlarda sarkmalar ve makaslarda kırılmalar gözlenmiştir (Şekil 2.2).



Şekil 2.2 Açılır kanat aksesuarlarında görülen hasarlar

Bakım-Onarım Aşaması Kaynaklı Hasarlar

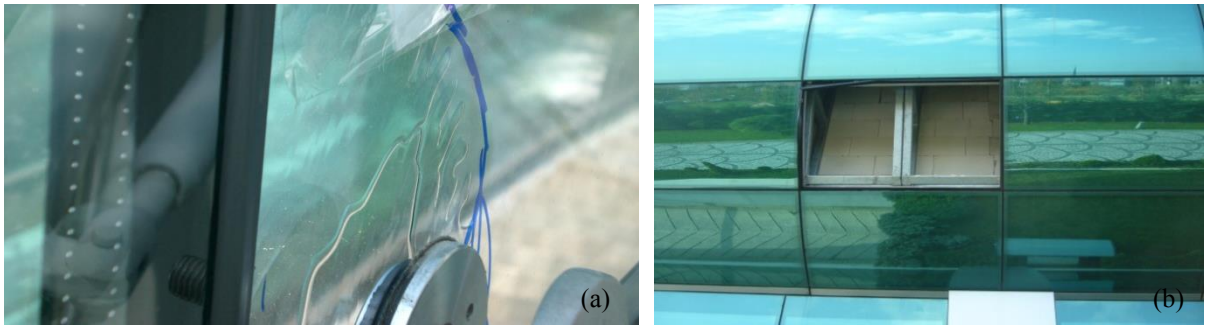
Bakım onarım gereksinimi tasarım aşamasından itibaren düşünülmeli ve sistem ömrünü uzatmak için belirli aralıklarla bakım yapılmalıdır. Bakım onarım sürelerinin uzamamasına, bakım ekibinin yeterli deneyime sahip olmasına ve varsa hazırlanan bakım kitapçığına uyulması önemlidir [3]. Bakım sırasında kullanılan kimyasallar ya da bakım asansörünün çarpması cephede hasar oluşturabilmektedir. Bu nedenle bakım onarım sürecinde yeni hasarların oluşmamasına dikkat edilmelidir.

Denetim Aşaması Kaynaklı Hasarlar

Denetim süreci tasarım, imalat, yapım, kullanım, bakım onarım süreçlerinin tümünü kapsamaktadır. Her aşamada cephe sistemlerinin belirli bir programa bağlı olarak denetlenmesi hasar oluşumunun engellenmesine yardımcı olmaktadır. Sistemlerin belirtilen standartlara uygun tasarlanması, bileşenlerin üretim standardına uygunluğunun denetlenmesi, yapım aşamasında montajın düzgün yapılmasının denetlenmesi vb. konular hasar oluşumunun engellenmesi açısından önemlidir.

2.1.2. Sistem-Bileşen İlişkisinden Kaynaklanan Hasarlar

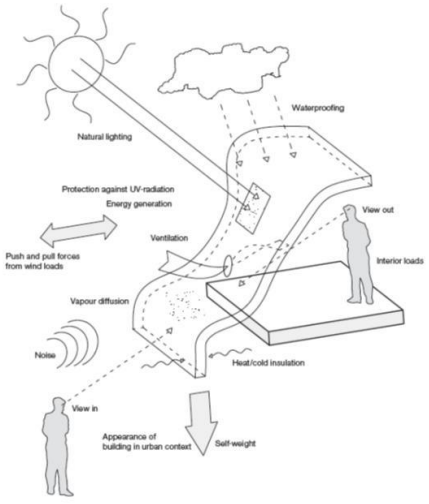
Literatür araştırması ve mevcut örnek analizi sonucunda tespit edilen hasarlar bina ve cephe sistemi ölçeğinde gruplanabilmektedir. Bina taşıyıcı sistem türü, zemin özellikleri ve bina hareketleri çeşitli hasarlara yol açabilmektedir. Cephe sistemi ölçeğinde oluşan hasarlar ise cephe formu, sistem bileşenleri/malzemeleri, sistemin boyutlandırılması ya da detaylandırılması kaynaklı olduğu görülmektedir. Giydirme cephe sistemleri taşıyıcı bileşen, dolgu bileşeni ve sızdırmazlık bileşeni olmak üzere 3 ana bileşenden meydana gelmektedir. Taşıyıcı bileşende su, nem ve aşırı yüklemeden kaynaklanan hasarlar gözlenebilmektedir [8]. Dolgu bileşeninde gözlemlenen hasarlar cam üretimine bağlı hasarlar, ısıl gerilmeler, çeşitli nedenlerle cam kırılması, aşırı rüzgâr nedeniyle panelde kopmalar, cephe formu ve forma uygun olmayan dolgu bileşeni malzemesinin seçimi, camda laminasyon sorunları olarak sıralanabilir (Şekil 2.3a ve 2.3b). Sızdırmazlık bileşeninde, zaman içerisinde yaşlanmaya bağlı olarak oluşan hasarlar, UV etkisiyle bozulmaların gözlenmesi ve fitillerin sistemden ayrılması gibi hasarlar da bu grupta gözlemlenen hasarlardır.



Şekil 2.3 Lamine camda görülen sorunlar(a),cephe formuna uygun olmayan cam türünün seçilmesi(b)

2.1.3. Çevresel Etmenlerden Kaynaklanan Hasarlar

Bina yüzeyinde yer alan cephe sistemleri yoğun olarak çevresel etmenlerin etkisi altında kalmaktadır (Şekil 2.4). Örneğin güneşin ısıtıcı etkisi cephe yüzey sıcaklığını arttırarak genleşme ve büzülmeye neden olmakta, UV ışınlarının etkisiyle de cephe bileşenlerinde renk değişimi ya da sızdırmazlık bileşenlerinde bozulmalar gerçekleşmektedir. Şiddetli rüzgârın etkisiyle cephe dolgu bileşenlerinde kopma ya da taşıyıcı bileşenlerinde kırılma gibi hasarlar görülmektedir. Ayrıca depremin etkisiyle oluşan hareketlere cephenin uyum sağlayamaması da hasar oluşturan nedenler arasındadır. Benzer biçimde yoğun çevresel dinamikler (örneğin trafik) yapısal hareketlere neden olabilmektedir. Bu hareketlerin karşılanamadığı durumlarda cephe sistem bileşenlerinde kırılmalar gözlenmektedir.



Şekil 2.4 Cephe sistemine etki eden çevresel etmenler [7].

3. ÖRNEK YAPILARIN CEPHELERİNDE YAPILAN HASAR İNCELEMESİ

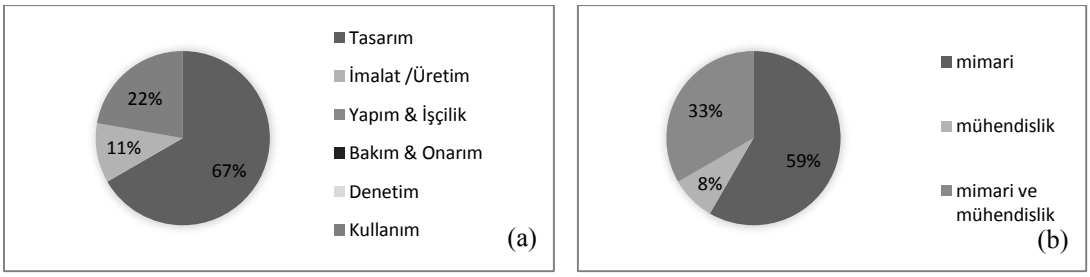
Çalışma kapsamında 1996-2012 yılları arasında yapılmış olan 29 adet binanın cephe sistemine ait veriler değerlendirilmiştir. İncelenen binaların 11'i iş merkezi, 3'ü otel, 4'ü alışveriş merkezi, 1'i katlı konut binası, 1'i müzik evi, 3'ü fabrika, 1'i banka, 2'si kamu yapısı ve 3 tanesi galeridir. Değerlendirilen yapıların 6'sı panel sistem, 17'si çubuk sistem, 1'i doğrama, 3'ü ışıklık ve 2'si ahşap cephe sistemi ile yapılmıştır. Bina türleri belirtilen yapıların tümünün cephe sistemleri, yapım tarihleri ve hasarlar nedeniyle bakım onarım gerçekleştirilen tarih/tarihler tespit edilmiştir. Çalışma sonuçlarının, sistemlerin kullanım ömrü içerisinde oluşabilecek sorunlar hakkında önemli veriler sağlayacağı düşünülmektedir. Elde edilen bu veriler süreç içerisinde yer alan tüm paydaşların, sistemlerin uzun dönem performansının geliştirilmesine yönelik çeşitli çıkarımlar yapmasına olanak sunmaktadır.

4. GENEL DEĞERLENDİRMELER

Çalışma kapsamında incelenen örneklerde tespit edilen hasarların nedenleri süreç, sistem-bileşen ilişkisi ve çevresel etmenler kaynaklı olmak üzere 3 farklı ölçüte göre değerlendirilmiştir. Bununla birlikte farklı giydirme cephe sistemleri arasında karşılaştırma yapılmıştır. Tespit edilen hasarlara bağlı olarak en sık karşılaşılan hasarlar ve bu hasarların etkilediği performans ölçütleri ortaya konulmuştur.

4.1. Sürece Göre Değerlendirme

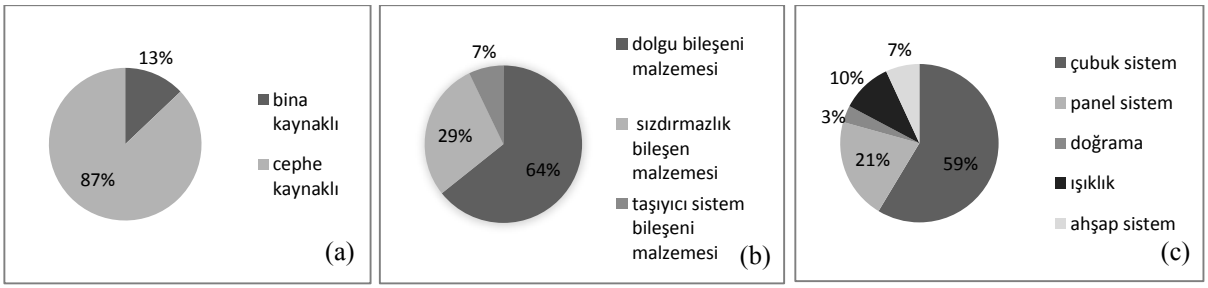
Cephe sistemlerindeki hasarları tasarım, imalat, montaj, kullanım, bakım-onarım ve denetim aşamalarından kaynaklı hasarlar olarak değerlendirildiğinde %67'sinin tasarım, %22'sinin kullanım ve %11'inin imalat kaynaklı olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.1a). Tasarım aşamasından kaynaklanan hasarlar ise kendi içinde değerlendirildiğinde, bu hasarların %59'unun mimari tasarım, %8'inin mühendislik tasarım aşamalarında, %33'ünde iki aşamadan kaynaklandığı tespit edilmiştir (Şekil 4.1b).



Şekil 4.1 Oluştuğu aşamalara göre hasarlar (a) ve tasarım kaynaklı hasarlar (b)

4.2. Sistem-Bileşen İlişkisine Göre Değerlendirme

Sistem bileşen ölçeğine göre değerlendirilen hasarların %87'sinin cephe ölçeğinde, %13'ünün bina ölçeğinde olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.2a). Bina ölçeğinde gözlemlenen hasarlar, binaya etkiyen kuvvetlerin cephe sistemini etkilemesine bağlı olarak oluşabilmektedir. Örneğin binanın bulunduğu zeminin etkisi ya da bina taşıyıcı sisteminin cephe sistemini etkilemesi sonucunda cephe sisteminde oluşan hasarlar gözlenmiştir (Şekil 4.3). Değerlendirilen örneklerin %7'sinde taşıyıcı bileşen malzemesi, %29'unda sızdırmazlık bileşen malzemesi ve %64'ünde dolgu bileşeni malzemesi hasarları görülmektedir (Şekil 4.2b). İncelenen örnekler çubuk ve panel sistem ağırlıklı örnekler olup bunlara ek olarak ışıklık, doğrama, ahşap cephe sistemi örnekleri de değerlendirilmiştir. Hasarların %59'unun çubuk sistemde, %21'inin panel sistemde, %10'unun ışıklıklarda, %7'sinin ahşap sistemle yapılan cephelerde, %3'ünün de doğramalarda görüldüğü tespit edilmiştir (Şekil 4.2c).



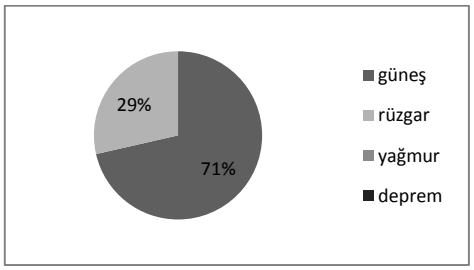
Şekil 4.2 Hasarların sistem-bileşen ilişkisine göre değerlendirilmesi (a), Sistem bileşenlerinde görülen hasarlar (b) ve İncelenen örnekler arasında hasar oranı (c)



Şekil 4.3 Zemin oturması nedeniyle dolgu bileşeninde oluşan hasarlar

4.3. Çevresel Etmenlere Göre Değerlendirme

Güneş, yağmur, rüzgâr ve depremin cephe sistemi üzerinde etkili olduğu önceki bölümlerde açıklanmıştır. İncelenen örneklerin %71'inden güneşin etkileriyle oluşan çeşitli hasarlar gözlenirken, %29'unda rüzgâr nedeniyle oluşan hasarlara rastlanmıştır (Şekil 4.5a, 4.5b ve 4.5c). Doğrudan yağmur ve depremin neden olduğu hasarlara değerlendirilen örneklerde rastlanmamıştır (Şekil 4.4).



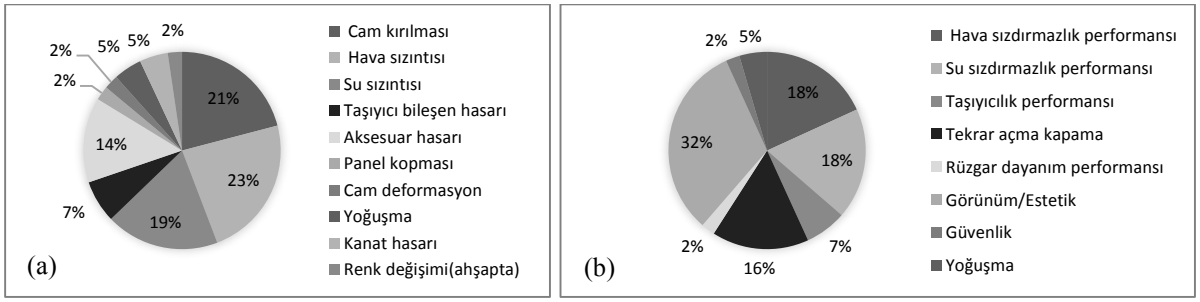
Şekil 4.4 Çevresel etmenlerin hasar oluşumuna etkisi



Şekil 4.5 Isıl gerilmeler nedeniyle dolgu bileşeninin kırılması (a), güneşin bozucu etkisiyle sızdırmazlık bileşeninin zarar görmesi (b), rüzgârın etkisiyle panellerin sistemden ayılması (c)

5. SONUÇLAR

Yapılan analizlere ve sınıflandırmalara bağlı olarak değerlendirilen örneklerde tespit edilen hasarlar değerlendirilmiştir. 29 yapının cephe sistemine ait yapılan hasar analizinin sonucunda hava sızıntısı, cam kırılması, su sızıntısı, aksesuar hasarları, taşıyıcı bileşen hasarları, yoğuşma, kanat hasarları, ahşap bileşenlerde renk değişimi, panellerde kopma ve camda deformasyon oluşumu gibi hasarlar gözlenmiştir (Şekil 5.1a). Tespit edilen bu hasarların %32'si cephe sisteminin estetik görünümünü, %18'i hava ve su sızdırmazlık performansını, %16'sı kullanım kolaylığını, %7'si taşıyıcılık performansını, %5'i yoğuşma performansını, % 2'si rüzgâr dayanımını ve %2'si de güvenlik performansını etkilemiştir (Şekil 5.1b).



Şekil 5.1 Tespit edilen tüm hasarların değerlendirilmesi (a), Olumsuz yönde etkilenen performans ölçütleri (b)

Yapılan analizlerin sonuçlarıyla birlikte gözlemlenen hasarlar cephe sistemlerinin en fazla estetik, hava ve su sızdırmazlık ve taşıyıcılık performanslarını etkilediği sonucuna varılmıştır. Açılır kanatlara sahip olan cephe sistemlerinin bu kısımlarında da yoğun olarak hasarlarla karşılaşılmıştır. İncelenen örneklere bakıldığında, çubuk sistemde hasarla karşılaşma olasılığının panel sisteme oranla daha fazla olduğu görülmüştür. Güneşin sıcaklık etkisi ve rüzgâr en fazla hasar oluşturan çevresel etmenler olarak ortaya çıkmıştır. Yüzey sıcaklığının artması dolgu bileşenin (özellikle cam ünitesinin) kırılmasına ve şiddetli rüzgârın panellerde kopmalara neden olduğu görülmüştür.

KAYNAKLAR

[1] Milli Eğitim Bakanlığı, 2012. İnşaat Teknolojisi, Giydirme Cephe İmalat Kontrolü, MEB Yayınları, Ankara.

[2] Hunt, W.D., 1958. The Contemporary Curtain Wall, It's Design, Fabrication, and Erection, F.W. Dodge Corporation, U.S.A.

[3] Mook King Tong, C. 2006. Curtain Wall Defects in Hong Kong High-Rise Office Buildings-Incidences, Seriousness and Cause, Bachelor Thesis, Hong Kong.

[4] BS ISO 15686-1, 2000. Buildings and Constructed Assets – Service Life Planning. BS Standards Publications.

[5] McCowan, D., Brown,M., Louis,M., 2007. Curtain Wall Problems Tips on Fabrication, Construction and Testing. Glass Magazine. http://glassmagazine.com/article/commercial/curtain-wall-problems Erişim: 3.05.2015.

[6] Mayer P.D., Brewer, R., t.y.. Auditing for Durability. http://www.bath.ac.uk/cwct/cladding_org/wlp2001/paper3.pdf Erişim: 23.07.2015.

[7] Knaack, U., Klein, T., Bilow, M., Auer, T., 2007. Façades: Principles of Construction, Birkhäuser Verlag, Germany.

[8] Kelley, S.J., Johnson, D.K.,1998. The Metal and Glass Curtain Wall: The History and Diagnostics. Modern Movement Heritage, e-book İTÜ Kütüphane. Erişim: 12.05.2015.

ÇATI VE CEPHE SİSTEMLERİNDE ETFE KAPLAMALARININ KULLANIMI

Fatma Yelkenci Sert [1]

Konu Başlık No: 1 (Çatı ve Cephe Sistemleri ve Bileşenleri)

ÖZET

Günümüzde teknolojinin gelişmesi ile birlikte, çatı ve cephe sistemlerinde kullanılan kaplama malzemelerinin sayısı artmıştır. Bir yapının yapım aşamasında, cephe veya çatıda kullanılacak saydam malzemelerin seçiminde UV ışınlarını engelleme, günışığının iç hacme kontrollü alınımı ve ısı performansını sağlama gibi bazı kriterler aranmaktadır.

Bu bildiride çok geniş bir sıcaklık aralığında yüksek kimyasal dirence sahip olan Etilen Tetrafloroetilen (ETFE) malzemesi incelenecektir. Bu plastik türü, saydam yapı malzemesi olan cam gibi malzemelere kıyasla hafif olması, uygulama kolaylığı, daha fazla ışık geçirgenliği sağlaması, esnek oluşu, yüzeyinin yapışmaz özelliği sayesinde temiz kalması, uygun akustik ortam ve yalıtım sağlaması gibi avantajlara sahiptir. Bu çalışmada ETFE malzemesinin ortaya çıkışı, günümüze kadar yaşadığı gelişmeler, başlıca kullanıldığı alanlar, fiziksel, kimyasal özellikleri ve uygulama çözümleri güncel örnekler aracılığı ile incelenecektir. Çalışma sonucunda, ETFE'nin kaplama malzemesi amacına yönelik pek çok detayın geliştirildiği, mimari projelere görsel anlamda yenilik kazandırdığı ve enerji etkin bina yapımına olumlu katkılar sağladığı görülmektedir.

ANAHTAR KELİMELER

ETFE, Yenilikçi çatı ve cephe sistemleri, Saydam yapı malzemeleri, Enerji korunumu

ABSTRACT

Today, with the advancement of technology, the number of coating material used in roof and wall systems has increased. During the construction, blocking UV lights, daylight control and thermal performance are needed as criteria from the transparent materials.

In this paper, Ethylene tetrafluoroethylene (ETFE) that with high chemical resistance over a wide temperature range will be examined. This type of plastic, is lighter than glass, have an easy application, provides more light transmittance, is flexible, stay clean thanks to the non-stick properties of the surface, provides proper acoustic environment and insulation. In this study, the emergence of ETFE, the developments that have until now, physical, chemical properties and application solutions will be investigated by recent examples. As a result of study, ETFE have many application details, provides visual development to the architectural projects and have positive contributions for the construction of energy efficient buildings.

KEYWORDS

ETFE, Innovative roof and facade systems, Transparent building materials, Energy conservation

[1] Fatma YELKENCİ SERT, Araş. Gör., Dokuz Eylül Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Tınaztepe Kampüsü, Doğuş Caddesi, No:209, Buca- İZMİR; Tel: (0232)3018392; fatma.yelkenci@deu.edu.tr

1. GİRİŞ

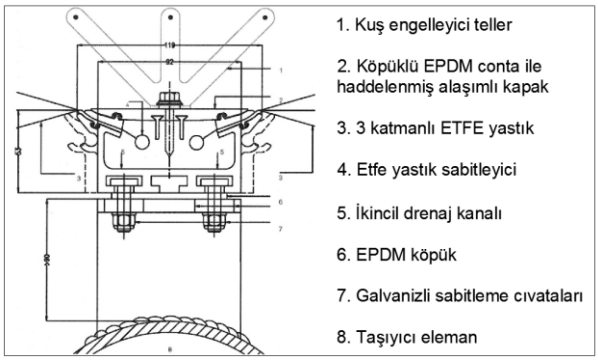
Günümüzde karbondioksit emisyonları, enerji kullanımı konularını kapsayan çeşitli sorunlar gündemimizi oluşturmaktadır. Bu sorunlara çözüm olarak mevcut enerji kaynaklarının daha etkin kullanımı hakkında bilgilendirmeler, öneriler geliştirilmektedir. Binaların yapımında kullanılan malzemeler, yapım süreci ve yapım sonrası kullanım sürecinde yapının çevreye verdiği etki son yıllardaki yaygın araştırma konularındandır. Bazı kaynaklar enerjiyi doğru kullanım açısından yapıların çatı kaplamalarında tercih edilen saydam malzemelerden etkin ve doğal aydınlatma, ısı yalıtımı, ses yalıtımı, uygulanabilirlik kolaylığı gibi özellikler aramaktadır. Genellikle günışığını hacim içerisine taşıyan çatı ve cephe kaplama malzemesi olarak cam, avlu ve tepe pencerelerine genel bir çözüm olarak yıllardır kullanılır. Ancak bazı özel durumlarda (geniş açıklıklı yapılar, düzgün geometriye sahip olmayan yapılar vb.) cama alternatif yapı malzemeleri arayışına gidilmiştir. Cama alternatif olarak, camdan daha hafif saydam yapı malzemesi ETFE ortaya çıkmıştır. Ortaya çıkış amacı öncelikli olarak mimari olmayan ETFE'nin zamanla mimariye olan olumlu yönleriyle son yıllarda sıklıkla tercih edilen çatı ve cephe kaplama malzemesi olmuştur. Cama göre yeni bir malzeme olarak kabul edilen ETFE'nin fiziksel, kimyasal özellikleri, çatı ve cephe uygulama önerileri, teknik özellikleri araştırılmalı ve elde edilen bilgiler ilgili disiplinlerle (mimar, mühendis vb.) paylaşılmalıdır.

2. ETFE NEDİR?

Etfe (Etilen Tetrafloroetilen) malzemesinin ana bileşeni, Hidrojen sülfat ve kloroform ile birleşen flüorittir. Bu bileşenler ısı ile bozunma yoluyla renksiz kokusuz gaz olan tetrafloroetilene (TFE) dönüşen klorodiflorometanı oluşturmaktadır. Tetrafloroetilenin etilen ile birleşmesiyle ETFE eşpolimeri meydana gelir. İçeriğinde bulunan malzeme özellikleri sayesinde kolayca şekil verilebilen, kalıptan geçebilen ve yapışkan olmayan bir plastik türü elde edilir. İçerdiği kimyasal özellikler sayesinde ETFE kimyasal unsurlara ve UV ışınlarına karşı oldukça dayanıklı bir malzemedir [1].

3. ETFE'NİN MİMARİDE KULLANIMI

Avrupa'da 1973-1974 yıllarında yaşanılan petrol krizi ile fosil yakıtların yerine güneş enerjisi kullanımı önemli bir konu haline gelmiştir. Bu dönem ile birlikte ETFE malzemesi, bu amaç kapsamında mimaride kullanılmaya başlanmıştır. Zamanla camın yerini alan bu malzeme, binalarda cama göre daha avantajlı yönleri bulunmaktadır [2]. Etfe'nin ışık geçirgen bir malzeme olması, cam gibi sıklıkla tercih edilme sebebidir. Ancak, 6 mm kalınlığında bir camın ışık geçirgenliği %89 değerindeyken, ETFE kaplamlarda bu değer %94-97 değerlerinde elde edilmiştir. Aynı zamanda, ETFE malzemesi akustik açıdan ele alındığında, saydam yapı malzemesi olarak cam yüzeylerin oluşturduğu yüksek yansıtıcı ortamın aksine ETFE kaplamalarının kullanıldığı mekanlarda uygun akustik ortam sağlanmaktadır [3].

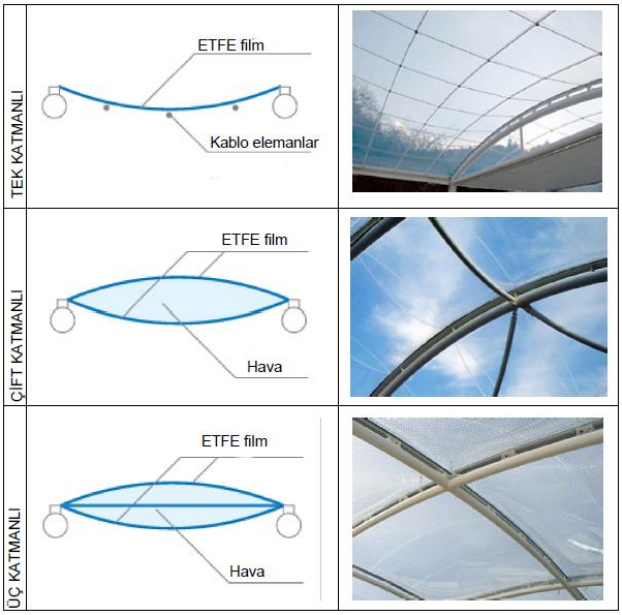


Şekil 1. Çift taraflı ETFE yastık (üç katmanlı) uygulama detayı [1]

Bir yapının ısıtma ve soğutma ihtiyaçları için harcanan enerji giderleri iklim bölgelerine uygun yalıtım çözümleri ile azaltılabilmektedir. Isı geçirgenlik kat sayısı olarak tanımlanan U değeri (W/m²K) ETFE

kullanılan yüzeylerde 1,9 W/m²K olarak elde edilmiştir [3]. Bu değere göre, ETFE malzeme kullanılarak ısı kaybının az olduğu ve yalıtımın iyi sağlandığı mekanlar yapılmaktadır. ETFE yüzeyleri oldukça pürüzsüz ve yumuşak yüzeyler olduğundan kuşların üzerinde dolaşması veya yüzeye zarar verme ihtimali düşük görülmektedir. Her ihtimale karşılık, kuşlara alınacak önlem olarak V şeklinde alüminyum teller ETFE yastık ya da membranların gerildiği taşıyıcı elamanlara sabitlenebilir (Şekil 1) [1].

Üreticiler granül halinde satılan ETFEyi, 170°C de ısıtırak yumuşamış halini kalıp makinesinden geçirirler. 50-100-150-200 micron kalınlığında geniş ETFE filmleri elde edilmektedir. Etfe filmleri, şişme hava yastıkları veya tek tabaka gergi giydirme yöntemleriyle yapının çelik taşıyıcılarına montajı yapılır. ETFE hava yastık yönteminde 2-3 ETFE katmanı bulunmaktadır. Etfe yastıklarının şişmiş olması için katmanlar arasına 250-400 Pa basınç hava pompalanmaktadır. ETFE yastıkları, genellikle genişlikleri 150-450 cm, uzunlukları 6090 cm olarak boyutlandırılmaktadır. Tek katmanlı ETFE eğri yüzey uygulamalarında, çelik kablo elemanları ile yüzey önceden tanımlanmalı ve uygulanacak ETFE elemanlara ön gerilme kuvveti uygulanmalıdır [1] [3]. Yapışmaz yüzey özelliği ile ETFE çatı ve cephelerin cam yüzeylere göre daha az sıklıkla temizlenmektedir. Bu durum, binanın temizlik ihtiyaçlarını ve su, temizlik malzemelerine ayrılacak bütçeyi azaltmaktadır. Aynı zamanda ETFE kullanılan çatı ve cepheler yüksek oranda ışık geçirgenliği ile gün içinde yapay aydınlatma kullanımını engellemektedir [3].



Şekil 2. ETFE filmlerinin mimaride uygulama çözümleri [4]

ETFEnin mimari uygulamaları için firmalar tarafından farklı ETFE film türleri oluşturulmuştur. Saydam, mat, beyaz, mavi, desenli, UV yalıtımlı çeşitleriyle ETFE film piyasası zenginleştirilmiştir. ETFE üreticileri, her bir ETFE türünün farklı amaçlar doğrultusunda üretildiğini belirtmektedir. Örneğin, desenli ETFE türeleri ile ısı kazanımı, günışığı kontrol edilebilmekte, hacim içerisinde göz seviyesinde meydana gelebilecek parlama gibi soruları önleyebilmektedir [4].

4. ÖRNEK MİMARİ UYGULAMALAR

4.1 Burgers' Hayvanat Bahçesi, Arnheim, Hollanda

ETFE filmlerinin mimaride, Vector Foiltec firmasının öncülüğü ile ilk olarak 1982 yılında Hollanda'nın Arnheim şehrinde Burgers' Hayvanat Bahçesi projesinde ABT mimarlık tarafından tasarımı gerçekleştirilen Mangrov yetiştirme alanında kullanılmıştır. Mangrov, tropikal kuşaktaki kıyı ve bataklıklarda yetişen bir bitki cinsidir. Mangrov yetiştirilen 800 m² alanın çatısı çelik ve kablo taşıyıcı elemanlara montajı yapılan ETFE yastıklarla örtülmüştür. ETFE çatı ile yüksek ışık

geçirgenliği ile ziyaretçilere ferah bir ortam ve açık havada bulunma hissi vermektedir. Mangrov bitkisi için gerekli sulak alan ve yalıtımlı iç hacim üç katmalı ETFE yastıkların kullanıldığı çatı ile bu projede gerçekleştirilmiştir [1].



Şekil 3. Mangrov yetiştime alanı, Burgers' Hayvanat Bahçesi, Arnheim, Hollanda (a) Genel görünüş [5] (b) Mangrov yetiştirme alanının iç hacmi (c) Yapının çatısı [1].

4.2 Eden Projesi, St. Austell, Cornwall, İngiltere

2001 yılında yapımı tamamlanan ve insan ve bitki ekolojisinin birbirine bağlılığı vurgulanması amaçlanan yapıda, 3.865 bitki türüne ait yaklaşık 97.400 bitki sergilenmektedir. Projenin en zor tarafı, proje alanının önceden kaolin ocağı olarak kullanılan ve büyük çukurların olduğu bir arazide planlanması olmuştur. Ancak bu proje alanının seçilme sebebi olarak proje ekibi, bölgenin ekonomik, sosyal yapısının geliştirilmesinin yanında arazinin iklim koşullarının bitkilerin gelişmesi için uygun olduğunu söylemektedir [6].

Mimar Grimshaw projede, nemli tropik ve ılıman iklim özelliklerine sahip biome (biyom) olarak adlandırılan 2 adet sera tasarlamıştır. Bitkilerin yetiştiği ve sergilendiği bu seralar için maksimum güneş geçirgenliği sağlayan, taşıyıcı eleman sayısının ve boyutunun minimumda tutulduğu hafif strüktür önerileri istenmiştir. Bu ihtiyaç doğrultusunda Eden Projesi için, camın %1 ağırlığında olan, cama göre daha iyi termal yalıtım sağlayan ve daha yüksek oranda morötesi ışık geçirme özelliklerine sahip ETFE kaplama malzemesi tercih edilmiştir. ETFE yastıkların gerilerek sabitlendiği 193 mm çapında çelik boruların kullanıldığı altıgen ve beşgen çerçevelerin oluşturduğu jeodezik kubbeler ile sera alanları kapatılmıştır. Kullanılan altıgen ve beşgen çerçevelerin açıklığı proje genelinde 5-11 m aralığında değişmektedir. 5-11 m boyutlarında açıklıkları kolaylıkla örtebilen ETFE yastıklar ile projenin enerji etkinli artırılarak bitki canlılığı için gerekli olan günışığı maksimum düzeyde iç hacme alınmıştır.

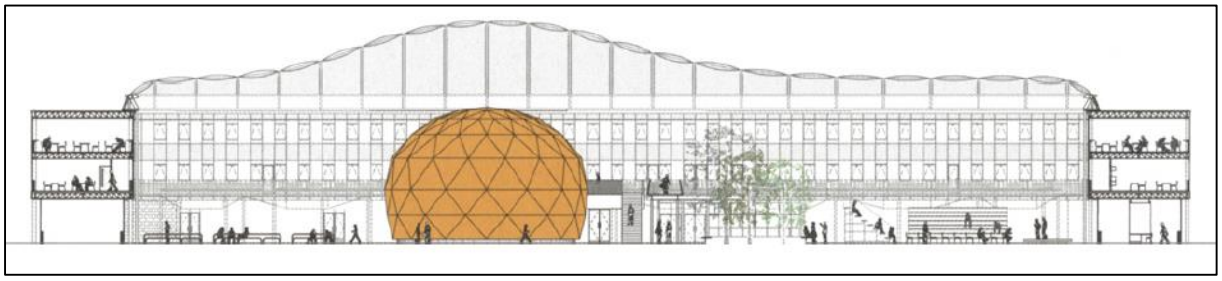


Şekil 4. Eden Projesi (a) Yapının genel görünüşü [6] (b) Yapının iç hacminden ETFE yastıkların görünümü [1]

4.3 Kingsdale Okulu, Londra, İngiltere

Londra'nın güneyinde bulunan okul yapısı, hükümet tarafından mevcut olanaklarının teknoloji ve donanım açısından daha iyi bir konuma getirilmesi hedeflenmiştir. 2004 yılında tamamlanan proje kapsamında Rijke Marsh Morgan Mimarlık ve Etfe firması olarak Vector Foiltec ile çalışılmıştır. Yenileme öncesi 8 şeklindeki plana sahip yapının, iki avlusu birleştirilerek yapının ortasında tek bir avluya dönüştürülmüştür ve çatısında çelik taşıyıcı elemanlara sabitlenen ETFE yastıklar

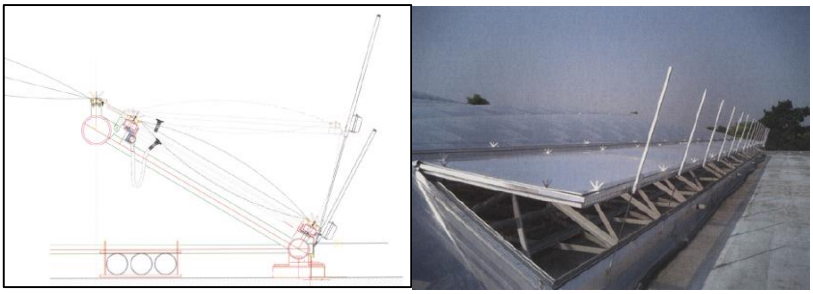
kullanılmıştır. ETFE yastıkları taşıyan, 19.6 cm çapa sahip çelik boru kirişler avluyu örten çatının taşıyıcı elemanlarını oluşturmaktadır. Çelik kirişlerin aralığı 3.5- 4 metredir ve eğriliğin arttığı bölümlerde aralık biraz daha az tutulmuştur. Çatının taşıyıcı elemanları 36 m açıklık geçmektedir ve her iki çelik kiriş arası 38 m uzunluğunda ETFE yastıklarıyla kapatılmıştır. Etfe katmanları 1510 x 1260 mm modül boyutlarında üretilmiştir ve her bir modül gümüş renkli FEP (Florlu Etilen Propilen) boyalarla desenler oluşturulmuştur. Modüllerin dört bir yanında 15 mm boyasız alan ile kaynak için boşluk bırakılmıştır [1].



Şekil 5. Kingsdale Okulu kesit çizimi [1]



Şekil 6. Kingsdale Okulu'nun ETFE yastıklarının çatıya montaj aşaması [1]



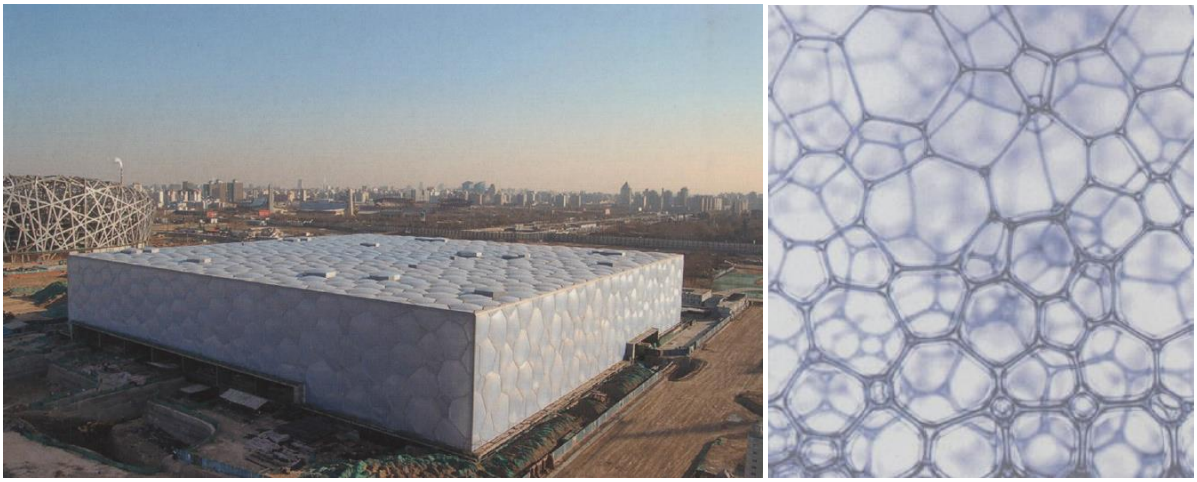
Şekil 7. Kingsdale Okulu (a) ETFE yastıklı çatı penceresi detay çizimi (b) genel görünüşü [1]

Bu projede, ETFE çatının bina yenileme konusunda en az enerji harcayarak enerji etkin ve sürdürülebilirlik bağlamında daha verimli bir yapı elde edilmiştir. Sistem iyi yalıtım özelliği sayesinde, soğuk aylarda bina içinde üretilen enerjinin dışarı çıkışını engellemektedir. Böylece yapının ısınması için harcanan enerji miktarını önceki durumuna göre azaltmaktadır. Sıcak aylarda ise, çatıda bulunan ETFE yastıklarından oluşan çatı pencereleri açılarak hacim içerisinde doğal havalandırma sağlanmaktadır. Projede, desenli ETFE yastıklarının kullanımı ile daha dinamik, estetik ve enerji etkin bir iç hacim elde edilmiştir.

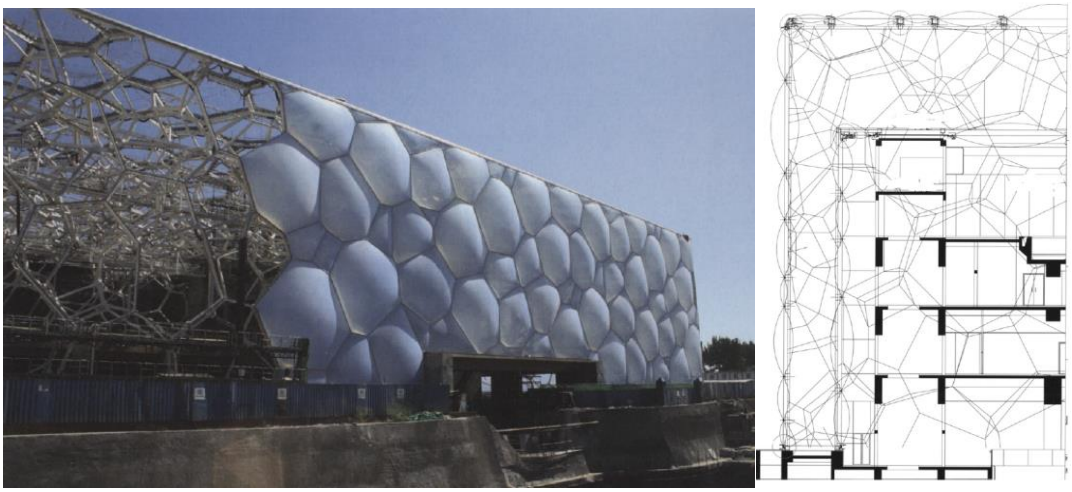
4.4 Ulusal Yüzme Merkezi (Su Küpü), Pekin, Çin

"Su Küpü" yapısının tasarımı, 2008 yılı Yaz Olimpiyat Oyunları yüzme sporları için PTW (Peddle Throp & Walker) Mimarlık tarafından yapılmıştır. Toplam kullanım alanı 70.000 m² olan yapı, 17.000 kişi kapasitesine sahiptir. Çin kültürü için su oldukça önemlidir. Yapının cephe ve çatı kaplaması tasarımında, su kabarcıklarından yola çıkılmıştır. İstenilen tasarım için, sabun köpüklerinin birbirini

tekrar eden doğal oluşumunu örnek alarak, bazı fizik profesörleri ile çalışılmıştır. Üretilen matematiksel formüllerle, düzenli birleşme noktaları barındıran bir sistem elde edilmiştir [1].



Şeki 8. Su Küpü Binası (a) Yapının genel görünüşü (b) Cephe tasarımında temel alınan sabun köpükleri [1].



Şeki 9. Su Küpü Binası (a) Etfe kaplama (b) Kesit çizimi [1].

190 farklı yükleme durumuna maruz kalan 177 m açıklık geçen taşıyıcı sistem için, toplam 22.000 boru profilli çelik eleman (16.8 – 61 cm çapında) ve 12.000 adet düğüm noktası kullanılmıştır [7]. Yapının inşaatında kullanılan çelik elemanlar ile inşaat alanında kaynaklanabilen, bulonlanabilen düz ağlar oluşturulmuştur. Yapının duvar kalınlığı 3.6 m, çatı kalınlığı 7.2 m'dir. Çatı strüktürü, içten ve dıştan 4 katmanlı, duvar strüktürünü oluşturan düz ağlar ise 3 katmanlı ETFE yastıklar kullanılarak kapatılmıştır. Yapının çatı ve cephesi için kullanılan ETFE yastıklar, toplamda 100.000 m² alana sahiptir. Yapı, ETFE malzemeyle kapatılması ile Pekin Olimpiyatları'nın 'yeşil olimpiyatlar' olan ana temasına uyum sağlamaktadır. ETFE kaplı çatı ve cephe yüzeyleri sayesinde, yapının iç hacmine yüksek oranda günışığı alınmaktadır. Havuz suyunun ısıtılması için gereken enerji güneş enerjisi ile sağlanmaktadır. Aynı zamanda, yapının içerisine alınan günışığı ile doğal aydınlatma sağlanarak elektrik harcamaları azaltılmıştır. Yapıda kullanılan suyun, %80'i geri dönüştürülerek yüzme havuzlarında kullanılmaktadır. Etfe yastıklar, yapının iç hacminde kullanılan yüksek yansıtıcı malzemeler ve seyirci yoğunluğundan dolayı meydana gelen yüksek oranda ses enerjisinin dışarı çıkmasında akustik yalıtım sağlamaktadır. Bu bağlamda, alınan tasarım kararları ile yapıda toplam %30 oranında enerji tasarrufu sağlanmıştır [1].

Çift yüzeyli cephe sisteminin, yapıda mevsim koşullarına bağlı 3 kullanım şekli bulunmaktadır. Mevsim geçişlerinde, her iki yüzeyde bulunan havalandırma kapakları açık durumdadır. Temiz hava dış cephe yüzeyinden alınarak güneş enerjisi ile ısınır ve iç-dış yüzey arasındaki boşluktan havuzların bulunduğu iç hacme fan yardımıyla taşınır. Yaz aylarında, dışarıdaki hava sıcak ve nemli olmasından dolayı iç cephe yüzeyindeki kapaklar kapalı tutulmaktadır. Kış aylarında ısı kaybının önlenmesi için, her iki yüzeydeki havalandırma kapakları kapalı tutulur [1].

4.5 Khan Shatyr 'Han Çadırı' Eğlence ve Alışveriş Merkezi, Astana, Kazakistan

Yazın sıcaklığın +35, kışın ise -35 olduğu bir bölgede tasarlanan eğlence merkezinin yapım amacı yemyeşil bir peyzajın olduğu, çevresine göre farklı iklim koşullarının oluşturulduğu mikroklima özelliği gösteren iklim alanı yaratmaktır. 2008 yılında yapılan projede cafe, restoranlar, su parkı, yüzme havuzları, alışveriş merkezleri, tropik bahçe, sağlık merkezleri gibi çok sayıda birim bulunmaktadır. Yapı, 150 m yüksekliğindeki üç ayaklı çelik dikmenin taşıdığı kablo ağlarla örtülü, zeminde 200 x 195 m eliptik bir alana sahiptir. Yapının sert iklim koşullarından korunmasını sağlayan iyi yalıtım özelliğine sahip, günışığını yapı içerisine yüksek oranda alabilen bir malzeme olan ETFE yastıklar 3 katmanlı olarak kablo ağların arasına yerleştirilmiştir. Kullanılan ETFE yastıkların boyutları 3.5 x 30 m'dir [1] [8].



Şekil 10. Khan Shatyr Eğlence ve Alışveriş Merkezi [8] (a) Genel görünüş (b) İç mekandan görünüş



Şekil 11. (a) Kablo ağlar (b) ETFE elemanların montajı (b) Kablo elemanların detay çizimi [8]

5. Sonuç

Çalışma kapsamında incelenen yapıların, ETFE kaplaması ile elde edilen avantajları Tablo 1'de özetlenmiştir. Mimari alanda, birçok amaç doğrultusunda ETFE, yapılarda kaplama malzemesi olarak cama göre daha fazla tercih edilmeye başlanmıştır. Örneğin, bir bitkinin yetiştirilme ortamını sağlamak amacıyla iyi termal yalıtımı ve yüksek ışık geçirgenliği sağlamasından, bir spor salonunda yüksek ses enerjinin dışarı yayılımını önleyerek yüksek akustik yalıtımı sağlayan bir malzeme olmasından veya geniş açıklık geçen projelerde hafif strüktürlerin oluşturduğu büyük çerçeveleri

kapatacak uygun boyutta, hafif bir malzeme olması ve uygulama kolaylığından dolayı tercih edilmektedir.

Tablo 1. Çalışma kapsamında incelenen ETFE kullanılan örnekler.

Proje	Yapım yılı	Kullanılan ETFE türü	Bitkiler için uygun ortamı sağlama	Yüksek oranda ışık geçirgenliği	Kendini temizleme	Hafif strüktür	Doğal havalandırma	Enerji giderlerinde azalma
Burgers' Hayvanat Bahçesi,(Mangrov yetiştirme alanı) Arnheim, Hollanda	1982	Etfe yastık	X	X	X	X		X
Eden Projesi, St. Austell, Cornwall, İngiltere	2001	Etfe yastık	X	X	X	X		X
Kingsdale Okulu, Londra, İngiltere	2004	Etfe yastık		X	X	X	X	X
Ulusal Yüzme Merkezi (Su Küpü), Pekin, Çin	2008	Etfe yastık		X	X	X	X	X
Khan Shatyr 'Han Çadırı' Eğlence ve Alışveriş Merkezi, Astana, Kazakistan	2008	Etfe yastık	X	X	X	X		X

ETFE filmlerinin farklı türden yapılarda tercih edildiğini gösteren bu çalışma kapsamında, ETFE'nin cam yerine kullanılabilen ve cama göre oldukça fazla avantajı bulunan yenilikçi bir malzeme olduğu vurgulanmıştır. Cama göre daha hafif, kendini temizleyen, yapışmaz özelliği sayesinde hava kirliliğinden fazla etkilenmeyen, bu nedenle bakım sıklığı az olan, yapıda enerji giderlerini azaltan ve uzun ömürlü bir malzeme olmasından dolayı ETFE'nin mimaride kullanımı yaygınlaşmıştır ve gelecekte daha fazla tercih edilmesi beklenmektedir.

Kaynaklar

[1] Lecuyer, A., 2008. *ETFE Technology and Design.* Berlin: Birkhauser.

[2] Masih, D., Lau, B., Chilton, J., 2015. Daylighting Performance in an Atrium with ETFE Cushion Roof and in an ETFE- Encapsulated Panel Structure, Energy Procedia, Sayı 78, s. 483-488.

[3] Robinson-Gayle, S., Kolokotroni, M., Cripps, A., Tanno, S., 2001. ETFE Foil Cushions in Roofs and Atria. *Construction and Building Materials*, 323-327.

[4] Makmax. "Architecture of ETFE", Makmax Company Resmi Web Sitesi, http://www.makmax.com/business/etfe_thermal.html, erişim: 06.03.2016.

[5] "Mangrove Hall Burgers' Zoo", Vector-foiltec Company Resmi Web Sitesi, http://www.vector-foiltec.com/projects/burgers-zoo-mangrove-hall/, erişim: 01.03.2016.

[6] "Architecture at Eden", Eden Project Resmi Web Sitesi, http://www.edenproject.com/eden-story/behind-the-scenes/architecture-at-eden, erişim: 15.02.2016.

[7] "National Aquatics Center (Water Cube)", Arup Resmi Web Sitesi, http://www.arup.com/Projects/Chinese_National_Aquatics_Center/Details.aspxn, erişim: 10.02.2016.

[8] "Khan Shatyr Entertainment Centre", Foster and Partners Resmi Web Sitesi, http://www.fosterandpartners.com/projects/khan-shatyr-entertainment-centre/, erişim: 01.03.2016.

Yapılarda Gazbeton Panellerin Yangın Performansı

Zeynep ÇELİK [1]
Koray UĞURLU [2]

Konu Başlık No: 2. Çatı ve Cephe Sistemlerinin Performansları

ÖZET

Binalarda kullanılan yapı malzemeleri, binaların yangın güvenliğinin sağlanmasında doğrudan etkilidir. Günümüzde de yapı malzemelerinin çeşitliliği giderek artmaktadır. Bu durumdan dolayı, yönetmelik ve standartlarla, yapı malzemelerinin binalarda kullanımına ilişkin düzenlemeler yapılmaktadır. Yapı malzemelerini yangın performansları açısından değerlendirdiğimizde; A1 sınıfı, hiç yanmaz yapı malzemeleri grubunda bulunan gazbeton çatı ve duvar elemanları, yapının yangın emniyetinin sağlanmasında rasyonel çözümler sunmaktadır. Mühendislik kurallarına uygun biçimde çelik hasır donatılı olarak üretilen gazbeton çatı ve duvar elemanları, yangın emniyetinin yanında önyapım teknolojisiyle, tasarım ve uygulayıcılara ekonomik çözümler sunar.

Bu çalışmada A1 sınıfı hiç yanmaz malzeme olan gazbeton çatı ve duvar panellerinin yangın performansları, uygulama alanları ve teknik özellikleri hakkında ayrıntılı bilgi verilecektir.

ANAHTAR KELİMELER

Çatı, cephe, gazbeton panel, yangın, yalıtım, performans.

ABSTRACT

Construction materials used in the construction, directly affect the fire safety of the buildings. The variety of the construction materials is increasing day by day. Due to this increase, governments make regulations to keep the usage of the building materials under control with standards and directives. When we consider the building materials in terms of fire performance, AAC roof and wall panels which are A1 class non-combustible building materials, offer rational solutions to provide the fire safety of the buildings. The AAC roof and wall panels are produced with steel reinforcing bars inside the panels, and this reinforcement is designed according to engineering rules. Besides the prefabrication technology, AAC panels offer economic solutions to designers and practitioners.

In this study, you will find technical information in detail about AAC roof and wall panels and their fire performance in the buildings.

KEYWORDS

Roof, facade, AAC panel, fire, insulation, performance.

[1] Zeynep ÇELİK, Türk Ytong San. A.Ş. Pendik/ İSTANBUL, 02163966600, 02163968294, zcelik@ytong.com.tr
[2] Koray UĞURLU, Türk Ytong San. A.Ş. Pendik/ İSTANBUL, 02163966600, 02163968294, kugurlu@ytong.com.tr

1. GİRİŞ

Türkiye'de gerçekleşen yapısal yangınlarla ilgili istatistikleri değerlendirdiğimizde, gerçekleşen yangın sayısı artma eğilimi göstermektedir. Tablo 1.'de görüldüğü üzere yapısal yangınlarda bir önceki yılın aynı dönemine göre %6'lık artış, konut yangınlarında %6'lık artış, fabrika yangınlarında ise %36'lık artış gerçekleşmiştir [1].

Tablo 1: Yangınlar (2011-2015) (İstanbul Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığı, İstatistikler, 2016)

Yıl		Yapısal Yangınlar				
		Konut	Fabrika	Diğer Bina	Araç	Toplam
2011		5.394	131	7.012	1.541	14.078
2012		5.129	136	7.069	1.524	13.858
2013		4.092	159	7.853	1.601	14.515
2014		5.261	123	7.869	1.689	14.942
2015		5.869	157	8.957	1.903	16.886
2015 Ocak		601	11	921	169	1.702
2016 Ocak		640	15	948	196	1.799
Sayısal Değişim	Ocak -2015 Ocak -2016	39↑	4↑	27↑	27↑	97↑
	2011 Yılı 2015 Yılı	475↑	26↑	1.945↑	362↑	2.808↑
Oransal Değişim	Ocak -2015 Ocak -2016	6%↑	36%↑	3%↑	16%↑	6%↑
	2011 Yılı 2015 Yılı	9%↑	20%↑	28%↑	23%↑	20%↑

Yapısal yangınların sayısının giderek artmasının en önemli nedenlerinden biri olarak, yapılarda yangın güvenliği açısından uygun yapı malzemelerinin kullanılmaması düşünülebilir. Bu artışı engellemek için, binaların yangın güvenliği ile ilgili tedbirler, mimari tasarım aşamasında tespit edilmelidir. Bu tedbirleri sağlayacak özellikteki yapı malzemelerinin belirlenmesi yine tasarım aşamasında yapılmalıdır. Bu tedbirlerin belirlenmesinde yürürlükte olan Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik hükümleri tasarımcılar için bağlayıcı ve yol göstericidir.

Giderek artış gösteren yapısal yangınları önlemek için, öncelikle yangına dayanıklı inşaat malzemelerinin kullanımı yaygınlaştırılmalıdır. Bu bağlamda gazbeton, Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmeliğin Ek-2/C tablosuna göre yanıcılık sınıfı A1 hiç yanmaz bir yapı malzemesidir. Dolayısıyla gazbeton yapı malzemeleri ile inşa edilmiş çatı, döşeme ve duvarların yangın performansları da yüksek olacaktır.

2. ÖNYAPIM TEKNOLOJİSİ VE UYGULAMA ALANLARI

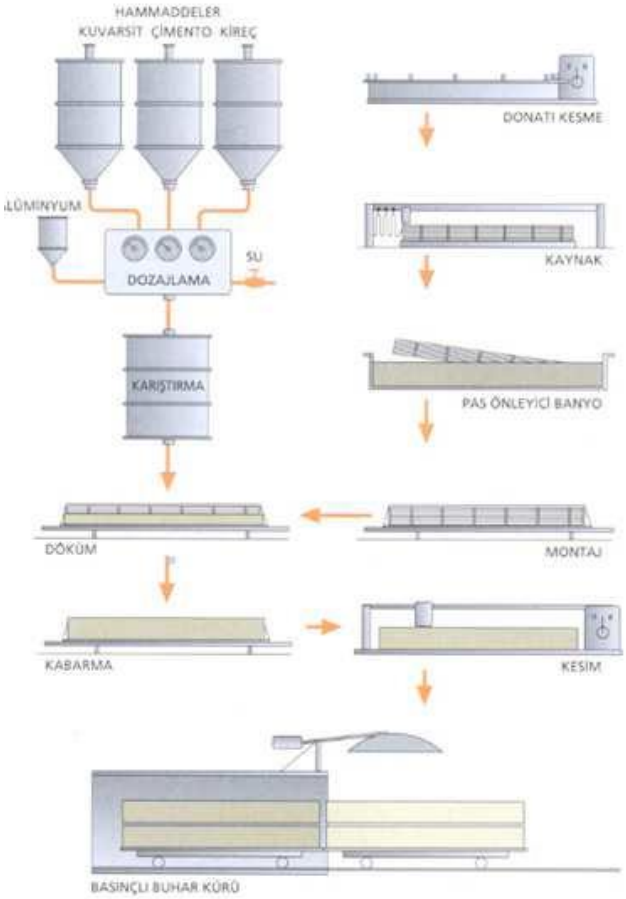
Gazbeton yapı elemanları endüstriyel yöntemlerle üretilir. Temel hammadde olarak kuvars kumu veya kuvarsit, bağlayıcı olarak kireç ve çimento, malzemenin özelliklerini düzenleyen alçıtaşı, gözenek düzenleyici olarak alüminyum tozu ve su, gazbetonun üretim sürecinde kullanılan hammaddelerdir. Ana hammaddeler suyla birlikte belirli bir kıvam elde edilinceye kadar karıştırılır ve bu karışıma daha sonra alüminyum tozu ilave edilir. Ardından elde edilen karışım çelik kalıplara dökülür.

Donatılı yapı elemanları için ise başka bir bölümde çelik donatı hazırlanır. Çelik donatılar uygun çaplara çekilerek, statik acıdan gerekli olan ölçülere getirilir. Daha sonra otomatik makineler yardımıyla puntolanarak kaynaklanır ve hasır haline getirilir. Bu hasırlar pas koruyucu kaplamadan sonra döküm arabalarına monte edilerek döküm yapılır.

Karışımın kalıba dökülmesinden sonra bir dizi kimyasal reaksiyon başlar ve karışım istenilen forma ve yüksekliğe kadar kabarır. Yaklaşık yarım saat boyunca devam eden bu süreç sırasında açığa çıkan hidrojen gazı ve su buharının meydana getirdiği, çapları 0,5 ile 1,5 mm olan gözeneklere hava dolar. 2,5 ile 3 saatin sonunda kendini taşıyacak sertliğe ulaşmış olan malzeme kalıptan çıkarılır. Kalıptan alınan malzeme, otomatik kesim ünitesinde çelik teller ve profil bıçakları yardımıyla değişik ölçülerde kesilerek boyutlandırılır.

Kesim işleminin ardından sertleştirme işlemine geçilir. Söz konusu işlem 'otoklav' adı verilen ünitelerde, yaklaşık 10-12 saat devam eder. Malzeme otoklavda maksimum 12 bar basınç altında yaklaşık 190˚C'de doymuş buhar ile sertleştirilir. Otoklav çıkışında malzeme nihai mukavemetine ve hacim sabitliğine erişmiş olur.

Malzemenin kendine has düşük yoğunlukta yüksek basınç mukavemeti, otoklavlardaki buhar sertleşmesi sonucu elde edilir [2].



Şekil 1: Gazbeton donatılı panellerin üretim süreci

Fotoğraf 1: Donatılı panellerin otoklavdan çıkışı



Gazbeton donatılı yapı elemanları mühendislik kurallarına uygun biçimde çelik hasır donatılı olarak üretilen; yapıda çatı, döşeme ve duvar oluşumunda kullanılan büyük boyutlu yapı elemanlarıdır. Bu yapı elemanlarının büyük ebatlı oluşu, özel profil yapısı ve hafifliği ile kolay ve güvenli montaj imkanı sağlar. Betonarme, çelik, ahşap gibi tüm taşıyıcı yapı sistemlerine kolaylıkla monte edilebilirler. TS EN 12602 üretim standardına uygun olarak üretilen gazbeton donatılı yapı elemanları, fabrika ortamında hassas boyutlarda üretilerek kullanıma hazır hale getirilir ve şantiyede doğrudan montajı yapılır. Kuru imalat tekniği ile yapılabilmesi inşaat yapım sürecinin kısalmasını sağlar.

Fotoğraf 2: Gazbeton donatılı yapı elemanı



Fotoğraf 3: Çelik hasır donatıların korozyona karşı kaplanması



2.1 Yatay ve Düşey Duvar Elemanları

Endüstriyel ve ticari yapılar ile konutların dış ve iç duvar yapımında kullanılan yapı elemanlarıdır.
Taşıyıcı yapıya (betonarme veya çelik) dıştan, içten veya yapının kolon aralarına kolayca monte edilebilirler.
10 cm'den 30 cm kalınlığa ve en fazla 600 cm uzunluğa kadar üretilen, özel geçmeli profilli yapı elemanlarıdır.
Üzerlerine gelebilecek farklı rüzgâr ve deprem yüklerini karşılayabilecek şekilde üretilirler.
Yüksek yangın güvenliğine sahiptir.

2.2 Çatı ve Döşeme Plakları

Farklı kalınlık ve uzunluklarda çeşitli taşıma güçlerine sahip seçenekleri mevcuttur.
Yığma ve karkas yapıların ahşap, beton veya çelik mesnetleri üzerinde, çatı veya döşeme yapımı için kullanılan taşıyıcı yapı elemanlarıdır.
Çatı elemanları düz veya eğimli çatılarda, her biçimde (tonoz, beşik, kırma, şed çatı vb.) ve her çatı örtüsü ile uygulanabilir.
Ses yalıtım değerleri diğer konvansiyonel çatı konstrüksiyonlarına oranla oldukça uygundur.
Diğer gazbeton ürünleri gibi plaklar da yüksek yangın güvenliğine sahiptir.
10 cm'den 30 cm'ye çeşitli kalınlıklarda ve en fazla 600 cm uzunlukta üretilirler.
Üzerlerine gelecek yükleri taşıyabilecek şekilde projelendirilerek, özel geçmeli profilli olarak ve en fazla 1.000 kg/m2 yüke göre üretilirler.

3. YANGIN PERFORMANSI

TS EN 13501-1 Standardı, yapı malzemelerini yangına dayanımları acısından sınıflandırır. Buna göre, A1 sınıfına giren yapı malzemeleri ‘hiç yanmaz malzemeler’ olarak adlandırılır. Gazbeton donatılı yapı elemanlarının tümü A1 sınıfına girer ve hiç yanmaz yapı malzemeleri olarak kabul edilirler ve kullanıldığı yapılarda yangın emniyeti sağlarlar.

A1 sınıfı malzemeler, tam gelişmiş yangını da kapsayan yanmanın herhangi bir kademesinde yanmaya katkıda bulunmazlar. [3]

3.1 Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelikte Çatı ve Cephelerde İstenen Özellikler

Döşemeler:

MADDE 26- (1) Bütün döşemelerin yangın duvarı niteliğinde olması gerekir.[3]

Cepheler:

MADDE 27- (Değişik: 16/3/2015-2015/7401 K.)

(1) Dış cephelerin, bina yüksekliği 28.50 m'den fazla olan binalarda zor yanıcı malzemeden ve diğer binalarda ise en az zor alevlenici malzemeden olması gerekir. Alevlerin bir kattan diğer bir kata geçmesini engellemek için iki katın pencere gibi korumasız boşlukları arasında, düşeyde en az 100 cm yüksekliğinde yangına dayanıklı cephe elamanıyla dolu yüzey oluşturulur veya cephe iç kısmına en çok 2 m aralıklarla cepheye en fazla 1.5 m mesafede yağmurlama başlıkları yerleştirilerek cephe otomatik yağmurlama sistemi ile korunur. [3]

(2) b) Dış cephesi zor alevlenici malzeme veya sistemden oluşan, yüksekliği 28.50 m'den az olan binalarda, tabii veya tesviye edilmiş zemin kotu üzerindeki 1.5 m mesafe hiç yanmaz malzeme ile kaplanmalı; bina yüksekliği 6.50 m'den fazla olan binalarda pencere ve benzeri boşluklarının yan kenarları en az 15 cm ve üst kenarı en az 30 cm eninde hiç yanmaz malzeme ile yangın bariyerleri oluşturulmalıdır. [3]

(2) c) Farklı yüksekliğe sahip bitişik nizamdaki yapılarda, alçak binanın çatı hizasındaki yüksek bina katının dış cephe kaplaması hiç yanmaz malzeme veya sistem ile kaplanmalıdır. [3]

Çatılar:

MADDE 28- (Değişik: 10/8/2009-2009/15316 K.)

(2) Çatı kaplamalarının B_{ROOF} sınıfı malzemelerden, çatı kaplamaları altında yer alan yüzeyin veya yalıtımın en az zor alevlenici malzemelerden olması gerekir. Ancak, çatı kaplaması olarak yanmaz malzemelerin kullanılması durumunda üzerine çatı kaplaması uygulanan yüzeyin en az normal alevlenen malzemelerden olmasına izin verilir. [3]

(3) Yüksek binalarda ve bitişik nizam yapılarda;

a) Çatıların oturdukları döşemelerin yatay yangın kesici niteliğinde,

b) Çatı taşıyıcı sistemi ve çatı kaplamalarının yanmaz malzemeden,

olması gerekir. [3]

3.2 Gazbeton Donatılı Yapı Elemanları ile Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelikte İstenen Özellikler Nasıl Sağlanır?

Döşemeler:

Gazbeton çatı plakları, döşeme görevi yapan her türlü çatıda kullanılabilir. Bu gazbeton çatı plakları ile oluşturulan çatı döşemesi ile yönetmelikte istenen yangına dayanım süreleri karşılanmaktadır. Yangın yönetmeliğinin Ek-3/B ile Ek-2/C'deki tabloları incelendiğinde, bu döşemelerde istenen yangına dayanım sürelerinin, bina kullanım sınıfına bağlı olarak, REI 30-120 dk aralığında olduğu görülmektedir. TS EN 12602 üretim standardına uygun olarak üretilen gazbeton donatılı çatı ve

döşeme elemanlarının yangına dayanım süreleri, TS EN 12602'ye göre aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

Tablo 2: Gazbeton Çatı ve Döşeme Elemanlarının En Büyük Açıklık Mesafesi ve Kalınlık Değerlerine Göre Yangın Dayanımı (TS EN 12602'ye göre)

Kuru Birim Hacim Ağırlığı 500 kg/m³						
En Büyük Açıklık	3 m		4,5 m		6 m	
Yangın Dayanım Süresi (dak.)	d_{min}	a_{min}	d_{min}	a_{min}	d_{min}	a_{min}
REI 60	100	22	150	22	200	22
REI 90	150	30	150	35	200	35
REI 120	175	40	175	45	200	45
Kuru Birim Hacim Ağırlığı 600 kg/m³						
En Büyük Açıklık	3 m		4,5 m		6 m	
Yangın Dayanım Süresi (dak.)	d_{min}	a_{min}	d_{min}	a_{min}	d_{min}	a_{min}
REI 60	100	20	150	20	200	20
REI 90	150	30	150	30	200	30
REI 120	175	35	175	35	200	35

d_{min}: Kalınlık a_{min}: Pas Payı R: Yük Taşıma Kapasitesi E:Bütünlüğünü Korumu/Dağılmama I: Isı Yalıtım Özelliği

Cepheler:

Özellikle yüksek binaların dış cephelerine yangın esnasında dışarıdan müdahale kısıtlı olduğu için yönetmelikle bu cephelerle ilgili özel düzenlemeler getirilmiştir. Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmeliğe göre yüksek binaların dış cephelerinde kullanılan yapı malzemelerinin yangın sınıfının en az zor yanıcı olması gerekmektedir. Yine dış cephelerle ilgili olarak pencere boşluklarının etrafında, yangının bir kattan diğer bir kata geçişini önleyecek şekilde bölüm 3.1'de / Cepheler kısmında bahsedilen özel tedbirlerin alınması zorunludur.

Gazbeton donatılı duvar elemanlarının Çizelge C.2'de verilen kalınlıkları ile yönetmelikte istenen yangın dayanımı fazlasıyla sağlanmış olacaktır. Yüksek binaların dış duvarlarında gazbeton paneller gibi A1 sınıfı hiç yanmaz malzeme kullanmak yangın güvenliğinin sağlanması açısından daha uygun bir çözüm olacaktır.

Standart Yangına Direnç	En Küçük Duvar Kalınlığı (mm)
EI 180	100
EI 240	150
EI 360	150

Çizelge C.2 – Kuru yoğunluğu 350 kg/m³ ile 700 kg/m³ arasında olan, yük taşımayan gazbeton duvarların en küçük duvar kalınlığı. [3]

Çatılar:

Gazbeton donatılı çatı elemanları düz veya eğimli çatılarda, her biçimde (tonoz, beşik, kırma, şed çatı vb.) ve her çatı örtüsü ile uygulanabilir. Donatılı çatı elemanları A1 sınıfı hiç yanmaz malzeme olduğu için yüksek binalarda ve bitişik nizam yapılarda, çatıların oturduğu döşemelerde yönetmelikte istenen yangın güvenliği kriterlerini sağlamaktadır. Çatı kaplamalarının alt yüzeyinde kullanıldığı durumlarda da yangın güvenliği arttırılmış olur.

Gazbeton donatılı çatı elemanları yangın esnasında taşıyıcılığını, bütünlüğünü ve ısı yalıtımını koruyabilmektedir. Bu özellik, ateşin ve dumanın hızla yayılmasını önler. Unutulmamalıdır ki yangınlar, binaların diğer bölümlerine ve çevre binalara özellikle çatı konstrüksiyonlarından hızla yayılabilmektedir. Bu nedenle çatıların yangın geçirmez yapı malzemelerinden oluşturulması

gereklidir. Yapının hemen dışında çıkan bir yangın durumunda ise, yapı içinin bundan en ekonomik olarak korunması yapı duvar ve çatısının gazbeton donatılı yapı elemanları ile oluşturulmasıyla mümkün olabilmektedir.

4. TASARIM

Gazbeton donatılı yapı elemanları ile oluşturulmuş çeşitleri projelerden çatı ve cephe örnekleri:

Fotoğraf 4: Gazbeton donatılı duvar elemanlarının yatay uygulanması



Fotoğraf 4'te gösterilen sanayi yapısının cephesi gazbeton duvar elemanları ile oluşturulmuş olup, duvar elemanları taşıyıcı sisteme yatay olarak ve dıştan monte edilmiştir. Yatay duvar elemanlarının birleşim yerlerinde oluşan derzler kapatılmadan, derz izleri görünür durumda bırakılmıştır. Paneller üzerine farklı tonlarda boya uygulanarak farklı bir tasarım elde edilmiştir.

Fotoğraf 5: Gazbeton donatılı duvar elemanlarının düşey uygulanması



Fotoğraf 5'te gösterilen AVM projesinde gazbeton donatılı duvar elemanları taşıyıcı sisteme düşey olarak, kolon arası monte edilmiştir.

Fotoğraf 6: Gazbeton donatılı çatı elemanları ile eğimli çatı oluşturulması

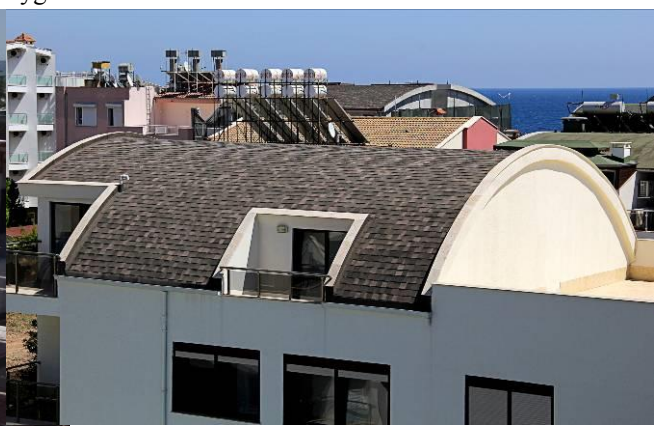


Fotoğraf 6'da görülen okul projesinde gazbeton donatılı çatı elemanları çelik strüktüre monte edilerek eğimli çatı oluşumunda kullanılmıştır.

Fotoğraf 7: Gazbeton donatılı çatı elemanları ile tonoz çatı oluşturulması



Fotoğraf 8: Gazbeton donatılı çatı elemanlarının üzerine çeşitli çatı kaplama malzemelerinin uygulanması



Fotoğraf 7 ve Fotoğraf 8'de görülen konut projelerinde gazbeton donatılı çatı elemanları tonoz çatı oluşumunda kullanılmıştır. Üzerlerine çeşitli çatı kaplama malzemeleri uygulanabilmektedir.

5. SONUÇ

Gazbeton donatılı yapı elemanları çeşitli form ve özelliklerde üretilmekte olup, yapılarda döşeme, çatı ve duvar oluşumunda kullanılmaktadır. Betonarme, çelik, ahşap gibi bilinen bütün taşıyıcı sistemlere kolayca monte edilebilmektedir. TS EN 12602 üretim standardına uygun olarak üretilmekte olup, A1 sınıfı hiç yanmaz yapı malzemeleridir. Yapılarda 360 dakikaya kadar yangına dayanım sağlanabilmektedir. Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelikte istenen kriterlerden çok daha yüksek yangın performansı sağlamaktadırlar.

Donatılı gazbeton yapı elemanları daha çok endüstriyel yapılarda kullanılmaktadır. Tablo 1'de belirtildiği üzere, gerçekleşen yapısal yangın sayısındaki en büyük artış, endüstriyel yapılarda meydana gelmiştir. Endüstriyel yapı yangınlarında artış oranı %36'dır. Bu oranın düşürülmesi, ülke ekonomisine büyük faydalar sağlayacaktır. Sağladığı yüksek yangın performansından dolayı, gazbeton donatılı yapı elemanlarının özellikle endüstriyel yapılarda kullanılmasının arttırılması, %36'lık artış oranının azaltılmasında belirlenecek çözümlerden biri olabilecektir.

Yangın performansının dışında mineral bazlı yapısı ile çevre dostu ve geri dönüştürülebilir bir yapı malzemesidir.

6. KAYNAKÇA

[1] İstanbul Büyükşehir Belediyesi İtfaiye Daire Başkanlığı, İstatistikler, 2016
[2] Ytong El Kitabı – 1, Babür Orhan, 5. Baskı 1990
[3] T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik, Temmuz 2015
[4] Türk Standardı TS EN 12602, Önyapımlı Donatılı Gazbeton Yapı Elemanları, Ocak 2011

ULTRA YÜKSEK PERFORMANSLI BETONUN ÇATI VE CEPHELERDE KULLANIMININ İNCELENMESİ

Ar. Gör. Gülşen Cengiz[1]

Konu Başlık No: 1

ÖZET

Gelişen teknolojiyle beraber üretilen malzemelerin fiziksel ve kimyasal özellikleri iyileştirilmiş dolayısıyla malzemelerin performansı arttırılmıştır. Bu malzemelerden biri de UHPC (Ultra high performance concrete) yani ultra yüksek performanslı betonlardır. Geleneksel betonla karşılaştırıldığında 5 kat daha etkin performans sergilemektedir. Böylelikle kullanılan malzemenin kesit yüzeyi azaltılmış yani kullanılan malzeme miktarı azaltılmıştır. Veya aynı miktarda malzemeyle geçilen açıklık arttırılmıştır. UHPC betonlar mimarinin hemen hemen her alanında kullanılma potansiyeline sahip olmakla birlikte yaya köprülerinde, taşıyıcı sistemde, cephe panel sistemlerinde, çatıda örtücü eleman olarak, kent mobilyalarında vb. kullanılmıştır. Yüksek performansından dolayı bu malzemeler, mimaride özgün tasarımlara ve çarpıtılmış cephelerin inşasına olanak tanımaktadır. Çalışmanın amacı, UHPC betonla inşa edilmiş cephe ve çatı sistemlerinin incelenmesidir. Kapsamı, malzemenin fiziksel ve mekanik özellikleri araştırılarak uygulanmış çatı ve cephe örnekleridir.

ANAHTAR KELİMELER

Ultra yüksek performanslı beton, çatı ve cephe malzemesi ve tasarımı

ABSTRACT

With developing technology, physical and chemical properties of produced materials have been developed. Thus performances of the materials have been increased. One of these materials is UHPC (Ultra high performance concrete). When it is compared with traditional concrete, UHPC concrete shows five times more efficient performance. So, the material provides reduction in cross-sectional area, means reduction in usage of material or providing structures passes longer span with the same amount of material. Besides UHPC concrete has potential usage in every field of architecture, it is used in pedestrian bridges, carrier systems, facade panel systems, covering elements in roofs, urban furnitures and etc. Since having high performance, this material enables original designs in architecture and building wrapped facade panels. Aim of this work is examining facade and roof systems, built with UHPC. And content of this work is researching physical and chemical properties of UHPC and examples of applied roof and facede panels.

KEYWORDS

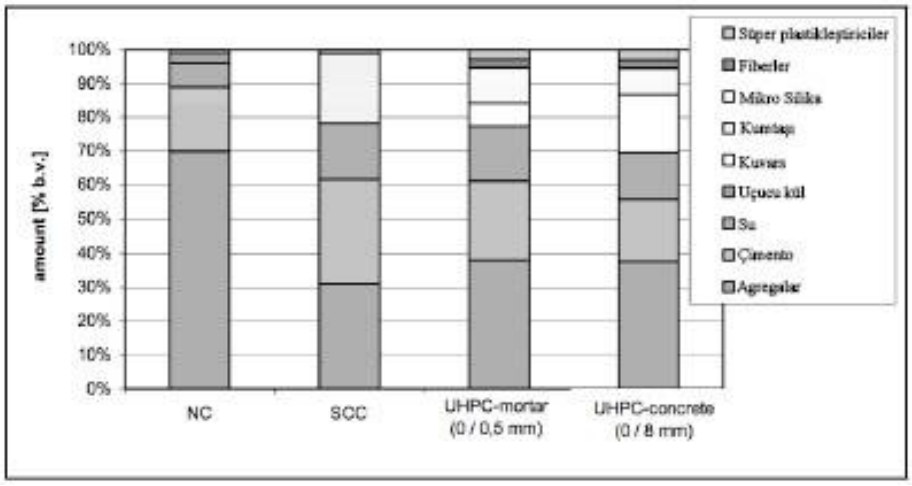
Ultra high performance concrete, roof and façade material and design

[1] Gülşen Cengiz, Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü Buca/İzmir, +90 539 359 4659 , glschn@hotmail.com

ULTRA YÜKSEK PERFORMANSLI BETONUN ÇATI VE CEPHELERDE KULLANIMININ İNCELENMESİ

1. Malzeme Özellikleri:

Normal betonun matiksinde bulunan kuru maddeler (Çimento, silika dumanı, kuvars, silika kumu), su, kimyasallar, hızlandırıcılar, renk pigmentlerinin oranları değiştirilerek (Bkz. Şekil-1-2) ve karışıma organik veya metal fiber eklenerek yüksek performanslı beton ve ultra yüksek performanslı beton üretilmektedir [7]. Normal beton 2290-2400 kg/m^3, yüksek performanslı beton 2430-2480 kg/m^3, ultra yüksek performanslı beton 2320-2760 kg/m^3 yoğunluğa sahiptir (Bkz. Şekil-3).



Şekil-1: Normal beton (NC), kendi kendine sıkışan beton (SCC), ve iki ultra yüksek performanslı beton karışım oranları [14].

concrete		NC C35	HPC C100	UHPC C200
Çimento	kg/m³	350	450	733
Silika dumanı	kg/m³	-	45	230
Kuvars pudra	kg/m³	-	-	183
Kuvars kumu	kg/m³	562	634	1008
İri agrega	kg/m³	1338	1228	-
Çelik fiber	kg/m³	-	-	-
w/c oranı		0.50	0.33	0.24
w/f oranı		1.55	0.91	0.44
Ambalaj yoğunluğu		0.68	0.71	0.76
0-125 μm için		(Schwanda)	(Schwanda)	(Schwanda)
Kür		Su	Su	1. 90°C 2 gün için
		-	-	2. Sadece Su

Şekil-2: Normal beton (NC), yüksek performanslı beton (HPC) ve ultra yüksek performanslı betonun karışım oranları [10]

Beton Çeşidi	Yoğunluk Aralığı
Normal	143 – 150 lb/ft^3 (2290 – 2400 kg/m^3)
HPC	152 – 155 lb/ft^3 (2430 – 2480 kg/m^3)
UHPC	144 – 172 lb/ft^3 (2320 – 2760 kg/m^3)

(Compiled based on data presented by Kosmatka et al. 2002, Ma et al. 2003, Teichmann and Schmidt 2004)

Şekil-3: Normal beton, HPC ve UHPC arasında yoğunluk karşılaştırması [3].

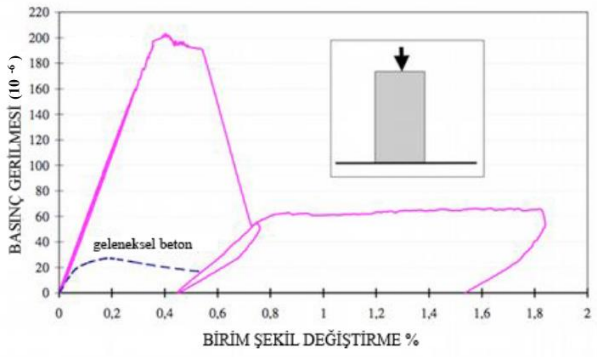
Karışımında metal fiberler, polypropylen fiberler ve organik fiberler bulunmaktadır (Bkz. Şekil-4). Karışımda kullanılan fiber türüne göre UHPC'nin mekanik özellikleri farklılık göstermektedir. Çimento matriksi ve polimer yada metal kısa fiber /lif güçlendiriciler ile betonun mekanik özelliklerinin güçlenmesi mümkün olmaktadır. İçeriğinde nano partiküller bulunmadığı halde iç yapının nano ölçekte kontrolü, malzemenin son özelliğini vermesi nedeniyle bu işlem nano malzemeler içinde yer almaktadır. Çimentonun hidrotasyon sürecinin nano ölçekte kontrol edilmesi, belirli bir agrega karışım oranının ve çeşidinin, su-çimento oranının ve kullanılabilecek katkı maddelerinin seçimine olanak sağlar.

	UHPC metal fiberli		UHPC polypropylene fiberli		UHPC organik fiberli
	TT	No TT	TT	No TT	No TT
yoğunluk (kg/m³)	2500		2500		2350
basınç dayanımı (MPa)	150-200	150-180	150-180	140-160	100-140
çekme altındaki elastik limit (MPa)	9-10	7-9	8-9	6-8	5-7
çatlama sonrası eksenel çekme dayanımı w=0,3mm (MPa)	7-10	6-9	6-9	5-8	0
eş değer eğilme dayanımı (MPa)	20-40	15-30	15-30	12-25	10-20
young modülü	45-55		45-55		35-45
poisson oranı	0,2	0	0,2	0	0,2
çekme (mm/m)	0,6-0,8*	0,6-0,8	0,7-0,9*	0,7-0,9	0,8-1,0
sünme	0,2-0,4	0,8-1,0	0,2-0,4	0,8-1,0	1,0-1,2
termal genleşme (µm/m/°C)	12		12		12

Şekil-4: UHPC'nin mekanik özellikleri [4]

1.1. Basınç Gerilmesi:

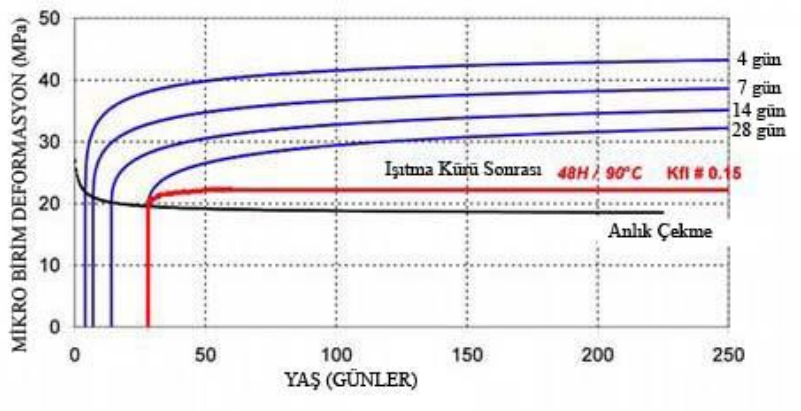
UHPC'nin basınç gerilmesi normal betondan 4-8 defa daha iyidir. Basınç davranışı, maksimum stres noktasına kadar, neredeyse doğrusal olarak artmakta ve malzemede bu fazda hiçbir hasar gözlenmemektedir (Şekil-5). Normal betonun dayanımı 50 mpa, yüksek performanslı betonun dayanımı 145 Mpa iken UHPC'nin dayanımı 200 Mpa'dır. Su azaltıcı maddeler dayanımını azalttırmaktadır [13].



Şekil-5: UHPC basınç gerilmesi [4], [1]

1.2. Çekme Davranışı:

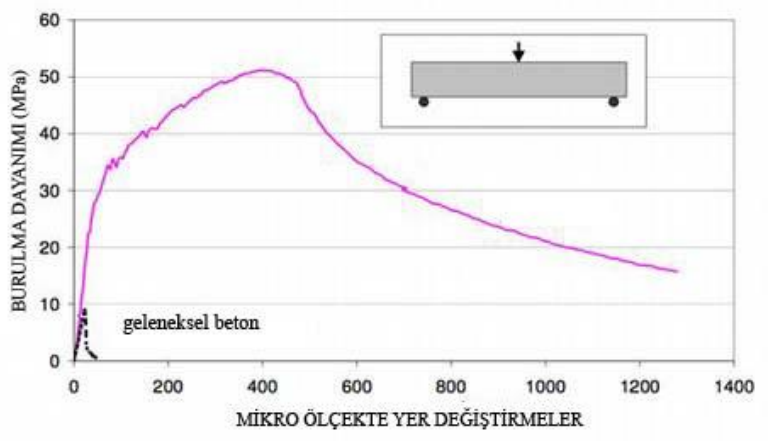
Çekme ve sünme UHPC'nin en dikkat çekici özelliğidir. Çekme ve sünme özellikleri geleneksel betondan 3-4 kat daha iyidir (Şekil-6). Çelik fiberler çatlamayı önlemektedir [13]. Kayıtlı çekme ve sünme deformasyon katsayısı elastik deformasyon katsayısından daha yüksektir. Çekme ve sünme deformasyon katsayısı 0.8'dir. Sıcak uygulama yapıldığında bu sayı 0.2 ye düşmektedir. Ama hesaplamalarda 0.3 katsayısı kullanılmaktadır. Su-çimento oranı düşük olduğu için kururken malzemede çekme gözlenmez. İçten kaynaklanan 300 - 400 µm/m değerinde çekme meydana gelir. Sıcaklık uygulandığında uygulamanın sonunda içten kaynaklanan çekme de bitmiş olur. Devamında çekme gözlenmez.



Şekil-6: UHPC'nin birim deformasyonu [4], [1]

1.3. Eğilme Davranışı :

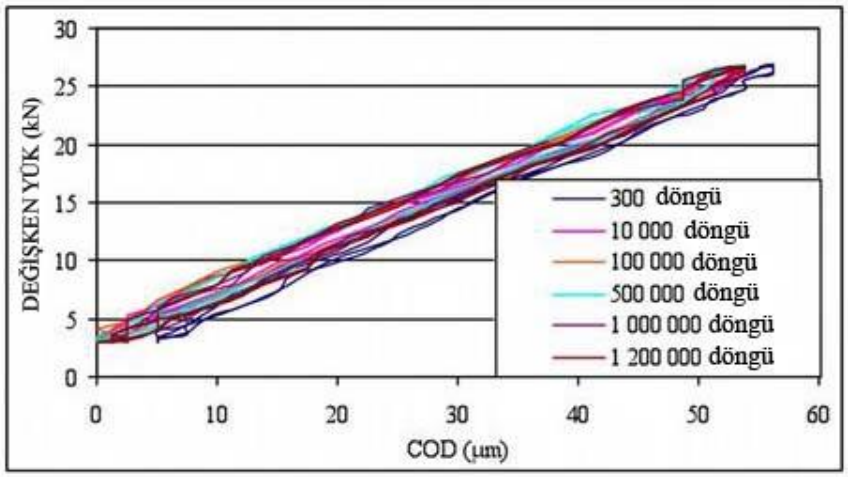
50 milyon metalik fiber içeren ve hacimce %2 metalik fiber olan bu malzeme düktil özellik göstermektedir. En yüksek basınç düzeyine ulaşana kadar, çatlaklar bir araya toplanmadan veya büyük bir çatlak oluşmadan, sadece birkaç tane çatlak oluşmaktadır. Elastik limitin üstünde bir güçle büküldüğünde mikro çatlaklar oluşmakta ve fiberler düktil davranış göstererek bu çatlağı sıkıca kapalı tutmaktadır (Şekil-7).



Şekil-7: UHPC'nin burulma dayanımı [4], [1].

1.4. Yorulma Davranışı :

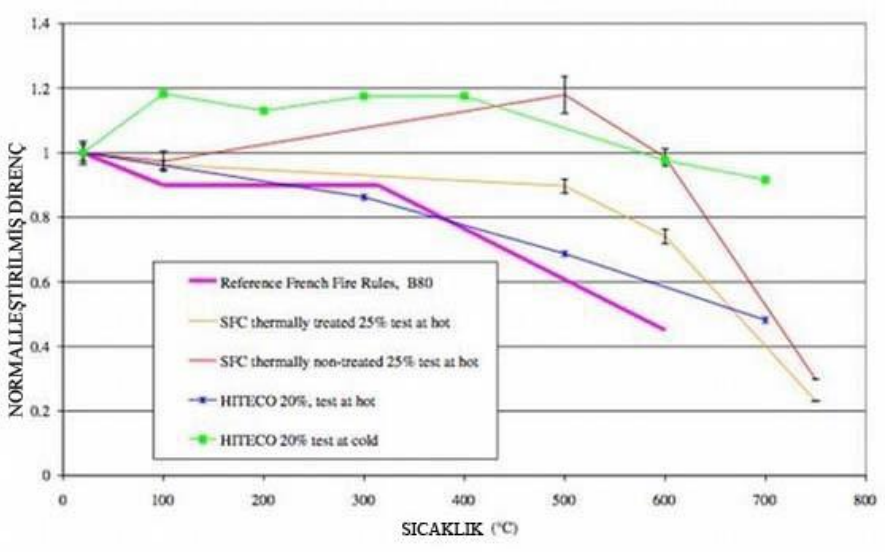
Yorulma testi ve önceden yükleme testi yapılmıştır. Yükleme elastik limitinin %10-90 arasında yapılmıştır. Aşağıdaki şekil çatlak açılım kaymasının çatlak dönüşüm katsayısıyla ilgisini göstermektedir. 1.2 milyon dönüşümde, çatlak açılmasında ve yayılmasında artış gözlenmemiştir (Şekil-8). Hesaplamalarda çekme kuvveti değeri max. değer olarak baz alınır.



Şekil-8: UHPC'nin yorulma davranışı [4]

1.5. Yangın Etkisindeki Davranışı :

Yanmaz malzeme sınıfında yer almaktadır. Metalik fiberlere organik fiberler eklenerek yangın dirençli hale gelmektedir. İçerisinde bulunan polypropylene fiberler yangın dayanımını arttırmaktadır [13]. ISO 834 yangın direnç testi; yüklenmiş ve yüklenmemiş olarak kolon ve kirişlerle test edilmiştir. Bu testte mükemmel derecede yangın direnci göstermiş ve neredeyse hiç patlama gözlenmemiştir (Şekil-9).



Şekil-9: UHPC'nin yangın altındaki davranışı [4]

2. UHPC'nin Mimariye Ve Mimari Estetiğe Katkısı

Ultra yüksek performanslı betonlar mimaride normal betonun kullanıldığı birçok alanda kullanılabilmektedir ve daha iyi bir mekanik performans göstermektedir. UHPC'nin cephe panellerinde kullanımı malzemenin hafif ve dayanıklı olması sebebiyle yapı yükünü azaltır, servis ömrünü uzatır, bakım onarım maliyetlerini düşürür, kurulum söküm kolaylığı sağlar [11]. Mineral bazlı pigmenler sayesinde renkli ve desenli olarak kullanılabilir. Bu renkler uzun süre canlılığını korumaktadır. Düktil ve kolay işlenebilir malzeme olması sebebiyle istenilen form uygulanabilir ve yenilikçi tasarımların çatı ve cephe panellerine uygulanabilir olması nedeniyle mimariye estetik kazandırır. Ultra yüksek performansı sayesinde çelik strüktüre yakın bir performans sergilemesi geniş açıklık geçilmesini sağlamakta böylece daha ince panellerle daha geniş açıklık geçilebilmektedir. Yüksek mekanik performansı nedeniyle betonun ekonomik ömrünü uzatmakta ve bakım masraflarını azaltmaktadır. Su sızdırmazlık sağlaması ve geniş açıklık geçmeye olanak sağlaması nedeniyle fabrika yapılarının çatılarında da kullanılmaktadır. Süper plastikleştiricilerin kullanılması nedeniyle betonun yeterli dayanıma ulaşma süresi kısalmakta bu nedenle inşaat süresi de kısaltmaktadır (Yeterli dayanıma ulaşma süresi yaklaşık 11 gün). Korozyon, aşınma ve kimyasallara karşı dayanıklıdır bu nedenle çeliğin kullanımının uygun olmadığı yerlerde kullanım olanağı sağlar. Ancak çekme gerilmesi direnci çelikten daha az olduğu için tamamen çelik yerine kullanmak mümkün değildir. Yanmaz malzeme sınıfına girdiği için acil tahliye alanlarında kullanımı uygundur. Geleneksel betondan %10 daha yoğundur ve düktil bir malzemedir. Jean Bouin stadyumunun çatısında kullanılan panellerde fiber içeriği sayesinde geniş açıklık geçmek mümkün olmuştur [6]. Ayrıca çatı panellerinde %20-27 oranında cam kullanımına ve 8-9m açıklık geçilmesine olanak sağlamıştır. Prefabrik cephe panellerinde 3 cm panel kalınlığındadır ve genellikle 20-30cm izolasyonla birlikte kullanılmaktadır.

3. UHPC'nin Çatı ve Cephelerde Kullanımına Örnekler

Malzemenin hafif ve dayanıklı olması nedeniyle UHPC'nin cephe paneli olarak kullanımına olanak sağlamaktadır. Karışıma eklenen pigmentler sayesinde çeşitli renk ve

desenler oluşturulur. Çeşitli formlarda kullanımı da mümkündür. Böylelikle tasarımda esnekliğe ve yaratıcılığa olanak sağlar.

3.1. UHPC'nin Cephelerde Kullanımı

Ultra yüksek performanslı betonlar yapıya çeşitli katkı sağlamaktadır. Bu katkılar 3 alt başlıkta incelenebilir.

1. Hafiflik: Malzemenin hafif ve dayanıklı olması nedeniyle UHPC'nin cephe paneli olarak kullanımına olanak sağlamaktadır. Bu nedenle kurulum söküm kolaylığı sağlanmakta ve inşaat alanına taşınması kolaylaşmaktadır. Böylece üretim farklı tesislerde yapılarak kolayca alana taşınabilmektedir.
2. Kolay işlenebilirlik ve esneklik: Kolay işlenebilir olması, çeşitli formlarda kullanılabilmektedir. Karışıma eklenen pigmentler sayesinde çeşitli renk ve desenler imal edilebilmektedir. Böylece yenilikçi tasarımların uygulamasına, tasarımda esnekliğe ve yaratıcılığa olanak sağlar.
3. Dayanıklılık ve kimyasallara karşı direnç: Mekanik performansının yüksek olması nedeniyle deprem yüklerine karşı daha iyi direnç sağlar. Böylece cephede büyük panellerin kullanımı mümkündür. Ayrıca çeşitli kimyasallara ve adezyona karşı dirençli ve yanmaz malzemedir [13].

Ultra yüksek performanslı beton ile Lille Metropole Modern Sanat Müzesinde kullanılan cephe panelleri 7-9cm kalınlığına sahiptir (Bkz. Şekil-10). Bu nedenle normal beton ile yapılabilecek cephe panelinin üçte biri kalınlığında cephe panellerinin kullanımı sağlanmıştır.

ZAC Paris Rive Gauche (Fransa)'ın cephesinde bulunan 44 delikli panelin genişliği 2.30 m., yüksekliği 6.60 m.'dir. Her biri 15m^2 olan panellerin %50'si dolu malzeme %50'si ise boşluktan oluşmaktadır. Paneller dekoratif olmakla birlikte çeşitli sarılıcı tırmanıcı vejetasyonların düzgün büyüyebilmesini sağlamaktadır. Herbir panel 7-9cm kalınlıkta ve 1.8 metrik ton ağırlığındadır (Bkz. Şekil-11).

Ornans Anaokulu (Fransa)'da kullanılan panellerden bazıları 1.55x 3.60m, diğerleri 4.6 m x 5.6 m.'dir. Toplam 21 parça panel kullanılmıştır (Bkz. Şekil-12), (Bkz. Tablo-1).

Tablo-1: UHPC cephe panellerinin kullanıldığı binalar, panel ölçüleri ve kalınlıklarının karşılaştırılması

	Jean Bouin Stadyumu	**ZAC Paris Rive Gauche**	**Ornans Anaokulu**
Ölçüler	9m x 2.5m	2.30 m x6.60	1.55x 3.60m / 4.6 m x 5.6
Kalınlık	11cm	7-9cm	3cm



Şekil-10: Lille Metropole Modern Art Museum, France: sanat eserlerini güneşten koruyan kafes [4]



Şekil-11: ZAC Paris Rive Gauche (France): Dikey peyzaj için mineral yaprak dekoru [4]



Şekil-12: Ornans infant school (France): Küçük çocuk okundaki ışık ve gölgeler [4]



Şekil-13: Plescop şehir holü cephesi için delikli cephe panelleri [4]

3.2. UHPC'nin Çatılarda Kullanımı

Ultra yüksek performanslı betonların yapılarda çatı kullanımına katkıları 3 alt başlıkta incelenebilir.

1. Hafiflik: UHPC'nin hafif ve dayanıklı olması nedeniyle çatı paneli olarak kullanımına olanak sağlar. Bu nedenle kurulum söküm kolaylığı sağlar ve inşaat alanına taşınmasını kolaylaştırır. Üretim farklı tesislerde yapılarak alana kolayca taşınabilir.
2. Kolay işlenebilirlik ve esneklik: Kolay işlenebilir olması, çeşitli formlarda üretilebilmesi karışımında fiber kullanılması mümkündür. Karışıma eklenen pigmentler sayesinde çeşitli renk ve desenler üretilebilir. Böylece yenilikçi, esnek tasarımların uygulanmasına ve yaratıcılığa olanak sağlar.
3. Dayanıklılık ve kimyasallara karşı direnç: Mekanik performansının yüksek olması nedeniyle deprem yüklerine karşı daha iyi direnç sağlar. Geniş açıklık geçmeye olanak sağlaması [12]nedeniyle fabrika çatılarında kullanımı da münkündür. Böylece çatıda büyük panellerin kullanımına da olanak sağlar. Minimum malzemeyle maksimum yüzey ötrülür. Ayrıca çeşitli kimyasallara ve adezyona karşı direnç sağlar ve yanmaz malzemedir[13].

Jean Bouin Stadyumunda cam %20-27 oranında kullanılmıştır. Stadyumun çatı panelleri 8-9m x 2-2,5m x 35-45mm (min. kalınlık) ebatlarındadır. Cephe panellerinde ise boyutu 9m x 2,5m x 11cm'dir (min. kalınlık)(Bkz. Şekil-14), [7].



Şekil-14: Jean Bouin Stadium (France): UHPC cephe ve çatı panelleri [4]

Tablo-2: Jean Boudin Stadyumunda (Fransa) kullanılan panellerin ölçüleri ve cam kullanım oranı

Cam kullanım oranı:	%20-27
UHPC çatı panel ölçüleri:	8-9m x 2-2,5m x 35-45mm (min. kalınlık)
UHPC cephe panel ölçüleri:	9m x 2,5m x 11cm (min. kalınlık)



Şekil-15: Weleda çatısı [4]

4. Sonuçlar

UHPC panelleri çatı ve cephelerde genel olarak; hafiflik, kolay işlenebilirlik ve esneklik, dayanıklılık ve kimyasallara karşı direnç sağlamaktadır. UHPC panellerin çatı ve cephelerde kullanımı mimariye estetik sağlamakta istenilen form ve dizaynda yenilikçi tasarımlar uygulanabilmektedir [1]. Mekanik performansının yüksek olması nedeniyle geniş açıklık geçmek için çelik strüktürün yerine kullanılabilir. Ultra yüksek performanslı betonun normal ve yüksek performanslı betona göre ekonomik ömrü daha uzun, bakım onarım maliyetleri daha düşüktür[13], [8]. Ayrıca yanmaz malzeme sınıfında yer alması nedeniyle yangın sırasında acil tahliye gerektiren alanlarda kullanılabilir. Paneller ısı yalıtımıyla (20-30cm) birlikte de kullanılabilmektedir. Ayrıca, mekanik performansının yüksek olması nedeniyle fabrikaların kolon ve kirişlerinde, çatı panellerinde kullanılabilmektedir. Geniş açıklık geçmeye olanak sağlar. Hazır beton olarak kullanılmakla birlikte ön germeli beton olarak da kullanılabilir [13].Su sızdırmazdır, aşınmaya, kimyasallara ve korozyona karşı dayanıklıdır. Çabuk kuruması nedeniyle inşaat süresinin kısalmasını sağlamaktadır (Yeterli dayanıma ulaşma süresi yaklaşık 11 gün). Geleneksel betondan %10 daha yoğundur ve düktil bir malzemedir. Geleneksel beton ile yapılan panellerin üçte biri kalınlığa sahiptir. Panellerin hafif olması nedeniyle kurulum, söküm ve inşaat alanına taşınması daha kolaydır.

Kaynaklar:

[1] Behloul, M., 2004, Ductal® Technology: A Large Spectrum Of Properties, A Wide Range Of Applications, http://www.uni-kassel.de/upress/online/frei/978-3-89958-086-0.volltext.frei.pdf
[2] Cauberg, N., Piérard, J., 2008, Ultra High Performance Concrete: Mix Design And Practical Applications, http://www.abece.com.br/web/restrito/restrito/pdf/ch170.pdf
[3] Center for Transportation Research and Education, 2008, Design and Performance Verification of Ultra-High Performance Concrete Piles for Deep Foundations, http://www.intrans.iastate.edu/reports/tr-558_uhpc_piles.pdf
[4] Ductal-Lafarge, 2014, http://www.ductal.com/
[5] Harris, D., 2004, Characterization Of Punching Shear Capacity Of Thin Uhpc Plates, http://scholar.lib.vt.edu/theses/available/etd12212004212646/unrestricted/Thesis(DKHarris).pdf
[6] Özyıldırım, Ç., 2011, Evaluation of Ultra High Performance Fiber Reinforced Concrete, http://www.virginiadot.org/vtrc/main/online_reports/pdf/12-r1.pdf
[7] Precast, 2014, Ultra High Performance Concrete (Uhpc) Guide To Manufacturing Architectural Precast Uhpc Elements, http://precast.org/wp-content/uploads/2011/05/NPCA-ultra-high-performance-concrete.pdf
[8] Racky, P., 2004, Cost-effectiveness and sustainability of UHPC, http://www.uni-kassel.de/upress/online/frei/978-3-89958-086-0.volltext.frei.pdf
[9] Shann, S., 2012, Application Of Ultra High Performance Concrete (Uhpc) As A Thin-Bonded Overlay For Concrete Bridge Decks, http://services.lib.mtu.edu/etd/THESIS/2012/Civil&EnvironmentalEng/shann/thesis.pdf
[10] Teichmann, T., Schmidt, M., 2004, *Influence of the packing density of fine particles on structure, strength and durability of UHPC*, http://www.uni-kassel.de/upress/online/frei/978-3-89958-086-0.volltext.frei.pdf
[11] Tue,N., Küchler, M., Schenck, G., Jürgen, R., 2004, Application of UHPC filled Tubes in Buildings and Bridges, http://www.uni-kassel.de/upress/online/frei/978-3-89958-086-0.volltext.frei.pdf
[12] Walraven, J., 2004, Designing with ultra high strength concrete: basics, potential and perspectives, http://www.uni-kassel.de/upress/online/frei/978-3-89958-086-0.volltext.frei.pdf
[13] Tang, M.C., 2004, *High Performance Concrete – Past, Present and Future*, http://www.uni-kassel.de/upress/online/frei/978-3-89958-086-0.volltext.frei.pdf
[14] Geisenhanslüke, C., Schmidt, M., 2004, *Methods for Modelling and Calculation of High Density Packing for Cement and Fillers in UHPC*, http://www.uni-kassel.de/upress/online/frei/978-3-89958-086-0.volltext.frei.pdf

İstanbul'da Otel Binalarının Dış Duvarlarındaki Sistem ve Malzeme Seçimlerinin İncelenmesi

Ezgi Yıldırım[1]
Fatih Yazıcıoğlu[2]

Konu Başlık No: 1. Çatı ve Cephe Sistemleri ve Bileşenleri

ÖZET

İstanbul 20 milyonu aşan nüfuslu bir metropoldür. Bu nedenle sürekli gelişmekte ve mevcut bina dokusu yenilenmektedir. İstanbul'un eski sanayi ve ticaret bölgeleri yerini hizmet odaklı bölgelere bırakmaktadır. Hizmet sektörüne yönelik nitelikli yapıların sayısı giderek artış göstermektedir. Bu çeşitlilik İstanbul'a; mimari tasarım, cephe sistemleri, malzeme seçimleri ve yapı elemanları açısından yeni bir kimlik sağlamakta ve bunlara yönelik performans araştırmaları için büyük bir potansiyel kazandırmaktadır. Çalışmada, kullanıcı gereksinimleri ve mimari görselliği en üst düzeyde yansıtan farklı noktalardan seçilen otel binaları analiz edilmektedir. Otel binalarının cephelerindeki sistem ve malzeme seçimleri ile yapım teknikleri ele alınmaktadır. Giriş bölümünde, konu hakkında kısaca bilgi verilmektedir. Sonraki kısımlarda, literatür taraması, yöntem, dış duvarlarla ilgili genel bilgiler ve beklenebilecek performanslar tartışılmaktadır. Alan çalışmasında, seçilen otellerin dış duvarlarının detay tasarımları incelenmektedir. Çalışma, sonuç bölümü ve kaynakçayla sonlanmaktadır.

ANAHTAR KELİMELER
Oteller, cephe sistemleri, yapı elemanları performansı, yapım teknikleri, malzeme seçimi.

The Investigation of System and Selection of Materials of Hotel Building's Exterior Walls in Istanbul

Topic Number: 1.Systems and Components of Roof and Façade

ABSTRACT

Istanbul is a city which has over 20 million inhabitants in daytime. The city is constantly developing and old buildings are being renewed. Old industrial and business areas of İstanbul has been changed into service-oriented areas. The buildings which are related to service-oriented areas are increasing. This variety provides a new identity for İstanbul in terms of architectural design, façade systems, selection of materials and building elements that creates a big potential about performance based arcitectural researchs. In the study, high-end hotel buildings from different regions of İstanbul have been selected. These buildings are reflecting creative architectural visualization and satisfying user comfort requirements. System, selection of materials and construction methods of hotel building's exterior walls are studied in this research. In the introduction, short information about the subject is stated. In the following sections, literature review, methodology, general information and performances of the building elements are presented. Detail designs of exterior walls are investigated in the case study. The research is finished with conclusion and bibliography parts.

KEY WORDS
Hotels, façade systems, performance of building elements, construction methods, selection of material

[1] Mimar Ezgi Yıldırım, İTÜ FBE ÇKY Yüksek Lisans Programı öğrencisi, 0537 4693636, ezgiyldrm91@gmail.com
[2] Y. Doç. Dr. Fatih Yazıcıoğlu, İTÜ Mimarlık Fakültesi, Taksim İstanbul, 0212 2931300/2206, yaziciogluf@itu.edu.tr

İSTANBUL'DA OTEL BİNALARININ DIŞ DUVARLARINDAKİ SİSTEM VE MALZEME SEÇİMLERİNİN İNCELENMESİ

Mimar Ezgi Yıldırım İTÜ FBE ÇKY Yüksek Lisans Programı
Y. Doç. Dr. Fatih Yazıcıoğlu İTÜ Mimarlık Fakültesi

1.Giriş

İstanbul coğrafi konumundan dolayı tarih boyunca birçok farklı uygarlığa ev sahipliği yapmıştır. Özellikle 1950'lerden sonra girdiği hızlı büyüme ve nüfus artışı sonucunda yoğun bir yapılaşma ile şekillenen bir gelişme göstermiştir. İstanbul'un kentsel dokusunu şekillendiren en önemli unsurlarından biri sanayi alanları olmuştur ve gelişen sanayi yerini ticarete bırakmıştır. İstanbul'da ticaretin gelişiminde ise nüfusun yoğun olması, sanayinin gelişmiş olması ve ulaşım faaliyetlerinin yoğun olması etkili olmuştur [1]. Diğer yandan, İstanbul'un kültür, sanat ve konum gibi güçlü yönleri burada kültür, kongre, eğitim, spor ve doğa, termal ve daha birçok turizme olanak sağlamaktadır [2]. Ticaretin ve turizmin gelişmesi yapı ihtiyacını arttırmaktadır. Özellikle 1980'lerden sonra yapım yöntemlerinin ve yapı malzemesine erişimin kolaylaşması sonucunda bina üretim miktarı artmış ve eski sanayi ve ticaret bölgelerine yeni binalar yapılmaya başlanmıştır.

Yapı eylemi en yalın ve genel düzeyde, her boyutta eşyanın üretilmesi, başka bir deyişle, maddi çevre yaratılmasıdır. Mimarlık özel bir yapı eylemidir [3]. Mimaride yapı ise, barınma ihtiyacını karşılayan, çeşitli yapı gereçleriyle ve yapım teknikleri uygulanarak oluşturulan sistemlerdir. Taşıyıcı elemanlarına göre yapılar; temeller, duvarlar, kolonlar, kirişler, döşemeler, merdivenler ve çatılar şeklinde sınıflandırılabilir. Yapının duvarlarından biri olan dış duvarlar, en az bir yüzü dış havaya ya da toprağa bakan duvar anlamına gelmektedir [4,5]. Dış duvarlar yapıya koruyucu çevreleme sağlar ve kullanıcıları sert havalardan korumak, güvenlik sağlamak, tozun ve kirin kapatılmayan noktalardan girişini önlemek, dışarıdan gelen gürültü seviyesini azaltmak gibi fonksiyonlara sahiptir [6]. Dış duvarlardaki sistem ve malzeme seçimi yapının tasarımı, duvardan beklenen gereksinimler, modern teknolojinin avantajları ve daha birçok faktör doğrultusunda yapılmaktadır. Günümüzde malzeme ve yapım teknikleri alanında yaşanan gelişmeler dış duvar sistemi seçeneklerinin ve yapım tekniklerinin çeşitlenmesini sağlamaktadır.

Tarihte Roma döneminde, doğu ülkelerinde, belirli aralıklarla yolcular ve atları için bölümleri olan yapılar yapılmaktaydı. Doğu Roma(Bizans) döneminde de yine belirli aralıklarla, kervansaray benzeri yapılar var olmaktadır. Eskiden yollar üzerinde ve kasabalarda yolcuların konaklamalarına yarayan kâgir ya da ahşap binalara han ya da kervansaray adı verilmekteydi. İslam dünyasının savaş zamanlarında kullandığı toplanma yerleri olan "ribat"ları da kervansarayların öncüleri arasında görülmektedir. Selçuklu zamanındaki kervansaraylar, mallarıyla birlikte insanlara, yolculuklarını güven içinde, en iyi hizmeti görerek yapabilmelerini sağlamaktaydı. Savaş amaçlı değil, baştan sona insancıl amaçla gerçekleştirilmişlerdi. Her bir kervansaray yapısında, bir öncekine göre yapım yönteminde işlevsellikte ve bezemelerde daha iyiyi, daha güzeli arama çabası açıkça görülmektedir [5,6]. Günümüzde bu yapılar yerlerini konaklama tesislerine bırakmıştır. Konaklama tesisleri; insanların değişik nedenlerle yapmış oldukları yer değiştirme olayında, konaklama, yeme-içme ve diğer ihtiyaçlarını karşılamak amacı ile faaliyet gösteren ve değişik niteliklere sahip işletmelerdir [7]. Bu tesislerden biri otel yapılarıdır. Otel kavramı temel anlamıyla, yolcuların oda ya da daire kiralayarak bir süre kaldıkları misafirhane olarak açıklanabilir [5]. Oteller mimari görselliği ve kullanıcı gereksinimlerini en üst seviyede sağlamaya çalışmakta ve otellerin dış duvarları, yapıyı dış koşullardan ve iç konforu korumak amacıyla belirli düzen ve sisteme göre tasarlanmaktadır.

Çalışmada, İstanbul'un çeşitli bölgelerinde bulunan otel binaları analiz edilmiştir. Ticaret ve turizm İstanbul'da oldukça büyük bir paya sahip olan sektörler olduğundan İstanbul'a ziyarette bulunan insanlar için konaklama ihtiyacını arttırmaktadır. Konaklama tesislerinden ve özellikle de otel binalarından beklenen konfor koşulları ve kullanıcı gereksinimleri oldukça yüksektir. Bu beklentileri ve gereksinimleri karşılamak için yapının en önemli elemanlarından olan dış duvarlarının belirli performans özelliklerini göstermesi gerekmektedir. Bu sebeple çalışmada, İstanbul'da tespit edilen çeşitli otel binalarının duvarlarının sistem ve malzeme seçimlerinin incelenmesine karar verilmiştir. İnceleme; gözlem ve ilgililerle yüz yüze görüşmelerden oluşmaktadır. Çalışma, otel binalarının dış duvarlarının performansları hakkında yapılacak olan ileriki çalışmalara yol gösterici olacaktır.

2. Yöntem

Bu çalışmada kullanılan araştırma yöntemi 3 aşamadan oluşmaktadır. İlk aşama Literatür Taramasıdır. Gelişen ve sürekli yenilenen mimarlığın ve bununla beraber yapı teknolojisinin mevcut durumunu görmek amacıyla genel bir literatür taraması yapılmıştır. Konfor ihtiyacı arttıkça, yapıların tasarım aşamasından uygulama ve kullanımına ve sonrasında yıkımına kadar bazı kriterler ve performans koşullarının sağlanması gerekmektedir. Özellikle; yapı elemanı olarak dış duvarlarda ve tipolojik olarak otel yapılarında bu konfor ihtiyaçlarının ve performans gereksinimlerinin en üst seviyede olduğu görülmektedir. Anahtar kelimelerden yola çıkarak dış duvarlar, yapı elemanı performansı, otel binaları ve cepheler hakkında çeşitli kaynaklardan bilgi toplanmıştır. İkinci aşama, tespit çalışmasından oluşmaktadır. Turistik Otelciler, İşletmeciler ve Yatırımcılar Birliği'nin 2013'teki raporuna göre, İstanbul'un Avrupa Yakası'nda toplam 1548 tane, Anadolu Yakası'nda ise 169 tane konaklama tesisi bulunmaktadır [8]. Çalışmanın alan incelemesi bölümünde binalar, İstanbul'un farklı bölgelerindeki 5 yıldızlı oteller arasından 3 otel olarak seçilmiş ve detaylı olarak incelenmiştir. Bu tip otel binaları kullanıcı gereksinimlerine büyük ölçüde önem veren, mimari görselliğin ön planda olduğu, tanınmış mimarlar tarafından tasarlanan yapılardır. Otellerin seçiminde kat yüksekliğinin çok olması göz önünde tutulmuştur. Değerlendirmede öncelikle dış duvarların opak ve şeffaf bileşenleri için U değeri hesaplanmış, bulunan değerler TS 825 standardından elde edilen minimum değerlerle karşılaştırılmıştır. Dış duvarlarda bulunan camlar için de U değeri incelenmiş, standartlarla karşılaştırılmış. Aynı zamanda camların akustik performansı incelemesi için üreticilerden teknik bilgilere ulaşılmış ve Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nda bulunan sessiz ortam sınıfındaki değerleri sağlayıp sağlamadığı kontrol edilmiştir.

3.Dış Duvarlar

Duvarlarda dış ve iç kavramları diğer yapı elemanlarına oranla farklı bir durum arz etmektedir. Dış duvarlar hem statik yönden hem de yalıtım özellikleri yönünden (yağmur, kar, rüzgâr gibi fiziksel etkilerle dış gürültülerin kaynağına açık olmaları nedeniyle) iç duvarlardan daha yüksek performans sergilemek durumundadır [9].

3.1.Dış Duvarların İşlevleri

Dış duvarın bileşenlerini içeren strüktür, kaplama, iç kaplama, kapılar ve pencereler, bariyerler ve kesiciler binanın iç mekân çevresinin oluşmasını sağlar [10]. Dış duvarların kendilerinden beklenen bazı işlevleri bulunmaktadır. Taşıyıcı dış duvarlar kendi yüklerine ek olarak yapının yatay ve düşey tüm yüklerini bir altındaki duvarlara veya temele aktaran duvarlardır. Bunun yanı sıra duvarların kullanıcıları rahatsız edici oranda yüksek ses ve gürültüden koruma işlevi vardır. Isı değişimleri düşünüldüğünde, dış duvarlar kış mevsiminde ısı kaybını ve yaz aylarında ısı kazancını önleyerek iç mekânda rahat yaşanabilir bir ortam sağlayacak biçimde çözümlenmelidir. Ayrıca çeşitli hava etkilerine (yağmur, rutubet, nem) karşı dayanımlı olacak şekilde detaylandırılmalıdır. Duvarlar ahşap malzemeden yapılanlarının dışında yangına dayanıklıdır. Ancak, duvar kaplamalarının da çabuk tutuşmayan ve yanarken zehirli ve veya aşırı duman çıkaran malzemelerden yapılmamasına dikkat gösterilmelidir. Son olarak, dış duvarlar estetik açıdan bir binanın görselliğini vurgulayan en önemli kısımlarından birisidir.

3.2.Dış Duvarlarda Sistem ve Malzemeler

3.2.1. Dış Duvar Yapı Sistemleri

Dış duvarlar çeşitli şekillerde uygulanan yapı sistemlerine sahiptir. Tuğla, beton bloklar veya taş malzemelerden oluşan tekil bloklardan inşaa edilen yığma duvar bunların en temelidir. Başlangıcındaki adımlarda destek ve kalıp gerektiren malzemelerden yapılan duvarlar monolitik duvarlardır. İskelet(çerçeve) duvarlar, küçük elemanlarla, genellikle ahşaptan, iskelet olarak ve bu iskeletin yakın aralıklarının her bir tarafının kaplanmasıyla oluşur. Sandviç duvar, plastik, metal, kontraplak veya diğer uygun malzemelerden oluşan iki ince tabaka ve bu malzemelere bağlanmış ham plastik, plastik köpük veya iç kirişten oluşur. Giydirme duvar (cephe) ise, giydirme cephe boşluklara ayrılmış, kontrol edilebilir ve kendi ağırlığından başka hiçbir şeyi desteklemeyen duvar anlamına gelmektedir [11,12].

3.2.2. Dış Duvar Malzemeleri

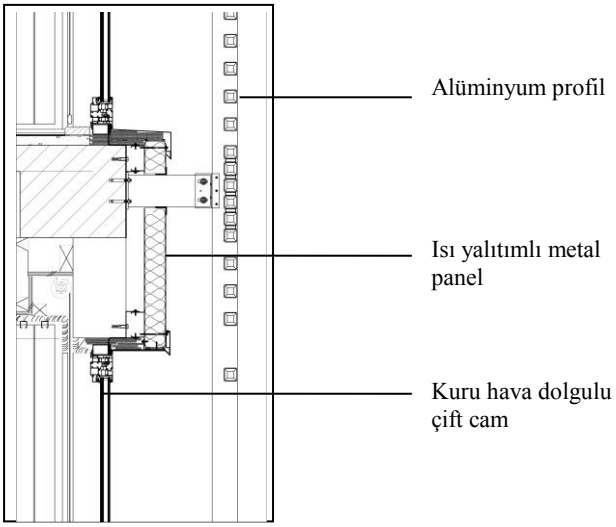
Dış duvarlar geniş bir malzeme seçeneğine sahiptir. Balçık, kil vb. doğal gereçlerin kıyılmış bitki, bitki kökü ya da samanla karıştırılıp, suyla plastik kıvamda yoğurularak kalıplanması ve açık havada kurutulmasıyla elde edilen kerpiçle, dış duvarlar inşa edilebilir. Doğadan –taş ocaklarından- çıkartılan taşların, kurallarına göre örülmesiyle taş duvarlar oluşturulur. Tuğla duvarlar, çeşitli şekil ve boyuttaki tuğlaların, bir bağlayıcı harçla örülmesiyle oluşturulurlar. Beton briket, alçı blok veya ytong malzemelerinden oluşan hafif blok duvarlar, ses ve ısıya karşı yalıtımlı ve hafif olması istenen, yapıların iki kolonu arasında uygulanan duvarlardır. Panel duvarlar, yapımında hafif agregalı betondan yapılmış boşluklu duvar panelleri de kullanılan duvarlardır. Beton ve betonarme malzemeleri dış duvarlarda en çok kullanılan malzemelerdir. Çeşitli amaçlarla, iki ayrı cins kâgir malzemeden duvar oluşturulabilir. Bu duvarlar karma malzeme olarak nitelenir [5].

4.Alan Çalışması

4.1. Divan İstanbul



Foto1: Divan Otel



Şekil.1 Dış Duvar Detayı

Bina Bilgileri
Yeri: Taksim, Harbiye Mahallesi Asker Ocağı Caddesi No:1, Şişli, İstanbul [Foto.1]
Mimarı: The Office of Thierry W Despont, Akan Mimarlık
Yüklenici: Akton Yapı
İşletmecisi: Divan Grubu
Yatırımcısı: Koç Holding
Yapım Yılı: 2011

Dış Duvar Bilgileri

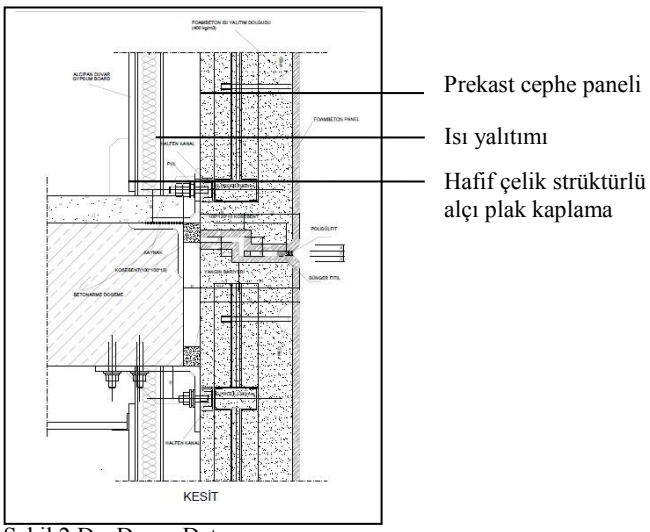
Otel binasının taşıyıcı sistemi betonarmedir. Bina cephesinin opak yüzeyi terracotta panellerden, diğer kısımları ise pencereler ve pencere önü güneş kırıcılardan oluşmaktadır. Güneş kırıcılar döşeme kirişlerine alüminyum ankraj elemanlarıyla bağlanan alüminyum dikmelerden ve bu dikmelerin arasındaki güneş ışınlarını kıran yatay profillerden oluşmaktadır. Cephe temizliği ve aydınlatması amacıyla pencere ve güneş kırıcı sistem arasında 38.5 cm bırakılmıştır.

Cephenin opak bileşenlerinin ısıl performansını artırmak için 8cm kalınlığında ısı yalıtımlı metal paneller kullanılmıştır. Şeffaf bölümlerde ise 16mm ara boşluklu çift cam kullanılmıştır. Bölümlerin kullanıcı konforu açısından iyileştirilmesi için dış kısımda 6mm kalınlığında olan iki camın yapıştırılmasıyla oluşan temperli cam tercih edilmiştir. Pencerelerde iç mekândaki ısıl performansı yüksek tutmak amacıyla kuru hava dolgulu çift cam kullanılmıştır. Çift cam içten dışa doğru 8mm lamine temperli cam, 16mm kuru hava ve 12mm temperli cam olarak detaylandırılmıştır. İç kısımdaki lamine temperli cam, darbelere karşı dayanıklı olması ve güvenlik sağlaması için kullanılmıştır. TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kurallarına göre İstanbul için pencerelerden beklenilen minimum U değeri 2,4 W/m².K'dir [13]. Bu projede kullanılan camların üreticisinden alınan teknik bilgilerde ara boşluklu camın U değerinin 1,3 W/m².K olduğu görülmektedir. Dolayısıyla gereken U değerini sağlamaktadır. Ayrıca cam üreticisinin teknik tabloları incelendiğinde gürültü yalıtım değerinin 42 desibel olduğu görülmektedir. [14]. Otelin bulunduğu yer yoğun trafik alanı olarak nitelenmektedir. Bu kapsamda Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'ndan alınan değere göre yoğun trafik alanlarının ortalama olarak 80 desibellik bir gürültüde olabileceği kabul edilmiştir [15]. Geçirgenlik değerinin 42 desibel olduğu ve gürültü miktarının 38-40 desibel civarına ineceğinden dolayı bu değer sessiz ortam sınıfına denk gelmektedir. [Şekil.1]

4.2. İstanbul Marriott Otel Asia



Foto2: Marriott Otel



Şekil.2 Dış Duvar Detayı

Bina Bilgileri
Yeri: Kayışdağı Caddesi No: 3, Ataşehir, İstanbul [Foto.2]
Mimarı: Tusavul Mimarlık
Yüklenici: Can Binzet Mühendislik, Detay Yapı, PNT Yapı
İşletmecisi: Marriott International Hotels & Resorts
Yatırımcısı: Büyükhanlı Kardeşler İnşaat Turizm ve Ticaret A.Ş.
Yapım Yılı: 2007

Dış Duvar Bilgileri

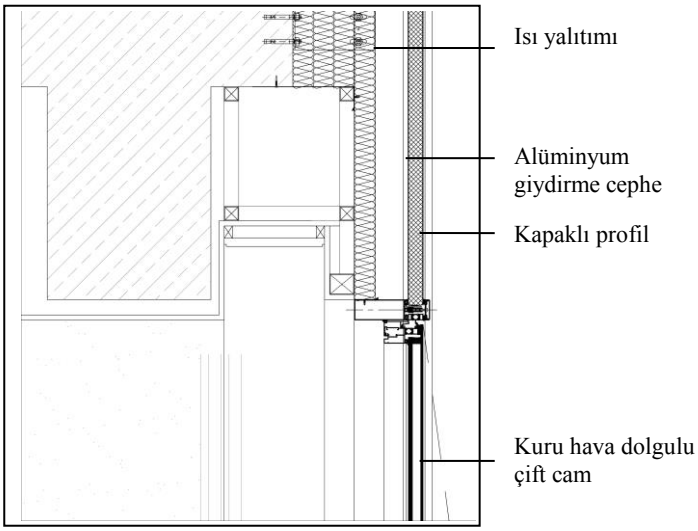
Otel yapısının ana strüktürü betonarmedir. Bina cephesinin opak yüzeyi prekast köpük beton cephe panellerinden, diğer kısımları ise pencerelerden oluşmaktadır. Cephelerin opak yüzeyleri sandviç duvar olacak şekilde detaylandırılmıştır. Sandviç duvarın dış yüzü prekast cephe panelleri ile, iç yüzü ise hafif çelik strüktürlü alçı plak kaplamadır. İç ve dış konstrüksiyonlar arasında, hava boşluğu ve ısı yalıtımı bulunmaktadır. Dış yüzdeki 18 cm kalınlığındaki prekast cephe panellerinin 16.5 cm'si köpük beton ön taraftaki 1.5cm'lik bölüm ise cam elyaf takviyeli betondur. Bu paneller binanın betonarme döşemelerine ankre edilen köşebentlere bulonlanmıştır. İç yüzdeki hafif çelik iskelet döşemelere ankre edilmiş ve iskelet arası ısı yalıtımı ile doldurulduktan sonra tek yüzden alçı plakla kaplanmıştır.

Köpük beton, aradaki hava boşluğu ve iç yüzeyde kullanılan ısı yalıtımı binanın dış duvarlarının ısıl performansını artırmaktadır. TS 825'e göre İstanbul için dış duvarlardan beklenilen minimum U değeri 0,60 W/m².K'dir [13]. Dış duvarlarda kullanılan sandviç duvarın üretici firmadan alınan değerlere göre U değeri 0,446 W/m².K olarak belirtilmektedir. Dolayısıyla istenilen değerin altında olup gerekli performansı sergilemektedir. Üretici firmadaki bir diğer teknik bilgiye göre, bu sandviç duvarın 35 desibel ses yalıtımı sağladığı kabul edilmektedir [14]. Otelin bulunduğu yer yoğun trafik alanı olarak nitelenmektedir. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı yoğun trafik alanı değerini 80 desibellik gürültüde olacağını kabul etmiştir [15]. Kullanılan panellerin geçirgenlik değeri 35 desibel olduğundan ve bu gürültü 40-45 desibel civarına ineceğinden gürültü değeri sessiz ortam sınıfına denk gelmektedir.Ayrıca kullanılan panellerin dış yüzeyinde kullanılan cam elyaf katkılı beton kabuk binaya su geçirmezlik sağlamaktadır. Derzlerden gelebilecek suyu engellemek ve dolayısıyla su ile ilgili performansı iyileştirmek için derzlerde polisülfit dolgu malzemesi kullanılmıştır. [Şekil.2]

4.3. Hilton Garden Inn İstanbul Airport



Foto3: Hilton Otel



Şekil.3 Dış Duvar Detayı

Bina Bilgileri
Yeri: Yenibosna Mahallesi Yalçın Koreş Caddesi No:14 Bahçelievler, İstanbul [Foto.3]
Mimarı: Metex Design Group
Yüklenici: Metex Design, Ar Tesisat Mühendislik Limited Şirketi, Işık Peyzaj Mimarlığı
İşletmecisi: Hilton Worldwide
Yatırımcısı: Saray Grup
Yapım Yılı: 2015

Dış Duvar Bilgileri

Otel binası, betonarme karkas bir taşıyıcı sisteme sahiptir. Bina cephesinde iki farklı tip yüzey bulunmaktadır. Bunlar; şeffaf (alüminyum giydirme cephe) ve opak (kompozit paneller) yüzeylerdir. Giydirme cephe olan bölümde farklı niteliklerde yüzeyler bulunmaktadır. Bunlardan birisi çift camlı alüminyum taşıyıcılı cam bölümler, ikincisi ise alüminyum taşıyıcılı kompozit yeşil paneller ve arkasında ısı yalıtımı kullanılmıştır.

Şeffaf yüzeylerde ısıl performans dayanımını sağlamak için kuru hava dolgulu çift cam kullanılmıştır. Çift cam içten dışa doğru 1cm temperli lamine cam, 2cm kuru hava ve 6mm lamine cam olarak detaylandırılmıştır. TS 825'e göre İstanbul için pencerelerden beklenilen minimum U değeri 2,4 W/m².K'dir [13]. Bu projede kullanılan giydirme cephedeki camların üreticisinden alınan teknik bilgilere göre U değerinin 1,3 W/m².K olduğu görülmektedir. Dolayısıyla gereken U değerinin altında olduğundan gerekli ısıl performansı sağlamaktadır [14]. Giydirme cephenin alüminyum cephesi döşeme bitiş kısmının 15 cm önünde uygulanmış ve bu bitiş kısmında cephenin kapak kısımları konumlanmaktadır. Kapaklı profiller ısı köprüsünü engellemektedir. Kapaklı profillerin arkasında ve döşeme önlerinde katlar arası ısıl performansı artırmak ve ses yalıtımı sağlamak amacıyla kullanılan ekstrüde polistren ısı yalıtımı malzemesinin kalınlığı artırılarak 20 cm'e çıkarılmıştır. Ayrıca Çevre ve Şehircilik Bakanlığı yoğun trafik alanı değeri dikkate alındığında gürültü değeri, 38-40 desibel civarına ineceğinden dolayı bu değer sessiz ortam sınıfına denk gelmektedir [15]. [Şekil.3]

5. Sonuç

İstanbul'daki otel binalarının dış duvarlarındaki sistem ve malzeme seçimlerinin incelenmesi amacıyla yapılan bu çalışmada, öncelikle literatür çalışmalarından elde edilen kuramsal bilgiler sunulmuştur. Çalışmanın ilerleyen bölümlerinde, İstanbul'un farklı bölgelerinden seçilmiş 5 yıldızlı lüks 3 otel hakkında inceleme yapılmış. Bu otelleri tasarlayan mimarlık ofisleri veya uygulayıcılara ulaşılmış ve bunlardan dış duvarlarla ilgili bilgiler ve detay çizimleri alınmıştır. Projelerde yapılan performans değerlendirme çalışmalarında, opak ve şeffaf bileşenlerin U değeri hesaplanmış, standartlarda belirtilen beklenilen değerlerle karşılaştırılması sonucunda gerekli değerleri karşıladığı görülmüştür. Camların teknik incelemesi konusunda, otellerin yoğun trafik alanları ve yüksek gürültünün bulunduğu yerlerde olmalarına rağmen camlarının gürültüyü kontrol eden ve gürültü seviyesini sessiz ortam değerlerine çektiği hesaplanmıştır. Ancak bu aşamada sadece hesaplamaya dayanan bu çalışma ölçümler yapılarak ve bilgisayar simülasyon programlarında yapılacak hesaplarla ilerleyen zamanlarda geliştirilecektir.

Kaynakça

[1] Yazman, D., Öztürk, D. 2009. "İstanbul'un Dünü ve Bugünü" http://v3.arkitera.com/h47023-istanbulun-dunu-ve-bugunu.html
[2] http://www.istanbulkulturturizm.gov.tr/tr/genel-sayfa/genel-bilgi, Erişim Tarihi: 18/01/2016
[3] Kuban, D., 2007. "Mimarlık Kavramları", Yapı Endüstri Merkezi Yayınları, İstanbul
[4] Özcan, K., 1994. "Yapı", Matser Basım Sanayii ve Ticaret Limited Şirketi, Ankara
[5] Hasol, D., 2010. "Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü", YEM Yayın, İstanbul
[6] Bektaş, C., 1999. "Selçuklu kervansarayları, korunmaları ve kullanılmaları üzerine bir öneri : a proposal regarding the Seljuk caravanserais, their protection and use", ", Yem yayın, İstanbul
[7] Şener, B., 2006. "Konaklama İşletmelerinde Önbüro Yönetimi", Detay Yayıncılık, Ankara
[8] Turistik Otelciler, Yatırımcılar ve İşletmeciler Birliği, 2003. "İstanbul Konaklama Kapasitesi Raporu" http://www.turob.com/, Erişim Tarihi: 18/01/2016
[9] Türkçü, Ç., 2009. "Yapım, İlkeler, Malzemeler, Sistemler, Çözümler", Birsen Yayınevi, İstanbul
[10] Brock, L., 2005. "Designing the Exterior Wall", John Wiley & Sons
[11] Foster, J., S., 1996. "Structure and fabric", Addison Wesley Longman Limited, Harlow
[12] Hunt, W., D., 1958. "The contemporary curtain wall : its design, fabrication, and erection", F.W. Dodge Corp., New York
[13] 2009 "TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Yönetmeliği" Ankara: Türk Standartları Enstitüsü
[14] Cam Performans Değerleri, http://www.sisecamduzcam.com, Erişim Tarihi: 15/04/2016
[15] Bazı Gürültü Değerleri ve Etkileri, http://gurultu.cevreorman.gov.tr, Erişim Tarihi: 15/04/2016

Enerji Etkin Çift Kabuk Cephe Sistemlerinde Yangın Performansını İyileştirecek Yöntemler

Gözde Çakır Kıasıf [1]

Konu Başlık No: 2 - Çatı ve Cephe Sistemlerinin Performansla

ÖZET

Dünya genelindeki toplam enerji tüketiminde ilk sırada yer alan ve yaşanılan enerji krizlerinde başrolü çeken yapı sektörü, hasarlarının telafisi için sürdürülebilir ve enerji etkin yapım sistemlerine yönelmiştir. Bu süreç içerisinde yapı kabuğu da değişime uğrayarak iç ve dış mekânı birbirinden ayıran bir örtü olmak yerine kullanıcı konforunu gözeten ve bina performansına olumlu katkılarda bulunan bir yapı elemanına dönüşmüştür. Çift kabuk cephe sistemleri ise ciddi enerji kazançları sağlayarak dikkatleri üzerine çekmeyi başarmıştır. Cephede iki kabuk arasındaki havalandırma boşluğu ile ısıya, sese ve rüzgâra karşı yalıtım sağlamaktadır. Doğal havalandırmaya, doğal aydınlatmaya ve kullanıcı kontrolüne imkân veren bu estetik cephe sistemi ne yazık ki bazı durumlarda yangın korunumu bağlamında gerekli performansı gösterememektedir.

Bu çalışmada enerji etkin çift kabuk cephe sistemlerinin kısaca çalışma ilkesinden bahsedilecektir. Sahip olduğu hava boşluğunun yapısına göre sınıflandırılarak ne şekilde yangına karşı korunumunun artırılabileceği üzerinde durulacaktır.

ANAHTAR KELİMELER: Enerji Etkinliği, Çift Kabuk Cephe Sistemleri, Yangın Korunumu

ABSTACT

Construction industry which takes first place in total energy consumption and plays a leading role in living energy crisis throughout the world, has prefered sustainable and energy sufficient construction systems for compensation of damages. In that period, shell structure was undergoing change. It has revealed of some properties like protecting the user's comfort and contributing building efficiency instead of only being seperating units. Double skin facade which is a kind of facade systems, draw attention by providing energy savings. This shell structure which has ventilation space between double skin, provides insullations against heat, sound and wind. Unfortunately, this aesthetic facade systems sometimes couldn't show enough performance in the context of fire protection.

In this paper energy efficient double skin facade systems will be examined in general. It will be classified and discussed some methods according to a structure of the ventilating space for improving conservation fire.

KEYWORDS : Energy Efficieny, Double Skin Facade Systems, Fire Protection.

[1] Gözde Çakır Kıasıf, T.C. Haliç Üniversitesi Mimarlık Fak. Mimarlık Böl. Sütlüce Mah. İmrahor Cad. No: 82 Beyoğlu – İstanbul, Tel: (0 212) 924 24 44 - 1355, gozdecakir@halic.edu.tr

1.GİRİŞ

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte yapı kabuğu, iç ve dış mekânı ayıran bir örtü olmaktan çıkıp kullanıcı gereksinimlerini gözeterek bina performansını yükselten bir yapı elemanı haline gelmiştir. Böylelikle cephe, yapıya estetik katkıda bulunmasının yanı sıra iç mekânı dış çevrenin olumsuz koşullarından enerji etkin bir şekilde koruyan, sağlıklı ve konforlu kullanım alanları yaratan bir araca dönüşmüştür.

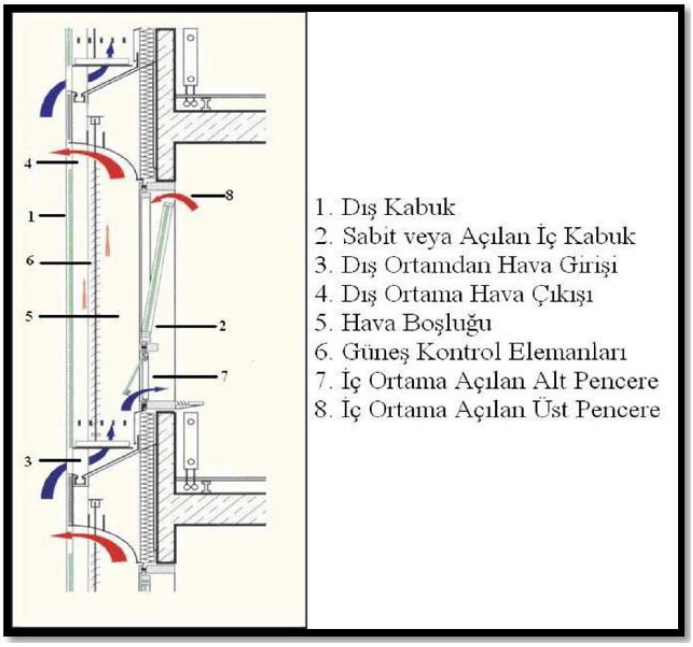
Enerji etkin niteliğe sahip olan çift kabuk cephe sistemleriyle, iç ve dış ortam arasındaki ısı, ışık ve ses geçişinin kontrolü sağlanıp dış ortamın olumsuz özellikleri azaltılabilmektedir. Ancak bu cephe sisteminin bazı tipleri yangın korunumu açısından yeterli performansı gösterememektedir. Bu bağlamda bazı önlemlerin alınması gerekmektedir.

2. ENERJİ ETKİN ÇİFT KABUK CEPHE SİSTEMLERİ

Sanayi devrimiyle birlikte geçmişi çok eskilere dayanan cam, pencere boyutunda kalmayıp binayı komple örten giydirme cephelerde kullanım alanı bulmuştur. Fakat giydirme cephe kavramıyla birlikte iç mekânın ısıtılması, soğutulması, havalandırılması için gereken enerji miktarları ciddi şekilde artmış ve yaşanılan enerji krizi nedeniyle yeni sistemlerin geliştirilmesi şart olmuştur. İşte bu bağlamda enerji etkin cephe kavramı doğmuştur. Çift kabuk cephe sistemleri de enerji etkin cephe sistemleri arasında en başı çeken cephe tipi olarak yapı endüstrisinde yerini almıştır.

2.1. Çift Kabuk Cephe Sisteminin Çalışma İlkesi

Çift kabuk cephe sistemleri en basit ifadeyle, bir dış katman, bir iç katman ve bu iki katman arasındaki hava boşluğundan meydana gelmektedir. Dış katman binayı, olumsuz çevre koşullarından koruduğu gibi üzerindeki açılıp kapanabilen menfezler yardımıyla mekânsal konforun sağlanmasında da büyük rol oynamaktadır. Çünkü bu menfezler ara boşluğa hava girişini sağlayarak iç ortama açılan pencereler sayesinde iç mekâna doğal ve temiz hava girişini sağlamaktadır. Olumsuz hava koşullarında ise dış kapaklar otomatik olarak kapanabilmektedir. Çift kabuk cephedeki hava boşluğu doğal, mekanik veya bütünleşik olarak havalandırılabilmektedir. Ayrıca bu cephe sisteminde güneş kontrol elemanları kullanılarak güneşin yarattığı olumsuz etkiler azaltılabilmektedir (Şekil 2.1.).



Şekil 2.1. Çift Kabuk Cephe Sistemlerinin Çalışma İlkesini Gösteren Şema [1]

2.2. Çift Kabuk Cephe Sistemlerin Sahip Olduğu Hava Boşluğunun Yapısına Göre Sınıflandırılması

Çift kabuk cephe sistemlere ait yapılan sınıflandırmalardan en önemlisi sistemin sahip olduğu hava boşluğunun yapısına göre sınıflandırmadır. Bunlar;

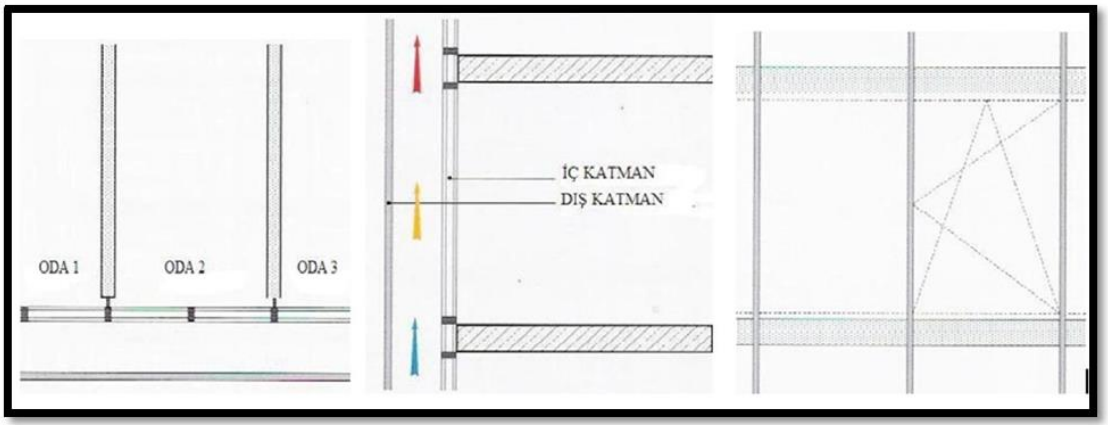
- Bina Yüksekliğinde
- Kat Yüksekliğinde Koridor Tipi
- Kutu Tipi
- Şaft Tipi

olmak üzere dört grupta irdelenmektedir.

Bina Yüksekliğinde Çift Kabuk Cephe

Bina yüksekliğinde çift kabuk cephe sistemlerinde iç ve dış kabuk arasındaki havalandırma boşluğu yatayda ve düşeyde herhangi bir kesintiye uğramamaktadır. Yani havalandırma boşluğu tüm kat boyunca devam etmektedir (Şekil 2.2). Sadece bakım ve temizlik amaçlı içerideki hava akımına mani olmayan yürüme yolları tasarlanabilmektedir. Dış kabuk içteki kabuğa taşıyıcı ve tespit elemanlarıyla sabitlenmektedir.

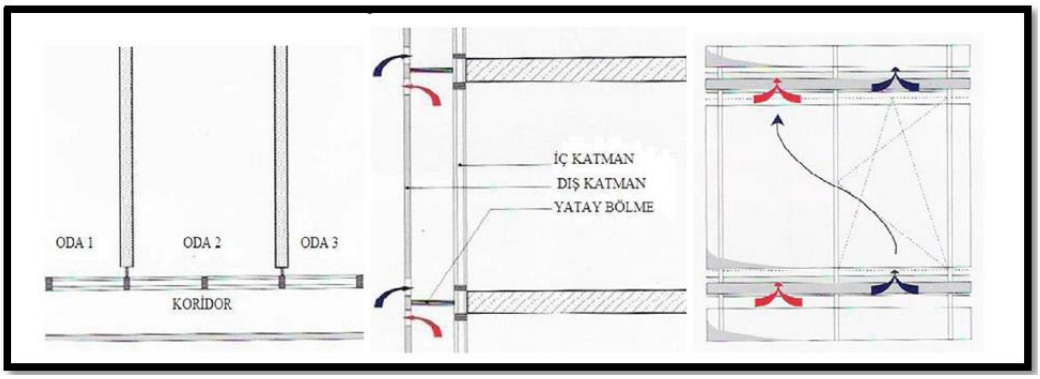
Bu cephe sisteminde binanın alt ve üst kotunda menfezler bulunmaktadır. Alt kottan hava boşluğuna alınan taze hava ısınarak yükselmekte ve üst kottaki menfezden dışarı çıkmaktadır.



Şekil 2.2. Bina Yüksekliğinde Çift Kabuk Cephe Sistemi (Plan- Kesit- Görünüş) [2]

Kat Yüksekliğinde Koridor Tipi Çift Kabuk Cephe

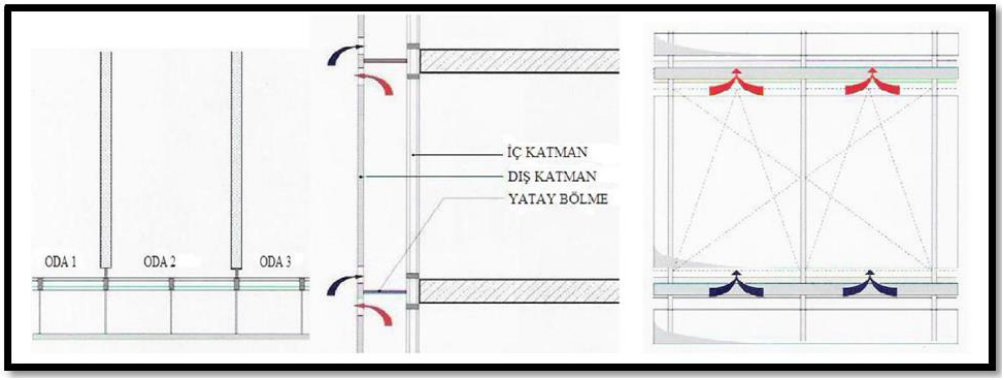
Kat yüksekliğinde koridor tipi çift kabuk cephelerde her katta havalandırma boşluğu yatay olarak bölünmektedir. Her katın alt ve üst noktalarında dış kabuğa açılan menfezler ile taze hava girişi ve kirli hava çıkışı sağlanmaktadır. Böylelikle her kat bağımsız olarak ayrı ayrı kendi içinde havalandırılmaktadır (Şekil 2.3). Dış kabukta menfez yerleri tasarlanırken dikkatli olunması gerekir. Çünkü bir katın üst menfezinden çıkan kirli hava diğer katın temiz hava giriş menfezine girmemelidir. Bu duruma menfezlerin şaşırtmalı olarak konumlandırılması engel olmaktadır (Bilgiç, 2003). Havalandırma boşluğu tüm kat boyunca bina etrafını sarmalayabildiği gibi birkaç oda genişliğiyle de sınırlandırılmaktadır [3].



Şekil 2.3. Kat Yüksekliğinde Koridor Tipi Çift Kabuk Cephe Sistemi (Plan- Kesit- Görünüş) [2]

Kutu Tipi Çift Kabuk Cephe

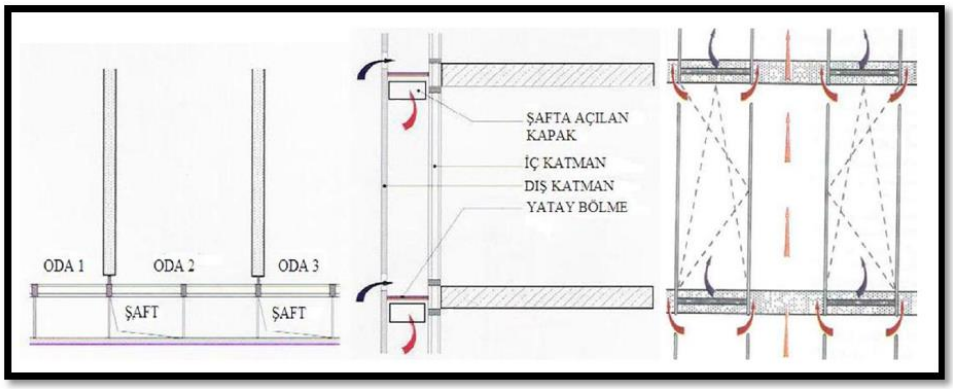
Kutu tipi çift kabuk cephe sistemlerinde, iç ve dış kabuk arasındaki havalandırma boşluğu hem her kat hizasında yatay olarak hem de her mekanın pencere hizasında düşey olarak bölünmektedir (Şekil 2.4).



Şekil 2.4. Kutu Tipi Çift Kabuk Cephe Sistemi (Plan – Kesit - Görünüş) [4]

Şaft Tipi Çift Kabuk Cephe

Şaft tipi çift kabuk cephenin çalışma prensibi, bina yüksekliğinde çift kabuk cephe ile kat yüksekliğinde koridor tipi çift kabuk cephe sisteminin birlikte kullanılmasına dayanır. Her kat hizasında dış kabuktaki açıklıklardan havalandırma boşluğuna alınan taze hava ısınarak yükselmekte ve bina yüksekliğindeki merkezi şafta iletilmektedir. Şafta alınan hava ise baca etkisiyle yükselmeye devam ederek binanın en üst kotundaki açıklıktan dışarı tahliye edilmektedir (Şekil 2.5). Böylelikle binanın doğal havalandırması sağlıklı bir şekilde sağlanmaktadır. Ancak yükseklik arttıkça artan basınç etkisiyle ısınan kirli hava boşluğa geri dönebilmektedir. Bu yüzden bu cephe tipinin çok yüksek binalarda uygulanması tavsiye edilmemektedir [5].



Şekil 2.5. Şaft Tipi Çift Kabuk Cephe Sistemi (Plan – Kesit - Görünüş) [4]

2.3. Çift Kabuk Cephe Sistemlerinin Tasarım Etmenleri

Enerji etkin çift kabuk cephe sistemlerinin tasarımında sekiz önemli etmen bulunmaktadır. Bunlar havalandırma, ısı kontrolü, doğal aydınlatma, gürültü kontrolü, yangın korunumu, estetik, kullanıcı kontrolü ve maliyettir. Bu cephe sistemi bu etmenlere karşı genel olarak iyi bir performans göstermesine rağmen yangın korunumu ve maliyet faktörüne karşı istenilen performansı sağlayamamaktadır. Bu çalışma kapsamında bu cephe sisteminin yangın performansını iyileştirmeye yönelik uygulamaların neler olabileceğinden bahsedilecektir.

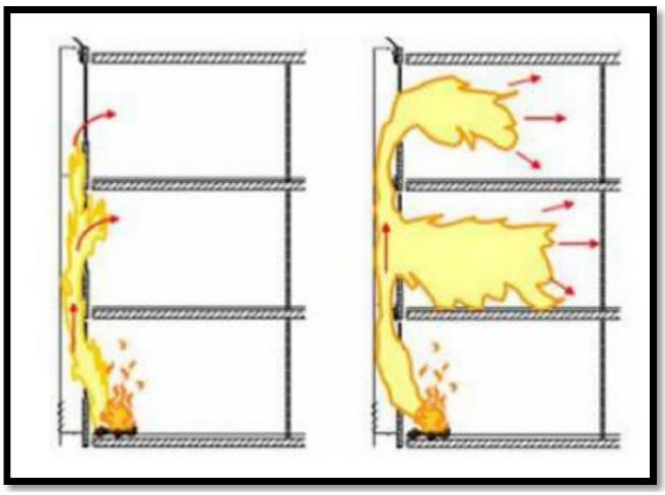
3. ÇİFT KABUK CEPHE SİSTEMLERİNDE YANGIN PERFORMANSI VE ALINABİLECEK YÖNTEMLER

Cephe sistemlerinin, yapıda gerçekleşen bir yangın durumunda alevin ve dumanın diğer katlara veya komşu binalara yayılmasında büyük etkisi bulunmaktadır. Bu yüzden çift kabuk cephelerin yangın performansını artırmak adına bazı ekstra önlemlerin alınması can ve mal güvenliği açısından büyük önem arz etmektedir.

Yangına korunumlu çift kabuk cephe için ilk olarak cephe bileşenlerinin yangına dayanıklı malzemelerden seçilmesi gerekmektedir. Dış cephe yalıtım ve kaplama malzemelerinin seçiminde A1 sınıfı "hiç yanmaz" malzemelerin tercih edilmesi büyük önem arz etmektedir. Eğer dış cephe kaplama malzemesi kompozit bir malzeme ise yapı için 2 saat bütünlük özelliği göstermesi beklenmektedir [6].

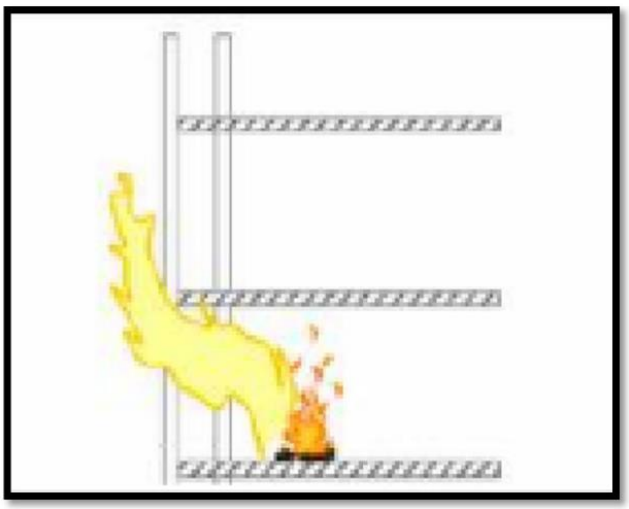
Dış kabuktaki menfezler yangın durumunda dumanın dışarı atılmasını tam olarak gerçekleştiremezler. Bu yüzden havalandırma boşluğunun yapısı yangının yayılımı için büyük önem taşımaktadır [7].

Bina yüksekliğinde çift kabuk cephede havalandırma boşluğu kesintisiz devam ettiği için yangının ve dumanın kattan kata sıçraması söz konusudur (Şekil 3.1). Buna engel olmak için kat hizalarında özel önlemler almak gerekmektedir. Bu önlemlerden en tercih edileni yangın esnasında düşeyden yatay konuma geçebilen kapakçık sistemleridir [8].



Şekil 3.1. Bina Yüksekliğinde Çift Kabuk Cephelerde Yangın Yayılımı [8]

Kat yüksekliğinde koridor tipi çift kabuk cephede ise havalandırma boşluğu kat hizalarında kesintiye uğramalarına rağmen aynı katın çevresinde sürekli olarak devam etmektedir (Şekil 3.2). Bu durum havalandırma koridoru üzerinden yangının aynı kattaki hacimlere yayılmasına neden olmaktadır. Eğer ki bu koridor sürekli değilse birkaç mekanı kapsayacak şekilde tasarlanırsa alevlerin mekanlar arasında yayılımı önlenmiş olacaktır. Kat yüksekliğinde sürekli olarak devam eden bir koridor mevcut ise yangın anında dumanın koridordan diğer hacimlere geçmesini engellemek adına duman perdeleri de uygulanabilir [9].



Şekil 3.2. Kat Yüksekliğinde Koridor Tipi Çift Kabuk Cephelerde Yangın Yayılımı [8]

Kutu tipi çift kabuk cepheler yangın korunumu en yüksek olan cephe tipidir. Çünkü havalandırma boşluğu pencere bazında tasarlanmakta, her modülün kendine ait havalandırma boşluğu bulunmaktadır. Çift kabuk cephe sisteminin diğer tipleri gibi bu cephe tipine de sprinkler sistemi uygulanmalıdır [10].

Şaft tipi çift kabuk cephede ise yangın ve dumanın ortak şaftlardan bütün katlara yayılma riski bulunmaktadır. Yükseklik arttıkça şaftlardaki baca etkisi arttığı için bu cephe tipinin az katlı binalarda uygulanması daha yerinde bir karar olmaktadır.

Prof. Wolfram Klingsch, çift kabuk cephe sistemlerinin yangın durumundaki risklerini içeren ciddi bir çalışma ortaya koymuştur (Çizelge 3.1.). Birçok Alman yangın uzmanı bu başarılı çalışmayı referans olarak kabul etmektedir [11].

Çizelge 3.1. Çift Kabuk Cephe Sistemlerinde Yangın Korunumu [11]

<table>
<tr><th colspan="2">Parametreler</th><th colspan="2">Tanım</th><th>Riskler</th></tr>
<tr><td rowspan="4">Çift kabuk cephe konstrüksiyon tipleri</td><td>A1</td><td rowspan="2">Yatay ve düşey bölmeli</td><td>Kutu pencere tipi</td><td>Düşük</td></tr>
<tr><td>A2</td><td>Şaft-kutu tipi</td><td>Düşük</td></tr>
<tr><td>B</td><td colspan="2">Koridor Cepheler</td><td>Orta</td></tr>
<tr><td>C</td><td colspan="2">Çok katlı cepheler</td><td>Yüksek</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Yapının yüksekliği</td><td>I</td><td colspan="2">Düşük yükseklikteki yapılar</td><td>Düşük</td></tr>
<tr><td>II</td><td colspan="2">Orta yükseklikteki yapılar</td><td>Orta</td></tr>
<tr><td>III</td><td colspan="2">Yüksek yapılar</td><td>Yüksek</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Yapının kullanım şekli</td><td>a</td><td colspan="2">Ofis kullanımında</td><td>Düşük</td></tr>
<tr><td>b</td><td colspan="2">Ev kullanımında</td><td>Orta</td></tr>
<tr><td>c</td><td colspan="2">Otel, okul, hastane gibi özel kullanımlarda</td><td>Yüksek</td></tr>
</table>

4. SONUÇ

Enerji etkin niteliğe sahip olan çift kabuk cephe sistemleri ısıya, doğal aydınlatmaya, kullanıcı kontrolüne, doğal havalandırmaya karşı yüksek performans göstermesine rağmen yangına karşı korunumda bazı riskleri bünyesinde barındırmaktadır. Bu cephe bünyesinde iki katman bulunduğundan ötürü itfaiye ekipleri yangına karşı müdahale etmek adına iki katmanı aşmak zorunda kalmaktadırlar. Ayrıca dış kabuğun çökebilme riski, ekibi yangınla mücadelede risk altına sokmaktadır. Cephe sisteminde uygulanan bağlantı elemanlarının ve detayların bu riskler göz önüne alınarak tasarlanması büyük dönem arz etmektedir.

Çift kabuk cephelerdeki havalandırma boşluğunun yapısı yangının yayılımı için büyük önem arz etmektedir. Kutu tipi çift kabuk cephe sistemi yangın korunumu açısından diğer tiplere göre daha iyi bir performans göstermektedir. Eğer kutu tipi haricinde diğer çift kabuk cephe tipleri uygulanacaksa yangın korunumu açısında ekstra önemlerin alınması gerekmektedir.

Çift kabuk cephelerin havalandırma boşluğunda ve odalarda dedektör aparatlarıyla çalışan otomatik erken yangın sistemi bulundurulmalıdır. Otomatik yangın müdahale sistemleriyle, yangın esnasındaki dumanın havalandırma boşluğundan ve iç hacimlerden uzaklaştırılması sağlanmalıdır. Kat döşemesi ile cephe arasına yangının yayılmasını önlemek adına yangın kesici bariyerler ve mineral yün gibi yanıcı olmayan ısı yalıtım malzemeleri konulmalıdır. Dış cephe yalıtım ve kaplama malzemelerinin A1 sınıfı "hiç yanmaz" malzemelerden seçilmesi tercih edilmelidir. Bina içerisinde çıkan bir yangının çift kabuk cepheye tesir etmemesi için, içteki kabuğa duvara 1,5m mesafede 2m aralıklarla sprinkler başlıkları döşenmelidir.

KAYNAKÇA

[1] http://www.canadianarchitect.com/asf/enclosure_design_strategies/enclosure_strategies/enclosure strategies.htm
[2]http://myweb.wit.edu/viridis/green_site/projects/2_processes/envelope/1doubleskins/2_construction%20systems/construction%20systems.html
[3] Schiefer C, Waldner R, Prieus S, Farou I, Duarte R, Blomqvist C, Kiossefidi N, Geysels D ve Moujalled B (2007). *Best Practice for Double Skin Façades*. Yayınlanabilir rapor, EIE/04/135/S07.38652, Institute of Thermal Engineering, University of Lund, İsveç.
[4] Oesterle, Lieb, Lutz ve Heusler (2001). *Double-Skin Facades Integrated Planning*. Prestel Publications, Verlag.
[5] Uuttu S (2001). *Study of current structure of double-skin façade*.Master thesis dissertation. Department of civil and environmental engineering, Helsinki university of tecnology.
[6] http://www.yangin.org/dosyalar/cephe_yanginlari_ve_yonetmelik.pdf
[7] Çetiner İ (2002). *Çift Kabuklu Cam Cephelerin Enerji ve Ekonomi Etkinliğinin Değerlendirilmesinde Kullanılabilecek Bir Yaklaşım*. Doktora Tezi. İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
[8] Belgian Building Research Institute [BBRI] (2004). *Ventilated double facades – Classification and illustration of facade concepts.* Department of Building Physics. Indoor Climate and Building Services.
[9] http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/6c96cc25ad7b299_ek.pdf
[10] http://www.abdurrahmanince.net/Dis_Cephe.pdf
[11] Ünal M (2006). *Çift kabuk cephelerin sistematik analizi ve uygulama örneklerinin incelenmesi.* Yüksek Lisans Tezi. M.S.G.S.Ü. Fen Bil. Enst., İstanbul.

ANKARA'DA HAFİF GİYDİRME CEPHELİ BİR BİNANIN SES YALITIM PERFORMANSININ ANALİZİ

Burçin Ece Bıyıklı [1]
Prof. Dr. Füsun Demirel [2]

Konu Başlık No: 2. Çatı ve Cephe Sistemlerinin Performansları

ÖZET

Günümüzde yapımı hızla artan yüksek katlı prestij binalarında hafif giydirme cepheler çoğunlukla tercih edilmektedir. Bu binalarda temel fiziksel denetim parametrelerinden biri olan akustik konforun, yüksek verim, düşük maliyet ile sağlanması beklenmektedir. Bu düşünceden hareketle çalışmada; Ankara'da yoğun bir bulvar üzerinde bulunan, hafif giydirme cepheli yüksek bir bina, örneklem olarak seçilmiş ve yerinde ölçüm yöntemi kullanılarak yapı kabuğuna ait ses yalıtım performansı analizi yapılmıştır. Yerinde yapılan ölçümler aracılığıyla, iç mekandaki arka plan gürültü düzeyleri, reverberasyon süreleri, yükseklikle ilişkili çevresel gürültü düzeyleri ve yapı bileşenlerinde sağlanan ses yalıtım değerleri ortaya konulmuştur. Elde edilen sonuçlar; mevzuatlara göre değerlendirilmiş ve öneriler getirilmiştir.

ANAHTAR KELİMELER

Cephe, giydirme cephe, akustik, gürültü, ses yalıtımı

A CASE STUDY: ACOUSTIC PERFORMANCE OF A BUILDING WITH CURTAIN WALL IN ANKARA

ABSTRACT

Curtain wall systems become increasingly preferable for high-rise buildings nowadays due to the fact that these systems facilitate construction. Acoustical comfort which is one of a basic criteria of phisical control parameters is expected to be provided with maximum yield and minimum cost for these high-rise buildings. In this study; a high-rise building with curtain wall system is choosen to analyze the acoustic performance of the building facade based on the performance criterias determined by regulations.

KEY WORDS

Facade, curtain wall systems, acoustic, noise, sound insulation

[1] Burçin Ece Bıyıklı, Gazi Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü Yüksek Lisans Mezunu, ecebiyikli@gmail.com

[2] Prof. Dr. Füsun Demirel, Gazi Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Ankara, fusund@gazi.edu.tr

1. Giriş

Günümüzde değişen yaşam şartları, insanların içinde yaşadıkları binalar için, ileri teknolojiyle gelen yüksek verim ve düşük maliyet beklentisini beraberinde getirmiştir. Yapım teknikleri ve yapı malzemelerinin, gelişen teknolojiyle birlikte farklı estetik beklentilere karşılık vermesi gerekmiştir. Özellikle cam teknolojisinin ilerlemesiyle, inşaat sektöründeki kullanımı artan hafif giydirme cepheler; hızla artan prestij yapıları için yapım aşamasında sağladığı kolaylıklar ve esnek tasarım imkanı nedeniyle günümüzde sıklıkla tercih edilir duruma gelmiştir.

Hafif giydirme cephelerin temelde bir yapı kabuğu gerçeğinden yola çıkarak, ince kesitine rağmen, iç ortamda optimum konfor koşullarını sağlaması gerekmektedir. Koşulların sağlanmasında en önemli unsurlardan biri olan gürültü kontrolünün, insanların yaşam alanlarının tasarlandığı her noktada, yapım sürecine katılmasını sağlamak, mimarlara düşen bir görevdir. Bu çalışmada; hafif giydirme cephelerin akustik performans kriterleri özetlenerek, Ankara'da bulunan hafif giydirme cepheli, yüksek katlı bir ofis binasının yerinde akustik ölçümleri alınmış ve gürültü kontrolüne yönelik değerlendirilmesi yapılmıştır.

2. Hafif Giydirme Cephelerde Akustik Performans Kriterleri

Hafif giydirme cepheler, üzerine gelen hareketli yükleri bağlantı parçaları ile yapı taşıyıcısına ileten, modüler koordinasyon prensiplerince uygulanan, dış ve iç ortam arasında filtre görevi gören yapı elemanları olarak tanımlanabilir. Hafif giydirme cepheleri oluşturan yapı elemanlarını; iskeletini oluşturan montaj sistemleri, iskeletlerin arasını dolduran düzlemsel yüzey bileşenleri, iskeletlerin yapıya taşıtılmasını sağlayan bağlantı elemanları ve cephe üzerinde cidar olarak adlandırdığımız boşluklar olarak tanımlayabiliriz. Hafif giydirme cephelerde, yapı kabuğu çeşitliliği olarak, enerji korunumu ve sürdürülebilirlik tartışmaları ile sıkça tercih edilmeye başlanan çift kabuklu cepheler olarak da ayrıca sınıflandırmak mümkündür [1].

Tasarım aşamasında hafif giydirme cephelerin çevresel gürültüye karşı akustik özelliklerinin yeterliliğini belirlemek için, binanın bulunduğu bölgenin iklim koşulları, yüksekliği ve kullanım amacının belirlenmesi gereklidir. Her proje için detayların binaya özel hazırlanması önemlidir. Hafif giydirme cephelerin yoğunlukla kullanıldığı yüksek katlı yapılarda, cephe akslarındaki düğüm noktalarının hareketli birleşimi ve sızdırmaz olması ayrıca önem kazanır [1, 2].

Hafif giydirme cepheler için gürültü, yapı elemanı ölçeğinde ve bina ölçeğinde olmak üzere iki başlıkta incelenebilir. Hava doğuşlu seslerin etkidiği, yapı elemanı ölçeğindeki akustik performansa, tek tabakalı veya birden çok tabakalı olmasına göre sınıflandırma yapılır. Yapı elemanının kütlesi, sertliği, titreşim emiciliği ve ses azalım eğrilerinin sahip olduğu çakışma çukuru genel olarak akustik performansa etki etmektedir. Birden çok tabakalı yapı elemanlarında ilave olarak, aradaki boşluk genişliği, boşlukta kullanılan birleşim elemanlarının esnekliği ve yapı elemanı tabakalarının birbirinden farklı olması önem taşır. Bina ölçeğinde ise, ses kaynağıyla olan ilişki önemlidir. Bunlar, ses kaynağına uzaklık, sesin geliş açısı, sesin yansıması ve avlu, podyum, teras gibi kullanımlarla sesin kırılarak akustik gölge oluşturması etkilidir. Bina yükseldikçe, özellikle çevresel gürültünün doğrusal geliş açısı azalacağı için trafik gürültüsü gibi seslerden daha az etkilenecektir. Ancak bu sefer atmosferik koşulların etkisine mazuriyeti artacaktır. [1, 3, 4].

Gürültü kontrolüne etki eden faktörlerin temelini oluşturduğu, yapı elemanı performansını iyileştiren önlemlerin, hafif giydirme cephelerin performansına katkıları özet şeklinde Çizelge-1'de verilmiştir.

Çizelge-1. Hafif giydirme cepheli binalarda akustik performans kriterleri için değerlendirme tablosu

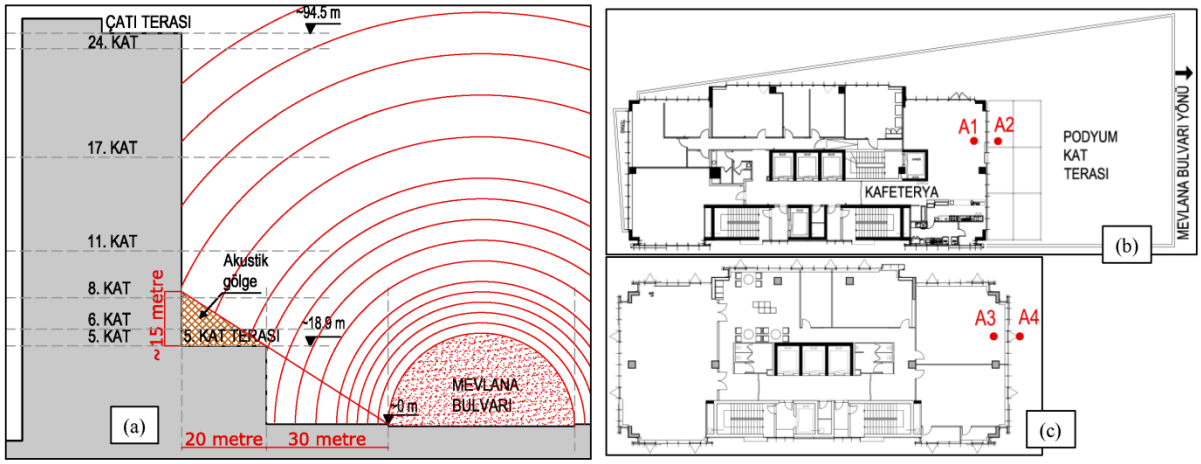
Yapı elemanı			Akustik performans	
			Değerlendirme	İyileştirme önerileri
Taşıyıcı sistem	Çubuk sistem		● Ses sönümlemesi diğer sistemlere göre daha az olduğu için, ses yalıtım performansında, kritik frekansta çakışma çukuru oluşması olasıdır [5].	● Kullanılan metal profillerin yalıtımlı olması sağlanabilir [1]. ● Birleşim noktalarında profillerin genleşmesine olanak vermek için kayar mesnet bırakılması sağlanabilir [1]. ● Yapı içi ses yalıtımı performansını artırmak için profillerin içindeki boşlukların ses yalıtım malzemeleriyle doldurulması sağlanabilir [5]. ● Yapı içi ses yalıtımı performansını artırmak için özellikle çubuk sistemde profil etrafının ses yutucu bir malzeme ile kaplanması sağlanabilir [5].
	Yarı panel sistem		● Metal olan cephe taşıcısının genleşmesine kat bazında izin verdiği için, dış kaynaklı sesleri daha rahat sönümleyebilir [6]. Yüksek bina cephelerinde önerilir.	
	Panel sistem		● Metal olan cephe taşıcısının genleşmesine modül bazında izin verdiği için, dış kaynaklı sesleri daha rahat sönümleyebilir [6]. Yüksek bina cephelerinde önerilir.	
Düzlemsel yüzey	Transparan yüzeyler (cam)	Cam kalınlığı	● Yalıtım camlarının ses yalıtım performansında kütle artışı ile birlikte boşluk derinliği de gözetilmelidir.	● Camın tek tabakasının veya yalıtımlı tabakalarının her birinin kalınlığı arttırılabilir.
		Boşluk derinliği	● Yalıtım camlarında boşluk derinliği optimum 16-20mm arasında tutulmalıdır [7].	● Cam tabakalar arası boşluk derinliğini arttırılabilir.
		Lamine cam	● Lamine camlar, aynı kalınlıktaki tek cam katmanına göre 3dB daha yüksek ses yalıtım performansına sahiptir [8]. ● Lamine cam arasında akustik pvb kullanılması ses yalıtım performansını, normal pvb'ye göre daha yükseltir [7].	● Yalıtım camlarında lamine cam kullanılan yüzeyin, camın sıcak tarafında konumlanması önerilir [9].
		Gaz dolumu		● Yalıtım camlarında aradaki boşlukta havadan daha ağır olan sülfür hekzaflorid kullanılması, yüksek frekanslarda daha iyi yalıtım sağlar. Trafik gürültüsü gibi düşük frekanslarda olumlu sonuç vermeyebilir [9].
		Tabaka kalınlık-ları		● Yalıtım camlarının her bir tabakasında farklı kalınlıkta cam kullanmak kritik frekansların giderilmesini sağlayarak, ses yalıtım performansını iyileştirir [3].
		3katmanlı yalıtım camı	● Akustik anlamda kütlesel katkısı bulunmaktadır.	● Boşlukta gaz dolumu ve farklı kalınlıktaki katman kullanımı ile ses yalıtım performansına etki edebilir.
	Opak yüzeyler		● Ara boşluğun betonarme parapet veya örme duvar olmadığı durumlarda, hafif metal konstrüksiyon ile tek-çift kat iç mekan kaplama malzemesi kullanılması önerilir.	● Opak yüzeyler, akustik açıdan birden çok tabakalı yapı elemanı kabul edilmelidir. Tabakalar arasında bırakılan boşluğun yalıtılması ve birden çok tabakalı yapı elemanları için alınan akustik kirterlere uymasını sağlamak gerekmektedir [10].
Temel ve ilave bağlantılar	Ankrajlar		● Ankrajlar çelik levhalardan imal edilmeli ve sıcak daldırma yöntemi ile galvanize edilmelidir. Profillerin çelik dübellerle asılacağı delikler duruma göre sabit veya profilin esnemesine müsade edecek slot delik şeklinde olmalıdır.	
	Yangın kesici levhalar		● Döşemelerin giydirme cepheler ile bağlandığı noktalarda bulunmalıdır. Döşemeye ve cepheye kesintisiz olarak bağlanmalı ve bastığı noktalarda yalıtım bandı kullanılmalıdır. ● 2 mm kalınlık optimum olarak tercih edilmelidir.	● Alt ve üst levha arasında kalan bölüm yangına dayanıklı ses yalıtım malzemeleri ile doldurulmalıdır.
	Söveler		● Yatayda bulunan, sesin geliş açısını olabildiğince dik alabilecek söve tipleri, cepheye ulaşan sesi azaltmaktadır [11].	
Cephe cidarları	Kapılar		● Opak kapı yüzeylerinde aradaki boşluğun ses yalıtım malzemesiyle doldurulması gerekmektedir. ● Kapı eşiklerinde sürtünme prensibinde contalardan çok baskı yoluyla çalışan contalar tercih edilmelidir [12].	● Kanatların kasaya tam oturması ve boşluktaki epdm contaların kesintisiz ve yıpranmamış olması gerekir. ● Kasaların giydirme cephe elemanlarına montajı teması kesmek ve titreşimi engellemek için, contalar ve/veya yalıtım bantları kullanılarak yapılmalıdır. ● Yoğun çevre gürültüsünün olduğu bölgelerde, tasarımda gereksiz kapı ve pencere açıklıklarından kaçınılmalıdır.
	Pencereler		● İç mekana ikincil bir kontrol edilebilir pencere eklenebilir. Arada kalan bölgedeki yüzeyler ses yutucu panellerle kaplanmalıdır [13].	
Kabuk yapısı (Çift kabuklu cephe için)	Çok katlı boşluk		● Çevre gürültüsünün yüksek olduğu yerlerde önerilir ve bu durum için dış kabukta pencere açıklığı bulundurmamak gerekir [14]. ● Dış kabuk penceresiz ve mekanik havalandırma tercih edilmesi durumunda yüksek performans elde edilebilir [14].	● Verimli ses yalıtım performansı sağlamak için en az 100 mm boşluk bırakılması önerilmektedir [14]. ● Her türlü çift kabuk tipi, yeterli derinlik ve doğru detay çözümü sağlandığında tek kabuklu cepheden daha iyi ses yalıtım performansı sağlamaktadır.
	Koridor tipi & şaft tipi boşluk		● Çevre gürültüsüne karşı performansı yüksektir.	
	Kutu tipi boşluk		● Yatayda ve düşeydeki bitişik odalarda ses yalıtımı açısından özel bir gereksinim istendiğinde tercih edilir. Her çift kabuk cephe tipi gibi çevre gürültüsüne performansı yüksektir [14].	
Bina yüksekliği	Yükseklik artışı		● Yüksek binalarda gerek akustik performans kriteri olarak, gerek yapım koşulları olarak, sistem seçiminde daha dikkatli ve seçici davranmak gerekmektedir. Panel veya yarı panel sistemler tercih edilmelidir.	● Binanın üst katlarında, ses basınç seviyesinin değişimi tespitine uygun olarak, maliyeti daha düşük yalıtım camı çözümleri kullanılabilir.

3. Ankara'da Bulunan Hafif Giydirme Cepheli Bir Binanın Ses Yalıtım Performans Analizi

Bu çalışma için örneklem olarak seçilen kule binası; Ankara'nın en yoğun bulvarlarından biri olan Mevlana Bulvarı üzerinde yer almakta olup, binanın ismi ve konumu ile ilgili bilgi, kullanıcı isteğine bağlı olarak burada verilmemiştir.

3.1. Bina ile ilgili genel bilgiler

Örneklem olarak seçilen kule binası 24 katlı bir ofis binasıdır. Binanın ilk 5 katı Mevlana Bulvarı'na bakan podyum katlar olarak tasarlanmıştır. Bu ilk 5 kat, ofis çalışanlarına ait yemekhane, otopark ve kullanıcı kurumdan bağımsız alışverişe yönelik birimlerden oluşmaktadır. Podyum kat (5. kat) ile üstündeki katlar, tamamen kuruma ait ofis birimlerinden oluşmuştur. Cephenin ses geçiş kaybının ortaya konması amacıyla gerçekleştirilen ölçümlerin bir kısmının yapıldığı 5. Katta (podyum kat), (Şekil-1.b); Mevlana Bulvarı cephesine bakan hacim, kafeterya işlevi ile kullanılmaktadır ve podyum alanında terası bulunmaktadır. Kulenin 24. Kat seviyesi, bulvar kotundan yaklaşık 95 m'ye ulaşmakta olup cephe bulvardan 50 m uzaklıktadır. Taşıyıcı sistemi betonarme olan binanın podyum üstü tüm katları tip plana sahip olup, aynı yüksekliktedir. Dikdörtgen formlu kulenin kısa kenarı Mevlana Bulvarı tarafına bakmaktadır ve tüm ölçümler bu cephede yapılmıştır. Bina ve ölçüm yapılan cepheye ilişkin şematik kesit Şekil-1.a'da verilmiştir.



Şekil 1. Örnek kule binası şematik kesiti (a), 5. kat (podyum kat) planı ve alıcı noktaları (b), 6.kat planı ve alıcı noktaları (c)

Seçilen kule binasının giydirme cephesinin montaj sistemi; çubuk sistemdir. Tek kabuklu giydirme cephenin, düşey ve yatay profilleri 140 mm derinlikte olan, kanallı alüminyum profil olarak seçilmiştir. Giydirme cephe düzlemsel yüzeyi tamamen cam kaplamadır. Döşeme alınlarında spandrel bölgeye sığacak şekilde sac tava + taşyünü kullanılmıştır. Kat arası geçişler yangın kesici sac levhalarla kapatılarak giydirme cephe ile arada kalan boşluklar yine taşyünü ile doldurulmuştur.

3.2. Yerinde ölçüm yöntemi ile analiz

Örnek kule binası akustik ölçümleri 12 Eylül 2015 tarihinde, gündüz vakitleri aralığında (07:00-19:00), TS EN ISO 16283-1:2014-04 [15] ve TS ISO 1996-2 [16] standartlarına uygun olarak yapılmıştır. Ölçümde Building Acoustics Analyzer, Type 4418 mikrofon; Reten Electronic, RS104 SLM ses seviyesi ölçer ve Brüel & Kjaer, Power amplifier, Type2734 ses yükseltici kullanılmıştır. Ölçüm sırasında hava sıcaklığı, 29 °C; nem, %44; rüzgar hızı, 1,6 m/sn; rüzgar yönü, güneybatı olup, yağış yoktur.

Toplamda üç farklı ölçüm yapılmıştır. İlk olarak 5. kat (kafe) ve 6. Katın (ofis) cepheye bakan iç hacimlerinde *arka plan gürültüsü* tespit edilmiştir (Şekil-1.b,c). İkinci olarak yine cepheye bakan aynı

iç hacimlerin *reverberasyon süresi* ölçümleri yapılmıştır. Üçüncü ölçümde ise, cephenin belirlenen aralıklarla dış bölümlerinde *çevresel gürültü düzeyi* ölçümleri yapılmıştır (Şekil-5). Bu verilerin tespiti ile iki ayrı değerlendirme yapılması amaçlanmıştır. Üç verinin de kullanılması ile giydirme cephe elemanının gürültü kontrolüne ilişkin değerlendirme yapılırken, sadece çevresel gürültü düzeyleri ölçümü verisiyle de çevresel gürültünün yapı ölçeğine etkisine yönelik değerlendirme yapılabilmiştir.

3.3. Giydirme cephe elemanının gürültü kontrolüne ilişkin değerlendirme

Ölçümler TS EN ISO 16283-1:2014-04 [15] standardına uygun olarak Building Acoustics Analyzer - Type 4418 alıcı ile 1/3 oktav bant frekanslarında yapılmış ve sonrasında hesaplanan ağırlıklı ses azaltma indeksi (R'_w); sözü edilen bu standartta belirtilen ve aşağıda bulunan eşitlik aracılığıyla elde edilmiştir.

$$R'_w = L_1 - L_2 + 10\log \frac{S}{A} \qquad [15]$$

Burada; R'_w, Ağırlıklı ses azaltma indeksini (dB); L_1, kaynak ortamındaki ses basınç seviyesini (dB); L_2, alıcı ortamındaki ses basınç seviyesini (dB); S, ölçülen ortak ara bölmenin alanını (m^2); A, alıcı ortamdaki eş değer absorpsiyon alanını (Sabin, m^2) ifade etmektedir. Formülde geçen absorpsiyon alanı (A) ise aşağıda sağda bulunan eşitlik aracılığıyla bulunmuştur.

$$A = \frac{0{,}16V}{T} \qquad [15]$$

Burada; A, alıcı ortamdaki eş değer absorpsiyon alanını (Sabin, m^2); V, alıcı ortam hacmini (m^3); T, alıcı oda reverberasyon süresini (saniye) ifade etmektedir.

Cephenin ağırlıklı ses azaltma indeksine (R'_w) ulaşmak için, alıcı konumlandırılan 5. Ve 6. Katın iç mekanlarında; 1/3 oktav bant frekanslarında reverberasyon süreleri (Tmid) ölçülmüştür. Sözü edilen hacimler (V) ve ölçülen ortak ara bölmenin alanları (S); Çizelge-2'de belirtilmiştir.

Çizelge-2. Ölçüm yapılan cephe birimine ait hesaplama değerleri

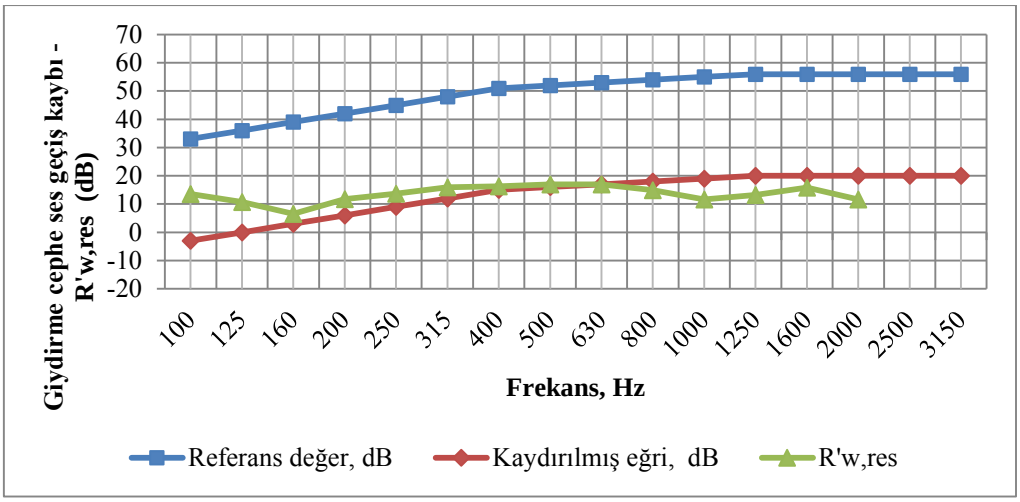
Cephe birimi	Alıcı ortam hacmi (V), m^3	Ortalama reverberasyon süresi (Tmid), s	Ölçülen ortak ara bölmenin alanı (S), m^2
5. kat (kafe)	378	0,84	36,72
6. kat (ofis)	263	0,95	18,1

Alıcı konumları (Şekil-1.b, c) içerde ve dışarda cepheye dik ve açılır kanat hizasında olan doğru üzerinde, ölçüm yapılan cepheye iki taraftan da 1 m uzaklıkta yapılmıştır. Dış ölçümler için, TS ISO 1996-2 [16] standardında mikrofonun yansıtıcı yüzeyin 0,5 m ila 2 m önünde olduğu konum için belirtilen, anlık ses alanını elde etmek için uygulanacak düzeltme (-3dB) uygulanmıştır. Cephenin $R'_{w,res}$ değerini hesaplamak için, formülde yerine koymak üzere, $L_1 - L_2$ başka bir değişle, Ldış – Liç hesaplanmıştır. Her bir ölçüm durumu için iç ve dış ses basınç seviyesi farklılıkları Çizelge-3'de belirtilmiştir. 5.katta yapılan A1 ölçümünde (Şekil-1.b), giydirme cephenin ses azalım indeksi ($R'_{w,res}$), kafeteryadaki soğutucu ve havalandırma gibi sürekli devam eden mekanik seslerin, birçok frekansta dışardaki ses basıncından yüksek çıkması sebebiyle negatif değerler vermiştir. Bu nedenle yapı kabuğuna ait $R'_{w,res}$ değerine 5. kat ölçümleri dahil edilmemiştir (Çizelge-3).

Yapılan ölçümler sonucu ile hesaplanan yapı kabuğuna ait $R'_{w,res}$ değeri için TS EN ISO 717-1 [17] standardına göre belirlenen referans eğri kullanılarak ses geçiş kaybı grafiği hazırlanmıştır (Şekil-4). Bu bağlamda, yapı kabuğuna ait $R'_{w,res}$ değeri 16 (-1; -2) dB çıkmıştır.

Çizelge-3. 5. kat ve 6. kat için dış yapı bileşeni ses azalma indeksi sonuçları

Frekans (Hz)	5. kat ölçümleri		6. kat ölçümleri		6. kat (dış-iç)	6. kat
	L_1 (dB)	L_2 (dB)	L_3 (dB)	L_4 (dB)	L_4 - L_3 (dB)	R'w,res
	A1 (iç)	A2 (dış)	A3 (iç)	A4 (dış)	A4-A3	(dB)
100	52,8	52,8	37,6	55,1	17,5	13,6
125	48	52,8	37,7	52,3	14,6	10,7
160	48,6	48,8	41,1	51,5	10,4	6,5
200	50,5	50,1	36,7	52,3	15,6	11,7
250	52,5	46,7	36,8	54,4	17,6	13,7
315	49,9	46	36,6	56,4	19,8	15,9
400	48	47	35,2	55,4	20,2	16,3
500	47,4	47,1	33,3	54,1	20,8	16,9
630	45,9	48,8	34,6	55,8	21,2	17,3
800	45,6	52,4	39,3	58,1	18,8	14,9
1000	44,7	54,8	45,2	60,7	15,5	11,6
1250	42,4	53,7	43,7	60,8	17,1	13,2
1600	40,8	50,5	36,4	56,1	19,7	15,8
2000	40	46	36,7	52,2	15,5	11,6



Şekil-4. Yapılan ölçümler sonucunda, dış yapı bileşeni için ses azalma indeksi grafiği

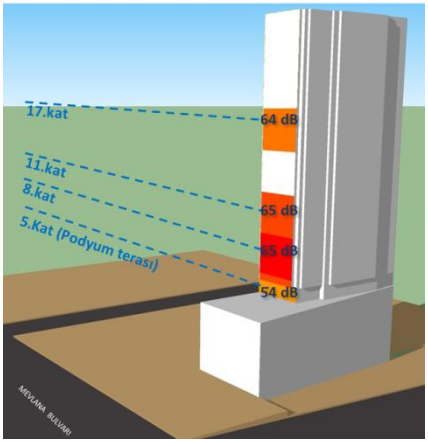
3.4. Çevresel gürültünün bina giydirme cephesi etkisine yönelik değerlendirme

Çevresel gürültünün bina yüksekliği çerçevesinde giydirme cepheye etkisini bulabilmek için yapılan ölçümler; TS ISO 1996-2'ye [16] göre mikrofon, rüzgar süngeri kullanılarak, açık kanattan uzatılmak suretiyle ve cepheden minimum 1m uzaklaştırılarak yapılmıştır. Binanın 5., 6., 8., 11. ve 17. katlarında ölçümler alınmış ve ölçüm değerleri Çizelge-4'te belirtilmiştir. Ölçüm için bu katların seçilmesinin sebebi; 5. ve 6. katların akustik gölge sınırları etkisindeki (Şekil-1.a) çevresel gürültü değerlerini tespit etmek, 8., 11. Ve 17. katlar için ise, akustik gölge etkisinin bittiği aralıktan sonra, alt, orta ve üst değerlerin tespit edilmesine yöneliktir (Şekil-5).

Podyum kat (5. Kat) hizasından başlayıp yükselmek suretiyle akustik gölge oluşumu, bu katın çevresel gürültüye yaklaşık 10 dB daha az maruz kalmasına sebep olmuştur. Şekil-1.a'da belirtilen şematik kesite göre, podyumda oluşan akustik gölgenin etkisi yaklaşık 15 m (ortalama 4 kata tekabül etmektedir) yükseklikte sona ermektedir. Bu nedenle 15 m yüksekliğe denk gelen 9. katta gürültü seviyesinin en yüksek olduğu düşünülmektedir. Buna ilave olarak; Çizelge-4'ün incelenmesiyle anlaşılabileceği gibi, bina yüksekliğine bağlı olarak ortaya çıkan bazı tutarsız ölçüm sonuçlarına değişen rüzgar etkisinin neden olduğu düşünülmektedir.

Çizelge-4 (solda).Ölçüm yapılan yüksek katlarda çevresel gürültü düzeyi ölçüm sonuçları

Frekans (Hz)	Çevresel gürültü düzeyleri - dB				
	5. kat	6. kat	8.kat	11.kat	17.kat
100	52,8	55,1	61,1	62,9	66,6
125	52,8	52,3	57,4	58,1	59,8
160	48,8	51,5	55,9	67,1	57,1
200	50,1	52,3	56,8	57,1	55,3
250	46,7	54,4	57,4	58,2	56,4
315	46	56,4	48,1	56,2	56,6
400	47	55,4	61	56,6	56,2
500	47,1	54,1	60,5	57,6	58,5
630	48,8	55,8	61,2	59,8	59,5
800	52,4	58,1	63,5	62,4	62,7
1000	54,8	60,7	65,4	65,1	64,8
1250	53,7	60,8	62,9	63,4	64,1
1600	50,5	56,1	60,5	60,7	61,1
2000	46	52,2	56,6	58	58
2500	42,3	50,9	54,8	53,4	52,9
3150	38,1	48,8	51,2	51,1	48,5
4000	33,1	46,2	45,8	46,1	45
5000	30,6	38,7	41,9	44	42,1



Şekil-5 (sağda). Örnek kule binası bulvar cephesinde (1000 Hz için) çevresel gürültü düzeylerinin gösterilmesi

4. Sonuç ve Öneriler

Örneklem olarak ele alınan binanın ölçümlerinde; podyum kullanımının sebep olduğu akustik gölge, çevresel gürültü etkisinin ortalama 10 dB düşmesine sebep olmuştur. Ancak, podyum kat kullanımının itfaiye erişimi açısından zorluğunun, başka bir değişle binanın yangına karşı güvenliğinin sağlanmasının, çevresel gürültünün azalımını sağlamasından daha öncelikli bir kriter olduğunun hatırlatılmasında da yarar görülmektedir.

Örneklem olarak seçilen binanın 16 (-1; -2) dB çıkan yapı kabuğu ses azalım değerinin, Çevre ve Orman Bakanlığı'nın 2015 yılında taslak olarak yayınladığı 'Binaların gürültüye karşı korunması ve ses yalıtımı hakkında yönetmelik' de [18] belirtilen ortalama değerlerin (27-29 dB) çok altında kaldığı görülmektedir. Yüksek katlı bir binada çubuk sistem kullanılması, açılır kanatların contalarının kanada yeterli baskıyı uygulamaması, montaj hataları veya birleşim noktalarında yeterli önlem alınmaması gibi nedenlerin bu sonucu doğurabileceği düşünülmektedir. Akustik iyileştirme için, pratikte kolay ve maliyeti kısmen düşük önlemlerden, pencere contalarının kontrolünün yapılmasının ve kat yüksekliğince taşıyıcı dikmelerin çevresinin yutucu özellikli bir malzeme ile kaplanmasının iyileştirme sağlayabileceği düşünülmektedir. Ayrıca, yeni yapılacak binalar için uygulama detaylarının doğru tasarlanması önem taşımaktadır. Çevresel gürültünün yükseklikle ilişkisi kapsamında yapılan ölçümler, sesin cepheye dike en yakın geldiği açıda, en etkili olduğunu göstermiştir. Ancak yükseklikle birlikte hava koşullarının; özellikle de rüzgar etkisinin gürültüye yönelik getirileri de göz ardı edilmemelidir. Yapılan ölçümlerde rüzgar etkisi sebebiyle ölçümlerin birden çok kez tekrarlanarak ortalamasının alınmasıyla, gerçeğe daha yakın değerler elde edilebileceği görülmüştür.

Giydirme cepheli binalarda, bulunduğu çevreye uygun ön tasarım kararları ve sonrasında doğru cephe sistemi ve malzemesi seçimi ile doğru uygulama yapılarak, akustik yeterlilik kriterleri sağlanmalıdır. Yüksek katlı binalarda uygulanan hafif giydirme cephelerde, akustik gerekliliklerin yüksekliğe göre değişmesi sebebiyle, sistem ve malzeme seçiminde gerekli konfor şartlarını sağlanmak önceliği ile ek mali yüklerden kaçınılması mümkün olabilecektir.

SİMGELER

$R'_{w,res}$	Ağırlıklı görünen ses azalma indeksi (dış yapı bileşeni)
R'_{w}	Ağırlıklı görünen ses azalma indeksi
dB	Desibel, ses basınç seviyesi birimi
f	Frekans
Hz	Hertz – frekans birimi
T	Reverberasyon süresi
Tmid	Reverberasyon süresi (500-1000 Hz için)

KAYNAKLAR

[1] Bıyıklı, B.E., 2015. Hafif giydirme cepheli yüksek yapıların akustik performanslarının analizi ve bir örneklem, Yüksek lisans tezi, G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara
[2] Çelik, Ç., 2004. Türkiye'de yeni inşaat teknolojileri ile gelişen cam mimarisi, 1. Ulusal Çatı Cephe Sempozyumu, CNR, İstanbul.
[3] Egan, D., 1988. Architectural acoustics. Mc Graw Hill, New York, 37-273.
[4] Yılmaz-Demirkale, S., 2007. Çevre ve yapı akustiği. Birsen Yayınevi, İstanbul, 1-511.
[5] Louwers, M., 2012. Improvement of acoustical flanking transmission through lightweight façades. Inter.noise, New York City, USA.
[6] Güvenli, Ö., 2006. Tarihsel süreç içinde malzeme cephe ilişkisi ve giydirme cepheler. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 42-67.
[7] Glass time, teknik el kitabı. Firma ürün tanıtım kataloğu, 2013. Guardian. Guardian Europe S.a r.l., Dudelange, Luxemburg, 2. Baskı, 63-71.
[8] Mehta, M., Johnson, J. and Rocafort, J., 1999. Architectural acoustics principles and design. Prentice-Hall, New Jersey, 96-137.
[9] İnternet: Saflex, Acoustical Guide. Solutia Inc. SAFLEX® and Solutıa And Infınıty Logo. URL: http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.saflex.com&date=2016-01-09. Son Erişim Tarihi: 12.09.2015.
[10] Kurra, S., August 19-21, 2002. Significance of the physical parameters on sound transmission loss of double façade walls. The 2002 International Congress and Exposition on Noise Control Engineering, Dearborn, MI, USA.
[11] Sakamoto, S., Ito, K., Asakura, T., 2008. Experimental study on the noise shielding effects of eaves attached on building façade. 37th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering, Shangai, China.
[12] Herrera, J. M. and Recuero, M., Influence of seal insulation to predict sound insulation of the double panel steel doors. Building and Environment, 45.
[13] Acoustic design of schools a design guide. Building Bulletin 93. Department for Education and Skills The Stationary Office, London, 31-40.
[14] Poirazis, H., 2004. Double skin facades for Office buildings. Division of Energy and Building Design, Department of Construction and Architecture, Lund Institute of Technology Lund University. Report EBD-R--04/3, 37, 61-69, 171-182.
[15] TS EN ISO 16283-1, 2014. Akustik, Yapı elemanlarında ve yapılarda ses yalıtımının alan ölçümü, Bölüm-1: Hava ile yayılan sesin yalıtımı. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
[16] TS EN 1996-2, 2009. Akustik, Çevre gürültüsünün tarifi, ölçülmesi ve değerlendirilmesi. Bölüm-2: Çevre gürültü seviyelerinin tayini. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
[17] TS EN 717-1, 2013. Yapılarda ve yapı elemanlarında ses yalıtımının değerlendirilmesi. Bölüm-1: Hava ile yayılan sesin yalıtımı. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 3-28.
[18] Çevre ve Orman Bakanlığı, 2015. Binaların gürültüye karşı korunması ve ses yalıtımı hakkında yönetmelik taslağı.
[19] Demirel, F., 2016. Mimari Akustik Yayınlanmamış Ders Notları, Gazi Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Ankara.

İstanbul Koşullarında Doğal Olarak Yetişen Bitki Türlerinin Ekstensif Yeşil Çatı Sistemlerinde Kullanım Olanaklarının Belirlenmesi

Mert EKŞİ[1]
Aysel ULUS[2]
Nigar KÜÇÜK[3]

Konu Başlık No: 4. Sürdürülebilir Çatı ve Cephe Sistemleri

TÜRKÇE ÖZET

Günümüzde kentleşmenin getirdiği olumsuz etkiler ve küresel ısınma ile ilgili kaygılar, dünyada yeşil çatı sistemleri konusundaki araştırma ve uygulamaların artmasına neden olmaktadır. Ülkemizde yeşil çatı sistemleriyle ilgili birçok uygulama örneği bulunmakla birlikte, bu sistemlerin en önemli bileşeni olarak kabul edilen bitki seçimi ile ilgili araştırmalar oldukça sınırlı düzeydedir. İstanbul, coğrafi konumunun getirdiği benzersiz ekolojik özellikleri nedeniyle yaklaşık 2500 bitkiye ev sahipliği yapmakta ve bu özelliğiyle Avrupa'daki birçok ülkeden fazla sayıda bitkinin yayılış gösterdiği bir bölge olarak değerlendirilmektedir. Ancak, bu bitki varlığının günümüzdeki peyzaj mimarlığı uygulamalarında kullanımı ile ilgili bazı yetersizlikler göze çarpmaktadır. Yapılan çalışmada, ekstensif yeşil çatı sistemlerinde bitki türü seçimi ile ilgili uluslararası yayınlar araştırılmış ve bu sistemlerde uygun olduğu tespit edilen bitkiler, Davis (1965-1985) tarafından Türkiye Florası için tanımlanan (kare) grid sisteminde yer alan A2 karesinde doğal yayılış gösteren bitki türleri ile karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda, İstanbul ikliminde tesis edilecek bir yeşil çatı sisteminin sürekliliğinin sağlanması ve bu sayede kent ekolojisine önemli katkılar sağlaması amaçlanmıştır.

ANAHTAR KELİMELER

Yeşil çatı sistemleri, bitki türleri, kent ekolojisi, sürdürülebilirlik, İstanbul

ABSTRACT

In recent years, academic studies mostly focused on ecological adaptation of green roofs in their surrounding environment. Although numerous green roof examples can be found in Turkey, there's a very limited research on plant material and selection which can be interpreted as one of the most important components in green roof design. Due to unique ecological characteristics provided by its geographical location, Istanbul hosts around 2500 plants and identified as a special region that contains more plants than many European countries. However there are some insufficiencies on implementation of this plant diversity in present landscape practices. In this study, international studies related to plant selection on extensive green roofs were analysed and suitable plants were compared to natural plants located in A2 Zone of the grid system of Turkish flora that was identified by Davis (1965-1985). As a result of the study, it was aimed to ensure the sustainability of a green roof system in Istanbul climate and eventually to provide significant benefits to urban ecology.

KEYWORDS

Green roof systems, plant species, urban ecology, sustainability, Istanbul.

[1] Yrd.Doç.Dr. Mert EKŞİ, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü Peyzaj Teknikleri Anabilim Dalı, 34473 Bahçeköy – Sarıyer, İstanbul, TÜRKİYE, T 0 212 338 24 00 / 25391, F 0 212 226 11 13, merteksi@istanbul.edu.tr
[2] Yrd.Doç.Dr. Aysel ULUS, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü Bitki Materyali ve Yetiştirme Tekniği Anabilim Dalı, 34473 Bahçeköy – Sarıyer, İstanbul, TÜRKİYE, T 0 212 338 24 00 / 25382, F 0 212 226 11 13, ulusay@istanbul.edu.tr
[3] Nigar KÜÇÜK, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, 34473 Bahçeköy – Sarıyer, İstanbul, TÜRKİYE, T 0 212 338 24 00, F 0 212 226 11 13, nigarkucuk16@gmail.com

1.GİRİŞ

Yeşil çatı sistemleri, son yıllarda fiziksel çevrede içeresindeki olumlu etkileri nedeniyle kentlerin önemli bileşenleri haline dönüşmüşlerdir. Kuzey Avrupa ülkelerinde uzun yıllardır yaygın bir biçimde kullanılan yeşil çatı sistemleri, yapılaşmayla kaybedilmiş bitkisel yüzeylerin binaların üzerinde tekrar yaşatılması yaklaşımı ile yaygınlık kazanmıştır. Günümüzde kentleşmenin getirdiği olumsuz etkiler ve küresel ısınma ile ilgili kaygılar, dünyada yeşil çatı sistemleri ile ilgili araştırmaların ve uygulamaların artmasına neden olmuştur. Ekstensif yeşil çatı sistemleri, değişken iklim şartlarına uyum sağlayan bitki türlerinin tercih edildiği, bakım ve uygulama maliyetleri ile binaya gelen yapısal yükü belirgin ölçüde azaltan, yetişme ortamı derinliği 15 cm'den az olan, gelişmiş altyapı sistemleri içermeyen, genellikle üzerinde bulunduğu yapıya ve çevresine sağladığı bazı faydalar nedeniyle tesis edilen alanlar olarak tanımlanmaktadır [1,2]

Ekstensif yeşil çatı sistemlerinde gerçekleştirilen bitki seçimi odaklı araştırmalar, mümkün olan en sığ yetişme ortamında, yağış dışında ek bir sulamaya ihtiyaç duymayan ve bakım gerektirmeyen bir bitki örtüsü oluşturmayı öngörmüştür. Ancak ne var ki bu durum bitki seçiminin çoğunlukla Damkoruğu türleri (*Sedum* sp.) ile bazı otsu türler arasında kısıtlı kalmasına neden olmuştur. Ekstensif sistemler için uygun bitki türlerinin kolay üretilebilen, hızlı gelişebilen ve yoğun kaplama özelliğine sahip bitkiler olması beklenmektedir [3,4,5]. Dünyada yeşil çatılarda kullanılmakta olan bitki türleri ile ilgili çalışmaların başlangıcı, 1970'li yıllarda Kluge'nin yaptığı araştırmalar kabul edilebilir. Yapılan araştırmalarda CAM (Crassulacea Asit Metabolizması) olarak tanımlanan özel bir metabolizma faaliyetine sahip bitkilerin, ekofizyolojik özellikleri nedeniyle kuraklık, ani sıcaklık değişimleri ve rüzgâr gibi zorlu çevresel koşullara uyum sağlama konusunda en uygun türler olduğu tespit edilmiştir. Kısaca CAM (Crassulacean Acid Metabolism) olarak tanımlanan fotosentetik faaliyet 3 farklı bilim insanının 2 farklı çalışmasında ortaya konulmuştur [6,7,8]. Topraktaki nem miktarının azaldığı dönemlerde, CAM bitkileri su kaybını engellemek amacıyla transpirasyonun fazla olduğu gündüz saatleri boyunca stomalarını kapalı tutmakta ve transpirasyon oranlarının azaldığı gece saatlerinde stomalarını açmaktadırlar [8, 9, 10, 11]

Günümüzde ticari uygulamalarda bu kısıtlı aralıktaki bitki türleri alışılagelmiş olarak kullanılmakla birlikte [12], bitki türü sayısının arttırılmasıyla ilgili çabalar devam etmektedir [13]. Dvorak ve Volder'a [14] göre, bir yeşil çatı sistemi için en uygun bitkilerin seçilmesi, bu sistemin yüzeysel akış ya da ısıl özelliklerin geliştirilmesinin yanında çatının diğer türler için yaşam ortamı olarak değerinin arttırılması açısından da önem taşımaktadır. McIvor vd. [15] ekstensif sistemlerde birçok farklı bitki türünün birlikte kullanılmasının, özellikle kurak dönemlerde yüzey kaplama oranı ve biokütle değerlerinin belirli bir düzeyde kalmasına ve bu sayede bazı türlerin yaşamına devam etmesine olanak sağladığını belirtmektedir.

Yeşil çatı sistemlerinin uygulama kıstaslarının belirlenmesi amacıyla 1980'li yılların başlarında Almanya'da FLL [Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V.- Peyzaj Araştırma, Geliştirme ve Konstrüksiyon Topluluğu] tarafından geliştirilen esaslar [16] bu sistemler için yapım tekniklerinin belirlenmesini sağlamıştır. Yeşil çatı sistemlerinde kullanılan bu uygulama esasları, halen dünyada yegâne uygulama ölçütleri olarak kabul edilmektedir. Geliştirilen bu yönerge yeşil çatı sisteminin bulunduğu iklime ve çevre koşullarına göre bir değerlendirme içermektedir. Dolayısıyla Kuzey Avrupa'dan farklı iklim ve çevresel şartlara sahip olan ülkemizde, bazı değerlendirmelerin yapılması zorunludur.

Yeşil çatı sistemlerinin yerel türlerle bulundukları çevreye uyumlu hale getirilmeleri amacıyla yürütülen çalışmalar son yıllarda dünyada hız kazanmış, çevrenin ekolojik yapısına uyumlu bir yapı kabuğu bitkilendirmesi oluşturulması yaklaşımı öne çıkmıştır. Ülkemiz ölçeğinde yeşil çatı sistemleri konusunda birçok uygulama örneği bulunmakla birlikte, bitki türü seçimi ve deneysel araştırmalar ile ilgili çalışmalar sınırlı düzeydedir. Ülkemizde konuyla ilgili olarak yayınlanmış 42 adet akademik çalışma bulunmaktadır [17] ve bunlar arasında deneysel çalışmaların (6 adet) oranı oldukça düşüktür.

Bunun yanı sıra yeşil çatı sistemlerinin doğum yeri olarak kabul edilebilecek Kuzey Avrupa ülkelerine göre iklim yapısı ve buna bağlı olarak bitki örtüsünde belirgin farklar bulunmaktadır. Ülkemiz ölçeğinde gelecek için gerçekleştirilen iklim senaryoları [18] dikkate alındığında yaz aylarında daha uzun kurak dönemlerin oluşacağı öngörülmekte ve bu durum bitki türü seçimi konusuna daha da önem kazanmaktadır. Bu nedenle, son yıllarda sürdürülebilirlik ve doğaya uyumlu yerleşim kavramlarının temelinde yer alan yerellik yaklaşımı, tüketimi ve karbon salınımını azaltmak anlamında önem taşıyan bir etmendir. Bu nedenle doğal yayılışa sahip bitki türleri yeşil çatı sistemleri açısından en önemli araştırma konularından biridir.

Türkiye ve dolayısıyla İstanbul, coğrafi konumu ve ekolojik özellikleri nedeniyle dünyada önemli bitki yayılış alanları arasındadır. İklim farklılıkları, coğrafik özellikleri, jeolojik geçmişi, deniz, göl, akarsu gibi çeşitli ortamların varlığı ve yükselti farklılıkları Türkiye'deki biyolojik zenginliğin nedenlerindendir [19]. Türkiye'de 3022'si endemik olmak üzere 8 bin 897 çiçekli bitki ve eğrelti türü tanımlanmıştır ve bu sayı takson sayısı, alt tür, varyete ve hibritlerle birlikte 10,765'e ulaşmaktadır [20]. İstanbul ili de bu biyolojik çeşitliliğin önemli noktalarından biridir. Yaklaşık 12 milyon nüfusa ve 5712 km^2 yüzölçümüne yayılan bu bölgede, TÜBİVES (2015) verilerine göre 2048 takson tespit edilmiştir[21]. A2 karesi yani Marmara bölgesi üzerinde bir değerlendirme yapıldığında bu sayı 2692'ye ulaşmaktadır. Günümüzde bu bitki varlığının peyzaj mimarlığı uygulamalarına ve yeşil çatı sistemlerine aktarılması artık bir zorunluluk haline dönüşmüştür.

Yapılan çalışmada, ekstensif yeşil çatı sistemlerinde bitki türü seçimi ile ilgili uluslararası araştırmalardaki bitkiler, Davis [22] tarafından Türkiye Florası'nın sınıflandırmasında kullanılan kare (grid) sisteminde yer alan A2 karesinde doğal yayılış gösteren bitki türleri ile karşılaştırılmış ve ekstensif yeşil çatı sistemlerine uygun türlere yönelik bir bitki listesi oluşturulmuştur. Çalışmada elde edilen bulgular yardımıyla, İstanbul ikliminde tesis edilecek bir yeşil çatı sisteminin sürekliliğinin sağlanması ve kent ekolojisine katkılar sağlanması amaçlanmıştır. Yapılan çalışma, devam eden bir çalışmanın ilk aşamasında elde edilen ön sonuçları içermektedir. Bu sayede İstanbul ve Marmara bölgesinde gerçekleştirilecek ekstensif yeşil çatı uygulamaları için bir rehber oluşturulması çalışmanın ana hedefi olarak belirlenmiştir.

2.MALZEME VE YÖNTEM

Çalışma sırasında ekstensif yeşil çatı sistemlerinde bitki seçimi ile ilgili yayınlanmış olan uluslararası kitap ve araştırmalar belirlenmiş, bu çalışmalarda önerilen bitkiler familya, cins ve tür düzeyinde listelenmiştir. Çalışmada bitki türlerinin tespit edilmesi amacıyla yeşil çatı sistemleri konusunda yayınlanmış temel kitaplar [12, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30] incelenmiş ve doğrudan bitki seçimine yönelik yayınlanmış olan kitaplar [12, 24] çalışma kapsamına alınmıştır. Bunun yanı sıra yeşil çatı sistemlerinde bitki seçimine yönelik 7 adet uluslararası çalışma [31, 32, 33, 34 35, 36, 37] araştırmaya dâhil edilmiştir. Araştırma sonucunda, uluslararası çalışmalarda yetişme ortamı derinliği 2 – 15 cm arasında değişen ekstensif yeşil çatı sistemleri için uygunluğu tespit edilen bitkiler tespit edilmiştir. Elde edilen bitki listesi, Davis [22] tarafından Türkiye florasında uygulanan (kare) grid sisteminde yer alan A2 bölgesinde doğal yayılış gösteren bitkiler ile tür düzeyinde karşılaştırılmış ve tespit edilen türler listelenmiştir. Buna ek olarak araştırma sırasında cins düzeyinde TÜBİVES [21] tarafından listelenen ve A2 karesinde yer alan bitkiler, tür düzeyinde tekrar araştırmaya tabi tutularak bu cinslere ait farklı doğal türler belirlenmiştir.

3.SONUÇ

Çalışma sırasında taranan uluslararası kaynaklarda eksensif yeşil çatı sistemleri için önerilen bitki türü sayısı 354 adet olarak belirlenmiştir. Araştırma sonucunda tespit edilen türler 40 familya altında toplanmıştır. Bu familyalar sırasıyla *Aizoaceae*, *Apiaceae*, *Asphodelaceae*, *Aspleniaceae*, *Compositae (Asteraceae)*, *Berberidaceae*, *Boraginaceae*, *Brassicaceae*, *Campanulaceae*, *Caryophyllaceae*, *Crassulaceae*, *Cruciferae*, *Cyperaceae*, *Dipsacaceae*, *Ericaceae*, *Euphorbiaceae*, *Leguminosae*, *Gentianaceae*, *Hyacinthaceae*, *Illecebraceae*, *Iridaceae*, *Lamiaceae, Leguminosae, Liliaceae, Linaceae,*

Onagraceae, Oxalidaceae, Papaveraceae, Plantaginaceae, Plumbaginaceae, Poaceae, Polygonaceae, Polypodiaceae, Primulaceae, Ranunculaceae, Rosaceae, Rubiaceae, Saxifragaceae, Scrophulariaceae, ve *Violaceae* olarak tespit edilmiştir.

Uluslararası çalışmalarda önerilen bitkiler cins ve tür düzeyinde değerlendirildiğinde, *Compositae (Asteraceae)* familyası içerisinde 28 adet cins ile en fazla cins içeren familyadır. Bu familya içerisindeki tür sayısı ise 45 adet olarak tespit edilmiştir. Bu familyayı 13 cins ve 31 tür ile *Caryophyllaceae* ve 13 cins ve 67 tür ile *Crassulaceae* familyası takip etmiştir. *Crassulaceae* familyası içerisinde tespit edilen bitkilerin %73'ü (49 tür) *Sedum* cinsine aittir. *Lamiaceae* familyası ise 12 cins ve 24 tür ile dördüncü sırada yer almıştır. Tür düzeyinde ise *Liliaceae* familyası 5 cins altında yer alan 30 tür ile yüksek bir tür çeşitliliğine sahiptir.

Uluslararası kaynaklarda tespit edilen türler ışığında, Flora of Turkey A2 karesinde bulunan doğal yayılışa sahip bitkilerle bir karşılaştırma gerçekleştirildiğinde, uluslararası kaynaklarda tespit edilen 42 familyanın, 24'ünün doğal olarak A2 karesinde yer aldığı görülmektedir. Bu 24 familya içerisinde 57 cins A2 karesinde doğal yayılışa sahiptir. Doğal yayılışa sahip bitkilerde, cins düzeyinde tespit edilen 57 bitkiye ait 69 tür tespit edilmiştir. Cins sayısının dağılımında *Compositae (Asteraceae)* familyası 9, *Lamiaceae* 7, *Caryophyllaceae* 6 ve *Brassicaceae* 5 cins içermektedir. Tür sayısında ise *Compositae* (*Asteraceae*) 10, *Lamiaceae* 8 *Caryophyllaceae* 6 ve *Rosacea* 6 tür ile sıralanmıştır (Tablo -1).

Tablo -1 İstanbul'da doğal olarak bulunan ve uluslararası çalışmalarda ekstensif yeşil çatı sistemleri için önerilen bitkiler

NO	Familya	Cins	Tür	Cins	Tür	Bitki Boyutu (cm)	Yetişme Ortamı Derinliği (cm)	Kaynakça
1	*Apiaceae*	*Daucus*	*carota*	+	+	-	4-10,6-12,6-8	[33]
2	*Compositae (Asteraceae)*	*Achillea*	*millefolium*[1]	+	+	15	4-7-10	[12],[21]
3	*Compositae (Asteraceae)*	*Anthemis*	*tinctoria*	+	+	48	-	[12],[21]
4	*Compositae (Asteraceae)*	*Hypochaeris*	*radicata*	+	+	20	6-12	[24],[21]
5	*Compositae (Asteraceae)*	*Lactuca*	*serriola*	+	+	-	4-10,6-12,6-8	[21],[33]
6	*Compositae (Asteraceae)*	*Leontodon*	*taraxacoides*	+	+	20	6-12	[24],[21]
7	*Compositae (Asteraceae)*	*Leucanthemum*	*vulgare*	+	+	-	4-10,6-12,6-8	[33],[21]
8	*Compositae (Asteraceae)*	*Senecio*	*vulgaris*	+	+	-	4-10,6-12,6-8	[33],[21]
9	*Compositae (Asteraceae)*	*Sonchus*	*asper*	+	+	-	4-10,6-12,6-8	[33],[21]
10	*Compositae (Asteraceae)*	*Sonchus*	*oleraceus*	+	+	-	4-10,6-12,6-8	[33],[21]
11	*Compositae (Asteraceae)*	*Tussilago*	*farfara*	+	+	-	4-10,6-12,6-8	[33],[21]
12	*Boraginaceae*	*Echium*	*vulgare*	+	+	76	-	[12],[21]
13	*Brassicaceae*	*Arabidopsis*	*thaliana*	+	+	-	4-10,6-12,6-8	[33],[21]
14	*Brassicaceae*	*Aurinia*	*saxatilis*	+	+	15	-	[12],[21]
15	*Brassicaceae*	*Capsella*	*bursa-pastoris*	+	+	-	4-10,6-12,6-8	[33],[21]
16	*Brassicaceae*	*Cardamine*	*hirsuta*	+	+	-	4-10,6-12,6-8	[33],[21]
17	*Brassicaceae*	*Sisymbrium*	*officinale*	+	+	-	4-10,6-12,6-8	[33],[21]
18	*Caryophyllaceae*	*Agrostemma*	*githago*	+	+	-	4-10,6-12,6-8	[33],[21]
19	*Caryophyllaceae*	*Cerastium*	*fontanum*	+	+	-	-	[21],[33]
20	*Caryophyllaceae*	*Petrorhagia*	*saxifraga*	+	+	20	4-6	[24],[21]
21	*Caryophyllaceae*	*Sagina*	*procumbens*	+	+	-	-	[21],[33]
22	*Caryophyllaceae*	*Silene*	*vulgaris*	+	+	-	-	[21],[33]
23	*Caryophyllaceae*	*Stellaria*	*media*	+	+	-	-	[21],[33]
24	*Crassulaceae*	*Sedum*	*sediforme*	+	+	10-20	4-7-10	[24],[21],[35],[37]
25	*Cyperaceae*	*Carex*	*caryophylla*	+	+	10	4-6	[24],[21]
26	*Cyperaceae*	*Carex*	*flacca*	+	+	-	8-12	[36],[12],[21]
27	*Cyperaceae*	*Carex*	*umbrosa*	+	+	10-20	6-10	[24],[21]
28	*Ericaceae*	*Calluna*	*vulgaris*	+	+	30	-	[12],[21]
29	*Euphorbiaceae*	*Euphorbia*	*myrsinities*	+	+	25	-	[12],[21]
30	*Leguminosae*	*Anthyllis*	*vulneraria*	+	+	-	4-10,6-12,6-8	[33],[21]
31	*Leguminosae*	*Lotus*	*corniculatus*	+	+	10	4-10,6-12,6-8	[33],[12],[21]
32	*Gentianaceae*	*Centaurium*	*erythraea*	+	+	15	6-12	[24],[21]
33	*Lamiaceae*	*Acinos*	*alpinus*	+	+	15	4-6	[24],[21]
34	*Lamiaceae*	*Origanum*	*vulgare*	+	+	-	4-10,6-12,6-8	[33],[21]
35	*Lamiaceae*	*Prunella*	*vulgaris*	+	+	-	4-10,6-12,6-8	[24],[33],[21]
36	*Lamiaceae*	*Salvia*	*argentea*	+	+	63	-	[12],[21]
37	*Lamiaceae*	*Stachys*	*byzantina*	+	+	-	20	[31],[21]
38	*Lamiaceae*	*Teucrium*	*chamaedrys*	+	+	10	6-12	[24],[21]

39	*Lamiaceae*	*Teucrium*	*montanum*	+	+	10	6-12	[24],[21]
40	*Lamiaceae*	*Thymus*	*praecox*	+	+	10-30	6-12	[24],[21]
41	*Liliaceae*	*Allium*	*atropurpureum*	+	+	20-30+	4-6	[24],[21]
42	*Liliaceae*	*Allium*	*flavum*	+	+	25-30	5-10	[34],[24],[21]
43	*Liliaceae*	*Allium*	*vineale*	+	+	20-30+	6-10	[24],[21]
44	*Onagraceae*	*Epilobium*	*parviflorum*	+	+	-	4-10,6-12,6-8	[33],[21]
45	*Papaveraceae*	*Papaver*	*dubium*	+	+	-	4-10,6-12,6-8	[33],[12],[21]
46	*Papaveraceae*	*Papaver*	*rhoeas*	+	+	-	4-10,6-12,6-8	[33],[21]
47	*Plumbaginaceae*	*Goniolimon*	*incanum*	+	+	30	-	[12],[21]
48	*Poaceae*	*Deschampsia*	*flexuosa*	+	+	50	-	[12],[21]
49	*Poaceae*	*Festuca*	*valesiaca*	+	+	20	6-10	[24],[21]
50	*Poaceae*	*Melica*	*ciliata*	+	+	30	6-10	[24],[21]
51	*Poaceae*	*Poa*	*alpina*	+	+	10	-	[12],[21]
52	*Polygonaceae*	*Polygonum*	*aviculare*	+	+	-	4-10,6-12,6-8	[33],[21]
53	*Polygonaceae*	*Rumex*	*obtusifolius*	+	+	-	4-10,6-12,6-8	[33],[21]
54	*Polypodiaceae*	*Polypodium*	*vulgare*	+	+	20	6-12	[24],[21]
55	*Primulaceae*	*Lysimachia*	*nummularia*	+	+	5	6-12	[24],[21]
56	*Primulaceae*	*Primula*	*vulgaris*	+	+	10-20	6-12	[24],[21]
57	*Rosaceae*	*Agrimonia*	*eupatoria*	+	+	-	4-10,6-12,6-8	[33],[21]
58	*Rosaceae*	*Fragaria*	*vesca*	+	+	-	4-10,6-12,6-8	[21],[33]
59	*Rosaceae*	*Potentilla*	*argentea*	+	+	15	6-12	[24],[21]
60	*Rosaceae*	*Potentilla*	*aurea*	+	+	15	-	[12],[24],[21]
61	*Rosaceae*	*Potentilla*	*erecta*	+	+	-	-	[21],[24]
62	*Rosaceae*	*Sanguisorba*	*minor*	+	+	-	4-10,6-12,6-8	[21],[33]
63	*Leguminosae*	*Trifolium*	*pratense*	+	+	-	4-10,6-12,6-8	[33],[21]
64	*Leguminosae*	*Trifolium*	*repens*	+	+	-	4-10,6-12,6-8	[33],[21]
65	*Rubiaceae*	*Galium*	*aparine*	+	+	-	4-10,6-12,6-8	[33],[21]
66	*Rubiaceae*	*Galium*	*verum*	+	+	30	-	[12],[21]
67	*Saxifragaceae*	*Saxifraga*	*paniculata*	+	+	10-20	4-6	[24],[21]
68	*Saxifragaceae*	*Saxifraga*	*tridactylites*	+	+	10-20	4-6	[24],[21]
69	*Scrophulariaceae*	*Veronica*	*persica*	+	+	-	4-10,6-12,6-8	[33],[21]

Çalışma sırasında cins düzeyinde uluslararası çalışmalarda ve A2 karesinde yer alan, ancak tür düzeyinde sadece A2 karesinde yer alan bitkiler de çalışma sırasında araştırma kapsamında değerlendirilmiştir. Bu açıdan bir değerlendirme yapıldığında, Marmara bölgesi koşullarında ekstensif yeşil çatı sistemlerinde kullanılabilecek tür çeşitliliği belirgin bir artış göstermektedir. Tespit edilen bitkiler 29 familya altında toplanmış ve bu familyalara ait 89 cins ve 668 türe ulaşılmıştır. Tür sayısı ağırlıklı olarak *Compositae (Asteraceae)* (94), *Caryophyllaceae* (62), *Lamiaceae* (59), *Leguminosae* (58) ve *Scrophulariaceae* (54) familyaları altında yoğunlaşmıştır.

Gerçekleştirilen çalışma, Marmara bölgesi iklim koşullarında ekstensif yeşil çatı sistemlerinde bitki seçimi konusunda yeni bir yaklaşım getirilmesi ve gelecekte ülkemizde ihtiyaca cevap verecek ölçütlerin geliştirilmesinde bir adım taşı olarak değerlendirilmektedir. Dünyada doğayla uyumlu yerleşim ve sürdürülebilirlik yaklaşımları çerçevesinde geliştirilen yöntemler (LEED, SITES, LID vb.) ve yerel kaynakların kullanımının önemi, konuyla ilgili çalışan kişilerin ciddi çalışmalar gerçekleştirmesini zorunlu kılmaktadır. Ülkemizin bitki çeşitliliği dikkate alındığında, bu kaynağın gerek yeşil çatı sistemleri gerek araştırma gerekse uygulama açısından verimli kullanılmadığı ise belirgin bir biçimde görülmektedir.

Çalışmada tespit edilen bitki türleri, sadece Marmara bölgesinde doğal yayılışa sahip bitkilerin değerlendirilmesini içermekle birlikte, gerekli emeğin verilmesi halinde ülkemizin çeşitli bölgelerinde bulunan doğal bitki türlerinin de bu sistemlere uyumlu hale getirilmesi mümkündür. Ancak ne var ki, bu türlerin kullanımı uygulayıcıların hazır yetişmiş bitki materyaline kolay ulaşabilmesiyle doğru orantılıdır. Burada önemli olan yeşil çatı sistemlerine ve peyzaj kavramına olan algının değişmesi ve estetik kaygıların yanı sıra ekolojik kaygıların da önem taşıdığı bir yaklaşımın ortaya konulmasıdır. Bu sayede sadece ithalata dayalı bir bitki varlığı yerine yerel bitki kaynaklarının değerlendirildiği bir peyzaj yaklaşımı mümkün olabilecektir.

4. KAYNAKLAR

[1] Oberndorfer, E., Lundholm, J., Bass, B., Connelly, M., Coffman, R., Doshi, H., Dunnett, N., Gaffin, S., Kohler, M., Lui, K., Rowe, D.B., 2007. Green roofs as urban ecosystems: ecological structures, functions, and services, *BioScience*, 57(10), 823-833.
[2] Ekşi, M., 2012. Yeşil çatı sistemlerinin su ve enerji dengesi açısından değerlendirilmesi: İstanbul örneği, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul.
[3] White, J.W., Snodgrass, E., 2003. Extensive green roof plant selection and characteristics. *In Proceedings of the 1st Greening Rooftops for Sustainable Communities Conference* (Vol. 1, pp. 166-76).
[4] ASTM International, 2006. E2400-06 Standard Guide for Selection, Installation and Maintenance of Plants for Green Roof Systems, p. 4.
[5] Getter, K.L., Rowe, D.B., 2006. The role of extensive green roofs in sustainable development, *HortScience*, 41(5), 1276-1285.
[6] Ranson, S.L., Thomas, M., 1960. Crassulacean acid metabolism, *Annu. Rev. Plant Physiol*. 11:81-110.
[7] Wolf, J., 1960. Der diurnale saurerhythmus, *Encyclopedia of Plant Physiology*, Springer-Verlag,12:809-89, Berlin.
[8] Lüttge, U., 2004. Ecophysiology of crassulacean acid metabolism (CAM), *Annals of Botany*, 93(6), 629-652.
[9] Cushman, J.C., Borland, A.M., 2002. Induction of Crassulacean acid metabolism by water limitation, *Plant, Cell and Enviroment* 25, 295-310.
[10] Dodd, A.N., Borland, A.M., Haslam, R.P., Griffiths, H., Maxwell, K., 2002. Crassulacean acid metabolism: plastic, fantastic, *Journal of Experimental Botany*, 53(369), 569-580.
[11] Bousselot, J.M., Klett, J. E., Koski, R.D., 2011. Moisture content of extensive green roof substrate and growth response of 15 temperate plant species during dry down, *HortScience*, 46(3), 518-522.
[12] Snodgrass, E.C., Snodgrass, L.L., 2006. Green roof plants: a resource and planting guide, Timber Press. ISBN: 978-0881927870
[13] Dunnett, N., Nagase, A., Booth, R., Grime, P., 2008. Influence of vegetation composition on runoff in two simulated green roof experiments, *Urban Ecosystems*, 11(4), 385-398.
[14] Dvorak, B., Volder, A., 2010. Green roof vegetation for North American ecoregions: a literature review, *Landscape and urban planning*, 96(4), 197-213.
[15] MacIvor, J.S., Margolis, L., Puncher, C.L., Matthews, C., B.J., 2013. Decoupling factors affecting plant diversity and cover on extensive green roofs, *Journal of environmental management*, 130, 297-305.
[16] FLL (Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau - Society of Landscape Development and Landscape Design), 2008. *Guidelines for the planning, construction, and maintenance of green-roof sites,* Bonn, Germany.
[17] Ekşi, M., 2014. Çatı Bahçesi Kavramı Ve Terim Kullanımı Üzerine Bir Değerlendirme, *Avrasya Terim Dergisi*, cilt.2, no.2, ss.26-35.
[18] Türkeş, M., Şen, Ö.L., Kurnaz, L., Madra, Ö., Şahin, Ü., 2013. İklim Değişikliğinde Son Gelişmeler: IPCC 2013 Raporu, Sabancı Üniversitesi İstanbul Politikalar Merkezi Raporu, *Sabancı Üniversitesi İstanbul Politikalar Merkezi (IPM)*, İstanbul.
[19] Işıksal, D.D., 2013.Türkiye Florası İçin Endemik Olan Silene Ruscifolia (Hub.-Mor. Et Reese) Hub. Mor. Taksonunun Anatomik, Morfolojik, Palinolojik, Karyolojik ve Ekolojik Özelliklerinin İncelenmesi Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, *Yüksek Lisans Tezi*, Sivas.
[20] Eken, G., Bozdoğan, M., İsfendiyaroğlu, S., Kılıç, D.T., Lise, Y., (Eds.) 2006. Türkiye'nin Önemli Doğa Alanları, *Doğa Derneği*, Ankara, pp. 47.
[21] TÜBİVES, 2015. Türkiye Bitkileri Veri Tabanı, Eskişehir, http://www.tubives.com/.
[22] Davis, P.H.,1965-1985, Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Vol I-IX, Edinburgh University Press, Edinburgh, ISBN-13: 978-0748614097.
[23] Osmundson, T. 1999. Roof gardens: history, design and construction, Norton Company, 1999, New York, ISBN: 0-393-73012-3.

[24] Dunnett, N., Kingsbury, N., 2010. Planting green roofs and living walls, (Vol. 254). Portland, OR: Timber Press, ISBN 13: 978-0-88-192-911-9
[25] Cantor, Steven L., Green roofs in sustainable landscape design. WW Norton & Company, 2008, ISBN: 978-0-393-73168-2
[26] Weiler, S., Scholz-Barth, K., 2009. Green roof systems: a guide to the planning, design, and construction of landscapes over structure, John Wiley & Sons, ISBN: 978-0-471-67495-5
[27] McIntyre ve Snodgrass, 2010. McIntyre, Linda, and Edmund C. Snodgrass. The green roof manual: a professional guide to design, installation, and maintenance. Timber Press, 2010, ISBN: 978-1-60469-049-1
[28] Dunnett, N., Gedge, D., Little, J., & Snodgrass, E. C., 2011. Small green roofs: low-tech options for greener living. Timber Press, ISBN: 1604690593
[29] Dakin, K., & Pantiel, M., 2013. The professional design guide to green roofs. Timber Press, ISBN: 1604693126
[30] Sutton, R. K., Lambrinos, J., 2015. Green Roof Ecosystems: Summary and Synthesis. In Green Roof Ecosystems (pp. 423-440). Springer International Publishing, ISBN: 978-3-319-14983-7
[31] Blanusa vd., 2013. Blanusa, T., Monteiro, M. M. V., Fantozzi, F., Vysini, E., Li, Y., Cameron, R. W., 2013. Alternatives to Sedum on green roofs: can broad leaf perennial plants offer better 'cooling service'?. *Building and Environment*, 59, 99-106.
[32] Emilsson, T., Rolf, K., 2005. Comparison of establishment methods for extensive green roofs in southern Sweden. *Urban Forestry & Urban Greening*, 3(2), 103-111.
[33] Bates, A. J., Sadler, J. P., Mackay, R., 2013. Vegetation development over four years on two green roofs in the UK. *Urban Forestry & Urban Greening*, 12(1), 98-108.
[34] Nagase, A., Dunnett, N., 2013. Performance of geophytes on extensive green roofs in the United Kingdom. *Urban Forestry & Urban Greening*, 12(4), 509-521.
[35] Getter, K. L., Rowe, D. B., 2008. Media depth influences *Sedum* green roof establishment. *Urban Ecosystems*, 11(4), 361-372.
[36] Getter, K. L., Rowe, D. B., Cregg, B. M., 2009. Solar radiation intensity influences extensive green roof plant communities. *Urban Forestry & Urban Greening*, 8(4), 269-281.
[37] Rowe, D. B., Getter, K. L.,Durhman, A. K., 2012. Effect of green roof media depth on Crassulacean plant succession over seven years. *Landscape and Urban Planning*, 104(3), 310-319.

Çatı ve cephe sektörünün dergisi

çatı ve cephe

Birbirini tamamlayan unsurlarıyla yapı kabuğunu ele alan iki alanı, çatıyı ve cepheyi birleştirdiğimiz, pazarın büyümesinde, sektörün markalaşmasında katkımız olduğu için **gururluyuz...**



B2B medya
www.b2bmedya.com

www.cativecephe.com
www.facebook.com/CatiVeCephe
twitter.com/CativeCephe
T: 0216 651 78 78 • F: 0216 651 78 98



ÇATI "BRAAS"tır.

Braas Çatı Sistemleri, 35 ülkede 100'den fazla üretim tesisi, yaklaşık 7300 çalışanı ve uzun ömürlü, kaliteli, inovatif çözümlerden oluşan kapsamlı ürün ve hizmet gamı ile dünyanın mükemmel çatılarını sunuyor.

braas.com.tr