YAPI ÜRETİMİ, KULLANIMI ve KORUMA SÜREÇLERİ

03 - 05 HAZİRAN 2015 / ANKARA, TÜRKİYE

2. ULUSAL YAPI KONGRESİ

TMMOB MİMARLAR ODASI
ANKARA ŞUBESİ

Konur Sokak 4/3 Yenişehir
ANKARA

Yazı İşleri Müdürü: Tezcan Karakuş Candan
Editörler: Tuğba Arslan Konak, Ayşe Tavukçuoğlu
Kapak Tasarım: Cemre Teomete
Yayına Hazırlayan: Suna Kabasakal

Haziran 2015

Baskı:

Mattek Matbaacılık Basım Yayın Tan.Tic.San.Ltd.Şti.
Ağaç İşleri Sanayi Sit. 1354. Cadde 1362 Sokak
No: 35 İvedik/ANKARA
Tel:(0.312) 433 23 10 Fax:(0.312) 434 03 56

Bu kitabın her hakkı saklı olup, kaynak gösterilerek yapılacak alıntılar dışında, yayıncının izni olmadan hiçbir yolla çoğaltılamaz.

ISBN: 978-605-01-0735-7

BİLİM KURULU

Elvan ALTAN ERGUT	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
İdil AYÇAM	Gazi Üniversitesi
Ömür BAKIRER	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
İnci BASA	Bilkent Üniversitesi
Figen BEYHAN	Gazi Üniversitesi
Emine N. CANER SALTIK	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Mehmet ÇALIŞKAN	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Gülser ÇELEBI	Alanya HEP Üniversitesi
Füsun DEMİREL	Gazi Üniversitesi
Arda DÜZGÜNEŞ	Çankaya Üniversitesi
Mualla ERKILIÇ	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Fuat GÖKÇE	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Arzu GÖNENÇ SORGUÇ	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Mediha GÜLTEK	Gazi Üniversitesi
Arzuhan Burcu GÜLTEKİN	Gazi Üniversitesi
Tanju GÜLTEKİN	Atılım Üniversitesi
Halis GÜNEL	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Meltem Ö. GÜREL	Bilkent Üniversitesi
Gülsu U. HARPUTLUGİL	Çankaya Üniversitesi
Timuçin HARPUTLUGİL	Çankaya Üniversitesi
Bilge İMAMOĞLU	TED Üniversitesi
Vacid İMAMOĞLU	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Soofia Tahira Elias ÖZKAN	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Fulya ÖZMEN	Gazi Üniversitesi
Güven Arif SARGIN	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Murat SÖNMEZ	TOBB ETÜ
Ali Murat TANYER	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Ayşe TAVUKÇUOĞLU	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Gediz URAK	Gazi Üniversitesi
Ali İhsan ÜNAY	Gazi Üniversitesi
N. Mine YAZICIOĞLU	Çankaya Üniversitesi

DÜZENLEME KURULU

Filiz AKKAŞ
Neval AKSOY
Tuğba ARSLAN
Kubilay BUYUKLU
Gülser ÇELEBİ
Mediha GÜLTEK
Gülsu U. HARPUTLUGİL
Timuçin HARPUTLUGİL
Tezcan KARAKUŞ CANDAN
Ali Murat TANYER
Ayşe TAVUKÇUOĞLU
Çetin ÜNALIN

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ 1

YAPI MALZEMELERİ

- CAMDA GELİŞMİŞ TEKNOLOJİ UYGULAMALARI

  Fatma Yelkenci Sert, Neslihan Güzel..... 3

- AMELİYATHANE ZEMİN KAPLAMALARI ÜZERİNE ÖNERİLER

  İlknur Şahin, Ayça Tokuç 15

- LİMANLARDA YAPI MALZEMESİ ÇEŞİTLİLİĞİ VE BANDIRMA LİMANI ÖRNEĞİ

  Melek Sarıköse, Asena Soyluk..... 27

- AHŞAP MALZEMENİN GÜNCEL KULLANIMI: ÇAPRAZ LAMİNE AHŞAP (CLT) MALZEME VE YAPI TEKNOLOJİSİ

  Neslihan Güzel, Özgül Yılmaz Karaman..... 41

YAPIM TEKNOLOJİLERİ VE YÖNETİMİ

- DİYATOMİT KAYAÇLARININ POLYESTER REÇİNE BAĞLAYICI İLE BİRLİKTE HAFİF YAPI ELEMANI ÜRETİMİNDE KULLANILMASI

  Mehmedi Vehbi Gökçe..... 53

- SPOR YAPILARINDA ÇEKMEYE ÇALIŞAN ÇATI STRÜKTÜRLERİNDE ZİNCİR EĞRİSİ KULLANIMININ KRONOLOJİK DEĞERLENDİRMESİ

  Sevda Durgut, Ahmet Vefa Orhon 63

- MİMARİ KONSTRÜKTİF PARAMETRİK TASARIM ARAÇLARI: RHINOCEROS, GRASHOPPER, THE ZOO PLUGINS

  Murat Aydın, Hakan Yaman 75

- BETONARME KARKAS SİSTEMDE İNŞA EDİLMİŞ BİNALARIN YAPI KABUĞUNDA MEYDANA GELEN HASARLAR ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

  Gülşen Akın Güler, Emrah Gökaltun 93

- KISMİ BAĞLANTILI PREFABRİK YAPILARIN STATİK İTME ANALİZİ

  Fezayil Sunca, Mehmet Akköse..... 107

- TEKSTİL YAPI, YAPI MALZEMESİ VE TEKNOLOJİLERİNİN EVRİMİ: 21.YY'DA ESNEK MEKAN TEKTONİĞİ

  Ali Devrim Işıkkaya..... 117

- YAPIM SİSTEMLERİ AÇISINDAN GENİŞ AÇIKLIKLI KONSOLLARIN İNCELENMESİ: BUSAN SİNEMA MERKEZİ ÖRNEĞİ

  Kutluğ Savaşır, Ahmet Vefa Orhon 129

- YÜKSEK YAPILARDA ÇEKİRDEK GEOMETRİSİNİN TAŞIYICI SİSTEME ETKİSİ

  Tamraz Kazımov, Asena Soyluk 141

- TÜRKİYE'DE YAPI ÜRETİMİNDE TASARIM, DENETİM VE UYGULAMA SÜREÇLERİNDEKİ EKSİKLİK VE KOORDİNASYON YETERSİZLİĞİNİN ÜRETİM KALİTESİNE YANSIMALARI

  Gülden Gümüşburun Ayalp, Mehmet Emin Öcal 153

YAPIM TEKNOLOJİLERİ

- YAPI ELEMANLARI TASARIMINDA KULLANILABİLECEK SİSTEMATİK MALZEME SEÇİM ARAÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

  Mine Koyaz, M.Cem Altun 173

- "4+9" TİPİK BÖLGE DETAYI TASARIMI İÇİN BİR DESTEK ARACI VE KULLANILABİLİRLİĞİ

  M.Cem Altun, Işıl Türkay 187

- ALÜMİNYUM GİYDİRME CEPHE SİSTEMLERİNİN BİNA İLE BÜTÜNLENMESİNDE KULLANILABİLECEK PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ VE BAĞIL ÖNLEMLERİ

  Aytaç Oraklıbel, M.Cem Altun 201

- CEPHE KAPLAMA SİSTEMLERİNDEKİ METAL MESAFE TUTUCULARIN "ISI KÖPRÜSÜ" OLUŞUMUNA ETKİSİ

  Özge Sarı, M.Cem Altun 212

KÜLTÜREL MİRASIN KORUNMASI

- MİMARİ ESERLERİN KORUNMASI SORUNU: HAVRAN BELEDİYE BİNASI ÖRNEĞİ

  Orhan Yabancı 227

- KORUMA ALANINDA SOSYAL MEDYANIN ROLÜ

  Eylem Kazıl Aydoğdu 241

- SİVİL MİMARİ ÖRNEKLERİNİN MODERN MİMARLIK MİRASI KAPSAMINDA DEĞERLENDİRİLMESİ VE KORUMA ÖNERİLERİ: TAYMAN APARTMANLARI

  Dilek Avsan, Duygu Nart 253

- KORUMA UYGULAMALARINDA MALZEMENİN TEMEL ÖZGÜNLÜK KRİTERLERİNDEN BİRİ OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

  Mehmet Ulukan 269

- NİĞDE'DE KORUMA, CULLAZ SOKAK ÖRNEĞİ

  Gediz Urak, Emel Efe Yavaşcan 281

- KIZILÖTESİ ISIL GÖRÜNTÜLEME İLE YÜZEY SUYU AKAÇLAMA DÜZENEKLERİNİN İNCELENMESİ: AĞZIKARAHAN ÖRNEĞİ

  Ayşe Tavukçuoğlu, Arda Düzgüneş, Emine Caner Saltık, Şahinde Demirci 295

- BELGELERE VE MALZEMEYE DAYALI OLARAK TAMAMLANAN GELENEKSEL DİYARBAKIR EVİ ÖRNEĞİ

  Emine Ekinci Dağtekin 307

- GELENEKSEL YAPI USTALIĞINI ÖĞRETMEK: GÜZEL SANATLAR FAKÜLTESİNDE USTA-ÇIRAK SİSTEMİNİN UYGULANMASI

  Özlem Karakul 325

- ANADOLU SELÇUKLU VE OSMANLI DÖNEMİ DARÜŞŞİFALARINDA UYGULANAN ÇATI AKAÇLAMA SİSTEMLERİ

  Gülşen Dişli, Zühal Özcan 337

YAPI GÜVENLİĞİ

- HAVALİMANI TERMİNAL YAPILARINDA DEPREME KARŞI DAYANIM İÇİN KULLANILAN SİSMİK İZOLASYON TEKNOLOJİSİ

  Nur Banu Özdemir, Asena Soyluk 351

- KÜLTÜR MERKEZİ YAPILARININ DEPREM DAVRANIŞI YÖNÜNDEN İNCELENMESİ

  Hande Ayaşlı Öztürk, Asena Soyluk 363

- AVRUPA BİRLİĞİ MEVZUATLARI BAĞLAMINDA BİNALARDA YANGIN GÜVENLİĞİ

  Sedat Altındaş 375

ÇEVRESEL KONTROL

- TOPLU KONUTLARIN ORTAK KULLANIM ALANLARINDA AYDINLATMA SİSTEMİNİN SEÇİM KRİTERLERİ VE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ, KAYSERİ ÖRNEĞİ

  Z.Özlem Parlak Biçer, Özlem Sümengen, Nur Selcan Karaaslan, Selen Öztürk 387

- ENERJİ ETKİN TASARIM ANLAYIŞININ YÜKSEK YAPILARDA İNCELENMESİ

  Darioush Bashiri Hamidabad, Hasan Begeç 401

- YERLEŞİM ALANININ PLANLAMA VE ENERJİ ETKİNLİĞİ İLİŞKİLERİNİN İNCELENMESİ

  Suad Çiğdem Solay, Gülser Çelebi 413

- FARKLI YÖNLERE BAKAN CEPHELERDEKİ BİNA ENTEGRE FOTOVOLTAİK SİSTEM PERFORMANSLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

  Betül Bektaş Ekici 425

- ANKARA'DA TERAS ÇATIDA KURULACAK FOTOVOLTAİK SİSTEMLER İÇİN OPTİMUM EĞİM AÇISININ BELİRLENMESİ

  Betül Bektaş Ekici 437

- MİMARLIK ÖĞRENCİLERİNİN ÇEVRE TASARIMI KONUSUNDA BİLGİLERİNİN VE DUYARLILIKLARININ ÖLÇÜLMESİ

  Çiğdem Belgin Dikmen, Olcay Türkan Yurdugüzel 449

- BİNALARDA ISIL SORUNLARIN KIZILÖTESİ ISIL GÖRÜNTÜLEME İLE İNCELENMESİ: ODTÜ KENT ÖRNEĞİ

  Murat Sayın, Ayşe Tavukçuoğlu 461

- BOZOK ÜNİVERSİTESİ ERDOĞAN AKDAĞ CAMİİ VE KÜLLİYESİ'NİN AKUSTİK PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ

  Zuhal Özçetin, Sümeyra Pektaş, Mehmet Eminel, S. Gül İlisulu 473

ÖNSÖZ

2. Ulusal Yapı Kongresi, yapı sektörü ile çevre, tasarım, üretim, kullanım, koruma, denetim yönetim, güvenlik ve yıkım süreçleri arasındaki ilişkiler ve sorunların tartışıldığı; yapı sektöründeki gelişmeler ve yenilikçi çözüm önerilerinin paylaşıldığı bir ortam sağlamak amacıyla düzenlenmiştir.

Ülkemizde ulusal ölçekte bir yapı kongresi ilk defa 3-7 Mayıs 1948 tarihleri arasında «Birinci Türk Yapı Kongresi» adı ile Ankara'da yapılmıştır. Bu kongre o tarihte mimarların meslek örgütü olan «Türk Yüksek Mimarlar Birliği»nin girişimi ve katkılarıyla Bayındırlık Bakanlığı tarafından düzenlenmiştir. Meslek topluluğumuzun geniş destek ve katılım sağladığı ilk kongre, Cumhuriyet sonrası mimarlığın kuruluşu ve kurumsallaşması sürecinde birçok mesleki konunun çok yönlü ele alındığı, paylaşıldığı ve çözüm yollarının araştırıldığı önemli bir etkinlik olmuştur. Mimarlar Odası Ankara Şubesi, 1948 yılında düzenlenen bu kongrenin anısını yaşatmak ve Ankara'da "ulusal yapı kongreleri"ni bir gelenek haline getirerek yapı üretimine ilişkin bilgilenme ve tartışma ortamlarını sürekli kılmak niyetindedir.

Ülkenin yapı sektörüyle ilişkili olduğu birçok konu çok hızlı değişmekte ve gelişmektedir. Tüm bu gelişmeler de dikkate alınarak, yapı sektörünün güncel olan sorunlarının gündeme getirilmesi ve çözümler üzerinde ortak tartışmaların yapılabilmesi önemlidir. Bu amaçla, yapı ve çevre bilimleri, yapım ve malzeme teknolojileri, mimarlık, mühendislik ve bilişim sahalarıyla ilgili birçok disiplinden meslek adamlarının, araştırıcıların, uzmanların, uygulayıcıların, üreticilerin, öğrencilerin ve kullanıcıların bir araya getirilmesi hedeflenmiştir.

Mimarlar Odası Ankara Şubesi 'nin düzenlediği, Yapı Mesleki Bilimsel Çalışma Komisyonu (Yapı MBÇK)'nun organizasyonunu üstlendiği ve Orta Doğu Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi'nin ev sahipliğini yaptığı "2. ULUSAL YAPI KONGRESİ" 03 - 05 Haziran 2015 tarihleri arasında Ankara'da yapılmıştır. 2. Ulusal Yapı Kongresi'nin ana teması, Türkiye'de ve dünyada güncel birçok sorunu kapsayan "YAPI ÜRETİMİ, KULLANIMI VE KORUMA SÜREÇLERİ" olarak belirlenmiştir. Bu kapsamda üzerinde durulan konu başlıkları şunlardır:

- Yapı malzemeleri
- Yapım teknikleri ve uygulama detayları
- Yapı denetimi ve güvenliği
- Yapım-bilgi teknoloji ilişkileri
- Kültürel mirasın korunması
- Çevresel kontrol
- Yapım yönetimi

Bu konu başlıkları ile ilgili olan toplam 69 çalışma Bilim Kurulu tarafından kongrede sunulmak üzere kabul edilmiş; araştırma, derleme ve uygulama nitelikli özgün çalışmaların yer aldığı 37 bildirinin tam metni Kongre Bildiriler Kitabı'nda yer almış ve kongrede sunulmuştur. Kongrede birikimlerini paylaşan davetli konuşmacılarımızın "mimarlık mesleği ve eğitimi", "yapısal çelik teknolojileri ve uygulamaları", "ard germe yapım teknikleri ve uygulamaları", "yapım sektöründe akreditasyon ve standartlar üzerine çalışmalar ve gelişmeler" konularıyla ilişkili değerli sunumları, kongrenin karşılıklı paylaşım, etkileşim ve eğitim ortamını çok daha verimli ve yararlı kılmıştır. Kongrenin sonunda Bilim Kurulu ve Düzenleme Komitesi üyeleri ile birlikte tüm katılımcıların değerlendirmelerini ve görüşlerini karşılıklı paylaşabilecekleri bir "Kapanış Paneli" planlanmıştır. Bu panelde paylaşılan "kongrenin hazırlanması sürecinde edinilen tecrübeler" ve "mimarlık mesleğinin ve yapı üretimi, kullanımı ve koruma süreçleriyle ilişkili sahaların gelişen vizyonu" üzerine dile getirilen görüşlerin "2. Ulusal Yapı Kongresi Bildirgesi" olarak yayınlanması hedeflenmiştir.

Sıkışık bir takvim sürecinde yoğun bir iş temposuyla çalışan ve Kongre'nin başarıyla sonuçlanmasını sağlayan Mimarlar Odası Ankara Şubesi çalışanlarına, Kongre Düzenleme Komitesi ve Bilim Kurulu'na, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi'ne, tüm katılımcılara ve desteğini esirmeyen herkese sonsuz ve gönülden teşekkürlerimizi sunarız.

2. Ulusal Yapı Kongresi Bilim Kurulu ve Düzenleme Komitesi adına

Tezcan KARAKUŞ CANDAN

Mimarlar Odası Ankara Şubesi
43. Dönem Yönetim Kurulu Başkanı

Camda gelişmiş teknoloji uygulamaları

FATMA YELKENCİ SERT [1]*, NESLİHAN GÜZEL [2]

ÖZET

Günışığı, önceki yıllarda yapıların pencere boşluklarından iç hacme sınırlı mesafede ve kontrolsüz şekilde alınırken, günümüzde günışığının iç hacme alınımında, kontrol ve iklimlendirme koşulları aranmaktadır. Gelişmiş cam teknolojileri kullanılarak günışığı kontrollü yönlendirme ile istenilen yere ulaştırılabilmekte ve ısı, ışık miktarına göre camın optik özelliği değişerek iç mekana iletilecek ışık miktarı ayarlanabilmektedir. Camdaki bu teknolojilerde, yapının ısınma ve soğutma yüklerinin azaltılması ile enerji giderlerinin minimuma indirilmesi amaçlanmaktadır. Yapıda kullanılacak cam türünü seçme aşamasında doğru karar verilebilmesi için, yeni cam türlerine ait değişkenlerin, teknik özelliklerin tasarımcı veya kullanıcıya verilmesi gerekmektedir. Bu yazıda, aktif ve pasif olmak üzere çalışma prensibine göre iki ayrı grupta incelenen gelişmiş cam teknolojilerinin kullanım yerleri, amaçları, üretici firmalar, kimyasal ve fiziksel özellikleri tablo oluşturularak bir araya getirilmiştir. Bu çalışmada, yenilikçi cam malzemelerin özelliklerinin ve örnek yapılar aracılığı ile uygulama çözümlerinin incelenmesi amaçlanmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Cam, Aktif Sistem, Pasif Sistem, Enerji Korunumu, Saydam yapı malzemeleri

[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

[2] Neslihan GÜZEL,Yrd. Doç. Dr ., Dokuz Eylül Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Tınaztepe Kampüsü, Doğuş Caddesi, No:209, Pk: 35160 Buca- İZMİR; Tel: (0232)3018442; neslihan.guzel@deu.edu.tr

1. GİRİŞ

Cam, günümüzde günışığının iç hacimde yarattığı kamaşma problemini engelleyen, ısı-ses yalıtımı sağlayan bir yapı malzemesi olarak görülmektedir. Gelişmiş cam teknolojileri kullanılarak günışığı kontrollü yönlendirme ile istenilen yere ulaştırılabilmekte ve ısı, ışık miktarına göre camın optik özelliği değişerek iç mekana iletilecek ışık miktarı ayarlanabilmektedir. Çalışma prensibine göre aktif ve pasif olarak iki başlık altında incelenen cam teknolojilerinde, yapının ısınma ve soğutma yüklerinin azaltılması ile enerji giderlerinin minimuma indirilmesi amaçlanmaktadır.

Aktif sistem sınıfında bulunan cam türleri, hacme giren güneş ışığının kontrolünü, saydamlığını elektrik geçişi ile değiştirerek yapmaktadır. Sistemin kontrolü, manuel olarak yapılmaktadır ve sistemin kullanıcısına bağlıdır. Pasif sistem sınıfında bulunan cam türleri ise optik yasaları kullanarak hacme giren gün ışığının kontrolünü sağlamaktadır. Bu cam türlerinden bazıları saydamlıkları ışık ve ısı değişkenlerine göre değişmektedir. Pasif sistemin kontrolü çevresel koşullara (ısı, ışık) bağlıdır.

Camdaki bu teknolojik gelişmeler tasarımcılara ve mühendislere esnek, yaratıcı çözümler sunmaktadır. Gelişmiş cam teknolojilerinin kullanılmasıyla binaların enerji giderlerinde azalma, iç hacimlerin fonksiyonlara göre çeşitlilik gösteren görsel konfor koşulları, yaratıcı cephe tasarımları ortaya çıkmaktadır. Yapıda kullanılacak cam türünü seçme aşamasında doğru karar verilebilmesi için, yeni cam türlerine ait değişkenlerin, teknik özelliklerin tasarımcı veya kullanıcıya verilmesi gerekmektedir.

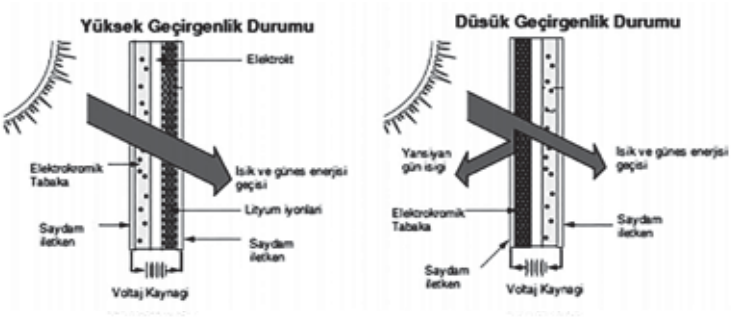
2. CAMIN TEMEL ÖZELLİKLERİ

Cam, genellikle saydam ya da yarı saydam şekilde kullanılan inorganik sert, kırılgan bir madde olarak tanımlanır. Alkali ve toprak alkali metal oksitlerle ani soğutularak oluşan camın ana maddesi silisyum dioksittir (SiO_2). Katılarda görülen kristalli yapı camda bulunmadığından ve amorf yapısından dolayı çoğu zaman sıvı olarak tanımlanmaktadır. Cam yapımında üç grup bulunmaktadır. Bunlar, oksit olarak bilinen, Silikondioksit (silika), eriticiler ve sabitleyicilerdir.

3. GELİŞMİŞ CAM TEKNOLOJİLERİ

3.1. AKTİF SİSTEMLERDE KULLANILAN CAM TÜRLERİ

Elektrokromik camlar (EC), manuel veya binanın işletim sistemiyle voltaja bağlı olarak renkli durumdan orta ve tamamen renksiz hale geçebilmektedir (Şekil 1). Sistemde mevcut ünite içinden elektrik akımı geçirilmesi ile camın optik özellikleri değişir. Elektrokromik camlar nikel ve tungsten metali içeren 5 tabakadan oluşur. İki saydam iletken arasına yerleştirilen iletkenlere elektrik akımı gelmesi sonucu, iyonlar elektrolitten elektrokromik tabakaya dönüşür [1]. Elektrik akımın verilme süresi uzadıkça renk koyulaşmakta ve akım kesildikten sonra da renk uzun süre varlığını koruyabilmektedir.

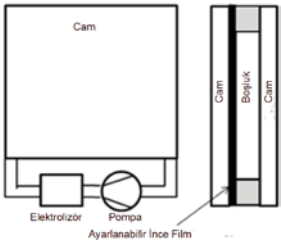


Şekil 1. Elektrokromik cam çalışma diagramı [1].

Tokyo'da bulunan Chanel Ginza Binası'nın mimari çözüm olarak cephede sırasıyla, çift sıra beyaz LED aydınlatma armatürleri, Elektrokromik cam, Low-E cam olmak üzere 3 katmandan oluşan yapı kabuğu kullanılmıştır. Beyaz LED armatürlerin bulunduğu katman gece saatleri aktif olarak medya fonksiyonunu yerine getiren cephe elemanıdır. Elektrokromik cam katmanı, gündüz ve gece saatleri boyunca mekanların farklı fonksiyonlara uygun ortamı sağlamaktadır. Binanın cephesi gündüz saydam, gece elektrokromik cam katmanı elektrik alanıyla optik özellikleri değişerek cam yüzeyler opak hale dönüşmektedir. Opak elektrokromik yüzey ile aktif durumda olan LED yüzeyi yapıyı 910m² alana sahip büyük bir ekrana dönüştürmektedir (Şekil 2). Cam katmanlarının en dışında yer alan ve gündüz güneş kontrolü sağlamak amacıyla kullanılan Low-E camlar petekli çelik strüktüre monte edilmiştir [2].

Şekil 2. Chanel Ginza Binası gündüz ve gece görünüşü [2].

Gazokromik camların cam katmanları arasına, renklendirme için hidrojen verilmektedir. Hidrojen yoğunluğuna bağlı olarak cam, uygun bir şekilde renklendirilirken, oksijen ilavesi ile camın saydamlığının ilk haline geri dönmesi sağlanabilmektedir. Gazokromik camlar, 2 ya da 3 cam katmanı, hava boşluğu, gaz sağlayıcı bağlantı ve elektronik kontrol ünitesinden oluşmaktadır (Şekil 3). Dış cam katmanı 6mm, iki iç cam katmanı 4mm kalınlığında olmak üzere yapısında 1 ya da 2 adet hava boşluğu bulunmaktadır. Gaz boruları kapalı alan boyunca yayılmaktadır. En üst katmanı platinyum kaplı katalist gibi davranan Tungsten oksit (WO_3) ince film tabakası dış yalıtımlı cam katmanın iç yüzeyine uygulanmaktadır [3].



Şekil 3. Gazokromik camın çalışma sistemi [4].

Saydam fotovoltaikler (polimer tabanlı), standart fotovoltaik panellere ek olarak, Kaliforniya Los Angeles Üniversitesi'nde ev, ofis gibi binaların pencerelerinde kullanılması için geliştirilmiştir [5]. Bu sistem ile güneş ışığını elektrik enerjisine çevirirken malzemenin saydamlığıyla dışarısı ile görsel bağlantı sürdürülebilmektedir. Sistem 80W ile 250W arasında elektrik enerjisi üretebilmektedir. Radyasyonun insan gözünün algılamadığı uzun dalga boyuna sahip bir yapısı vardır. Uzmanlar, bu boyuttaki dalga boyunu saydam fotovoltaik panelden geçmesini engellerken, güneş ışığını geçmesini sağlamışlardır. Standart fotovoltaik paneller %6 verimle, yeni önerilen saydam fotovoltaik sistem ise %4 verimle enerji üretmektedir [5].

3.2. PASİF SİSTEMLERDE KULLANILAN CAM TÜRLERİ

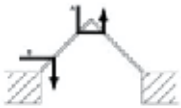
Pasif sistemler, elektrik akımına ihtiyaç duymadan optik yasalara veya çevresel koşullara (ısı-ışık) bağlı olarak gün ışığını hacim içerisine kontrollü alan sistemlerdir.

Fotokromik camlar, ultraviyole ışığın cama yansıması gibi belirli bir dalga boyunun etkisiyle koyu renk halini alır. Fotokromik camın yapısında gümüş klorür, gümüş bromür, gümüş iyodür gibi gümüş halürleri bulunmaktadır [1]. Işığa maruz kalan cam, yapısındaki gümüş klorür ışınım enerjisini kullanarak gümüş ve klor atomlarına ayrışırlar. Bu aşama sonucunda camın renginde koyulaşma meydana gelir. Işığın uzaklaşmasıyla sistemin içerisinde bulunan gümüş ve klor atomları bir araya gelir ve gümüş klorür moleküllerini ortaya çıkarır. Bu işlem sonucunda cam ışığı geçiren saydam yapısına geri döner. Elektrik müdahalesiyle çalışan bir sistemi yoktur. Enerji etkin cephe sistemi için elverişli bir malzemedir. Güneşten dolayı oluşan kamaşmayı engeller, yalnız ısı kazanımı iyi kontrol edilememektedir. Problem kışın ışınım oranın yüksek, ısının düşük olduğu zamanlar yaşanır. Işınım yüksek olduğundan fotokromik cam ışınımı azaltmak için kararır. Bu durum da iç mekandaki ısı kazanımını düşürür. Mimaride henüz yaygın olarak kullanılmaması, maliyetinin fazla olmasından kaynaklanmaktadır.

Termokromik (Isıya Duyarlı) camın, cam katmanları arasına yerleştirilen polivinil butiral film veya ısıya duyarlı jel sayesinde camın geçirgenliği sıcaklığa bağlı olarak değişmektedir. *Pleotint* firması 2006'da yaptığı araştırmayla, standart camların yerine termokromik filtreli cam kullanımı enerji kazanımını %17'den %30'a çıkardığı tespit etmiştir [6]. Termokromik filtre çift katmanlı camın, dış katmanının iç yüzeyine uygulanmaktadır (Şekil 4). Dış sıcaklığın artmasıyla, kısa bir sürede termokromik filtre aktif hale geçerek renklenmektedir. Bu cam türü, güneş ışınlarından dolayı oluşacak kamaşmayı önlemektedir.

Şekil 4. Termokromik cam çalışma sistemi ve şematik gösterimi [7], [1].

Açısal seçici camlar, yaz aylarında güneş açısı dik ve dike yakın olan ışığı geçirmemekte, küçük açılarla gelen gün ışığını geçirmektedir (Şekil 6) [1]. Bu camların tepe ışıklıklarında kullanılması sıcak iklim bölgeleri için uygun bir çözüm olarak önerilmektedir (Şekil 5). Yazın öğle saatlerinde bina iç ortamın aşırı ısınma ihtimalini büyük ölçüde azaltır. Günışığının düşük açı ile geldiği zamanlar oda içerisinde doğal aydınlatma sağlamaktadır. Sistem, akrilik plastik saydam bir tabaka ile kısmen ya da bütün olarak kesik paralel bir dizi için programlanmış otomatik bir lazer kesme makinesi tarafından yapılan panellerden oluşmaktadır.



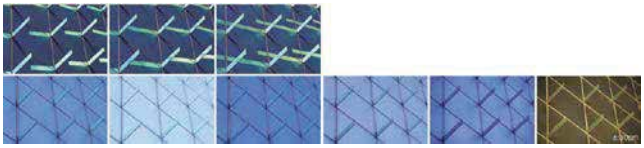
Şekil 5. Bir sınıfın tepe penceresi, Avustralya [8]. Şekil 6. Çalışma şekli [3].

Tayfsal seçici camlar yapılarda, görülebilen ışınımı büyük oranda iç hacme taşıyan, kızılötesi, morötesi ışınımları olabildiğince yutan ve yansıtan camlar olarak tercih edilmektedir. Günışığını kontrol amacı ile kullanılan cam türlerinin güneş ışınımı geçirgenlikleri birbirinden farklıdır. Bazı camların güneş kontrolü sağlamak amacı ile günışığı geçirgenliği düşük olması, spektrumun görülen bölümü için de düşük değerler oluşmaktadır. Bu durumu engellemek ve camın günışığı geçirgenliğini yüksek tutabilmek için yalnızca spektrumun görülemeyen bölümü üzerinde etkili olan bazı özel boya ve kaplamalar kullanılmaktadır [9].

Dikroik kaplamalı camlar, farklı dalga boylarında olan ışınların bir kısmını geçiren, bir kısmını yansıtan camlardır. Kelime olarak 'iki renkli' anlamına gelen bu cam türü ışığı spektral renklere bölerek, yüzeyinde farklı renkler ortaya çıkarmaktadır. Bu yüzden dikroik camlar, mimaride estetik amaçlı kullanılmaktadır. Düz yapılı camlar, dikroik kaplama malzemesiyle kaplanması ile gün içerisinde renk durumu sürekli değişmektedir. Dikroik cam, sıradan bir camın yalıtkan yüzey üzerine ince tabakalar halinde metal oksitlerin kullanılmasıyla oluşmaktadır. Maliyeti oldukça pahalı olan bu cam türü yaygın olarak küçük alanların tasarımı için kullanılmaktadır (tepe penceresi, korkuluk camları gibi) [10]. Handel ve ekibinin tasarımını gerçekleştirdiği Millenium Tower yapısının cephesine, dikroik cam sistemi uygulanmıştır (Şekil 7). Yapının cam tasarımcısı James Carpenter dikroik cam kullanarak zamanın döngüselliğinin somut olarak dışa vurumunu

göstermeyi amaçlamıştır. Böylece binanın yayalar üzerindeki etkisi gün içerisinde farklılık göstermektedir. (Şekil 8) [11].

Şekil 7. Dikroik cam uygulaması ve detay çizimi [11].



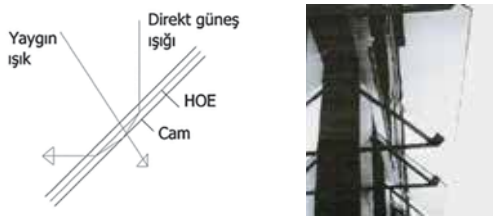
Şekil 8. Farklı zaman dilimlerinde dikroik cam yüzeyleri [11].

Düşük emisyonlu (Low-E) kaplamalı cam, yapıda ısı kayıplarını azaltıcı en etkili yöntemlerden biridir. Low-E camlar, cam yüzeylerin arasına veya dışına uygulanan, uzun dalga ışınlarını yansıtabilen metal veya metal oksit özellikli bir kaplama kullanılarak üretilmektedir. Low-E camlar, maksimum doğal aydınlatma minimum ısı kaybı sağlama ilkesiyle çalışmaktadır. Low-E camlarda bulunan düşük yayınımlı kaplama sayesinde güneşin kısa dalgalı ışınım enerjisini yapı içine alırken, oda içerisinde sıcaklıktan oluşan uzun dalga ışınım enerjisini yaklaşık %85-90 oranında oda içerisine geri yansıtarak ısı kayıplarının en aza indirmektedir. Klasik camlarda iç ortamdan dış ortama ısı kaybı %70 oranında ışınım ile, %30 oranında iletim ile sağlanmaktadır. Low-E kaplamalar bu %70'lik oranın büyük bir kısmını kontrol edebildiği için ısı kaçışını engellemede etkili bir sistemdir. Low-E camlar, pencere önlerinde oluşacak soğuk bölge kavramını önleyerek oda ısısını dengede tutmaktadır. Kışın çok soğuk günlerde hacim içerisinde cam yüzeylerinde oluşacak terlemeyi önlemektedir. Soğuk iklim koşullarında etkili olacak bu cam türü, Ankara'da Enerji Verimliliği Eğitim Tesisi'nde kullanılmıştır (Şekil 9) [12]. Low-E kaplamı camlar sayesinde 'tromb duvarı' ve cam yüzey arasına hapsedilen sıcak hava yükselerek, kumanda ile kontrol edilen hava kanalı vasıtasıyla iç hacme alınmaktadır. Ilıyan hava, tekrar duvar altında yer alan hava kanalları ile 'tromb duvarı' bölgesine taşınmaktadır.

Şekil 9. Tromb duvar ile Low-E camın birlikte çalıştığı sistem kesiti, Ankara [12].

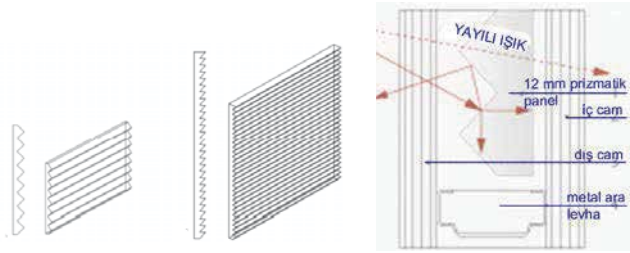
*Sır kaplamalı camlar***,** belirli bir ısıda cam katmanı üzerine belli desenlerin basılmasıyla oluşan yarı saydam yüzeylerdir. Sistemin asıl amacı güneş ışınlarını yaygın olarak içeri almaktır. Sistem, yapılarda güneş ışınlarının rahatsız edici etkilerine direkt olarak maruz kalan bölgeleri korumaktadır. İç-dış görsel bağlantıyı kullanılan desenler ile dolaylı olarak sağlamaktadır [10].

Holografik camlar, üzerine bazı desenler işlenen bir film tabakasının, iki cam katmanı arasına lamine edilmesiyle elde edilmektedir. Sistem dik açıyla gelen güneş ışınını yansıtıcı, yaygın gelen güneş ışınının iç hacme taşımaktadır (Şekil 10) [9]. Holografik camlar, genellikle aydınlatmanın problemli olduğu derin hacimli yapılarda genellikle 45°'lik açı ile pencerelerin üst kısımlarında çözüm olarak kullanılmaktadır. Aynı zamanda, gölgeleme yapı elemanı olarak da tercih edilen bu camların, uygulanacak yerin iklim ve konumuna göre konumlandırılışı farklılaşmaktadır. Derin hacimlere düzgün yayınımlı ışık sağlarken, aynı zamanda parıltı farklılıklarında oluşacak kamaşma problemlerini de en aza indirmektedir [9].



Şekil 10. Holografik elemanın çalışma prensibi ve uygulama örneği [9].

Prizmatik paneller, çift cam arasına yerleştirilerek üzerlerine gelen direkt güneş ışınlarını optik özellikleri sayesinde hacim içerisine kontrollü yönlendirerek içeri alınmasını sağlamaktadır. Plastik veya cam prizmadan oluşan sistemde panellerin dişli kısmı dış yüzeye gelecek yönde olup, diş kısımları yansıtıcılığı yüksek malzeme ile kaplıdır (Şekil 11) [13].

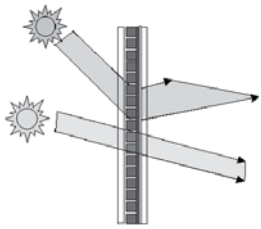


Şekil 11. Simetrik prizmatik panel (42°), Asimetrik prizmatik panel (5°), sistem elemanları ve perspektif çizimi [13], [14].

Bu sistem güneş ışınlarını hacmin içerisine almak için camın yansıtma ve kırılma ilkelerini kullanmaktadır. Sistem düşey pencerelerde direkt gelen güneş ışınını tavana yansıtarak hacme almaktadır. Yansıtma esnasında oluşacak kamaşmayı önlemek için, sitemin pencerenin üst kısımlarda kullanılması önerilmektedir. Prizmatik pencere sistemleri güneş ışınının bir kısmını hacme yönlendirirken, bir kısmı dışarı yansır ve bir kısmı ise iletim esnasında yutulmaktadır. Bu sistemin ışık geçirgenliğinin bu sebeplerden dolayı yaklaşık %40 olduğu bazı araştırmalarda söylenmektedir [13]. Kapalı gök koşullarına sahip iklim bölgelerinde bu sistemin uygunluğu bu nedenlerden dolayı uygun görülmemektedir.

Prizmatik filmler, ince bir film tabakası üzerine prizmatik elemanların basılmasıyla oluşan katmanın, cam panel üzerine uygulanmasıyla elde edilir. Sistemin amacı, prizmatik paneller gibi direkt gelen güneş ışını hacmin tavanına yönlendirerek içeri alınmasını sağlamaktır. Prizmatik panellere göre daha ince yapıda olup, güneş ışığını yönlendirmede daha seçici davranmaktadır. Sistemin bu özellikleri, performansını prizmatik panellerin çalışma performansında daha yüksek yapmaktadır. Kapalı gök koşullarına sahip iklim bölgelerinde sistem, arka kısımlardaki aydınlık seviyesindeki azalma daha az olmasına rağmen, hacim içerinde %10-30 oranlarında aydınlık düzeyinde azalma görülmektedir. Açık hava koşullarına sahip iklim bölgelerinde ise sistem, hacmin arka kısımlarında aydınlık düzeyini %20 oranında arttırmaktadır [9].

Lazer kesimli paneller, saydam akrilik bir panel üzerine lazer yoluyla çizikler atılarak elde edilir ve hacim içerisine direkt gelen (istenmeyen) güneş ışınını almayıp, yaygın gelen (istenen) ışınları almayı amaçlamaktadır (Şekil 12). Lazer kesimli paneller, çift cam arasına veya lazerli kısım lamine cam ile korunursa camların dış yüzeylerine konumlanacak şekilde uygulanmaktadır.



Şekil 12. Lazer kesimli panel ve çalışma sistemi [3].

Sistem, özellikle günışığını hacim içerine taşınmasında sorun yaşayan sıcak iklim bölgelerine bir çözüm olması için geliştirilmiştir. Bu iklim bölgelerinde yaygın olarak kullanılan sistemde, güneş ışını hacim içerisine aşırı ısınma ve kamaşma problemlerini önleyerek alınmaktadır. Ilıman veya soğuk iklim koşullarına sahip bölgelerde sistem, düşük açı ile gelen ışını içeri sorunsuz bir şekilde almaktadır. Bu sistem prizmatik filmler ve panellere göre, güneş ışınlarını daha geniş açı ile içeri yansıtmaktadır. İç ve dış ortam arasında görsel konforda bozulmalar oluşabilmektedir ancak dışarıyı görmeye olanak sağlanmaktadır. Sistem hareketli veya sabit olarak pencerelere yerleştirilebilmektedir. Sistemin pencerelerde göz seviyesinin altında kullanımında, lazer kesiklerin güneş ışınları içeri yansıtırken kamaşma problemleri oluşturmaktadır. Bu yüzden sistemin göz seviyesinin yukarısında kalacak şekilde uygulanması önerilmektedir [13].

4. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Aktif ve pasif olmak üzere bu yazıda iki ayrı grupta incelenen gelişmiş cam teknolojilerine ait teknik ve genel bilgiler karşılaştırmalı olarak Tablo 1'de verilmiştir.

Kullanım amaçları ve kullanım yerleri farklılaşan gelişmiş cam türlerinin genel amacı iç hacimde görsel konforu, değişen fonksiyonlara uyum sağlayabilen mekanlar ve yapıya enerji etkin çözümler sunmaktır. İncelenen cam türlerinin genel amaçlarının benzer olmasına karşın, farklı teknik özelliklere ve kullanım alanlarına sahiptir. Bu yüzden tercih edilecek cam türünün özellikleri iyi bilinmeli, kullanım amacı, uygulanacak yapının bulunduğu iklim koşulları, iç mekan derinliği, arzu edilen aydınlık seviyesine uygun nitelikte gelişmiş cam teknoloji sistemlerinden biri seçilmelidir.

Tablo 1. Gelişmiş cam teknolojilerin sınıflandırılması ve genel özellikleri

			kalınlık	boyutlar	üretici firmalar	kullanım yerleri	kullanım amacı	sistemin çalışma biçimi
Aktif Sistem	Elektrokromik Camlar		8-22 mm	400 x 400 mm 900 x 2000 mm	Sageglass, Saint Gobain, Quantum Glass (Priva-lite Cam)	Bölümlemeler, kapılar, yer yüzeyleri, ekran yüzeyleri, sergi yüzeyleri, tuvalet kabini, pencereler, mağaza vitrini, medya duvarları	Yapıda, gün içerisinde değişen fonksiyonlara uygun ortamı sağlamak	manuel olarak çalışır
Aktif Sistem	Gazokromik Camlar		6 mm dış cam+1 mm gazk. Katman+ 12 mm boşluk+ 4mm iç cam	–	Fraunhober	Pencerlerde, iç mekan bölümlemelerinde, üst örtüde (ancak üretimi yaygın değildir)	Mekan bölümlemeleri, gölge sağlamak amaçlı	manuel olarak çalışır
Aktif Sistem	Saydam Fotovoltaikler		7 mm	1300 x 1100 mm	Sapa Solar, Poly Solar	Pencerelerde, bina cephelerinde, elektrikli arabalarda, cep telefonlarında	Güneş ışığını elektrik enerjisine çevirirken malzemenin saydamlığıyla dışarısı ile görsel bağlantı koparmamak	manuel olarak çalışır
Pasif Sistem	Fotokromik Camlar		–	1300mm x 2500mm	–	Uçakların burun kısımları, gözlük camları, binaların cam yüzeylerinde, ışığa duyarlı ilaç ve yiyeceklerin saklanacağı dolap, kap vb. elemanlarında.	Güneşten dolayı oluşan kamaşmayı engellemek, UV ışınlarını yansıtmak	çevre koşullarına bağlı olarak çalışır
Pasif Sistem	Termokromik Camlar		5mm cam+9mm boşluk+5mm cam+2mm film+ 5mm cam	Max boyutu: 1500x3000 mm	Sunnitive (PLEOTINT), Ravenwindow (RAVENBRICK)	Mimaride dış cephe uygulamaları, otomotiv endüstrisinde tavan camları, uyarı işaret sistemleri, sıcaklık sensörleri	Enerji kazanımını arttırmak, kamaşmayı önlemek, dış ortan görünürlüğünü engellememek.	çevre koşullarına bağlı olarak çalışır
Pasif Sistem	Açısal Seçici Camlar		–	–	Solartan	tepe penceresi, pencereler	Enerji kazanımını arttırmak, kamaşmayı önlemek, doğal aydınlatma sağlamak	çevre koşullarına bağlı olarak çalışır
Pasif Sistem	tayfsal seçici camlar	*Dikroik Kapl. Camlar*	0.1-0.2 mm	1000x 2880 mm, Rulo Boyutları: 71 cmx 2740 cm, 142 cmx 2740 cm, 61 cmx2740 cm ve 137 cmx 2740 cm	3M™ Dikroik Film	Ofis, hastane, konut yapıları, yürüme yolları, takı sanatı, çeşme, tepe pencereleri, korkuluk cam yüzeyleri	Cephede ve yapı içinde görsellik sağlamak	çevre koşullarına bağlı olarak çalışır
Pasif Sistem	tayfsal seçici camlar	*Low-E Kapl. Camlar*	4mm veya 6 mm	3210 mmx 2000 mm, 3210 mmx 2250 mm, 3300 mmx2140 mm, 3300 mmx 2440 mm	Solargard, SunCoat®, Yortel, Stegbar, Isıcam Konfor, Yorim	Isıtmanın ve soğutmanın gerekli ve önemli olduğu iklim bölgelerinde konutlarda, ticari binalarda ,kış bahçelerinde, tromb duvar sisteminde	Yapıda ısı kaybını ve soğutma yükünü azaltmak	çevre koşullarına bağlı olarak çalışır
Pasif Sistem	tayfsal seçici camlar	*Sır Kapl. Camlar*	–	–	–	Bina cephelerinde, mağaza içi bölme elemanlarında	Güneş ışınlarını yaygın olarak hacme almak, görsel estetik sağlamak	çevre koşullarına bağlı olarak çalışır
Pasif Sistem	Holografik Camlar		–	–	–	Pencere yüzeylerinde, tepe pencerelerinde, gölgeleme elemanlarında	Direkt güneş ışınını yansıtmak, yaygın gelen güneş ışınının iç hacme taşımak, kamaşmayı önlemek	çevre koşullarına bağlı olarak çalışır
Pasif Sistem	Prizmatik Panel		32-12 mm	1800mm x 3000mm, 1200mm x 3500mm	D-Lite, Siteco, Northglass	Tepe pencereleri, düşey pencerelerde	Direkt güneş ışınını yansıtmak, yaygın gelen güneş ışınının iç hacme taşımak, kamaşmayı önlemek	çevre koşullarına bağlı olarak çalışır
Pasif Sistem	Prizmatik Film		10-500 micron	–	Microsharp, Kuroda Electric	Tepe pencereleri, düşey pencerelerde	Direkt güneş ışınını yansıtmak, yaygın gelen güneş ışınının iç hacme taşımak, kamaşmayı önlemek	çevre koşullarına bağlı olarak çalışır
Pasif Sistem	Lazer Kesimli Paneller		6mm	1000mm x 600mm	Solartan	Binaların cepheleri, düşey pencere sistemleri, tepe pencereleri, gölgeleme elemanlarında	Direkt güneş ışınını yansıtmak, yaygın gelen güneş ışınının iç hacme taşımak, kamaşmayı önlemek	çevre koşullarına bağlı olarak çalışır

Gelişmiş cam teknolojileri kapsamında üretilen yeni cam türleri, yapıya enerji korunumu, iç mekanlarda görsel ve iklimsel konfor koşulları, farklı cephe tasarımları ve güneş kontrol sistemleri sunmaktadır. Bu teknolojilerin tasarıma yansıması sonucunda, yapıların aydınlatma, ısınma ve soğutma yüklerinde önemli bir azalma görülmektedir. Yapıda kullanılacak cam elemanların seçilmesi esnasında doğru kararlar verilebilmesi için, yeni cam türlerine ait değişkenlerin, teknik özelliklerin tasarımcı veya kullanıcıya verilmesi gerekmektedir. Yapıda kullanılacak cam türlerinin belirlenmesinde, yapının iç mekan hacminin derinliği, gerekli görülen

aydınlık düzeyi, bulunduğu iklim bölgesi koşulları ve özellikleri gibi kriterler göz önünde bulundurulmalı ve amaca uygun tercih yapılması amaçlanmalıdır. Amaca yönelik kararların alınması ile binaların enerji giderlerinde azalma, bütününde ise, bu sistemlerin ülke ekonomisine katkısı olumlu yönde olması beklenmektedir.

KAYNAKLAR

[1] Kazanasmaz, T. & Diler, Y. (2011).Gelişmiş Cam Teknolojileri ile Enerji Etkinliğin Değerlendirilmesi*, VI. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu,* İzmir.

[2] Ritter, A. (2006). *Smart Material: In Architecture, Interior Architecture and Design*. Basel : Birkhäuser.

[3] Yener, A.K. (2007). Binalarda Günışığından Yararlanma Yöntemleri: Çağdaş Teknikler. *VIII. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi,* İzmir.

[4] Development of switchable mirror sheet using gasochromic method. Erişim tarihi:06.05.2014, http://phys.org/news/2013-03-switchable-mirror-sheet-gasochromic-method.html#jCp.

[5] Clarke, C. (2012). UCLA Engineers Develop Transparent Photovoltaic Cells. Erişim tarihi: 20.02.2015, http://www.kcet.org/news/redefine/rewire/solar/photovoltaic-pv/ucla-engineers-developing-transparent-photovoltaic-cells.html.

[6] Pleotint to Co-Market Environmentally Adaptive Glazing Technology. Erişim tarihi: 18.03.2015. http://www.glassonweb.com/news/index/13857/.

[7] RavenBrick's Patented Technology. Erişim tarihi: 13.05.2014, http://www.ravenbrick.com/what-are-smart-windows/how-it-works/.

[8] Solartan: Heat Rejecting Skylights and Atriums. Erişim tarihi: 15.05.2014, http://www.solartran.com.au/heat_reject_skylight.htm.

[9] Manav,B., Kutlu, R., Küçükdoğu, M.Ş. (2009). Mimaride kullanılan cam türlerinin aydınlatma açısından incelenmesi. *V. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu*, Mayıs 2009, 61-69.

[10] Altınok, Z. A. (2011). Özellikli Camların Mimaride Kullanımı, *Çatı ve Cephe Dergisi*, Sayı 30.

[11] Marpillero, S. (2006). *James Carpenter: Environmetal Refractions*. Princeton Architectural Press.

[12] Enerji verimliliği Eğitim Tesisi- Örnek Bina. Erişim tarihi: 15.06.2014, http://www.eie.gov.tr/verimlilik/e_ornek_bina.aspx.

[13] Kazanasmaz, T., Fırat, P. & Tosun, M. (2011). Prizmatik Ve Lazer Kesim Panellerin Doğal Aydınlatma Performansı Açısından Değerlendirilmesi. *VI. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu,* TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası, İzmir.

[14] Aklirik Prizmatik Panel. Erişim tarihi: 16.06.2014, http://www.d-lite.org/page/acrylic_prismatic_panels_p119.php.

Ameliyathane zemin kaplamaları üzerine öneriler

İLKNUR ŞAHİN[1]*, AYÇA TOKUÇ[2]

ÖZET

Hastaneler özel işlev barındıran yapılardır ve hastanelerde kullanılan malzemeler mekanların işlevlerine göre farklılaşmaktadır. Hastanelerde en özellikli mekanlardan biri ise ameliyathanelerdir. Ameliyathaneler steril kullanım alanlarıdır ve zemin, duvar, tavan, kapı ve dolap gibi elemanlarında özellikli malzemeler kullanılması gerekmektedir. Sağlık Bakanlığı ameliyathane tam steril koridorları hariç tüm tam steril mekanların zeminlerinin Grup T homojen polivinilklorür (PVC) malzemesi ile kaplanmasını istemekte ve gerekli zemin duvar kaplaması birleşim biçimini tanımlamaktadır. Buna rağmen çok farklı uygulamalar görülmektedir. Bu çerçevede, bu çalışmada ameliyathanelerin zeminlerinde kullanılacak homojen PVC'lerin doğru uygulama pratikleri araştırılmıştır. Kullanılan yöntem ameliyathanelerin zeminlerinde kullanılacak homojen PVC'lerin sahip olması gereken özellikleri, doğru detaylandırma, uygulama ve bakım pratikleri hakkında bilgi verilmesidir. Sonuçta uygulama pratiklerinin iyileştirilmesi ile ilgili öneriler sunulmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Ameliyathane, homojen polivinilklorür (PVC), zemin kaplaması, elektrik iletkenlik

[1*] İzmir İl Sağlık Müdürlüğü, Yatırımlar Şube Müdürlüğü, Hürriyet Bulv. No:1 Konak İzmir, Tel:0(232)44181111; ilknursahin235@gmail.com

[2] Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Bölümü, Tınaztepe Yerleşkesi Doğuş Cad. No:209 Buca İzmir, Tel: (0232)3018389; ayca.tokuc@deu.edu.tr

1. GİRİŞ

Hastaneler özel işlev barındıran yapılardır ve hastanelerde kullanılan malzemeler mekanların işlevlerine göre farklılaşmaktadır. Ameliyathaneler ise steril mekanlardır. Steril alan oluşturulurken mimari tasarım ve bu tasarımda kullanılan tüm yapı elemanları çok önemlidir [1]. Bu nedenle, zemin, duvar, tavan, kapı ve dolap gibi elemanlarında özellikli malzemeler kullanılması gerekmektedir. Örneğin zemin kaplamalarında, antibakteriyel, kaymayan, kolay temizlenebilir, gibi hastanelerde kullanılan hemen her zemin kaplamasında olması gereken özelliklerin yanında elektrik iletkenliği ve aşınma sınıfı gibi özelliklerin de önemi büyüktür.

Ameliyathanelerde yer kaplaması için malzeme ve detay seçimi belki de yatırım yapılırken verilen en zor verilen kararlardan biridir [2]. Bu malzemenin seçimi ve uygulanması sırasında dikkat edilmesi gereken pek çok nokta bulunmaktadır, çünkü verilecek yanlış kararlar ve yapılacak hatalı uygulamalar ileride giderilmesi çok güç sorunlara yol açabilir. Geçmişte farklı malzemeler kullanılmıştır. Ancak T.C. Sağlık Bakanlığı İnşaat ve Onarım Dairesi Başkanlığı'nın yayınladığı 'Mevcut ve Yeni Yapılacak Sağlık Tesislerinde Uyulması Gereken Asgari Teknik Standartlar' genelgesinde ameliyathane tam steril koridorları hariç tüm tam steril mekanların zeminlerinin Grup T homojen polivinilklorür (PVC) zemin kaplama malzemesi ile kaplanmasını istenmekte ve gerekli zemin duvar kaplaması birleşim biçimi tanımlanmaktadır [3].

Buna rağmen uygulamada çok farklı sonuç ürünler görülmektedir. Bu çerçevede, bu çalışmada ameliyathanelerin zeminlerinde kullanılacak homojen PVC'lerin doğru uygulama pratikleri araştırılmaktadır. Kullanılan yöntem ameliyathanelerin zeminlerinde kullanılacak homojen PVC'lerin sahip olması gereken özellikleri, doğru detaylandırma, uygulama ve bakım pratikleri hakkında bilgi verilmesi ve tartışılmasıdır. Bu sayede uygulama örneklerinin iyileştirilmesine katkıda bulunulması hedeflenmektedir.

2. AMELİYATHANELERDE ZEMİN KAPLAMALARI

Ameliyathanelerde kullanılacak zemin kaplamalarının özellikleri T.C. Çevre Şehircilik Bakanlığı'nın Y.25.116/A11 pozunda [4] tanımlanmış ve Tablo 1'de verilmiştir. Çalışmanın bu kısmında iletken homojen PVC'lerin

antibakteriyellik, elektrik iletkenlik, aşınma sınıfı ve kimyasallara dayanıklılık özellikleri incelenmektedir.

Tablo 1. Ameliyathane zemininde kullanılacak homojen PVC pozu

Poz No	Y.25.116/A11
Tanımı	Çimento esaslı kendiliğinden yerleşen (self leveling) harç ile ortalama 2 mm kalınlıkta zemin tesviyesi yapılması ve üzerine 2 mm kalınlıkta PVC esaslı karo yer döşeme kaplaması yapılması (homojen - Grup T - 04.443/A4A)

2.1. Antibakteriyellik

Hastanenin tüm birimlerinde ve özellikle cerrahi alanlar olan ameliyathanelerde steril ortam oluşturulması gerekmektedir. Bu nedenle zemin kaplamalarında temizliğin doğru ve kolay yapılabilmesi çok önemlidir. Zemin kaplamalarını uygularken kendinden kepli ve 10 cm duvara dönüşlü yapılması sayesinde temizlik sırasında her noktaya erişilebilmekte ve temizlik kolaylaşmaktadır.

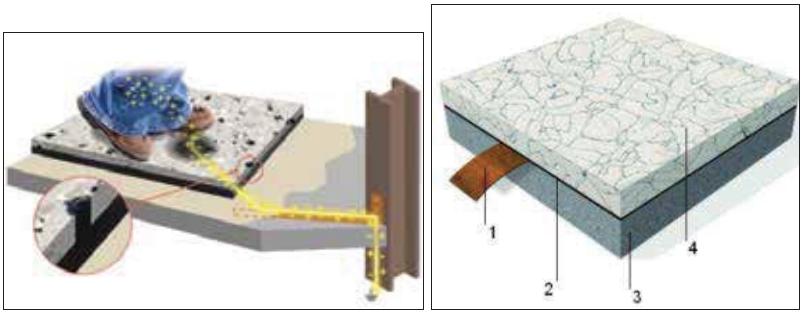
2.2. Elektrik İletkenlik

İnsanların ve maddelerin sahip oldukları elektrik yükü kullanılan mekandaki hassas aletlere zarar verir. Doğru zemin kaplamasını seçerek istenmeyen elektrik akımının ortamdan uzaklaştırılmasını sağlayabiliriz [5]. EN 1081'e göre elektrik direncinin 10^4 - 10^6 ohm olması gerekir [6]. Bu noktada kaplama malzemesi ile beraber kullanılan yapıştırıcı malzemenin de direncine dikkat etmek gereklidir. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından 1 m^2 PVC uygulaması için gerekli PVC yapıştırıcı pozu Tablo 2'deki gibi tanımlanmıştır [4].

Tablo 2. PVC yapıştırıcı pozu

Rayiç No	Tanımı	Birimi	Miktar
04.443/C9B	Akrilik Esaslı Karbon Takviyeli İletken PVC Yapıştırıcı	kg	0.350000

Ameliyathaneler gibi statik elektriğin istenmediği alanlarda iletken malzeme kullanılmalıdır. Homojen yapıda rulo/karo halinde üretilen vinil yer kaplamalarında bulunan karbon tanecikleri malzemenin iletkenliğini sağlar. Ortamdaki elektrik yükü karbon tanecikler, zemin kaplamasını yapıştırmada kullanılan iletken yapışkan ve bakır bara uygulaması ile topraklama hattına aktararak ortam nötr hale getirilir (Şekil 1) [7].



Şekil 1. PVC elemanda elektrik iletimi (1. bakır bant tel 2.iletken tutkal 3.uygulanılan zemin 4.PVC üzerindeki karbon yüklü iletken damarlar)

2.3. Aşınma Sınıfı

T.C. Sağlık Bakanlığı İnşaat ve Onarım Dairesi Başkanlığı'nın yayınladığı 'Mevcut ve Yeni Yapılacak Sağlık Tesislerinde Uyulması Gereken Asgari Teknik Standartlar' genelgesinde ameliyathanelerde tam steril koridorlar hariç tüm tam steril mekanların zeminlerinin Grup T homojen PVC zemin kaplama malzemesi ile kaplanması istenmektedir [3]. İlgili T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı poz tanımı Tablo 3'te verilmiştir [4].

Tablo 2. 2,0 mm. PVC esaslı esnek homojen elastik yer döşemesi

Rayiç No	Tanımı	Birimi	Miktar
04.443/A4A	Grup: T (Aşınma-kalınlık kaybı: AL≤0,08 mm veya hacim kaybı Fv≤2,0 mm^3), (Kalıcı batma≤0.10 mm), Esnek, homojen, 2,0 mm kalınlığında, iletken, karo.	m^2	1.050000

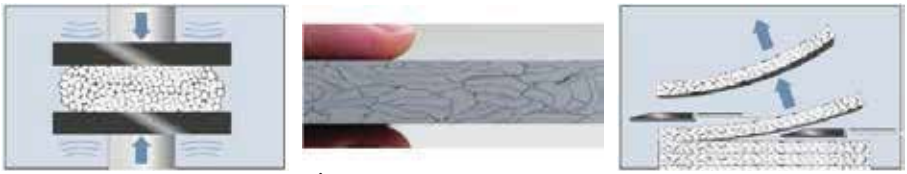
Homojen zemin kaplama malzemeleri genel olarak 2 mm kalınlıkta üretilirler ve tek tabakadan oluştuğu için aşınma tabakası 200 mikron (2mm)' dir. Heterojen PVC yer kaplamalarında ise aşınma tabakası 0,30-0,80 mikrondur [8]. Dolayısıyla homojen PVC diğer PVC yer kaplamalarına göre daha dayanıklı ve uzun ömürlüdür.

2.4. Kimyasallara Dayanıklılık

Ameliyathanelerde kullanılan çeşitli kimyasal maddelerin yer tabakasını aşındırması sonucunda zemin kaplama malzemesinde oluşacak bozulmalar hijyen açısından istenmeyen bir durumdur. Bu nedenle PVC'nin kimyasallara dayanıklılığı EN 423 standartlarına uygun olmalıdır [9].

3. HOMOJEN İLETKEN PVC'NİN ÜRETİMİ

Üretim aşamasında vinil levhalar küçük parçalar halinde kesilir ve iletken madde ile kaplanır. Böylece yutucu tek yüzey oluşturulmuş olur. Parçaların iletkenliği, neme ve sıcaklığa bağlı olarak karşı artar. Çok yüksek bir basınç ve yüksek ısı uygulayarak, bu kaplanmış yongalar homojen katı bloklar halinde sıkıştırılmaktadır [10]. İşlemi bitmemiş ürüne bakıldığında iletken ağları yoğun bir şekilde görülmektedir (Şekil 2). Bu iletken yollar bütün elektriğin güvenli bir şekilde boşaltılmasını sağlamaktadır.



Şekil 2. İletken PVC'nin üretim aşamaları

Aşırı sıkıştırılmış bloklar karolar halinde kesilir ya da rulolar haline getirilir. Karolar halinde kullanımı da olmakla birlikte ameliyathanelerde genelde rulo hali kullanılmaktadır. Karolajlama kolay tamir edilebilir özelliğinden dolayı kullanılmakla birlikte, rulo uygulamaların daha az derz olması, ortamın sterilliğine katkıda bulunması açısından tercih nedenidir.

4. HOMOJEN İLETKEN PVC'NİN UYGULANMASI

Homojen iletken PVC uygulamasında dikkat edilmesi gereken başlıca unsurlar zeminin hazırlanması, bakır bara uygulaması, PVC'nin boyut ve konumuna göre uygulanması ve kaynak başlıkları altında incelenebilir.

4.1. Zeminin Hazırlanması

PVC uygulaması, alanda yapılacak en son ince yapı işi olmalıdır ki döşemenin zarar görmesi engellenmelidir. Uygulama alanı temiz ve sıcaklığı 18 ºC'nin altında olmamalıdır. Uygulama yapılacak olan zemin pürüzsüz ve düz (düzgünsüzlüğü % 0,2'den az) olmalıdır. Pürüzlülük daha yüksekse self-leveling tesviye şapı ile düzeltilmelidir. Bu aşamada, uygulama alanında mevcut derzli bir malzeme bulunuyorsa sökülmeli ve zemin pürüzsüz hale getirilmelidir [11].

İstenilen düzgünlüğü ve pürüzsüzlüğü elde etmek için kendiliğinden yayılan self leveling şap uygulaması yapılmalıdır. Uygulamadan sonra zemin kaplamasının altında kabarmaların oluşmasını önlemek için nemine bakılmalıdır. Tesviye şapı döküldükten sonra uygulama için kuruması beklenmelidir.

4.2. Bakır Bara Uygulaması

Uygulamada ruloların/karoların birleştirilmesi esnasında malzemenin tam iletkenliğini sağlamak için, enine bağlantı (kaynak) yerlerinin altına uzunlamasına alanın büyüklüğüne göre genelde 100 cm aralıklarla bakır şerit yerleştirilir (Şekil 3). Sadece bakır şeridin üstüne de gelecek şekilde mala tarağı yardımıyla iletken yapıştırıcı sürülmelidir. Bakır şerit daha sonra topraklama hattına bağlanarak statik elektriğin ortamdan uzaklaşması sağlanır.

Şekil 3: İletkenliğin sağlanabilmesi için Bakır Bara Uygulaması

4.3. Malzeme Boyutlarına ve Konumuna Göre Uygulamalar

Malzemeler rulo veya karo olarak uygulanabilir. Bu farklılık uygulama teknikleri açısından değişiklikleri de beraberinde getirmektedir. Ayrıca uygulama, malzemenin mekandaki diğer yapı elemanlarıyla ilişkisinden de etkilenmektedir.

Zemin kaplaması için kullanılan yapışkan iletken ve dağılan yapışkan olmalıdır. Genelde kullanım ağırlığı 300 gr/m²'dir. Yapıştırıcının uygulanacağı mala ise yapışkanın hem uygulanan yüzey ile malzemenin iyi yapışması için taraklı olmalıdır. Bu dişlerin ebatları; 2,8 mm derinliğinde, 1,8 mm genişliğinde ve köşeleri ise 0,2 mm genişliğinde olmalıdır.

4.3.1. Rulo Uygulama

Rulo malzeme 2 m enindedir ve seçilen alanda alınan ölçüye göre kesilir. Burada malzemenin duvarda 10 cm dönüş yapması gerektiği unutulmamalıdır. Oluşturulan fazla kısımlar, kancalı uçlu bıçak ile kesilir. Taraklı mala ile iletken yapıştırıcı tüm yüzeye sürülür ve sakız kıvamına gelince malzeme yapıştırılır. Serme işlemi tamamlanınca silindir rulo ile üzerinden geçilir.

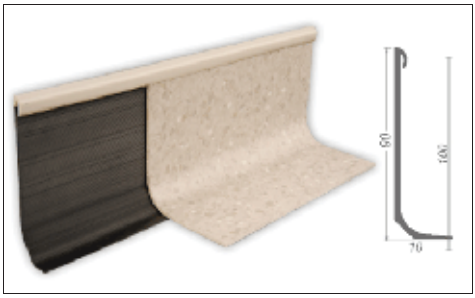
4.3.2. Karo Uygulama

Karo uygulama yapılacaksa odanın ortasına bir işaret konulur. Bu orta nokta, karolaj uygulama aşamalarına rehberlik edecektir. Malzeme boyutlarına göre karolar, taraklı mala ile sürülen iletken yapıştırıcının üzerine uygulanır. Karolar yapıştırılırken, karonun en az %70'i yapışkanlı zemine temas etmelidir. Bir defada en fazla 3-5 m² alanda uygulama yapılmalıdır. PVC yere uygulandıktan sonra ek yerlerine kaynak yapılır [12].

Genelde karolaj uygulaması orta noktadan kenarlara doğru yapılır. Bu uygulamada kullanılan boyutlar 60*60 cm ya da 50*50 cm'dir. Zemin kaplaması uygulanır uygulanmaz 50 kg'lık rulo silindir ile düzeltilmelidir. İmalatçı firmanın belirttiği kür süresi dikkate alınmalıdır (normal şartlarda 24 saattir).

4.3.3. Köşelerde Uygulama

Duvarda istenilen yükseklik işaretlenerek iletken yapıştırıcı sürülür. Köşelerde ovalliği ve yapışmayı sağlamak için sıva dibi kep ve yastık duvara yapıştırılır (Şekil 4) [13]. PVC kaplama malzemesi ısıtılarak ve duvara yapıştırılır. İç köşede oluşan fazlalık kesilir. İç–dış köşe ve kenarlarda 45 derecelik açıyla kesilen malzeme duvara bastırılarak yapışması sağlanır ve fazlalık olan kısımları kesilerek atılır. Oluşan ek yerlerinde kaynak işlemi uygulanır.



Şekil 4. Sıva dibi kep uygulaması

4.4. Kaynak İşlemleri

Ek yerleri ayarlanarak derz açma makinesi yardımıyla 3,5 mm genişliğinde derz açılır. Açılan derzler temizlendikten sonra derz malzemesi makineye takılarak derzler doldurulur. Fazlalıklar alınır ve soğuduktan sonra son düzeltmeler yapılır.

5. BAKIMI

Homojen PVC malzemelerinin kullanım ömrünü uzatabilmek için doğru bakım yapılması ve temizlenmesi önemlidir. Ortamda oluşan tozlar, kimyasallar zamanla malzemeye zarar verir. Bu nedenle malzemenin temizlenmesi ve uygun malzemelerle bakımının yapılması gerekir. Cila ve koruyucu kaplı homojen PVC zemin kaplamasında (cilalanmış veya poliüretan köpük emdirilmiş) bakım ve temizlik yöntemlerinde aşağıdaki yöntemler kullanılırlar.

5.1 Temizlik

Genel bakım; günlük, haftalık ve periyodik sıklıklarla yapılmalıdır. Günlük bakım; toz alma, nemli paspas veya ıslak paspas işlemini ve zeminin ıslak yer yıkama makinesi ile yıkanmasını kapsar. Haftalık bakım; yüksek devirli bir cila ve bakım makinesi ile yapılan zeminde parlatma, onarım işleminin gözle görülür bir artış sağlanana kadar devam edilmesidir. Periyodik bakım ise yukarıda yazılı uygulamaların performansına bağlı olarak ayda veya 3 ayda bir yapılması gereken işler ve süreyi içerir ve zeminin çok yüksek alkali olmayan bir kir ve cila sökücü madde ile temizlenip tekrar kaplanması işlemidir [13].

5.2 Cila Atma

Cila makinesi veya benzeri bir alet ile yapılan önemli bir işlemdir. Zemin makine ile yıkanarak durulanır, kuruduktan sonra paspas ile cila yaydırılıp yedirilir. Kuruyan alanda 1-2 kez tekrarlanabilir. İdeali, en az üç kat uygulamadır.

6. TAMİRİ

Derin çizikler gibi hasarlar ısı kaynağı ile tamir edilebilir. Aynı renkte ve cinste malzemeyi el kaynak makinesi ile doğrudan kaynak yaparak müdahale edilebilir. Yüzeyde kalan fazla malzeme ise zımpara ve parlatma ile düzeltilebilir (Şekil 5) [9].

Şekil 5. Olası hasarlar ve tamir yöntemleri

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Steril mekanların sağlıklı bir biçimde gerçekleştirilmesi için tasarım aşamasından malzeme seçimine ve uygulanmasına kadar her noktada dikkatli ve titiz çaba gerekmektedir. Bu çalışmada, steril olmasının yanı sıra özellikli yapı malzemelerinin kullanılması gereken ameliyathane mekanlarının zemin kaplaması olarak T.C. Sağlık Bakanlığı tarafından

uygulanması önerilen ve beklenen iletken homojen PVC zemin kaplamalarının doğru uygulama pratikleri hakkında bilgi verilmiştir.

Ameliyathanelerde kullanımı önerilen PVC zemin kaplamalarının homojen, fugasız, elektrik iletimi yüksek, kolay çizilmeyen malzeme olduğu görülmüştür. Malzemenin yüzeyi mikroorganizmaların gelişmesine olanak vermeyecek ancak kolay temizlenebilen, antibakteriyel, kimyasal ve dezenfeksiyon maddelerine karşı dayanıklıdır. Çalışmada doğru uygulama, bakım ve onarım süreçleri sonucunda uzun kullanım ömrü boyunca sağlıklı ortamlar sunabilecek bu malzemelerin önemli özellikleri, üretimden onarım sürecine kadar dikkat edilmesi gereken noktalar üzerinde durulmuştur.

Uygulamaya hazırlık aşamasında pürüzsüz bir yüzey oluşturularak 1. sıvıların belli bir noktaya toplanmaması, 2. temizlenemeyecek alanların oluşturulmaması, 3. alt katmanların pürüzünün üst katmandan hissedilmemesi, 4. alt katmanlara elektrik iletiminin başarılı bir biçimde gerçekleştirilmesi açısından gereklidir.

Uygulama aşamasında 1. sık temizlik gerektiren yerlerde bakteri üreyebilecek ve temizlenemeyecek fugaların oluşturulmaması, 2. el veya makine ile erişilemeyecek alanların azaltılması, 3. köşelerin yuvarlatılarak kepli bitişlerin tercih edilmesi 4. duvar ile birleşimlerde ovalliğin oluşturularak sterilliğin sağlanması nedenleriyle gerekmektedir.

Bakım onarım aşamasında ise 1. kirlenen yerlerin bir an önce temizlenmesi, 2. bakımının farklı periyodlarla düzenli olarak yapılması 3. Tamir gerektiren yerlerin zamanında müdahale edilerek düzeltilmesi önerilmektedir.

KAYNAKLAR

[1] Aras Genç U. (2009). Hastane Yapılarında Steril Alan Uygulama Sorunlarının Konya-Meram Tıp Fakültesi Örneğinde İrdelenmesi ve Çözüm Önerileri [Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

[2] Kenter H.M. (2003). Temiz ve Steril Üretim Alanları Planlama Kriterleri. 6. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi.

[3] T.C. Sağlık Bakanlığı İnşaat ve Onarım Dairesi Başkanlığı (2012). Mevcut ve Yeni Yapılacak Sağlık Tesislerinde Uyulması Gereken Asgari Teknik Standartlar.

[4] T.C. Çevre Şehircilik Bakanlığı (2014). İnşaat ve Tesisat Analiz ve Birim Fiyatları.
[5] Özfloor Yapı İç ve Dış Kaplama Sistemleri (2013). Hastane Zemin Kaplamaları. http://www.ozfloor.net/hastane-zemin-kaplamalari.html adresinden elde edildi
[6] EN 1081 (1998). Resilent floorcoverings-Determination of the electrical resistence.
[7] Forbo zemin sistemleri (b.t.) We start where others stop [broşür]. http://www.forbo-flooring.com/Commercial-flooring/Products/ESD-Cleanroom-flooring/Product-Construction/ adresinden elde edildi.
[8] Özfloor Yapı İç ve Dış Kaplama Sistemleri (2013). Homojen PVC Zemin Kaplamaları. http://www.pvcyerkaplamalari.org/tag/pvc-esasli-zemin-kaplamasi.html adresinden elde edildi.
[9] BS EN 423 (2002). Resilient floor coverings. Determination of resistance to staining
[10] Static Safe Environments (2013). ESD Flooring Systems. http://www.static-safe.co.uk/products/product-range/esd-flooring-systems/esd-vinyl-24 adresinden elde edildi.
[11] China Raised Floor Online Market (2011). Anti-static PVC Flooring Tiles for machine room, control room of electric power. http://www.raised-floor-systems.com/sale-164441-anti-static-pvc-flooring-tiles-for-machine-room-control-room-of-electric-power.html adresinden elde edildi.
[12] Yıldız Yapı Sistemleri (2013). PVC ve Linoleum için Uygulama ve Bakım. http://www.yildizyapi.com/uygulama-bakim_pvc-linoleum.php adresinden elde edildi.
[13] Özfloor Yapı İç ve Dış Kaplama Sistemleri (2014). PVC Süpürgelik Modelleri [broşür]. www.zeminkaplamaa.com adresinden elde edildi.

Limanlarda Yapı Malzemesi Çeşitliliği ve Bandırma Limanı Örneği

ASENA SOYLUK[1], MELEK SARIKÖSE[2]

ÖZET

Bu çalışmada kıyı yapıları ve özelinde limanlar araştırılmış, mimari anlamda limanlarda genel mekân kurgusu ve kullanılan yapı malzemeleri Bandırma Limanı örneğiyle değerlendirilmiştir. Limanlar araştırması yapılırken önce genel tanımlara yer verilmiş, işlevlerine göre liman türleri anlatılmış, limanların türüne göre mekânsal ihtiyaçları ve kullanılması gereken yapı malzemeleri incelenmiştir. Bandırma Limanı genel özellikleriyle anlatılarak, limandaki deprem riskleri değerlendirilmiş, mevcut mekânları ile bu mekânların fonksiyonları ve kullanılmış olan yapı malzemeleri genel hatlarıyla anlatılmıştır. Su ile ilişkili mekânlarda sualtı betonları, tünellerin iç kaplamaları, temel inşaatları ve baraj inşaatları gibi kütle beton gereken inşaatlarda betonun uzun ömürlü olması ve suya dayanımının sağlanabilmesi adına özel katkılı betonların kullanılması gerekmektedir. Yapı malzemeleri araştırılırken sualtı inşaatlarında kullanılması gereken beton türleri ve beton döküm tekniklerine de yer verilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Liman, yapı malzemesi, sualtı betonları, Bandırma limanı

[1] Öğretim Görevlisi, Gazi Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Eti Mah. Yükseliş sok. No: 5 Maltepe / Ankara; Tel: (0312) 2310183 - 5823630; asenad@gazi.edu.tr

[2] Yüks. Lis. Öğrencisi, Mimar, Çevre ve Şehircilik Uzman Yrd., Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü, Mustafa Kemal Mahallesi Eskişehir Devlet Yolu (Dumlupınar Bulvarı) 9. km. (Tepe Prime Yanı) Çankaya/ANKARA; Tel: (0312) 2221234; msarikose.12@gmail.com

1. GİRİŞ

Bu çalışmada kıyı yapıları ve özelinde limanlar araştırılmış, mimari anlamda limanlarda genel mekân kurgusu ve kullanılan yapı malzemeleri Bandırma Limanı örneğiyle değerlendirilmiştir. Limanlar araştırması yapılırken önce genel tanımlara yer verilmiş, işlevlerine göre liman türleri anlatılmış, limanların türüne göre mekânsal ihtiyaçları ve kullanılması gereken yapı malzemeleri incelenmiştir.

Bandırma Limanı genel özellikleriyle anlatılarak, limandaki deprem riskleri değerlendirilmiş, mevcut mekânları ile bu mekânların fonksiyonları ve kullanılmış olan yapı malzemeleri genel hatlarıyla anlatılmıştır. Su ile ilişkili mekânlarda sualtı betonları, tünellerin iç kaplamaları, temel inşaatları ve baraj inşaatları gibi kütle beton gereken inşaatlarda betonun uzun ömürlü olması ve suya dayanımının sağlanabilmesi adına özel katkılı betonların kullanılması gerekmektedir. Yapı malzemeleri araştırılırken sualtı inşaatlarında kullanılması gereken beton türleri ve beton döküm tekniklerine de yer verilmiştir.

2. LİMANLARLA İLGİLİ TANIMLAR VE LİMAN ÇEŞİTLERİ

2.1. Genel Tanımıyla Liman

Liman, deniz taşımacılığında gemi ile diğer taşıma araçları arasında mal ve yolcu aktarılmasını veya yükün depolanmasını güvenlikle sağlamayı amaçlayan ve buna ilişkin olarak ekonomik işlevlerin gerçekleşmesine olanak veren tüm altyapı ve donanımın var olduğu bir hizmet yeri olarak tanımlanmaktadır [1].

Dünyada yaklaşık olarak 2500 adet liman bulunmaktadır. Büyük limanlar arasındaki rekabet oldukça fazladır. Dünya limanlarında her yıl 10 milyar ton yük elleçlenmekte ve konteyner elleçleme miktarında sürekli bir artış görülmektedir. Dünya çapındaki limanların çoğu, geniş alanlara sahiptir, rıhtım sayısı, kullanılan teknik ekipman, işçilerin sayısı ve niteliği limanların etkin hizmet vermesi için tasarlanmıştır [3].

2.2. Liman Çeşitleri

Konteyner limanları; Konteyner adı verilen, deniz ve kara yük taşımacılığında kullanılan standart boyutlardaki kutulara yerleştirilmiş halde taşınan yüklerin elleçlendiği liman tesisleridir [5].

Kuru Dökme Yük Limanı; Maden cevheri, çimento, kum, tahıl, kömür gibi dökme kuru yüklerin elleçlendiği limanlardır.

Sıvı Yük; Petrol, doğal gaz (LPG), azot (LNG), ayçiçeği yağı, kolza yağı, mısır yağı, kostik, palm yağı ve sülfürik asit vb. diğer kimyasalların elleçlendiği terminallerdir.

Askeri Limanlar; Donanmaya hizmet eden, askeri gemilerin barınma, onarım ve lojistik ihtiyaçlarını karşılayan özel limanlardır.

Yat Limanları (Marinalar); Küçük teknelerin ve yatların barınabilmeleri için özel bir mendirekle çevrilen veya bir liman içinde ayrılan deniz alanına denir. Yat olarak tabir edilen lüks teknelerin park ve konaklama için kullandığı limanlardır. Türkiye'de Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı verilerine göre 43, Deniz Turizm Birliği'nin raporuna göre 62 tane yat limanı ve çekek yeri mevcuttur.

Balıkçı Limanları; Balıkçı teknelerine hizmet vermek amacıyla dalgakıranla korunmuş, bölge balıkçılarının gereksinimini karşılayabilecek limanlardır.

Feribot Terminalleri; Ro-Ro (Roll on-Roll off) taşımacılığı ve araç taşımacılığı için kullanılan, araçlar için geniş park ve manevra alanları içeren terminallerdir. Ro-Ro, tekerlekli araç taşımacılığında kullanılan gemilerdir.

Kruvaziyer Limanı; Organize, turlar ile seyahat eden kişilerin taşındığı yolcu gemilerinin (kruvaziyer gemilerin) bağlandığı, turizm amaçlı birimleri bünyesinde bulunduran limanlardır.

3. LİMANLARDA MEKÂNSAL İHTİYAÇLAR

Limanlar büyüklüklerine göre çok çeşitli mekânsal ihtiyaçlara sahiptir. Genel anlamda liman tesisi olarak ele alabileceğimiz bu yerler; Sınırları İdare tarafından belirlenen, gemilerin güvence içinde yük ve yolcu alıp verebilecekleri veya yatabilecekleri, barınabilecekleri, rıhtım, iskele, şamandıra demir yerleri ve yaklaşma alanları ile kapalı ve açık depolama alanlarını bulunduran yapılardır [4].

Kruvaziyer Limanlarında, Konaklama ve dinlenme tesislerini de kapsayan Turizm merkezleri, ticaret alanındaysa alışveriş merkezleri ve restoranlar, rıhtım, yeşil alan, kültürel tesisler gibi bölümler bulunmaktadır. Yük limanlarında mekânsal anlamda depo yapılarının yanı sıra silolar, sıvı yük tankları, makine bakım binaları gibi bölümler bulunmaktadır. Liman terminal binalarında ana fonksiyon olarak gelen ve giden yolcular için salonlar bulunmalıdır. Bunların yanı sıra yolcuların kullanabileceği sosyal mekânlar olarak restoranlar, kafeler, , bay ve bayan ayrı tuvaletler yer almalıdır.

4. LİMANLARDA YAPI MALZEMESİ KULLANIMI

4.1. Liman Terminallerinde Kullanılan Yapı Malzemeleri

Liman terminallerinde çok çeşitli yapı malzemeleri kullanıldığını söylemek mümkündür. Tek katlı ve küçük ölçekli terminal binalarında betonarme sistem ve prefabrik sistemler en sık kullanılan sistemlerdir. Daha büyük ölçekli terminal binalarında ise cam ve alüminyum giydirme cephe malzemeleri, kompozit paneller, pvc esaslı cephe elemanları, seramik esaslı ve ahşap gibi malzemeler kullanılmaktadır.

4.2. Liman Sosyal Tesislerinde Kullanılan Yapı Malzemesi

Limanlarda bulunan kafeterya, restoran, ticaret merkezi, alışveriş merkezi gibi sosyal birimlerde kullanılan birçok farklı yapı malzemesinden bahsedilebilir. Betonarme, ahşap, çelik, alüminyum panel, cam gibi malzemeler bu tesislerde sıkça kullanılmaktadır. Bu noktada en önemli nokta nem ve korozyon gibi etkenlere karşı önlem alınarak bu malzemelerin kullanılmasıdır. Özellikle ahşap ve çelik malzemeler kullanılırken nem ve korozyon göz önünde bulundurulmalıdır. Yine aynı şekilde su yalıtım malzemelerini gereken tüm noktalarda etkili bir şekilde kullanmak önemlidir. Bu tarz yapıların temellerinde su yalıtımı kullanmak ya da suya dayanıklı malzemeler tercih etmek gerekir.

4.3. Su ile ilişkili Mekânlarda Kullanılan Yapı Malzemeleri

Su ile ilişkili mekânlarda sualtı betonları, tünellerin iç kaplamaları, temel inşaatları ve baraj inşaatları gibi kütle beton gereken inşaatlarda puzolanlı çimentolar yoğunlukla kullanılır. Puzolan aktif volkanik tüfler gibi malzemelerin, normal portland çimento klinkerinin ve alçı taşının belirli oranlarda karıştırılmasıyla elde edilen hidrolik bir bağlayıcıdır.

Rıhtım ve iskelelerin yapımında kullanılan kazıklarda, çelik kazık, betonarme kazık veya ön gerilmeli kazık kullanılabilir. Eğik kazık yapımından mümkün olduğunca kaçınmak gerekir. Kazıkların beton kalitesi en az C40 olmalıdır [8].

4.3.1. Rıhtım, İskele ve Fener yapımlarında Kullanılan Beton Türleri

Beton, çimento, değişik boyutlardaki çakıllar, kum ve sudan oluşan kompozit bir maddedir. Beton içinde ayrıca az miktarda sıkışmış hava veya özellikle sıkıştırılmış hava bulunabilir. Betonun özelliklerini artırıcı kimyasal ve mineral katkılar da sıkça kullanılır. Deniz yapıları için kullanılan beton yer yapılarından farklı olarak daha agresif bir ortamda olduğundan dolayı malzeme seçiminde ve yapımında dikkat edilmesi gereken etmenler vardır. Sadece beton dayanımına göre değil, betonun deniz ortamındaki zararlı etkenlere karşı da daha dayanıklı ve uzun ömürlü tasarlanması gerekmektedir. Bu nedenle çimentonun çeşidi, malzemelerin karışım oranları, su-çimento oranı, kullanılan kimyasal ve mineral katkı maddeleri, agrega boyutları, beton gözenekliliği her yapı için bulunduğu ortama göre TS EN 206-1 de "Madde 6.2- Tasarlanmış Beton" ve "Madde 2.3. Tarif Edilmiş Beton" bölümlerinde tanımlanmıştır (Tablo 1).

4.3.2. Sualtı Betonlarında Kullanılan Beton Katkıları

Sualtı betonlarında çimentonun yıkanması, böylelikle düşük kaliteli bir beton üretilmesi en önemli sorunu teşkil eder, yayılan çimento tanelerinin çevredeki suyu kirletmesi de ikincil bir sakıncadır. Sualtı betonu kimyasal maddelerine "yıkanmayı önleyen katkılar" denilmektedir. Bunlar betonun segregasyonunu önleyerek döküm sırasında betonun çözülmemesini sağlar. Ana işlevleri beton karma suyunun vizkozitesini artırmaktır.

Bu katkıların ana kimyasal maddeleri suda çözünen sellüloz eter akrilik polimerdir. Bu iki madde pompalamaya yardım eden katkılarla aynıdır. Ancak katılım oranları oldukça yüksektir: Çimento ağırlığının %1-1,5'i kadar, genellikle süper akışkanlaştırıcılarla birlikte kullanılır.

Taze betonda kohezyonu artırdıkları gibi kendiliğinden yerleşen bir beton elde etmeye imkan verirler. Çökme değeri zamanla artarak 10 dakika içinde 10-14 cm'den 23-26 cm'ye yükselir. Priz süresi sellüloz eterde uzar, akrilik polimerde kısalır, süperakışkanlaştırıcı katılımı ile hızlanma düzelebilir.

Terleme tamamen önlenmiştir. Beton su içinde döküldüğünden bu husus bir problem teşkil etmez [6].

Sınıfı	İşde kullanılacağı yer	Su ile Temas Durumu	Minimum Beton Sınıfı (Silindir) (Mpa	1 m³ içindeki minimum çimento miktarı kg	Maks. Agrega Boyutu mm	Deniz Suyuna Dayanıklılık
A	Betonarme kazıkları, betonarme palplanşlar ve kazık başlıkları	Su İçi	C30	375	30	Dayanıklı olacak
B	Rıhtımların üst yapılarındaki betonarme betonu	Su ile teması minimum	C25	350	30	Dayanıklı olacak
C	Temellerdeki betonarme betonuyla, ambar, atelye ve benzeri binaların üst yapılarındaki betonarme betonu	Su ile teması minimum	C20	325	30*	
D	Prefabrike plakları (nervürlü plak) betonarme betonu	Su ile teması sık	C25	350	30	
E	Rıhtım duvarları ile dalgakıranların bloklarındaki beton	Su İçi	C18	300	30	Dayanıklı olacak
F	Rıhtım kronmanları ile dalgakıranların kronmanlarındaki ve saha kaplamalarındaki beton	Su ile teması sık	C20	325	30	Dayanıklı olacak
G	Rıhtım duvarları için su içi beton	Su İçi	C25	350	30**	Dayanıklı olacak
H	Temeller vesaire için tıkama tabakası betonu grobeton	Su ile teması minimum	-	170	30	
K	Ağır yüklere maruz kaplama betonu	Su ile teması minimum	Kiriş Eğilme Dayanımı 4.7 Mpa***	375	50	
L	Ağır yüklere maruz kaplama altındaki temel tabakası zayıf betonu	Su ile teması minimum	Küp Basınç Dayanımı 12 Mpa	170	40	

*Çatı plakları için maks. agrega büyüklüğü 20 mm. ye indirilecektir.
**Sandık palplanşlarındaki beton dolgu için maks. agrega büyüklüğü 20 mm'ye indirilecektir.
***60x15x15 cm boyutundaki kiriş numunesinin eğilme, gerilme dayanım değerleri ortalamasıdır. Labaratuarda bu değer 5.0 MPa olacaktır.

Tablo1. Kıyı yapıları ve liman inşaatlarında kullanılan beton karışımlarının nitelikleri

4.3.3. Sualtı Betonlarına Deniz Suyunun Etkileri

Betona deniz suyunun (özellikle sülfat) etkisi, uzun yıllardan beri incelenmektedir. Sülfat iyonları çimento içindeki C_3A (Tri kalsiyum alüminat) ile reaksiyona girerek Etrengit bileşiğini meydana getirir. Bu reaksiyonu önlemek için çimento bileşimindeki tri kalsiyum alüminatın düşük olması (C_3A <%6) gerekmektedir. Sülfat iyonlarının etkileşimi oldukça karmaşıktır. Sülfat reaksiyonları çeşitli tuzlarla da

görülebilir. Meydana gelen tuzların basıncı, ıslanma kuruma, fiziksel koşullar gibi etkenler hasar sürecini etkilemektedir [7].

4.3.4. Sualtı Beton Döküm Teknikleri

Su derinliğinin az veya çok olmasına göre farklı teknikler geliştirilmiştir. Bunlar prepakt beton, tremi betonu, pompa betonu, kova yöntemi, çuval yöntemi, gibi isimler alırlar. Su altında beton üretilmesi sırasında suyun dalga hareketinin kesinlikle önlenmesine çalışılır. Bunun için beton üretilecek alan çevresinin "Batardo" larla çevrilmesi gerekir. Batardolar palplanş adı verilen birbirine geçen özel çelik profillerin zemine çakılmasıyla elde edilirler.

Sualtında Beton Dökümü köprü ayağı, liman, bağlama, açık deniz petrol arama tankerleri gibi pek çok yapının inşaatında veya onarımında su altında beton dökümü yapılma zorunluluğu doğabilmektedir. Su altı beton döküm tekniklerinin geliştirilmesi ile birlikte bu tekniklerin farklı uygulama alanları da gündeme gelmiştir. Örneğin, en etkili su altı beton döküm yöntemlerinden tremi yöntemi günümüzde fore kazık üretiminde de tercih edilmektedir. Benzer şekilde su altı beton dizaynında kullanılan viskozite arttırıcı kimyasal katkılar, kendiliğinden yerleşen betonun geliştirilmesinde önemli rol oynamışlardır.

4.3.4.1. Taşıma Yoluyla Döküm

Su altında beton dökümünde kullanılan en eski yöntemdir. Çuvallarla veya büyük hacimli altı açılabilir kapalı kovalarla beton sualtında döküleceği bölgeye taşınır. Bu taşıma sırasında ayrışmaması için taşıma hızı ve kullanılan çuvalın geçirimsizlik özellikleri dikkate alınmalıdır. Yerleştirme sırasında dalgıçlar yardımıyla beton çuval içinde yerine bırakılır ve çuvalların bir miktar çimento hamurunu geçirerek birbiri ile aderans yapması istenir. Ayrıca çuvallar çeşitli yöntemlerle birbirine bağlanır. Küçük çaplı tamir işlerinde tercih edilen bir yöntemdir.

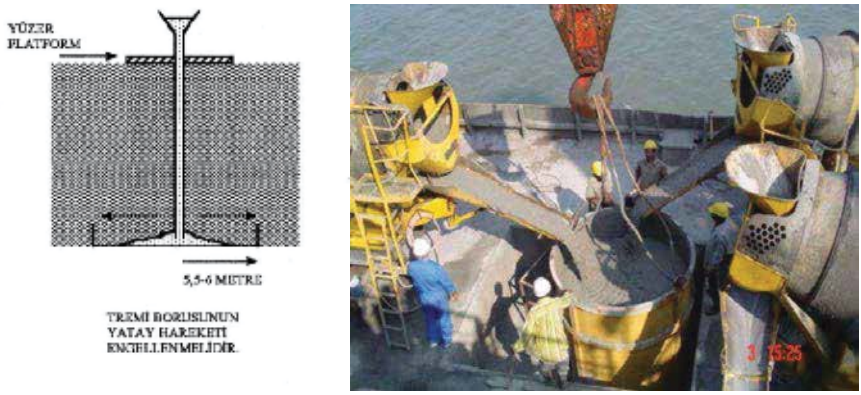
4.3.4.2. Sürekli iletim Yoluyla Döküm

Su altında beton dökümünde sürekli iletimin sağlanabilmesi için beton pompaları kullanılır. Betonun döküleceği alan küçük ölçekli ve su durgun ise doğrudan pompa kullanılarak döküm gerçekleştirilir. Alan büyük ise veya su akımı varsa ilave tedbirler alarak farklı yöntemlerle döküm gerçekleştirilir.

Sürekli iletim yoluyla beton dökümünde en yaygın kullanılan yöntem Tremi Yöntemidir. Tremi borusu yukarı doğru kaldırılarak betonun kalıp içinde yukarı doğru yükselmesi sağlanır (Şekil 14). Yükselme sırasında Tremi borusunun betona gömülü kalmasına dikkat edilmelidir. Böylece yeni pompalanan betonun suyun ayrıştırıcı etkisine maruz kalması engellenir. Tremi yöntemi doğrudan sualtındaki kalıplarda da kullanılabilir.

Tremi yöntemi

Tremi yöntemi, su altında beton üretiminin yanı sıra derin kalıplar kullanılan fore kazık uygulamalarında da tercih edilmektedir. Önceden açılan kuyu içine tremi pompası tabana kadar indirilir ve kalıp beton doldukça hem kalıp hem de tremi borusu yukarı çekilir. Böylece açılan silindir hacimli bölge taze betonla dolar. Zemin ve suyla karışan betonize yüzeyde yukarı doğru yükselir ve kalıptan dışarı akıtılarak sistemden uzaklaştırılır (Şekil 1).



Şekil 1. Tremi yöntemi

Prepakt (Önceden Yerleştirilmiş Agregalı) Beton

Prepakt beton, maksimum doluluğu sağlanmış agregaların kalıp içerisine yerleştirildikten sonra akıcı kıvamdaki çimento hamuru veya harcın agrega dolu kalıba enjekte edilmesi ile üretilen özel bir beton türüdür. Prepakt betondaki kaba agrega hacmi %65 - 70 civarındadır. Geri kalan boşluklar akıcı harç ile doldurulmaktadır. Bu amaçla kullanılacak harçlardaki Portland çimentosu ile puzolanların oranları genellikle kütlece 2.5:1 ve 3.5 – 1 arasındadır. Bu çimentolu malzemeler genellikle kumla 1:1– 1:1.5 kütle oranında karıştırılır ve harcın su/bağlayıcı oranı 0.42 – 0.50 arasındadır. Normal betonun döküm ve sıkıştırma işlemlerinin zor olduğu durumlarda

prepakt beton tercih edilebilir. Ayrıca prepakt beton sualtı betonlarında ve onarım işlerinde de tercih edilmektedir [9].

4.3.5. Su Yalıtım Malzemeleri

Limanlarda rıhtım ve iskele yapımlarında özel betonların yanı sıra su yalıtım malzemeleri de kullanılabilir. Kullanılacak su yalıtım malzemeleri deniz suyu içerisindeki sülfat ve aşındırıcı tuzlara dayanıklı olmalıdır. Rıhtım ve iskele yapımlarında genellikle su yalıtım malzemesi olarak çimento esaslı, kapiler etkili, kristalize yapıda ve polimer esaslı malzemeler kullanılmaktadır.

5. BANDIRMA LİMANI

5.1. Genel Bir Bakışla Bandırma

Marmara denizinin güneyinde yer alan Bandırma önemli bir liman kentidir. İstanbul-İzmir ve Bursa illerinin ortasında yer alır. Bandırma Balıkesir iline bağlı bir ilçedir. Nüfusu 143.171 olan şehirde 1998 yılında başlayan Bandırma–İstanbul feribot seferleri İstanbul ile olan bağlantıyı güçlendirmiştir. Yine şehir, bünyesinde bulunan 6. Ana Jet Üssü ile askeri faaliyetler bağlamında yoğun bir yer olarak nitelendirilebilir (Şekil 2).

Şekil 2. Bandırma limanı

5.2. Bandırma'nın Depremselliği

Kuzey Anadolu Fay Zonu Marmara Bölgesinde üç fay koluna (Kuzey, Orta ve Güney Kollar) ayrılıp uzanmaktadır, Bandırma, Kuzey Anadolu Fay Zonunda Güney Kol üzerinde yer alır. Bandırma 1. derece deprem

bölgesinde olup etrafında bulunan fay hatlarının da tehdidi altındadır. Bandırmanın genel zemin yapısının kayalık zemin olduğu, bu yüzden Gölcük, Sakarya, Dinar depremlerinde ortaya çıkan "Zemin Sıvılaşma Riski" altında olmadığı ve sıvılaşma sonucu deprem yüklerinde ciddi bir artışa sebebiyet vermeyeceği söylenebilir. Bandırma Limanı zemin olarak değerlendirildiğinde büyük oranda dolgu zemin olduğu gözlemlenmektedir. Bu da limanın olası bir depremde en az hasarla çıkabilmesi adına kullanılan yapı malzemesi kalitesinin önemini vurgulamaktadır.

5.3. Bandırma Limanı Genel Anlamda Mekânlar ve Yapı Malzemeleri

Bandırma Limanı bünyesinde bulundurduğu birçok farklı faaliyet dolayısıyla karma liman olarak ele alınabilecek bir limandır. Mekân fonksiyonları anlamında, Yönetim yapıları, depo ve liman destek yapıları ve son olarak ulaşım yapıları olarak sınıflandırılabilir. Tablo-2 de mekânlar ve yapı malzemesi ilişkisi gösterilmektedir.

	Betonarme Sistem	Çelik Strüktür	Prefabrik Sistem	Asma Germe Sistem	Özel Betonlar	Ahşap	Pvc/ Alüminyum
Terminal Binası	☐						☐
Liman Başkanlığı Binası	☐						☐
Silolar	☐	☐					
Gar Binası	☐						☐
Yolcu Bekleme Yerleri	☐			☐			
Makine Bakım Onarım Binası	☐	☐					☐
Rıhtım ve İskeleler					☐		
Mendirekler					☐		

Tablo 2. Bandırma limanı mekânlar ve yapı malzemesi ilişkisi

İlk olarak yönetim binalarını ele alırsak TCDD Liman İşletmeleri Bandırma Müdürlüğü ve Çelebi Holdinge ait Yönetim binası karşımıza çıkar. Gerek Liman İşletmeleri binası, gerekse de Çelebi Holding'e ait yönetim binası betonarme sistemle inşa edilmiş binalardır. Çatılarında Bandırma iklimine uygun olması dolayısıyla genellikle tercih edilen teras çatı kullanılmıştır. Pencerelerinde ise PVC esaslı malzemeler kullanılmıştır.

İkinci olarak ele alabileceğimiz makine bakım atölyeleri yapıları, genel anlamda gemilerden indirilen yüklerin taşınmasında kullanılan vinçlerin ve diğer makinelerin tutulduğu gerektiğinde bakım ve onarımının yapılması için inşa edilmiş yapılardır. Bu yapılar da betonarme sistemle inşa edilmişlerdir. Pencerelerinde ise metal yapı malzemeleri kullanılmıştır. Çatılarında, çelik makaslar kullanılmış üzeri de saç malzemeyle kapatılmıştır.

Üçüncü olarak ele alabileceğimiz yapı türü terminal ve gar binası gibi ulaşım binalarıdır. İstanbul ve Bandırma arasında günlük olarak feribot seferleri düzenlenen feribot terminali binası (Şekil 3) ve Limana gelen gemilerden indirilen yüklerin taşındığı ve aynı zamanda yolcu taşımacılığı da yapan tren garı binası. Feribot terminali binası tek katlı olarak inşa edilmiş küçük ölçekli bir ulaşım yapısıdır. Betonarme olarak yapılmış olan binada teras çatı kullanılmış, cephede ise alüminyum doğramalardan yapılmış kapı ve cepheler bulunmaktadır. Cephede alüminyum paneller de kullanılmıştır. Teras çatıda su yalıtımı yapılmıştır. Binada, planda orta kısımda yer alan bir ışıklık bulunmaktadır. Terminal binasının içinde bilet gişeleri, x-ray geçiş noktaları, yolcu bekleme salonu, bay-bayan ayrı tuvaletler mevcuttur. Zeminde seramik kaplama malzemeleri ile birlikte görme engelli vatandaşlar için tpu malzeme (esnek ve kolay şekil verilebilir özellik taşıyan termoplastik bir malzeme) den üretilmiş hissedilebilir zemin kaplamaları kullanılmıştır.

Şekil 3. Bandırma Feribot Terminali

Bandırma gar binası ve betonarme sistemle inşa edilmiş iki katlı feribot terminaline göre daha büyük ölçekte bir binadır. Teras çatı kullanılmış, pencerelerde PVC malzemeler bulunmaktadır. Binanın karşısında yolcular için yapılmış üzeri betonarme bir örtü ile örtülmüş bekleme yerleri vardır.

Limanda karşımıza çıkan bir diğer yapı ise Eti Maden İşletmelerine ait olan silolardır. Bu kısımda hem betonarme silolar hem de çelikten yapılmış silolar mevcuttur. Silolar limana gelen kuru yüklerin karayolu taşıtlarına aktarımının yapıldığı, gerektiğinde depo yapıları olarak kullanılan yapılardır.

Limanın su ile ilişkili olan yapıları ise rıhtım, iskele, mendirekler ve fenerdir. Su ile ilişkili olan bu yapıların deniz suyuna karşı dayanımının sağlanması için kullanılan malzemelerin özel katkılı betonlar olduğunu görmekteyiz. Özel katkılı betonların, yapıların uzun ömürlü olmasında etkisi büyüktür. Liman inşaatında büyük oranda beton kazık temel kullanıldığı bilinmektedir. Yakın zamanda inşa edilmiş olan çelik köprünün temellerinde çelik kazık kullanılmıştır. 1973 yılında inşaatı bitmiş olan limanın yıllar içerisinde ek yapılan ve onarılan kısımları olmuştur.

					Gerekli Ulaşım Hizmetleri													
	Çevresel veriler	İşverenin talepleri	İklim	Maliyet	Bilet gişeleri	X-ray ve kontrol noktaları	Gümrük işlemleri	Bagaj işlemleri	Bekleme yerleri	WC	İdari birimler	Açık ofisler	Kafeterya	Restoran	Ticaret birimleri	Kantin	Makineler için özel ayrılmış bölümler	Taşınacak ya da depolanacak malzeme miktarı
Feribot Terminali	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐		☐	☐	☐			
Gar Binası	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐		☐	☐	☐			
Yönetim Binaları	☐	☐	☐	☐						☐	☐	☐	☐			☐		
Bakım-onarım Atölyeleri	☐	☐	☐	☐						☐							☐	
Silolar	☐	☐	☐	☐						☐							☐	☐

Tablo 3. Her birim için ayrı tasarım kriterleri

6. SONUÇ

Limanların mimari anlamda mekân tasarımı, mekân fonksiyonları ve kullanılan yapı malzemesi olarak değerlendirilmesi ile liman tasarımı hakkında bazı öneriler getirilmiştir. Karma liman olarak ele alınan Bandırma Limanı birçok farklı fonksiyonu bir arada görme imkânı vermiştir. Mekân fonksiyonları olarak değerlendirildiğinde ulaşım yapıları (feribot terminali ve gar binası), yönetim binaları, depo ve liman destek yapıları karşımıza çıkar. Bu yapıları değerlendirildiğinde hepsinin kendine ait mekânsal ihtiyaçlarının birbirinden bağımsız olduğu görülmektedir. Tablo-3 de her birim için ayrı tasarım kriterleri gösterilmektedir.

Yapı malzemesi anlamında değerlendirildiğinde, limanların bulunduğu yerlerin nemli bölgeler olması sebebiyle kullanılan malzemelerin nemin yıpratıcılığına dayanıklı olması gerekmektedir. Betonarme, çeliğe kıyasen tercih edilmeli, çelik kullanılacaksa korozyona karşı korunaklı olmalıdır. Su ile ilişkili mekânlarda, su yalıtım malzemeleri deniz suyuna dayanıklı malzemeler kullanılmalıdır. Rıhtım ve iskele yapımlarında kullanılan betonların yapının uzun ömürlü olabilmesi adına deniz suyunun içindeki asitlere ve tuzlara karşı koyabilmesi için özel katkılı betonlardan seçilmesi gerekmektedir. Özel katkılı betonlar ekstra maliyet getirebilir ancak yapılan yapıların uzun ömürlü olması ve bakım ve onarım maliyetlerinin azaltılması adına önemlidir.

TEŞEKKÜR

Bana bu çalışmayı hazırlarken yardımlarını esirgemeyen öncelikle Hocam Asena SOYLUK ve Eşim Mehmet SARIKÖSE' ye teşekkürlerimi sunarım.

KAYNAKLAR

[1] Koldemir. B., (2008). *Marmara Bölgesiliman Yeriseçiminde Bölge Ekonomisi, Kıyı Jeolojisive Jeomorfolojisinin Önemi: Silivri Limanı* Uygulamalı Yer Bilimleri,1,.

[2] Esmer, S., & Tuna, O. (2010). *Konteyner Terminallerinde Lojistik Süreçlerin Optimizasyonu ve Bir Similasyon Modeli*, Dokuz Eylül Yayınları.

[3] Kahveci, (2014), *Liman Yönetimi ve Rıhtım Atama Problemi* - Online Dergi www.onlinedergi.com/makaledosyalari/51/pdf2008_1_13.pdf. Erişim Tarihi: 10.12.2014.

[4] *Limanlar Yönetmeliği*, Resmi Gazete Tarihi: 31.10.2012, Sayısı: 28453

[5] Www.anadolurisk.Com Erişim Tarihi: 10.12.2014

[6] (S. Akman, İTÜ, Kimyasal Katkıların Betona Uygulanması, http://www.imo.org.tr/resimler/ekutuphane/pdf/11686.pdf Erişim Tarihi: 10.12.2014)

[7] Kılınçkale F.,(2003), Türkiye Mühendislik Haberleri Dergisi, Sayı 427

[8] *Kıyı ve Liman Yapıları, Demiryolları, Hava Meydanları İnşaatlarına İlişkin Deprem Teknik Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik*. 26 Aralık 2008 , Sayısı : 27092

[9] Yazıcı H.,http://kisi.deu.edu.tr/halit.yazici/, Erişim Tarihi: 10.12.2014

[10] *T.C. Kıyı Yapıları ve Limanlar Malzeme, Yapım, Kontrol Ve Bakım Onarım Teknik Esasları*, (2007)

Ahşap malzemenin güncel kullanımı: çapraz lamine ahşap (CLT) malzeme ve yapım teknolojisi

NESLİHAN GÜZEL[1]*, ÖZGÜL YILMAZ KARAMAN[2]

ÖZET

Günümüzde, sürdürülebilirlik kavramına ilişkin ekolojik anlamdaki tartışmalar ve çözüm arayışları, çevre ve özellikle yapısal çevrenin oluşturulmasında temel faktör olan malzeme kavramları üzerinde yoğunlaşmaktadır. Bu bağlamda, ahşap malzeme yapı üretimindeki yerini özellikle de yenilenebilir bir kaynak olması, ahşap yapı elemanlarının ve yapıların üretiminde kullanılan enerji miktarının az olması yanında diğer yapı malzemeleri ile karşılaştırıldığında üretim sürecinde ortaya çıkan karbondioksit miktarının sıfıra yakın değerlerde olması gibi nedenlerle sürdürmektedir. Taş ile birlikte en eski yapı malzemesi olan ahşap, günümüz uygulamalarında endüstriyel bir ürün olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu bağlamda çalışma kapsamında son yıllarda Avrupa ülkeleri, Kuzey Amerika ve Kanada'da çok katlı ya da geniş açıklıklı yapıların üretim sürecinde kullanımı yaygınlaşan çapraz lamine ahşap- CLT malzemesinin özelliklerini ve yapı teknolojisi içerisindeki kullanım olanaklarını değerlendirmektir.

Anahtar Sözcükler: Çapraz lamine ahşap, Panel, Yapım teknikleri

[1] Dokuz Eylül Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Buca,İzmir; Tel: (0232)3018442; neslihan.guzel@deu.edu.tr

[2] Dokuz Eylül Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Buca,İzmir; Tel: (0232)3018442; ozgul.yilmaz@deu.edu.tr

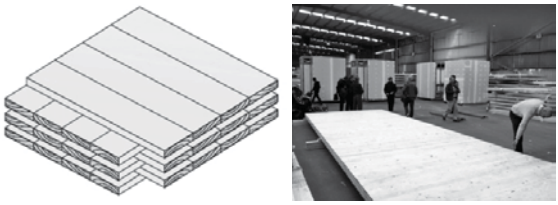
1. GİRİŞ

Çapraz lamine ahşap yeni bir malzeme olmasının ötesinde yeni bir yapım sistemidir. Günümüzde CLT malzeme ile üretilen panellerden oluşan yapım sistemi, ahşap bazlı hafif çerçeve ve yığma sistem çözümleri ile birlikte beton, tuğla ve çelik malzemelerin kullanımıyla yaygınlaşmış bazı yapım sistemlerine maliyet açısından rekabet edebilir bir alternatif olarak yer almaktadır.

Yenilikçi bir ahşap malzeme olan CLT'nin ilk kullanımı 1900'ların başlarında İsviçre'de gerçekleşmiştir. 1996 yılında Avusturya'da endüstri ve akademik araştırmalar ile birlikte CLT geliştirilerek Avrupa'da özellikle Avusturya ve Almanya'da çeşitli uygulamalarla popülerlik kazanmaya başlamıştır. 2000'li yılların başlarında 'yeşil bina' yaklaşımları ile birlikte, daha verimli ürün elde etme, ürünün onaylanması yanı sıra pazarın ve dağıtım kanallarının gelişmesi ile çapraz lamine ahşap ile üretilen panel sistem, taş ve beton malzemeler ile üretilen yapım sistemleri gibi ağır bir yapım sistemi olarak algılanabilmiştir. Özellikle Avrupa ülkelerinde tek katlı ve çok katlı konut yapılarında kullanımı yaygınlaşmıştır. CLT malzemeyi kullanarak son bir kaç yılda yüzlerce etkileyici yapı (konut ve diğer) tüm dünyada inşa edilerek bu malzemenin olumlu özellikleri yapım sektörüne tanıtılmaktadır.

2. ÇAPRAZ LAMİNE AHŞAP (CLT) MALZEME VE ÖZELLİKLERİ

Tanım: CLT paneller bir kaç tabakadan oluşan masif ahşap elemanların üst üste ve lif yönleri birbirine genellikle 90° zıt olacak biçimde geniş yüzeylerinden ve bazı durumlarda dar yüzeylerinden de birbirlerine tutkal ile en az 0.6N/mm^2 basınçla yapıştırılmış, mukavemetli, boyutsal kararlılığa sahip ve rijit elemanlardır [1]. Paneli oluşturan masif ahşap tabakaları birleştirmek için yaygın olarak yapıştırma yöntemi kullanılır. Tabakalar birleşim noktalarında 'kurt ağzı- *finger joints*' biçiminde işlenerek strüktürel yapıştırıcı ile birleştirilirler [2]. Bunun yanında çivileme, ahşap kamalarla birleştirme yöntemlerinin yanı sıra günümüzde ahşap elemanları birbirine yapıştırıcısız olarak kenetleme yöntemi (*Interlocking Cross-laminated Timber*- ICLT) üzerine çalışmalar yapılmaktadır [3].



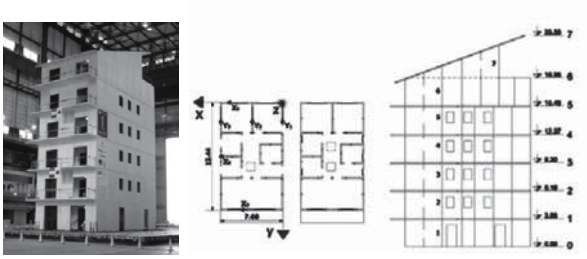
Şekil 1. Çapraz lamine ahşap (CLT) [3].

Boyutları: CLT paneller genellikle tek sayıda tabakalar halinde üretilir. En yaygın kullanılan tabaka sayıları 3 ile 7 tabaka arasındadır (Şekil 1). Ancak bazı durumlarda daha fazla tabakalı olarak da üretilebilir. CLT panellerdeki kereste parçalarının kalınlığı 16-51mm arasında değişmektedir. Genişlikleri 60-240mm arasındadır. Panel boyutları üreticiye göre çeşitlenmekle birlikte yaygın üretim genişlikleri 0.6m, 1.2m, 2.4m ve3m'dir. Uzunlukları ise 18m'ye kadar üretilebilmekte, kalınlıkları 508mm'ye kadar yapılabilmektedir. Nakliye koşulları CLT panellerin boyutlarını sınırlandırmaktadır [3].

Üretim: Duvarlarda kullanılacak CLT panellerin dış tabakaları yukarıdan aşağıya doğru yerçekimi yüklerine paralel olarak düzenlenerek, duvarların düşey yük taşıma kapasitesi arttırılır. Döşeme ve çatı panellerinde ise dış tabakaları ana geçilen açıklık doğrultusuna paralel olacak şekilde düzenlenir. Çapraz lamine ahşap malzemenin prefabrik duvar ve döşeme panellerin üretiminde kullanımı birçok olumlu özellik kazandırır. Bunlardan en önemlisi çapraz laminasyon üretim yöntemi panele boyutsal kararlılık kazandırarak, prefabrikasyon süreci ile geniş döşeme plaklarının ve uzun/ kat yüksekliğinde duvarların üretilmesine olanak tanımaktadır. Buna ek olarak, çapraz laminasyon panel elemana yüksek dayanım ve sertlik özellikleri kazandırarak, betonarme plakların çalışma ilkesine benzer şekilde her iki yöne de yük aktarma özelliğine sahip olur. Ayrıca çapraz laminasyon ile paneller kesme kuvvetine karşı da oldukça dayanımlı hale gelmektedirler. Çapraz lamine ahşap panellerin üretim süreci yapıştırıcı türüne bağlı olarak 15-60dk arasında sürmektedir. Kullanılan yapıştırıcılar; poliüretan (PUR), melamin veya fenolik reçinelerdir. Avrupa'da elemanların üretiminde DIN 1052 ve EN 15425 ve özel yapımlarda, DIN 68141 ve MPA Stuttgart (*Materials Testing Institute of University*) kriterlerine uygun olarak test edilen solvent ve formaldehit içermeyen poliüretan daha sağlıklı olduğu için tercih edilmektedir [4]. Üretim aşamaları; kereste seçimi, sınıflandırma, planlama, yapıştırıcı uygulanması, basınç uygulanması, ürünün kesilmesi, yüzey işlemleri, işaretleme ve paketleme olarak kısaca açıklanabilir. Projeye

uygun olarak kapı, pencere, tesisat şaftları gibi gerekli açıklıklar üretim aşamasında hazırlanmaktadır [3].

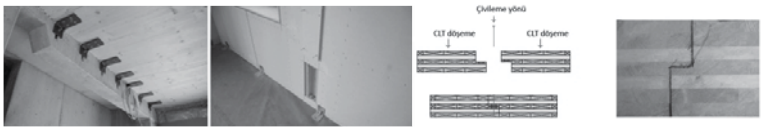
Bağlantı noktaları ve yanal yükler: Çapraz lamine ahşap malzemenin mekanik özellikleri deney veya analitik yollar kullanılarak belirlenmektedir. İkinci yöntem daha ekonomik olması nedeniyle tercih edilmektedir. Bunun yanında, 2009 yılında İtalya'nın 'Ağaç ve Ahşap Araştırma Enstitüsü' (*Trees and Timber Research Enstitue-* CNR-IVALSA) tarafından Japonya'da yer alan dünyanın en büyük'titreşim tablası kullanılarak, CLT panellerle üretilmiş üç katlı ve 7 katlı olmak üzere iki ayrı ahşap yapı üzerinde testler yapılmıştır (Şekil 2). Bu testler sonucunda CLT strüktürlerinin deprem kuvvetlerine karşı oldukça dayanıklı sonuçlar verdiği ortaya çıkmıştır [5].



Şekil 2. 7 katlı Sofie Projesi [4]

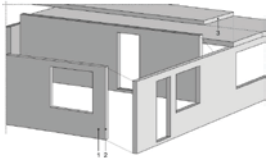
Ahşap yapılarda bağlantı noktaları ahşap strüktürün bütünlüğünü sürdürmenin yanı sıra dayanım, sertlik, sağlamlık ve esneklik açılarından önemlidir. CLT birleşimlerinde duvar-duvar birleşimleri, duvar-temel birleşimleri, duvar-döşeme/çatı birleşimleri söz konusudur. Bu birleşimlerde geleneksel ahşap yapı sistemlerinde kullanılan ahşap kamalar, kavelalar, ahşap vidalar, metal köşebentler, lamalar, çiviler vb. elemanlar kullanılabilmektedir. Kanada'nın '*FBInnovation*' kurumunun yaptığı ortak duvar ve montaj testlerinde CLT duvar panellerinin köşebent ve kısa vidalarla döşemelere montajlarında, deprem yükleri karşısında oldukça iyi sonuçlar verdiği ortaya çıkmıştır. Sabitleyici elemanların duvarların her iki ucunda kullanımı ile panellerin depreme karşı dayanım performansını arttırdığı görülmüştür. Yüksek deprem bölgesi olan yerlerde duvar ve döşeme panellerinin birleştirilmesinde çaprazlamasına uzun vidaların kullanılması düktiliteyi düşürmesi ve mekanizmanın gevrekleşmesi nedeniyle önerilmemektedir. Uzun duvarlarda 'yarım bindirmeli' ahşap birleşimlerin kullanımı duvarın sertliğini ve buna bağlı olarak deprem yükünü azaltmasının yanı sıra düktiliteyi arttırması bakımından etkin bir çözüm olarak kabul edilmektedir. El yapımı köşebentler ve ahşap perçinler

yüksek düktilite açısından CLT duvar panelleri için en uygun bağlantı elemanlarıdır (Şekil 3) [6].



Şekil 3. CLT duvar ve döşeme panellerinde bazı birleşim çözümleri [7], [3]

Taşıyıcı sistem: CLT ahşap paneller taşıyıcı yani yük taşımak ve desteklemek için duvar, tavan ve çatı elemanı olarak kullanıldığı gibi taşıyıcı olmayan elemanlar için de kullanılırlar. CLT paneller ve gerekli bağlantıları statik kurallar açısından uygun bir şekilde boyutlandırılmalıdır. Çapraz lamine ahşap ile büyük boyutlu panel sistem üretimlerinde döşeme, duvar ve çatı elemanı olarak geniş açıklıklar geçilebilmektedir. Bu panellerde pencere ya da kapı boşlukları olsa bile taşıyıcı olarak kullanılabilirler (Şekil 4) [8].



1 *Duvar paneli* ***2*** *Panel birleşim yüzeyi (bazı uygulamalarda birleşim noktasında ahşap dikme kullanılabilmektedir)* ***3*** *Döşeme paneli*

Şekil 4. Panel Sistemi oluşturan elemanlar [9]

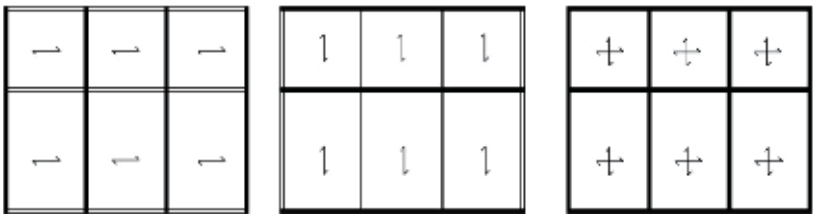
Panel sistemde duvarlar taşıyıcı ve aynı zamanda da mekan belirleyici özelliğe sahiptir. Döşemeler ise duvarları birleştiren, yanal yükleri duvarlara aktaran elemanlardır. Monolitik yapısı ile CLT panel sistem statik açıdan betonarme panel sistemin çalışma ilkelerine benzerlik göstermektedir. Bu anlamda, taşıyıcı duvarların konumlanışına göre sistem, kısa duvar panelleri taşıyıcı, uzun duvar panelleri taşıyıcı ya da her iki duvar paneli taşıyıcı olacak biçimde kurgulanabilmektedir. İlkesel olarak;

Uzun duvar panelleri taşıyıcı olan sistemlerde, mekan birimlerine ait uzun duvarlar taşıyıcı paneller ile üretilmektedir. Taşıyıcı dış duvarların yapının uzun cephesinde yer alması istendiğinde, mekan birimleri yapının uzun eksenine paralel konumlandırılırlar. Mekan boyutlarına bağlı olarak tek ya da birden fazla parçalı olarak üretilen döşeme panelleri ise iki taşıyıcı duvar paneli arasına tek doğrultulu plak biçiminde mesnetlenir. Bu sistemde kısa eksene paralel olan paneller taşıyıcı olmamakla birlikte, panellerin bazılarının taşıyıcı olarak kurgulanması kısa eksen doğrultusundaki yanal

stabiliteyi sağlamak açısından zorunlu olabilmektedir. Bu nedenle bazı kısa duvarlar, merdiven, asansör kovaları taşıyıcı özellikteki paneller ile üretilmektedirler [10].

Kısa duvar panelleri taşıyıcı olan sistemlerde, mekan birimlerine ait kısa kenarlar taşıyıcıdır. Ancak yatay yük etkisi nedeniyle, belirlenen bazı uzun duvarların da taşıyıcı olarak üretilmesi zorunluluğu bulunmaktadır. Genellikle mekanların cepheye bakan yüzleri taşıyıcı değildir. Döşeme panelleri yine tek doğrultuda çalışan plaklardır [10].

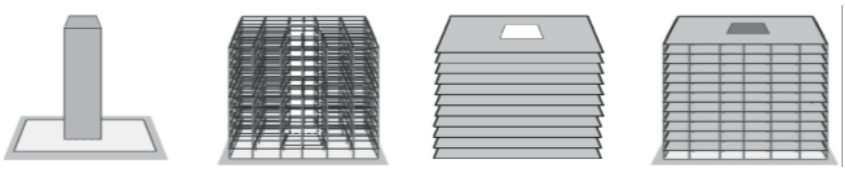
Kısa ve uzun duvar panelleri taşıyıcı olan sistemlerde, mekan birimlerinin tüm duvarları taşıyıcıdır. Yapı bütününde dış ve iç duvarların çoğu taşıyıcı özelliktedir. Döşeme panelleri iki doğrultuda çalışır. Yapı hem uzun hem kısa doğrultuda rijittir. Bu durum deprem gibi yanal yükler açısından bakıldığında olumlu olmakla birlikte, taşıyıcı duvar sayısının artması, kullanılan malzeme miktarının artması ve plan esnekliğinin azalması bakımından olumsuz olarak nitelendirilmektedir [10].



1. Uzun duvarları taşıyıcı *2. Kısa duvarları taşıyıcı* *3. Uzun ve kısa duvarları taşıyıcı*

Şekil 5 Panel sistemde taşıyıcı duvar kurguları

Panel sistemde yaygın kullanılan CLT bileşenler, hafif ahşap çerçevelerle, ağır ahşap sistemlerle (kolon-kiriş), çelik iskelet veya betonarme iskelet sistemlerle rahatlıkla birleştirilebilirler. CLT paneller daha büyük açıklıklar geçebilmek ve daha yüksek yapılar yapabilmek için çelik malzemeli ve/veya betonarme sistemler ile birlikte tasarlanabilmektedirler (Şekil 5).



1 Betonarme temel ve çekirdek *2 Ahşap çerçeve sistem* *3 Döşemeler (Yatay düzlem)* *4 Taşıyıcı sistem bütünü*

Şekil 6. Ahşap iskelet sistem yapıda betonarme çekirdek ve ana taşıyıcı eleman kurgusu [11]

Almanya'da *Holz8* (2011) çok katlı konut yapısı ve Avusturya'daki *LCT ONE* (2012) büro yapısı da benzer biçimde betonarme çekirdek etrafında kurgulanan ahşap yapısal elemanlar ile 8 katlı olarak inşa edilmişlerdir (Şekil 6).

Şekil 7. Holz8 ve LCT ONE yapıları [12], [13]

CLT panel sistem, yapı endüstrisinde, konut yapıları üretiminde diğer ahşap yapım sistemlerine kıyasla oldukça hızlı bir şekilde kabul görmekte ve yaygınlaşmaktadır. Burada sistemin strüktürel olarak esnek tasarıma olanak vermesi, estetik değeri, üretim hızının çok yüksek olması, diğer sistemler ile yarışacak nitelikte maliyetler ile üretilebilmesi, sürdürülebilirlik açısından olumlu özelliklere sahip olması ve de yeni bir üretim teknolojisi olması gibi faktörler sistemin yaygınlaşmasında etkili olmaktadır [14]. Günümüzde sadece temellerinde ve/veya bodrum katında betonarmenin kullanıldığı, diğer katların ve düşey sirkülasyon çekirdeğinin tümüyle CLT panellerden yapıldığı çok katlı ahşap yapılar bulunmaktadır. Bunlardan taban alanı olarak Avrupa'daki en büyük uygulanmış yapılardan biri olan *Cenni di Cambiamento* (2013) konut yerleşimidir. Sıra ev düzeninde tasarlanmış ilk iki katın üzerinde yükselen 3 adet kule şeklinde konut yapıları bodrum katla birlikte toplamda 10 katlıdır (Şekil 7).

Şekil 8. Cenni di Cambiamento konutu ve yapım aşaması, İtalya [15].

Titreşim performansı: Geleneksel hafif çerçeve ahşap döşemeler 20kg/m^2 ve temel doğal frekansı 15Hz üzerindedir. Betonarme döşemelerde ise bu değer 200kg/m^2'nin üzerinde ve temel doğal frekansı 9Hz'in altındadır. Çapraz lamine ahşap döşemeler ise yaklaşık olarak 30kg/m^2 ile 150kg/m^2 arasındadır ve temel doğal frekansı 9Hz'in üzerindedir. Bu özelliklerden dolayı hafif çerçeve ahşap ve betonarme döşemeler için geçerli olan standart titreşim tasarım yöntemleri CLT döşemelere uygulanamamaktadır. Avusturya'da *Gratz* Üniversitesi'nin geliştirdiği *'CLT designer'* programı ile

çapraz lamine ahşap döşeme panellerindeki titreşim performansı geçilen açıklığa bağlı olarak hesaplanabilmektedir [3].

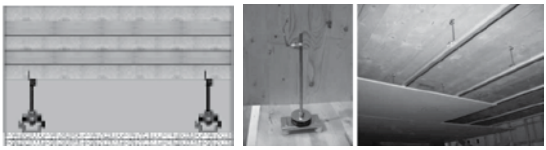
Yangın dayanımı: Yeterli bir strüktürel dayanıklılık, mal ve can güvenliği sağlamak, yangının yayılmasını önlemek her türlü bina veya strüktür sistemi için önemli bir konudur. Yangına dayanım, yangın esnasında bir malzemenin ve montaj elemanlarının; aşırı ısının, sıcak gazların ve ateşin geçişini önleyen veya geciktiren özellikte olmasını ifade eder. Ateş dayanım oranı yapı bileşenlerinin, elemanlarının işlevlerini kaybedinceye kadar söz konusu olan ateşe dayanım süresi ile tanımlanır. Malzemenin yangın dayanımı yönetmeliklerde 'normal yanıcı madde- Euroclass D', 'normal duman sınıfı- S2', 'damlama yapmaz- d0' olarak tanımlanmıştır [16]. Yapılan testlerde CLT panellerin alev almaz malzemelere sahip yapım sistemleri ile karşılaştırıldığında mükemmel yangın dayanımına sahip olduğu görülmüştür. Yangın esnasında panelin dış kısmına bir kömürleşme oluşarak panelin en kesitinin incelmesine neden olmaktadır. Ancak bu kömürleşen tabaka panelin iç kısmının ısısının yükselmesini önleyerek, paneli korumaktadır. Duvar, döşeme ve çatı elemanlarında panellerin tabaka sayısı veya kalınlıkları attırılarak yangına karşı dirençleri daha da arttırılabilmeleri mümkündür. CLT panellerin yüzeyini alçı panellerle kaplamak da elemanların yangına karşı dayanımlarını arttırmakta iyi bir çözüm olmaktadır. Şekil 9'da Kanada'da 2014 yılında tümüyle ahşap malzemeden yapılmış WIDC (*Wood Innovation and Design Center*) binasında kömürleştirilmiş ahşap kaplamalar cephede kullanılmıştır [17].

Şekil 9. WIDC binası, kömürleştirilmiş dış cephe [17]

Yangın esnasında en tehlikeli noktalar panellerin bağlantı noktalarında yer alan çelik birleşim elemanlarıdır (köşebent, çivi vb.). Yangına karşı önlem olarak bu birleşim noktalarında kullanılan metal elemanlar detay bazında gizli olarak yapılabilir. Eğer panellerin görünen yüzeylerinden bir bağlantı türü uygulanmış ise başka bir deyişle metal köşebentler kullanıldıysa bu noktaların ateşe dayanımlı bir kaplama ile kaplanması gerekmektedir [3].

Ses yalıtımı: CLT panellerinin ses yalıtım özellikleri de kalınlıkları ve tabaka sayılarına bağlı olarak değişmektedir. Özellikle çok katlı konut

yapılarında gürültü kontrolü ve ses yalıtımı önemli bir konudur. Çeşitli ülkelerin bu konuda yaptırımları bulunmaktadır. Ses, doğrudan döşemeden ve dolaylı olarak duvar-döşeme birleşimlerinden ve elektrik vb tesisat çıkışlarından geçebilmektedir. Ses yalıtımı konusunda tek bir çözüm yoktur. Ancak genellikle ara kat döşeme panelleri tabaka kalınlıkları en az 5 tabaka olarak yapılmaktadır. Ayrıca bu döşeme panelleri gerek üstten döşeme kaplamasında uygulanan çözümlerle gerekse alttan bir asma tavan uygulaması ile ses yalıtımı açısından detay bazında çeşitli önlemler alınmaktadır. 5 tabaka 146mm'lik bir CLT döşeme panelinin STC değeri (hava doğuşlu ses) 39dB ve IIC değeri (darbe sesi) 24dB'dir [6]. Aynı döşeme panelinin asma tavanlı çözümünde tavan kaplaması olarak iki tane 13mm'lik alçı panel kullanılması halinde STC değeri 64dB ve IIC değeri 59dB değerine ulaşmaktadır [3]. Genel olarak bir fikir veren bu çözümün yanında döşeme ve duvar panellerinin üretiminde tabakalar arasına mineral yün tabakası, pal peteği akustik dolgu malzemesi (*Fermacell*) eklenmesi veya panelin üzerine ve altına farklı tabaka sayısında kaplama malzemelerinin uygulanması sonucunda ses açısından farklı değerler elde edilebilmektedir (Şekil 10) [3].

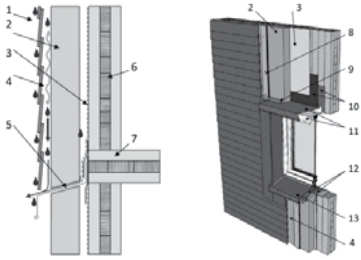


Şekil 10. Ses yalıtımı için alçı panel asma tavan uygulaması ve askı çubukları [3]

Isı yalıtımı: CLT duvarları içten ve/veya dıştan ısı yalıtım uygulaması yapılabilir. Ancak dıştan ısı yalıtım uygulaması daha olumlu özellikler taşır (Şekil 8). En önemli olumlu özellikleri CLT strüktürü sararak, dış etkilere karşı koruması ve ısı kaçışını önlemesidir. Yalıtımın yeri CLT strüktürünün kullanım ömrü boyunca nem düzeylerini ve sağlamlığını etkilemektedir. Soğuk iklimlerde dıştan yapılan ısı yalıtım ahşabın sıcaklığının sabit kalmasını sağlayarak kuru bir iç çevre oluşturmaktadır. Sıcak ahşap yüzeyleri bağıl nemi düşürerek, mikroorganizmaların gelişim potansiyelini azaltmaktadır [3]. CLT paneller iç ve dış kaplamaları ile birlikte gün boyunca ısı depolarlar ve gece bu ısıyı yayarlar. CLT panellerin ısı iletkenlik değeri λ=0,13W/(mK), özgül ısısı Cp=1600 J/(KgK) ve su buharı geçirimliliğine direnç katsayısı μ=25-50'dir [4].

Sızdırmazlık: Çapraz lamine ahşap panellerin birleşim noktaları dikkatli tasarlanıp uygulanırsa hava geçirmez tabaka olarak sayılabilirler. Diğer

bileşenlerle bağlantılarında, birleşim noktalarında, uç uca eklemelerde, delme vb. durumlarda uygun bir şekilde kapatılmalıdır. Bodrum kat duvarı gibi betonarme bileşenlerle olan birleşimlerinde uygun bir yalıtım malzemesi ile geçirimsizlik sağlanmalıdır. Cephede farklı malzemeden bir kaplama kullanıldığında, cephe yapısının türüne bağlı olarak masif ahşap panelin dış tarafında bir buhar kesici tabaka kullanılması gerekebilir. CLT panellerin birbirlerine bağlantıları (duvar-tavan, duvar-duvar, duvar-pencere ya da kapı vb.) iyi bir şekilde yapıldığında, dış cephede ek bir yalıtım tabakası kullanılmayabilir. İç mekanda duvar panelleri istendiğinde ahşap görünümü için doğal hali ile bırakılabilir. CLT panellerin üzerine farklı yalıtım malzemelerinin yanı sıra farklı kaplama malzemeleri ve yöntemleri uygulanabilir. Özellikle dış cephede giydirme cephe uygulaması yapılabilir. Duvar paneli ile giydirme cephe konstrüksiyonu arasında yer alan boşluk drenaj ve havalandırma için yararlıdır (Şekil 8). Binanın ses ve ısı yalıtımı ile hava sızdırmazlık ya da yangın korunumu gibi fiziksel özellikleri proje bazında değerlendirilmelidir [4].



1 Kaplama *2 Isı yalıtım* *3Buhar kesici* *4 Havalandırma ve drenaj boşluğu*
5 Damlalık deliği *6 CLT panel* *7 CLT panel* *8 kaplama için taşıyıcı ızgara*
9 sineklik *10 Membran kapatıcılar* *11Metal kapatıcılar* *12 Membran kapatıcı* *13Metal denizlik*

Şekil 11. Yağmur suyu, havalandırma ve dıştan ısı yalıtım için cephe detayı [3].

Nem: Ahşabın higroskopik özelliği, rahat bir oda iklimi için olumlu bir özelliktir. Ancak bu özellik ahşabın ortam nemini emmesiyle hacminin değişmesi demektir. Bu durum ahşapta şişme ve büzülme ile kendini gösteren olumsuz bir özelliktir. CLT panellerin üretiminde, nem oranının %12'ye düşünceye kadar teknik yollarla kurutulmasıyla ahşap elemanların lifler doğrultusunda ve liflere dik yönde çapraz olarak yapıştırılması ile panel düzlemindeki ahşabın şişme ve büzülme gibi olumsuzluklarını önemsiz değerlere indirgeyerek önemli ölçüde statik yük taşıma kapasitesini ve boyutsal kararlılığı artırılmaktadır. Bina kabuğunun montajı aşamasında, CLT ahşap paneller mevsim etkilerinden ve yapı üretim yerinin özel iklimsel

koşullarından etkilenebilir. Bu aşamanın süresine bağlı olarak, CLT ahşap panellerindeki nem değeri değişebilmektedir. Bu durumun panellerin yük taşıma kapasitesi üzerinde hiç bir etkisi yoktur. Mekan klimasında ani değişimler olduğunda, nem panelin içinden dışına doğru yayılarak, yüzeyde birikir. Bu durum, kenar ya da kaplamanın kalınlığına bağlı olarak delik ve çatlaklar oluşturan yüzey gerilmelerine neden olabilir. Panellerin deformasyon oranı; ahşap nem içeriğinin % değişimine bağlı olarak panel düzlemindeki değişim oranı %0,01, yine ahşap nem içeriğinin % değişimine bağlı olarak panel düzlemine dik yöndeki (panelin kalınlığında) değişim oranı %0,24'tür [4].

3. SONUÇ

Son yıllarda, dünyada endüstrileşmiş ahşap teknolojisindeki gelişmeler ahşap malzeme ile yüksek yapı yapma düşüncesini canlandırmıştır. Bu durum, endüstriyel ahşap teknolojisi gelişmiş ülkeler arasında adeta bir yarışa dönerek 30-40 kata varan ahşap yapı projeleri üretmelerine neden olmuştur. Sürdürülebilirlik açısından ahşap malzeme ile yapı üretimine ilginin giderek artmasının nedenlerinin en başında, betonarme ve çelik malzemelerle yapı üretiminin oldukça yoğun enerji gerektirmesi ve atmosfere tonlarca karbondioksit salınmasıdır. Yenilenebilir bir kaynak olan ahşap malzeme ile üretilen çapraz lamine ahşap teknolojisinin;

. Yapım sürecinde montajının kolay olması,
. Yüksek seviyede prefabrikasyona olanak tanıması,
. Yapının proje, üretim ve yapım süresinin kısa olması,
. Betonarme, yapısal çelik vb. ile oluşturulan taşıyıcı sistemlerle karşılaştırıldığında daha hafif olması ve buna bağlı olarak temel konstrüksiyonunun daha basit olması,
. Montajlarında daha küçük vinçlerin kullanılabilmesi,
. İyi ısı yalıtım özellikleri,
. İyi ses yalıtım özellikleri,
. Yangın performansının iyi olması vb. nedenlerle tercih edilmektedir.

KAYNAKLAR

[1] European Committee for Standardization, (2004), *Eurocode 5: Design of Timber Structures, Part 1-1: General - Common Rules and Rules of Building*, EN 1995-1-1 (E), Brussesls: CEN.

[2] European Committee for Standardization , (2005), *Timber Structures- Strength Graded Structural Timber With Rectangular Cross Section- Part 1: General requirements*, EN 14081-1:2005, Brussesls: CEN.
[3] FPInnovations and Binational Softwood Lumber Council, (2013), *CLT Handbook*, Erol Karacabeyli, Brad Daouglas (Ed.), US Edition, Pointe-Claire, QC: Special Publication SP-529 E.
[4] KLH Massivholz GmbH, (2013), *Cross-Laminated Timber*, Austria: KLH.
[5] Ceccotti, Ario, Sandhaas, Carmen, Okabe, Minoru, Yasumura, Motoi, Minowa, Chikahiro, Kawai, Naohito, (2013), SOFIE Project-3D Shaking Table Test On A Seven-Storey Full-Scale Cross-Laminated Timber Building, *Earthquake Engineering & Structural Dynamics*, cilt 42, 13, s.2003–2021, New York: John Wiley & Sons Ltd.
[6] FPInnovations, (2011), *CLT Handbook*, (ed.) Sylvain Gagnon, Ciprian Pirvu (Ed.), Canadian Edition, Quebec, QC.: Special Publication SP-528 E.
[7] Mikado, (2012), http://www.mikado-online.de/06.07.2012-Netzwerk-Holzbau-Muenchen-Exkursion-nach-Bad-Aibling.html, [Erişim:14.11.2014].
[8] Timber Research and Development Association, (2009), 24 Murray Grove, London Eight Storeys of Apartments Featuring Cross-Laminated Timber Panels, *Stadthaus Case Study*, s.1-7, London: Trada.
[9] Kolb, J. (2008), *Systems in Timber Engineering Loadbearing Structures and Component Layers*, Almanya: Birkhauser. Kaynağından yeniden çizilmiştir. Çizen: Nilüfer Berber Üçkaya, 2014.
[10] Türkçü, H. Ç. (1988), *Endüstrileşmiş Yapım - Konut Sorunu Açısından İrdelenmesi*, İzmir: DEÜ. Mühendislik Mimarlık Fakültesi.
[11] Smith, I. (2013), Structures and Architecture: Concepts, Applications and Challenges, *Design concepts and principles for tall multi-storey superstructures incorporating timber frameworks*, P. Cruz (Ed.), s. 173-180, Londra: Taylor & Francis Group.
[12] Runser/Prantl architekten, http://www.bauforum.at/bauzeitung/hoch-hinaus-mit-holz-58686, [Erişim:14.11.2014].
[13] Wikipedia, http://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=Special:Search&limit=20&offset=20&profile=default&search=LCT+ONE&uselang=tr, [Erişim:14.11.2014].
[14] Nevado, M. (2013), Structures and Architecture: Concepts, Applications and Challenges, *Cross laminated timber: a key material for the future of structural design*, P. J. Cruz (Ed.), s. 503-510, London: Taylor and Francis Group.
[15] Fotoğraflar: RPA Rossi Prodi Associati, Francesca Genise arşivinden.
[16] ISO 10456:2007, *Building materials and products. Hygrothermal properties - Tabulated design values and procedures for determining declared and design thermal values*, This standard was last reviewed in 2012.
[17] Michael Green Architecture (MGA), (2013), Wood Innovation Design Center, *Public Anouncement*, s. 1-22, http:// mg-architecture.ca [Erişim: 2 Haziran 2014].

Diyatomit kayaçlarının polyester reçine bağlayıcı ile hafif yapı elemanı üretiminde kullanılması

MEHMEDİ VEHBİ GÖKÇE[1]

ÖZET

Diyatomit kayaçları, suyun ve yeterli nemin bulunduğu bütün ortamlarda yaşayan, tek hücreli bir yosun türü olan diyatomelerin silis yönünden zengin kavkılarından oluşan organik asıllı tortul kayaçlardır. Diyatomit kayaçları, asitlerin çoğunluğu ile tepkimeye girmezler ve çok yüksek bir ısı iletim direncine sahiptirler. Birim hacim ağırlıkları 300 kg/m^3'e kadar düşebilmektedir.

Çalışmada, Nevşehir Karacaören'de bulunan rezervlerden alınan diyatomit kayaçları kullanılmıştır. Kayaçlar, öğütülerek 500 mikrometre göz açıklıklı elek ile elenmiştir. Elekten geçen diyatomit, piyasadan temin edilen polyester reçine seti ile bağlanmış, 40x40x160 mm çelik kalıplara dökülmüş ve 50 °C sıcaklıkta 120 dakika süreyle küre tabi tutulmuştur. Elde edilen örneklerin birim hacim ağırlıkları, basınç ve eğilme dayanımları ile su emme oranları ölçülmüştür. Ortalama 1,30 g/cm^3 birim hacim ağırlığı, 101,32 N/mm^2 basınç dayanımı, 22,4 N/mm^2 eğilme dayanımı ve % 0,00 su emme oranı elde edilmiştir.

Sonuç olarak, bu yöntemle elde edilecek malzemenin yüksek basınç ve eğilme dayanımı gerektiren yapı elemanları üretiminde kullanılabileceği anlaşılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Diyatomit, polyester reçine, su geçirimsizliği, hafif yapı elemanı, basınç dayanımı

[1] Niğde Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Merkez Yerleşke, Bor Yolu, Niğde; Tel: (0388)2254520; vgokce@nigde.edu.tr

1. GİRİŞ

Diyatomit kayaçları, diyatome olarak bilinen tek hücreli deniz ve tatlı su yosun türünün, 1 ile 1000 µm aralığında büyüklüklere sahip fosilleşmiş iskelet kalıntılarından oluşmuş, silisli, çökelti kayaçlarıdır. Çökeltiler, çok ince tanecikli, %86 ile %94 gibi yüksek oranda silis içeren ve safsızlık olarak kil, kuvars, feldispat, çok az organik tortu, ikincil mineraller, diyatome özelliği taşımayan veya kristal yapıda kırılgan parçacıklar bulunan amorf yapılı opalin silisten oluşur. Doğal diyatomitin Mohs Sertliği 4,5-5 aralığında iken, kalsine edilmiş diyatomitin Mohs Sertliği 5,5-6 arasındadır [1]. Ergime noktası 1400°C-1750 °C aralığındadır [2]. Çok ince gözenekli, çok düşük yoğunluklu ve özellikle birçok sıvı ve gaz ile tepkimeye girmeyen, ısı iletkenliği çok düşük bir malzemedir. Hacminin %90'ı boşluktur ve mükemmel bir filtre özelliği vardır [3]. Doğal diyatomitin tipik kimyasal yapısı, çıkarıldıkları yataklara göre küçük değişikliklerle en az ve en çok olmak üzere %70~90 silis (SiO_2); %0,13~0,97 sodyum oksit (Na_2O); %3~10 alüminyum oksit (Al_2O_3); %1~6,85 demir oksit (Fe_2O_3); %0,10~1,21 titanyum oksit (TiO_2); %0,04~0,21 fosfat (PO_4); %0,19~3 kireçtaşı (CaO); %0,11~1,64 magnezyum oksit (MgO) ve %0,13~1,47 potasyum oksit (K_2O) olarak değişmektedir.

Diyatomit, sanayinin birçok kolunda yüksek gözenekliliğinden dolayı filtreleme malzemesi olarak kullanılmaktadır. Diğer taraftan mimarlıkta ve inşaat sektöründe de üzerinde sürekli olarak bilimsel çalışmalar yapılan bir mineraldir. Yapılan çalışmaların konuları arasında çimento imalatında su fazlalığını telafi etmek, çimentonun mekanik özelliklerini iyileştirmek, çimento üretiminde puzolanik katkı olarak kullanmak, beton ürünlerinde hafif agrega olarak kullanmak, çeşitli yapı malzemelerine hafiflik ve bunun yanında ısı, ses yalıtım özelliği sağlamak gibi kalemler sayılabilir.

Aruntaş, diyatomit katkısının çimentolu sistemlerde basınç dayanımını ve eğilmede çekme dayanımını düşürdüğünü, ancak sülfat direncini artırdığını tespit etmiştir [4]. Ayrıca diyatomitin rötreyi artırdığını da saptamıştır. Aydın, diyatomitin %1, 2, 4 ve 5 oranlarında çimento yerine kullanılarak beton numuneleri imal edilebileceğini rapor etmiştir [5]. Sezgin, diyatomitin hafif beton elde edilmesinde agrega olarak, çatı yalıtımında doğrudan döşeme üstüne serilerek kullanılabileceğini belirtmiştir. Yine, dekoratif alçı plakların ağırlıklarının hafifletilmesinde katkı olarak yararlanılabileceğini tespit etmiştir [6]. Bahadır, betona çimento yerine %10, %20, %30 oranlarında diyatomit ilave etmiş, yapılan bu ilavenin betona etkilerini gözlemlemiştir [7]. Ünal ve ark., değişik agrega oranları ve çimento miktarlarıyla, Afyon bölgesinden çıkarılan diyatomitten üretilen blokların

değişen bu parametrelere göre fiziksel ve mekanik özelliklerini araştırmışlardır. Ancak elde ettikleri SEM görüntülerinde çimento ile diyatomit agregaları arasındaki bağ ara yüzünün çok zayıf olduğunu tespit etmişlerdir [8]. Yılmaz ve ark., killi diyatomit kayaçlarının çimento üretiminde puzolanik katkı olarak kullanımını araştırmışlardır [9]. Kastis ve ark., diyatomitin çimento hamuruna ve çimentonun hidratasyonuna etkisini araştırmışlardır [10]. Gül ve Aydın, betona çimento yerine %1, 2 ve 4 oranlarında diyatomit veya ponza katmışlar ve betonun priz süresine etkisini incelemişlerdir [11]. Ünal ve ark., diyatomit ve ponza minerallerinin hafif beton üretiminde agrega olarak kullanımını araştırmışlardır. Sonuç olarak her iki mineralin hafif beton blok üretimi için kullanılabileceğini tespit etmişlerdir [12]. Fragoulis ve ark., Yunanistan'ın killi diyatomitlerinin endüstriyel ölçekte hafif agrega olarak kullanılabileceğini rapor etmişlerdir [13]. Uygunoğlu ve Ünal, diyatomit kayaçlarını beton blok üretiminde agrega olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir [14]. Onche ve ark., kaolin ve kilden üretilen tuğlaların yalıtım özelliklerini iyileştirmek için, tuğla hamuru kompozisyonuna pirinç kabuğu ve diyatomiti de eklemiş; karışımın basınç dayanımı, porozite, birim ağırlık ve ısı iletimi açısından bütün pişirme sıcaklıklarında çok iyi sonuçlar verdiğini bulmuşlardır [15]. Pimraksa ve Chindaprasirt, diyatomitin kireç ve alçı ile birlikte tuğla üretiminde kullanılabilirliğini araştırmışlar ve %15 kireç, %5 alçı katkısının 0.88 g/cm^3 birim ağırlığı ve 14,5 MPa basınç dayanımı veren hafif tuğla üretimine izin verdiğini tespit etmişlerdir [16]. Gökçe ve Koç, öğütülmüş diyatomitin çimento ile agrega reaktivitesi oluşturduğu için, çimentonun bağlayıcı olarak kullanıldığı diyatomit esaslı yapı elemanlarının zamana bağlı olarak bozunduğunu ve dağıldığını rapor etmişlerdir [17]. Gökçe ve Koç, çimento yerine bağlayıcı olarak üre-formaldehitin kullanıldığı diyatomit esaslı hafif yapı elemanı üretilebileceğini göstermişlerdir [18].

Literatürden de kolayca anlaşılabileceği üzere çoğu araştırmalar diyatomitin çimentolu sistemlere puzolanik katkı olarak ya da agrega olarak katılması yönünde yapılmıştır. Ya da bilinen tuğla üretim yöntemlerinde katkı maddesi olarak kullanılması araştırılmıştır. Oysa diyatomit farklı yapı elemanları üretiminde ana malzeme olarak kullanılmadıkça bu mineralden tam olarak yararlanılmış sayılamaz.

Bu çalışmada, yeni bir bağlayıcı arayışı çerçevesinde, polyester reçine bağlayıcılı diyatomit esaslı yapı malzemesi ve elemanı üretimi araştırılmıştır.

2. MALZEME VE METOT

Çalışmada Nevşehir Ürgüp'te bulunan diyatomit rezervlerinden elde edilen diyatomit kullanılmıştır. Rezervde bulunan diyatomit mineralleri yaklaşık %90 oranında silika içermekte, beyaz renkli ve kalitelidir. Bu rezervden alınan diyatomit kimyasal yapısı analiz edilmiş ve sonuçlar Tablo 1'de verilmiştir. Rezervlerin bulunduğu Karacaören kasabasının Ürgüp'e göre konumu ise Şekil 1'de verilmiştir (Google Earth, 2002).

Tablo 1. Çalışmada kullanılan diyatomitin kimyasal yapısı.

Bileşen	**Miktar (%)**
SiO2	87,72
Al2O3	2,77
TiO2	0,13
Fe2O3	2,15
CaO	2,02
MgO	0,43
Na2O	0,16
K2O	0,08
K.K.	4,65
TOPLAM	100,11
SO4	0,02

Bağlayıcı olarak ise ticari adı döküm tipi polyester olan polyester reçine kullanılmıştır. Polyester reçineler tereftalik asitle etilen glikolün polimerleşmesinden oluşan malzemelerdir. Polyester reçinenin katılaşması için uygulama sırasında 1 gram kobalt esaslı katalizör ve aynı miktarda sertleştirici eriyik eklenmektedir. Reçine seyreltilmeden kullanılmıştır.

Diyatomit kayaçları Mimarlık Fakültesi laboratuvarında öğütülmüş ve göz açıklığı 500 μm olan elekten elenmiştir. Elekten geçen malzemeden üretilecek örneklerin hamurunun hazırlanmasında kullanılmıştır.

Hamur hazırlanmasında ağırlıkça 1 birim polyester reçine ve 1/2 birim öğütülmüş diyatomit kullanılmıştır. Başka bir deyişle 1 kg reçine için 0,5 kg diyatomit kullanılmıştır. Diyatomitin hafif olması, bağlayıcıya göre düşük ağırlıkta bir bileşen olarak seçilse de hacimsel miktar olarak daha fazla kullanılması anlamına gelmektedir.

Şekil 1. Çalışmada kullanılan diyatomit rezervinin bulunduğu Karacaören kasabası

Polyester reçine plastik bir kap içerisinde 1 kg olarak tartılmıştır. Sonra, üzerine 1 gram kobalt esaslı katalizör ilave edilmiş ve bu iki eleman iyice karıştırılmıştır. Daha sonra, tartılmış olarak başka bir kapta bekletilen diyatomitin yarısı bu karışıma eklenmiş ve iyice karıştırılmıştır. Ardından sertleştirici de 1 gram olarak eklenmiş ve iyice karıştırılmıştır. Son olarak kalan diyatomit te karışıma eklenmiş ve tekrar homojen, plastik kıvamda bir hamur elde edilinceye kadar karıştırılmıştır. Elde edilen hamur, önceden yağlanmış 40 × 40 × 160 mm ölçülerindeki çelik kalıba dökülmüş ve kalıba iyice yerleşene kadar mekanik vibrasyon uygulanmıştır. Dökülen örnekler 24 saat süre ile oda sıcaklığında (21 ± 2 °C) bekletilmiş ve kalıptan alınarak + 50 °C de ısıtılmış etüvde 2 saat süre ile küre tabi tutulmuştur. Birim hacim ağırlığı, basınç dayanımı ve eğilme dayanımı testleri için 12 adet, su emme testi için 3 adet örnek üretilmiştir. Etüvden alınan 6 adet örneğin birim hacim ağırlıkları ayrı ayrı bulunmuş ve aritmetik ortalaması alınmıştır. Şekil 2'de üretilen örneklerden bir grup sunulmuştur.

Şekil 2. Üretilen örneklerden bir grup

3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Örneklerin ortalama birim hacim ağırlığı 1,35 g/cm^3 olarak elde edilmiştir. Aynı şekilde 6'şar adet örneğin TS EN 196-1'e göre basınç ve eğilme dayanımları ölçülmüş ve aritmetik ortalama olarak 101,32 N/mm^2 basınç dayanımı ve 22,4 N/mm^2 eğilme dayanımı elde edilmiştir (Tablo 2).

Üretilen örneklerden 3 adedi 24 saat su içerisinde bırakılmış ve ağırlıklarının değişmediği tespit edilmiştir. Bu, su emme oranının % 0,00 (sıfır) olduğunu göstermektedir.

1,35 g/cm^3 birim hacim ağırlığı görece yüksek görünse de, edilen basınç ve eğilme dayanımları göz önüne alındığında, birim hacim ağırlıktaki bu fazlalık ihmal edilebilir. Çünkü 101,32 N/mm^2 basınç dayanımı ve 22,4 N/mm^2 eğilme dayanımı değerleri büyük rakamlardır.

Bu çalışmanın amacının diyatomit esaslı, polyester reçine bağlayıcılı yapı elemanı üretilebilirliğini denemek olduğu hatırlanırsa çalışmanın amacına ulaştığı görülmektedir.

Tablo 2. Örneklere ait dayanım ve su emme değerleri

Örnek No	**Basınç Dayanımı (N/mm^2)**	**Eğilme Dayanımı (N/mm^2)**	**Ağırlıkça Su Emme (%)**
1	101,4	22,4	0
2	101,5	22,3	0
3	101,3	22,4	0
4	101,35	22,4	0
5	101,4	22,6	0
6	101	22,3	0
Ortalama	**101,325**	**22,4**	**0**

4. ÇIKARIMLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışma ile polyester reçine bağlayıcılı yapı elemanı üretimi imkânı irdelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre aşağıdaki çıkarımlar yapılmıştır:

- Polyester reçinenin diyatomit esaslı yapı malzemesi/elemanı üretiminde kullanılabileceği anlaşılmıştır.
- Su geçirimsizlik istenen bütün mimari uygulamalarda, ıslak hacim zeminlerinde ve yapı örtülerinde kullanılabilecektir. Bu yönde imalat yapıldığında ise değişik yapı elemanları olarak inşaat sektöründe yerini alacaktır.
- Yüksek eğilme ve basınç dayanımı göz önüne alındığında, şehir mobilyaları üretiminde birçok imalatta kullanılabilecektir.
- Yine yüksek eğilme ve basınç dayanımı göz önüne alındığında, mimarlık dışı çok farklı alanlarda uygulama alanı bulacağından kuşku yoktur.

TEŞEKKÜR

Üretilen örneklerin basınç dayanımı testlerinde yardımcı olan Niğbaş Niğde Beton Sanayi Ticaret A.Ş.'nin ve eğilme dayanımı testlerinde yardımcı olan Kapadokya Yapı Kimyasalları Sanayi ve Ticaret A.Ş.'nin değerli laboratuvar ekiplerine ayrı ayrı teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

[1] Ciullo, P. A. (1996). *Industrial minerals and their uses: a handbook of formulary*. William Adrew, **ISBN-13:** 978- 0815514085.

[2] Kogel, J.E., Trivedi N.C., Marker J. M., Krukowski, S.T. (2006). *Industrial Minerals And Rocks,Commodities, Markets, And Uses*. Society for Mining, Metallurgy, and Exploration (US), ASIN**:** B001XRL5PI.

[3] Brady, G.S., Clauser, H.R., Vaccari, J.A., (2002). *Materials Handbook* (15. Baskı, s. 315). McGraw-Hill Professional, ISBN- 13: 978-0071360760.

[4] Aruntaş, H. Y. (1996). *Diyatomitlerin Çimentolu Sistemlerde Puzolanik Malzeme Olarak Kullanılabilirliği,* Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

[5] Aydın, A.C. (1998). *Diyatomit, pomza ve pasanın katkı maddesi olarak kullanılabilirliğinin araştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

[6] Sezgin, M. (1998). *Diyatomitin Hafif Yapı Eldesinde Değerlendirilebilirliği*. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.

[7] Bahadır, M. F. (2001). *Diyatomitin yüksek dayanımlı betonun mekanik özelliklerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

[8] Ünal, O.,Uygunoğlu, T., Yıldız, A. (2005). *Investigation of properties of low-strength lightweight concrete for thermal insulation* Building and Environment, 42, 584-590.

[9] Yılmaz, B., Ediz, N., Bentli İ. (2006). *Kütahya Alayurt Bölgesi Killi Diyatomitlerinin Çimento Üretiminde Kullanılabilirliğinin Araştırılması*. Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 12,95-104.

[10] Kastis, D., Kakali, G., Stamatakis, M. G. (2006). *Properties of hydration of blended cements with calcareous diyatomite*. Cement and Concrete Research, 10, 1821-1826.

[11] Gül, R., Aydın, A., C. (2007). *Influence of volcanic originated natural materials as additives on the setting time and some mechanical properties of concrete*. Construction and Building Materials, 21, 1277-1281.

[12] Ünal, O., Demir, İ., Uygunoğlu, T. (2003). *Pomza ve Diyatomitin Hafif Blok Eleman Üretiminde Kullanımının Araştırılması.* III. Ulusal Kırmataş Sempozyumu, 3-4 Aralık 2003, İstanbul.

[13] Fragoulis, D., Stamatakis, M. G., Chaniotakis, E., Columbus, G. (2004). *Characterization of lightweight aggregates produced with clayey diatomite rocks originating from Greece*. Cement and Concrete Research Materials Characterization, 53, 307-316.

[14] Uygunoğlu, T., Ünal, O. (2005). *Yapılarda diyatomitle üretilen hafif blok elemanların kullanılması*. Antalya Yöresinin İnşaat Mühendisliği Sorunları Kongresi, Eylül 22-24, Antalya, 332-340.

[15] Onche, E.O., Ugheoke, B. I., Lawal, S.A., Dickson, U. M. (2007). *Effect of rice husk and diatomite on the insulating properties of Kaolin-Clay Firebricks*. Leonardo Electronic Journal of Practices and Technologies, 11, 81-90.

[16] Pimraksa, K., Chindaprasirt, P. (2009). *Lightweight bricks made of diatomaceous earth, lime and gypsum*. Ceramics International, 35, 471-478.

[17] Gökçe, M. V., Koç, İ. (2012). *Use of diatomite in the production of lightweight building elements with cement as binder*. Scientific Research and Essays, 7(7), 774-781.

[18] Gökçe, M. V., Koç, İ. (2012). *Use of urea-formaldehyde in the production of diatomite-based lightweight building components*. Scientific Research and Essays, 7(42), 3646- 3656.

SPOR YAPILARINDA ÇEKMEYE ÇALIŞAN ÇATI STRÜKTÜRLERİNDE ZİNCİR EĞRİSİ KULLANIMININ KRONOLOJİK DEĞERLENDİRMESİ

SEVDA DURGUT[1]*, AHMET VEFA ORHON[2]

ÖZET

Genel bir tanımla spor yapıları, spor oyunlarının ve müsabakalarının düzenlenmesi için gerekli mekânsal işlevleri sunan yarı açık veya kapalı yapılardır. İşlevlerinin doğası gereği bu yapılar genellikle geniş açıklıklar geçen üst örtülerle tasarlanırlar. Çekmeye çalışan taşıyıcı sistemler, hafifliklerine bağlı strüktürel etkinlikleri nedeniyle diğer taşıyıcı sistemlerle aşılması nispeten zor açıklıkları etkin biçimde geçebilirler. Taşıyıcı sistemin esasını oluşturan çatının hafifliği, çatıyı taşıyan duvar, kolon ve diğer tüm alt taşıyıcıların daha hafif olmasını, dolayısıyla temellerin de küçülmesini beraberinde getirmektedir. Bu nedenle çekmeye çalışan çatı strüktürleri, spor yapılarında izleyicili spor faaliyetleri için ihtiyaç duyulan büyük ve geniş açıklıkları örtmek için etkin strüktürlerdir. Bu çalışmada spor yapılarında çekmeye çalışan çatı strüktürlerinde zincir eğrisi kullanılmış örnekler 1950'li yıllardan başlayarak on yıl aralıklarla kronolojik olarak incelenecek, çekmeye çalışan çatı strüktürlerinde strüktür etkinliğinin tarihsel gelişimi değerlendirilecektir.

Anahtar Sözcükler: Spor yapıları, çekmeye çalışan çatı strüktürleri, zincir eğrisi

[1] Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü; Tel: (0541) 6212005; sevdadurgut@hotmail.com
[2] Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi; Tel: (0232)3018449; vefa.orhon@deu.edu.tr

1. GİRİŞ

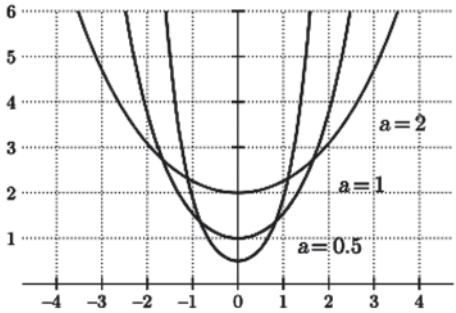
Geniş anlamıyla 'spor yapıları', spor faaliyetlerinin yapılması için inşa edilmiş yapılardır. Takım sporları (futbol, basketbol, beysbol, buz hokeyi vb.), atletizm, jimnastik, bisiklet, buz sporları, yüzme vb. pek çok spor dalındaki müsabakaların yapılabilmesi için gerekli spor mekânlarını (saha, parkur vb.) bunların izlenebilmesi için gerekli mekân düzenlemeleri ile birlikte sunan, kalıcı, yarı açık veya kapalı yapılar (stadyum, spor salonu, arena, velodrom, kapalı yüzme havuzu vb.) bu başlık altında toplanmaktadır [1].

1950'li yıllardan itibaren kablo sistemler, çadır sistemler ve pnömatik sistemler gibi çekmeye çalışan taşıyıcı sistemler mimarlıkta yaygın biçimde kullanılmıştır. Bir binanın ana yüklerini kablo, membran gibi sadece çekme kuvveti ile etkilenerek taşıyabilen taşıyıcı sistemler genel olarak "çekmeye çalışan taşıyıcı sistemler" olarak anılmaktadır [2]. Bu sistemler, hafifliklerine bağlı strüktürel etkinlikleri nedeniyle diğer taşıyıcı sistemlerle (karkas vb.) aşılması nispeten zor açıklıkları daha etkin biçimde geçebilirler. Üst örtünün hafifliği, bunu taşıyan duvar, kolon ve diğer tüm alt taşıyıcıların daha hafif olmasını, temellerin küçülmesini beraberinde getirmektedir. Çekmeye çalışan taşıyıcı sistemlerde malzemenin dayanım sınırlarına kadar yüklenebilmesi nedeniyle strüktürel etkinlik artar. Böylece spor yapılarının işlevsel olarak ihtiyaç duyduğu geniş açıklıklı mekânlar, strüktürel olarak daha etkin biçimde geçilebilir. Bu çalışmada spor yapılarında çekmeye çalışan çatı strüktürlerinde zincir eğrisi geometrisi kullanılmış örnekler incelenecektir. 1950'lerden günümüze kadar spor yapılarında değinilen çatı strüktürlerinin gelişimi kronolojik olarak irdelenecektir.

Zincir eğrisi (katener), bir tel, kablo veya ipin iki nokta arasına gerildikten sonra serbest bırakılıp yerçekimi etkisiyle sarkmasıyla oluşan eğriye verilen isimdir. Latince 'catena' (zincir) kelimesinden türetilmiştir. Parabol eğrisine benzemekle birlikte matematiksel olarak hiperbolik kosinüs (cosh) fonksiyonu ile tanımlanan bir eğridir. Zincir eğrisinin kartezyen denklemi,

$$y = a \cosh(x/a) \tag{1}$$

şeklindedir. Burada "*a*" sarkma katsayısıdır. Şekil 1'de farklı *a* değerleri için zincir eğrisinin sarkması görülmektedir. Mimarlıkta zincir eğrisini ilk kez Yunanlılar ve Romalılar kemer yapımında kullanmıştır [3].



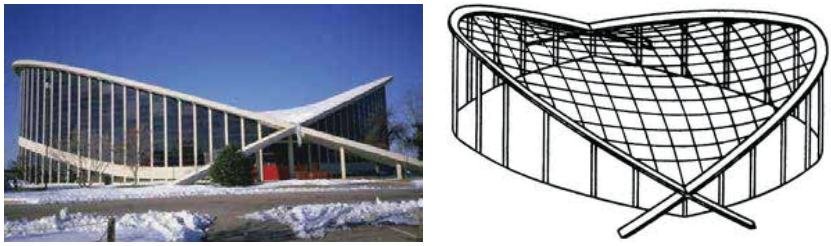
Şekil 1. Zincir Eğrisi

2. SPOR YAPILARINDA ÇEKMEYE ÇALIŞAN ÇATI STRÜKTÜRLERİ

1950'lerden günümüze kadar, spor yapılarında çekmeye çalışan çatı strüktürlerinde zincir eğrisi kullanımının önemli örneklerine kronolojik olarak aşağıda değinilecektir.

2.1. Dorton Arena (Raleigh, A.B.D., 1952)

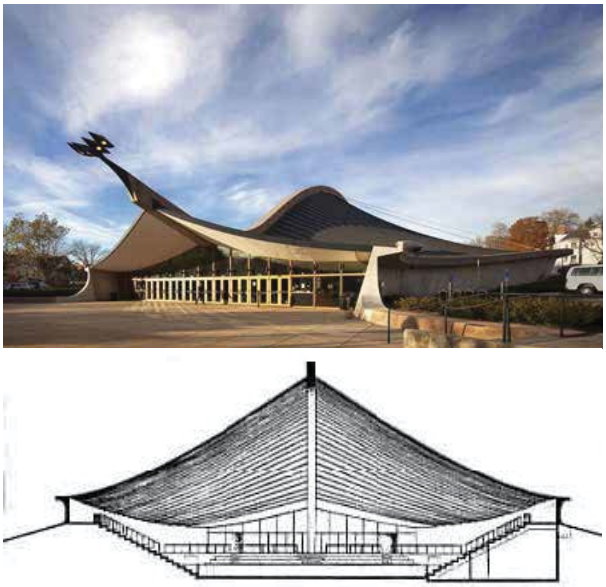
Kablo ağı taşıyıcı sistemlerin ilk örneklerinden olan Dorton Arena, 5110 seyirci kapasiteli çok amaçlı spor salonudur. Yapı elips formdadır; uzun ekseni 97 m. kısa ekseni 92 m. ölçülerindedir. Çatı iki parabol eğrisi arasına gerilmiş zincir eğrisi formunda sarkan bir kablo ağıdır (Şekil 2). Parabolik kemerler betonarme kaplı çelik kolonlarla desteklenmektedir. Kablo ağ aralıkları 150 cm'dir. 47 adet taşıyıcı kablonun çapları 19-33 mm, stabilite kablolarının çapları 13-19 mm arasındadır. Zincir eğrisi geometrisiyle tasarlanmış olan çatı da geçilen en büyük açıklık 91.5 m, maksimum sarkma oranı 9.5 m'dir. Kablo ağı ağırlığı 3 kg/m² dir. Çatı betonarme kabuk olarak tasarlansaydı 6 cm kalınlıkta ve çatı kaplaması 160 – 170 kg/m² ağırlığında olacaktı. Uygulanan durumda ise sadece 30 kg/m² dir [3-5].



Şekil 2. Dorton Arena [4]

2.2. Ingalls Skating Rink, (New Haven, A.B.D., 1958)

Eero Saarinen tarafından tasarlan yapı 3500 seyirci kapasitelidir. Yapı, çelik asma kablo ağ sistemi ve esnek yüzeyi ile tek beton omurgaya bağlanmıştır. Yapının formunu 73m açıklık geçen büyük beton parabolik kemer belirler (Şekil 3). Bu kemerin uzunluğu 90 m dir. Yapının tavan yüksekliği 23 m dir. Yapının uzunluğu 60 m ve genişliği 25 m dir. Merkez kemer ile eğri çevre duvar arasında 1.83 m aralıklarla çelik kablolar gerilmiştir. Enine kabloların arasındaki direnç eğilmesine ek olarak, ahşap döşeme, her iki tarafta, rüzgârın kaldırma kuvvetine direnen dokuz uzunlamasına dengeleme kablosu ile çekmeye çalışır. [7-8].

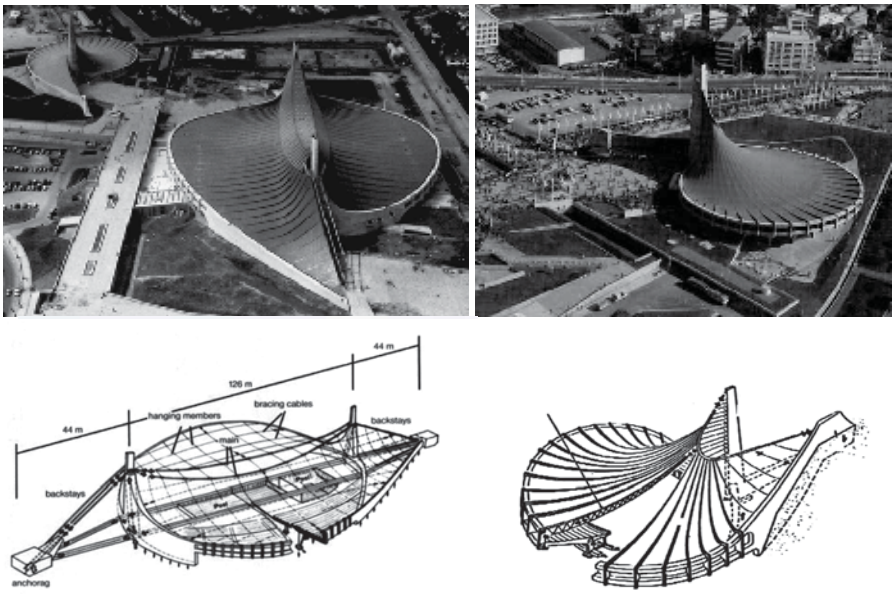


Şekil 3. Ingalls Skating Rink [7]

2.3 Tokyo Olimpiyat Stadyumları (Tokyo, Japonya, 1964)

1964 Tokyo yaz olimpiyatları için Kenzo Tange tarafından iki adet stadyum tasarlanmıştır (Şekil 4). 13.291 kapasiteli büyük stadyum, 126 m uzunluğunda, 65 m genişliğindedir. Küçük spor salonu 5000 kişiliktir. Dairesel bir plana sahiptir. Yaklaşık 60 m çapındadır. Taşıyıcı sistemi iki betonarme pilon, bu pilonlar arasına yerleşen iki kenar kablosu ve en dışta yer alan yatay kemer oluşturmaktadır. Büyük spor salonu kenar kabloları 33 cm çapında olup 58 mm çapındaki 31 adet tel grubundan oluşmuştur. Kenar

kabloların en büyük sarkma oranı 9.63 m dir. Aralarında 4.5 m mesafe var iken bu mesafe sarkma oranı yükseldikçe 16.80 m ye kadar açılmıştır. Küçük spor salonunda kenar kablolarının sarkma okunun çok küçük olmasından dolayı kablo yerine çelik profiller kullanılmıştır. Çekme elemanı olarak yatay kemerlere uzanan yönde çelik I profiller kullanılmış, diğer doğrultuda ise 44 mm çaplı kablolar kullanılmıştır. Çatı 4.5 mm kalınlığında metal saçlar ile kaplanmıştır.

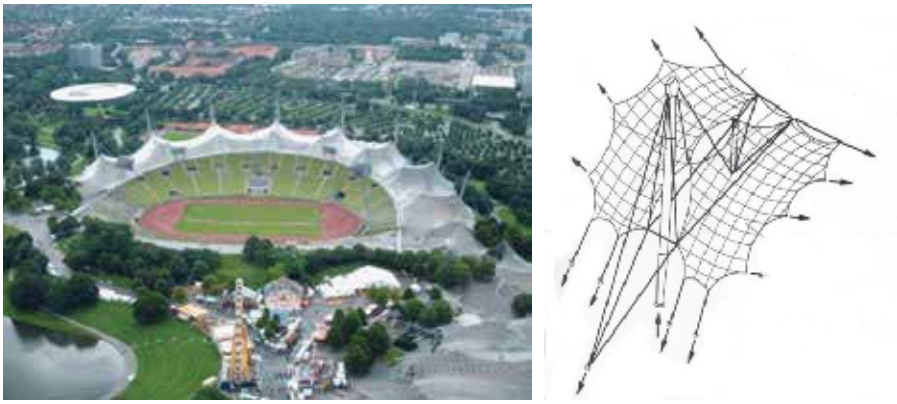


Şekil 4. Tokyo Olimpiyat Stadyumları: solda: büyük stadyum, sağda: küçük stadyum [10]

2.4. Münih Olimpik Stadyumu (Münih, Almanya, 1972)

Frei Otto danışmanlığında Günther Behnisch tarafından tasarlanan yapının seyirci kapasitesi 69.250 ve çatı örtüsü alanı 34500 m² dir. Çatı, dokuz bölüme ayrılmıştır; her birim bir pilon ve kenar kabloları ile desteklenir. Tüm birimleri destekleyen çatının ön cephesinden geçen kenar kabloları 81 mm çapında 10 adet çelik halat ile gerilmiştir. Kenar kablonun uzunluğu 440 m'dir. Semer eğrilikli kablo ağı iki noktasından pilonlarla asılmış ve bu pilonlar iki noktada zemine sabitlenmiştir (Şekil 5). Bir semer yüzeyli birim

65 m açıklık geçmektedir ve yüksekliği en fazla 58 m'dir. 25 mm çaplı çelik kablo ağı 75 x 75 cm'lik kare ızgara oluşturmaktadır. Kablo ağlarının üzerine oturtulmuş paneller akrilik cam olup 3 x 3 m ölçülerinde 4 mm kalınlıktadır. Yük ve sıcaklık değişimi altında kablo ağlarının kesişim açıları 6°'ye kadar değişiklik göstermektedir. Akrilik paneller esnek kablo ağına uygun tasarlanmıştır. Toplamda çelik kablonun uzunluğu 436 km'dir. Çelik kablolar şantiyede zeminde birbirine monte edilmiştir. Sonrasında pilonlar, askı kabloları ve kablo ağları gerilmiştir [8].



Şekil 5. Münih olimpik Park yapısında pilon ve kablo ağı [7-8]

2.5. Scotiabank Saddledome (Calgary, Kanada, 1994)

Hokey Arenası olan yapı, Graham McCourt (GEC) Mimarlık tarafından tasarlanmıştır. 8.700 seyirci kapasitesine sahiptir. Yapıya adını veren semer (saddle) şeklindeki çatının geometrisi hiperbolik paraboloid (HP) dir (Şekil 6). Çatıyı oluşturan HP formlu beton kabuk dünyada en uzun açıklık geçen beton malzemeli çatıdır; 122 m açıklık geçer ve 12.000 m² alana sahiptir. Çatı kabuğu ön gerilim kablolarına asılan prekast beton paneller kullanılarak inşa edilmiştir. 6 x 6 m ölçülerinde ızgara oluşturan sarkan kablo ağları 391 adet hafif beton panel taşımaktadır. 1.5 x 4.3 x 27.4 m. boyutlarında 16 adet prekast beton eleman, çatı strüktürünü oluşturmaktadır. Çatı kalınlığı 60 cm dir. HP formun orta noktası çatının en yüksek noktasının 14 m altında ve çatının en düşük noktasının 6 m üstünde yer almaktadır. Çatı küresi kenarlarından 32 eşit parçaya bölünmüş radyal kolonlar tarafından desteklenmektedir [9-11].

Şekil 6. Scotiabank Saddledome[9].

2.6. Utah Olympic Oval (Utah, A.B.D., 1999)

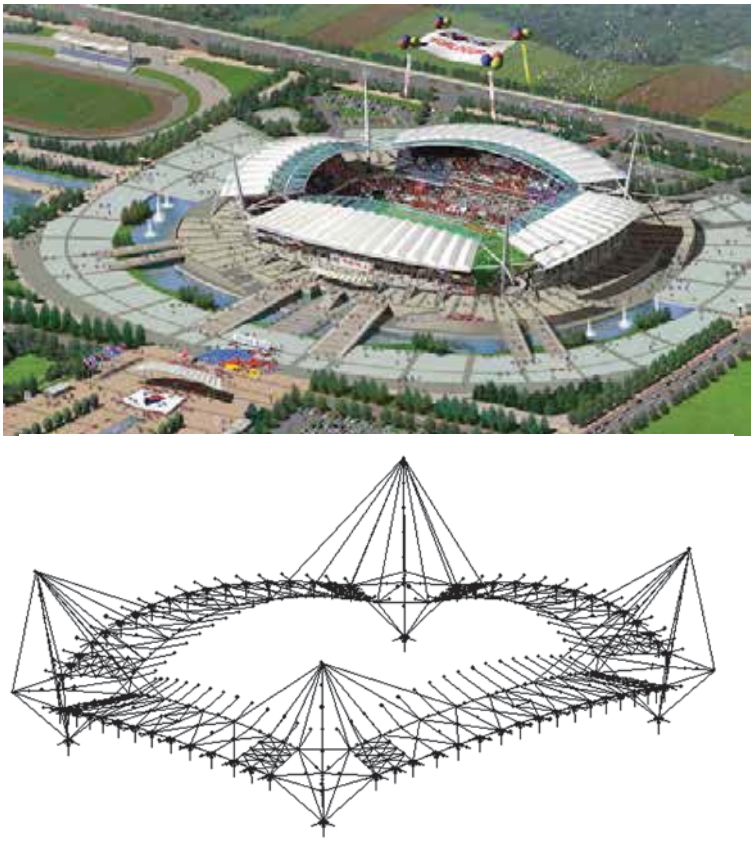
Gilles Stransky Brems Smith Mimarlık tarafından tasarlanan yapı 6.500 seyirci kapasiteli olup 20.850 m² taban alana sahiptir. Yapının ölçüleri 200 x 94 m olup, çatı yüksekliği 17 m dir. Yapı birbirine paralel 24 adet pilon tarafından desteklenmektedir. Bu pilonlar kabloların gerilmesiyle çatıyı taşımaktadır (Şekil 7). Pilonların yüksekliği 33 m dir. Çatıyı askıya alan toplamda 400 m uzunluğundaki çelik kabloların çapı 89 mm dir. Çatıyı dıştan taşıyan kablo ağları için gereken çelik malzeme toplamda 953 tondur[24].

Şekil 7. Utah Olympic Oval (archutah.com)

2.7. Jeonju Stadyumu (Güney Kore, 2002)

42477 seyirci kapasiteli bu stadyumun çatısı mimar Tony Gee tarafından tasarlanmıştır. 260 x 160 m genişliğinde bir alanı kapsar, taban alanı 41.600 m² dir. Toplam 6 kattan oluşan stadyumun 1 katı bodrum olmak üzere

toplam kat alanı 90.667m² dir[21]. Çelik makaslı çatı 63 m yüksekliğindeki 4 adet pilona asılarak taşınmaktadır. Pilonlar 8 adet kablo ile desteklenmiştir (Şekil 8). Kabloların çapları 65 - 95 mm arasında değişmektedir [12-14]. 100 mm çapındaki 6 adet kabloların her biri 1000 tonu aşan yük taşımaktadır.



Şekil 8. Jeonju Stadyumu [13]

2.8. BC Place Stadyumu (Kanada, 2010)

21.000 seyirci kapasiteli futbol stadyumu 227 x 186 m taban boyutlarında olup 42.000 m² taban alanına sahiptir. Çatının orta kısmında yer alan 7.500 m² lik çatı bölüm açılıp kapanabilmektedir. 100m x 85 m ölçülerindeki saha alanının üstü açılan çatı sistemi ile kontrol edilmektedir[19]. Toplamda 38.000 m² ETFE membran malzeme ile örtülmüş çatıya sahiptir[20]. Çatı membranı, her biri 47.5 m uzunlukta, 36 adet çelik pilon tarafından

taşınmaktadır (Şekil 9). Çatı membranın sabit kısmı PTFE ile kaplanmıştır [15-16].

Şekil 9. BC PLace Stadyumu [17]

2.9. Lee Valley Velopark (Londra, İngiltere, 2012)

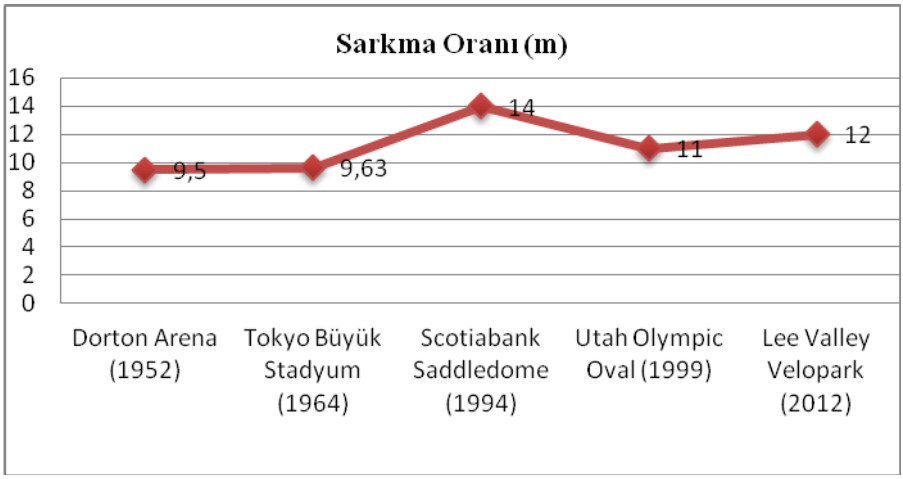
6.000 kişilik oturma kapasitesine sahip bir velodrom olan yapı,16.740 m² çatı alanına ve 12.000 m² taban alanına sahiptir. Kablo ağıyla kurulan çatı, çekmeye çalışan kablolar ile çift eğrilikli geometriye sahiptir (Şekil 10). En düşük noktasından 12 m yükselen çatıda toplam 16 km çelik kablo kullanılmıştır. Sistemin kablo ağırlığı 30 kg/m^2 dir. Kabloların çapı 36 mm dir. Kablolar arasında 3.6 m aralıklarla düğüm noktaları bulunmaktadır. Geçilen en uzun açıklık 136.5 m dir. 1.100 adet ahşap kaset ile kablo ağı çatı strüktürü kaplanmıştır [17-18]. Kablo ağı çatı kullanımında yaklaşık olarak 1000 ton çelik malzeme kullanılmıştır[25].

Şekil 10. Lee Valley Velopark [19]

3. SONUÇ

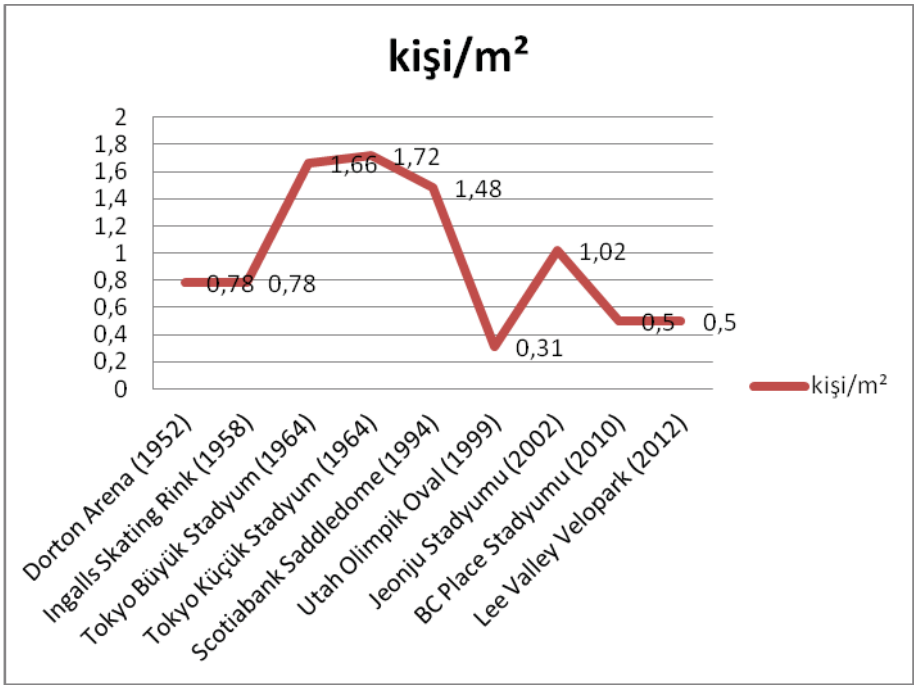
Bu çalışmada spor yapıları için çatı strüktüründe zincir eğrisi kullanımı, 1950'li yıllardan başlayarak onar yıllık dönemlerden günümüze kadar seçilen örneklerle sunulmuştur. Zincir eğrisinin oluşturduğu form strüktürel geometriyi tanımlar. Zincir eğrisinin modelinin matematiksel verileri, tasarım kuvvetleri ile strüktürel kuvvetler arasında strüktürel bir denge oluşturur. Bu yapılarda deyim yerindeyse "strüktür formu (biçimi) takip eder".

Seçilen yapılarda üst örtüde kullanılan zincir eğrisinin değişimine dair bir veri sunmak üzere sarkma oranının (zincir eğrisinin yüksekliğinin, serbest açıklığına oranı) zamanla değişimi şekil 11'de verilmiştir. Görüldüğü gibi incelenen yapılarda zincir eğrileri için seçilen sarkma oranı zamanla artış göstermektedir. Spor yapılarında ihtiyaç doğrultusunda geniş açıklık geçme sorunu, farklı örtü sistemlerini de beraberinde getirir. Malzemenin etkinliği arttıkça zincir eğrisi formunda çekmeye çalışan kabloların kesiti azalır. Bununla birlikte çatı ağırlığı azalmaktadır. Hafif ve şeffaf çatılar, 1950 yıllarında kullanılan ağır ve kapalı çatıların yerini alır. Hem çatı ağırlığı hemde gelişen teknoloji ile malzeme ağırlığı azaldıkça yer çekimine karşı koyan zincir eğrisi çekmeye çalışarak günümüzde çok daha büyük açıklıkların geçilmesini sağlamaktadır.



Şekil 11. Seçilen yapılarda zincir eğrisi sarkma oranları

Yapıların spor fonksiyonlarına göre büyüklükleri ve seyirciler için ayrılan alanları her bir yapı için ihtiyaç duyulan ölçülerdedir. Şekil 12'de verilen grafiğe göre metrekare başına düşen kişi sayısı giderek azalmaktadır. Bununla birlikte üst örtülerin tasarımları ve yapımı daha büyük ve geniş ölçülerde yapılmaktadır. İncelenen yapıların tarihsel gelişimine bakarsak çekmeye çalışan taşıyıcı sistemlerin kullanımının zaman içinde etkinleşmesi sonucu üst örtüler de etkinleşerek daha geniş ve büyük açıklıklar geçilmektedir.



Şekil 12. Seçilen yapılarda metrekare başına düşen kişi sayısı

KAYNAKLAR

[1] Orhon, A.V, Altın, M. (2014). *Spor Yapılarında Sürdürülebilir Çatı ve Cepheler*, Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu Bildiriler Kitabı, s.129-138.
[2] Türkçü, H.Ç. (2009). Çağdaş Taşıyıcı Sistemler, Birsen Yayınevi, İstanbul

[3] Conversano, E. (2011). Persistence of Form In Art And Architecture: Catenaries, Helicoids And Sinusoids , Journal of Applied Mathematics Volume IV.
[4] http://www.ncstatefair.org/facilities/dortonhistory.htm
[5] http://www.arcaro.org/tension/album/dorton.htm
[6] http://www.ourstate.com/the-big-chip/
[7] Otto, F., (1973). Wide Span Surface Structures, IL 6.
[8] Otto, F, Grid Shells,(1974), IL 10.
[9] http://www.scotiabanksaddledome.com/site/saddledome/?ID=36
[10] http://www.caroun.com/architecture/architects/k-tange/kenzotange.html
[11] http://icehockey.wikia.com/wiki/Scotiabank_Saddledome
[12] http://www.arcaro.org/tension/album/saddledome.htm
[13] http://tourist.jeonju.go.kr/open_content/english/culture/cultural_facilities/world_cup/jeonju_stadium_01.jsp
[14] http://www.lusas.com/case/civil/chunju.html
[15] http://csse.kr/eng/pdf/2.SpatialStructures.pdf
[16] http://cenews.com/article/9091/a-top-down-solution
[17] http://www.pcl.com/Projects-that-Inspire/Pages/BC-Place-Revitalization-.aspx
[18] http://www.e-architect.co.uk/london/london-olympics-velodrome
[19] http://www.searchcornerstone.com/gb/976c4f6b3b/lee-valley-velopark/
[20] http://www.sefar.com/data/docs/en/7277/AS-PDF-Architecture-Sefar-Tenara-BC-Place-EN.pdf
[21] http://www.cmkling.com/projects/sports/bc-place-stadium/
[22] http://tourist.jeonju.go.kr/open_content/english/culture/cultural_facilities/world_cup/jeonju_stadium_01.jsp
[23] http://www.lusas.com/case/civil/chunju.html
[24] http://csse.kr/eng/pdf/2.SpatialStructures.pdf
[25] file:///C:/Users/KK/Downloads/SpazioMondoN11_en.pdf
[26] http://www.archdaily.com/252812/london-2012-velodrome-hopkins-architects/

Mimari konstrüktif parametrik tasarım araçları: Rhinoceros & Grasshopper & The Zoo Plugins

MURAT AYDIN[1]*, HAKAN YAMAN[2]

ÖZET

Mimarlığa tasarımımızı anlatan bir obje olarak baktığımızda, objeyi anlayabilmek için tasarımı matematik ve geometri ile ilişkilendiririz. Bilgisayarların mimarlık alanına girmesiyle, mimarideki geometrik sorunlar için sayısal ortamda çözümler üretilmeye başlanmıştır. Böylece bilgisayarlar mekân ve geometrik artikülasyonları simule eden tasarım sürecinin vazgeçilmez bir aracı haline gelmiştir. Sayısal geometri (computational geometry) ilgi çeken bir çalışma alanı olmuş; programlama algoritmaları (programming algorithms) aracılığıyla generatif algoritma (generative algorithm) olarak bilinen algoritmik geometriler elde edilmiştir. Generatif algoritmalar yardımıyla mimarlık alanına parametrik tasarım benzeri tasarım olanakları sunulmuştur. Bu çalışmada mimari konstrüktif parametrik tasarımların elde edilmesi amacıyla kullanılan Rhinoceros, Grasshopper ve The Zoo eklenti yazılımlarının çalışma prensipleri ele alınmıştır. The Zoo eklentilerinin kullanım amaçlarına göre eşleştirme ve karşılaştırma tablosu oluşturulmuş, mevcut yazılımların çalışma prensibi bir örnek üzerinde anlatılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Yapım teknolojileri, parametrik tasarım, rhinoceros, grasshopper, the zoo plugins

[1] İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, İstanbul; aydinmurat12@itu.edu.tr
[2] İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, İstanbul; yamanhak@itu.edu.tr

1. GİRİŞ

Başlangıçta bir temsil aracı olarak kullanılan sayısal ortam son 15 yılda mimaride farklı biçimlerde kullanılmış, tasarım ve yapım alanlarını etkilemiştir. Gelişen sayısal teknoloji, mimarideki kavramsal tasarım için yeni bir araç haline gelmiştir. Bir yandan mimari tasarım sayısal teknolojinin çeşitli olanaklarından esinlenmiş, diğer yandan, farklı alanlardan gelen birçok konu mimari tasarımı etkilemiştir. Önceden modellenemeyen matematiksel ve geometrik algoritmalar, formlar ve yapılar artık mimarlar için anlaşılabilir ve mekânsal olarak modellenebilir hale gelmiştir. Söz konusu yeni mimari tasarım tekniği kullanılarak oluşturulan hesaplamalı kavramlardan bazıları şunlardır [1]:

- Topolojik Mekân (Topolojik Mimari) / Topological Space (Topological Architectures),
- İzomorfik Yüzeyler (İzomorfik Mimari) / Isomorphic Surfaces (Isomorphic Architectures),
- Hareket Kinematiği ve Dinamiği (Animasyonlu Mimari) / Motion Kinematics and Dynamics (Animate Architectures),
- Keyshape Animasyon (Metamorfik Mimari) / Keyshape Animation (Metamorphic Architectures),
- Parametrik Tasarım (Parametrik Mimari) / Parametric Design (Parametric Architectures),
- Genetik Algoritmalar (Evrimsel Mimari) veya Fraktal Geometri (Fraktal Mimari) / Genetic Algorithms (Evolutionary Architectures) or Fractal Geometry (Fractal Architecture).

1.1. Mimari Parametrik Tasarım

Mimaride parametrik tasarıma giriş yapmadan önce parametre ve parametrik kavramlarını açıklamak gereklidir. Parametre, bir durum için değişebilen ve değiştirilebilen bir nicelik olarak tanımlanabilir. Parametrelerin sayısı duruma bağlı olarak değişkenlik gösterebilir. Parametreler algoritmik düşüncenin temelinde yer alır ve algoritma içinde kullanılır. Bir veya çok sayıda nicelik kavramlarını kapsayan durum ise parametrik olarak nitelendirilebilir.

Genellikle formlar arası ilişkileri tanımlamak için kullanılan parametreler ve denklem değerleri, parametrik tasarımı şekillendirmektedir. Böylece, formlar arası bağ kurulabilmekte ve formların dönüşüm altındaki davranışları

(matematiksel ve geometrik olarak) tanımlanabilmektedir. 1990'dan bu yana parametrik tasarım, sayısal mimari tasarımın gelişimini iki farklı yönde etkilemiştir [1]:

1. Mimari Kavramsal Parametrik Tasarım (Architectural Conceptual Parametric Design)
2. Mimari Konstrüktif Parametrik Tasarım (Architectural Constructive Parametric Design)

1.1.1. Mimari Kavramsal Parametrik Tasarım

Mimari kavramsal parametrik tasarım, tasarım formunun dışında açıklanmış belirli tasarım parametrelerine dayanmaktadır. Parametrelere farklı değerleri atayarak, farklı objeler veya konfigürasyonları rahatça oluşturulabilmektedir. İnteraktif (etkileşimli) tasarımın mümkün olmadığı matematiksel algoritmalardan oluşan bu tasarım yöntemi, programlama veya komut dosyası oluşturma bilgisi gerektirmektedir [2].

1.1.2. Mimari Konstrüktif Parametrik Tasarım

Mimari konstrüktif parametrik tasarım, önceden belirlenmiş 3 boyutlu objelerin içine gömülü olan verilerle ilişkilidir. Çizgilerin, dairelerin, eğrilerin vb. çizimlerin yerine tasarımcılar önceden hazırlanmış kapı, pencere, kiriş, merdiven, çatı vb. bileşenleri çizimlerine ekleyebilmektedir. Söz konusu parametrik kavramı, çeşitli bilgisayar destekli yazılımlar aracılığıyla gerçekleşmektedir. Fakat bu yazılım araçlarında bazı sınırlamalar tespit edilmiştir. Birincisi, bir akıllı model sağlamak amacıyla yapının malzeme ve bileşenlerini tüm üreticiler için standartlaştırmak ve farklı yapı malzemelerini geniş bir yelpazede düşünmek mümkün değildir. İkincisi, standart yapı elemanları için tasarlanmış olan bu yazılım araçları çağdaş sayısal mimarinin standart olmayan elemanları için uygulanamamaktadır [3].

Çağdaş mimarlık uygulamalarında parametrik tasarım kullanarak yapılmış başarılı örnekler bulunmaktadır. 1993 yılında Nicholas Grimshaw & Partners tarafından tasarlanmış olan Waterloo Uluslararası Terminali projesinin iddialı kemerli çatısı, cam ve çelikten yapılmış bir parametrik tasarım ürünüdür. Bu projede sadece tek bir parametrik kemer modeli tasarlanmış, kemerin farklı parametrik varyasyonları ile çatı oluşturulmuştur. Kavisli yol boyunca çatı genişliği değiştiği için her bir kemerin boyutu farklı yapılmıştır.

Daha küçük ölçekli bir proje olan Hollanda'nın Utrecht şehrindeki Hessing Kokpit Binası projesi için mimar Kas Oosterhuis & Sander Boer, parametreleştirilmiş Bir Yapı-Bir Detay'ı (One Building-One Detail) önermiştir. Oosterhuis & Boer, yapının tüm uygulama detaylarını inşa etmek üzere, yüklenicilere sayısal bir kontrol modeli yaratmıştır. Sayısal kontrol modelinin tüm aşamaları, AutoLISP ile tanımlanmıştır.

Frank Gehry & Associates, parametrik desteği kullanarak bir yapının tasarımından üretimine kadar olan aşamalar için daha ileri çalışmalar yapmış, 2002 yılında yapım sektörü için sayısal odaklı yapıların ve yöntemlerin bütünleşmesini sağlayan Gehry Technologies'i (GT) kurmuştur. GT aynı veritabanı ile çalışan, büyük proje ekiplerine hizmet eden bir servis yazılım hizmetidir. Proje ekibinde yer alan mimarlar, mühendisler ve danışmanlar uygulama projesinin kontrol ve yapım aşamalarında Catia programını kullanarak aynı veri tabanında çalışmaktadırlar [4].

2. YÖNTEM

Bu çalışma kapsamında, mimari konstrüktif parametrik tasarıma imkân veren bilgisayar destekli tasarım programları incelenmiştir. İnceleme sonucu ulaşılan programlardan mimarlar ve mühendisler tarafından daha çok tercih edilen Rhinoceros ve Grasshopper yazılımları ele alınmıştır. Kullanıcıların beklentilerine göre farklı amaçlarda kullanılan The Zoo eklentileri incelenmiştir. İncelenen The Zoo eklentilerinin Rhinoceros ve Grasshopper ile birlikte çalışma şeması hazırlanmıştır. İnceleme sonucu alfabetik koda göre listelenen kullanım amaçlarının The Zoo eklentilerine göre eşleştirme tablosu oluşturulmuştur. Rhinoceros, Grasshopper ve Kangaroo The Zoo eklentisinin ArcelorMittal Orbit projesindeki kullanımı incelenmiştir.

2.1. Mimari Konstrüktif Parametrik CAD Programları

Mimaride, generatif algoritma konseptini anlayabilmek için sayısal tasarımın geleneksel yöntemini hatırlamak gerekmektedir. Sayısal modelleme, iki veya üç boyutlu mekânsal elemanların dönüşüm ve değişiklik tanımını kapsar. Tasarımdaki her bir değişiklik, diğer elemanlar ile doğrudan birbirine bağlıdır ve karmaşık hale gelen geometrik değişikliklere yol açmaktadır. Söz konusu değişiklikler her bir elemanın boyutunu, şeklini ve ölçeğini değiştirdiği için elemanların tekrar gözden geçirilmesini zorunlu kılmaktadır [5].

Tasarım sürecinde genellikle iki temel ilkeden bahsedilebilir. İlki, birbiriyle ilişkili olan objelerin hiyerarşik işleyişine dayalı sanal yapı strüktür modellemesidir. İkincisi ise, bir çözüm için en uygun 3 boyutlu mekânsal konfigürasyonların seçildiği generatif modelleme ilkesidir. Bu konfigürasyon için seçim kriterleri teknik ve estetik olabilmektedir. Genellikle mimarlar ve mühendisler tarafından kullanılan, programlama veya kodlama bilgisi gerektirmeyen, kullanıcılara etkileyici formlar oluşturmalarına izin veren, kullanıcılar tarafından en çok bilinen ve mimari konstrüktif parametrik tasarıma olanak sağlayan bilgisayar destekli tasarım programları Tablo 1'de görülmektedir.

Tablo 1. Bilgisayar destekli tasarım (CAD) program listesi.

1. Rhinoceros 3D		**6.** Allplan	
2. Catia		**7.** Autodesk Dynamo	
3. Autodesk 3DS Max		**8.** Google SketchUp	
4. Autodesk Revit		**9.** SolidWorks	
5. Graphisoft ArchiCAD			

2.1.1. Rhinoceros & Grasshopper

Generatif modelleme ilişkisini kullanan yöntem Generatif Algoritma Modelleme (Generative Algorithm Modelling) yöntemidir. Adında da belirtildiği gibi bu işlemde algoritma terimi vardır. Çünkü bu tasarım türünde objeler algoritmalar kullanılarak üretilir; tasarımın diğer aşamaları için objelerin çıktısı da algoritmalar ile oluşturulur. Mimari tasarım söz konusu olduğunda, en yaygın kullanılan generatif tasarım programlarından birisi

Grasshopper'dır. Grasshopper, Rhinoceros'un 3D objelerine bağlı generatif modelleme için operatörler, koşullu tablolar, fonksiyonlar ve trigonometrik eğriler gibi bir dizi matematiksel araç sunmaktadır [6].

Rhinoceros, özellikle mimarlık, mühendislik ve yapım alanlarında yaygın olarak kullanılan 3 boyutlu modelleme ve prototipleme için tasarlanmış, Nurbs tabanlı bir modelleme programı ve bir CAD yazılımıdır. Autocad programı için geliştirilmiş bir eklenti olarak ortaya çıkması düşünülse de daha sonra kendi adına özgün bir yazılım olarak Robert McNeel & Associates şirketi tarafından geliştirilmiştir. Import ve Export özelliğiyle çeşitli programlar arasında bilgi alışverişini sağlar. Birçok farklı formattaki dosyalara imkân sağlayarak programlar arası iş akışını hızlandırır.

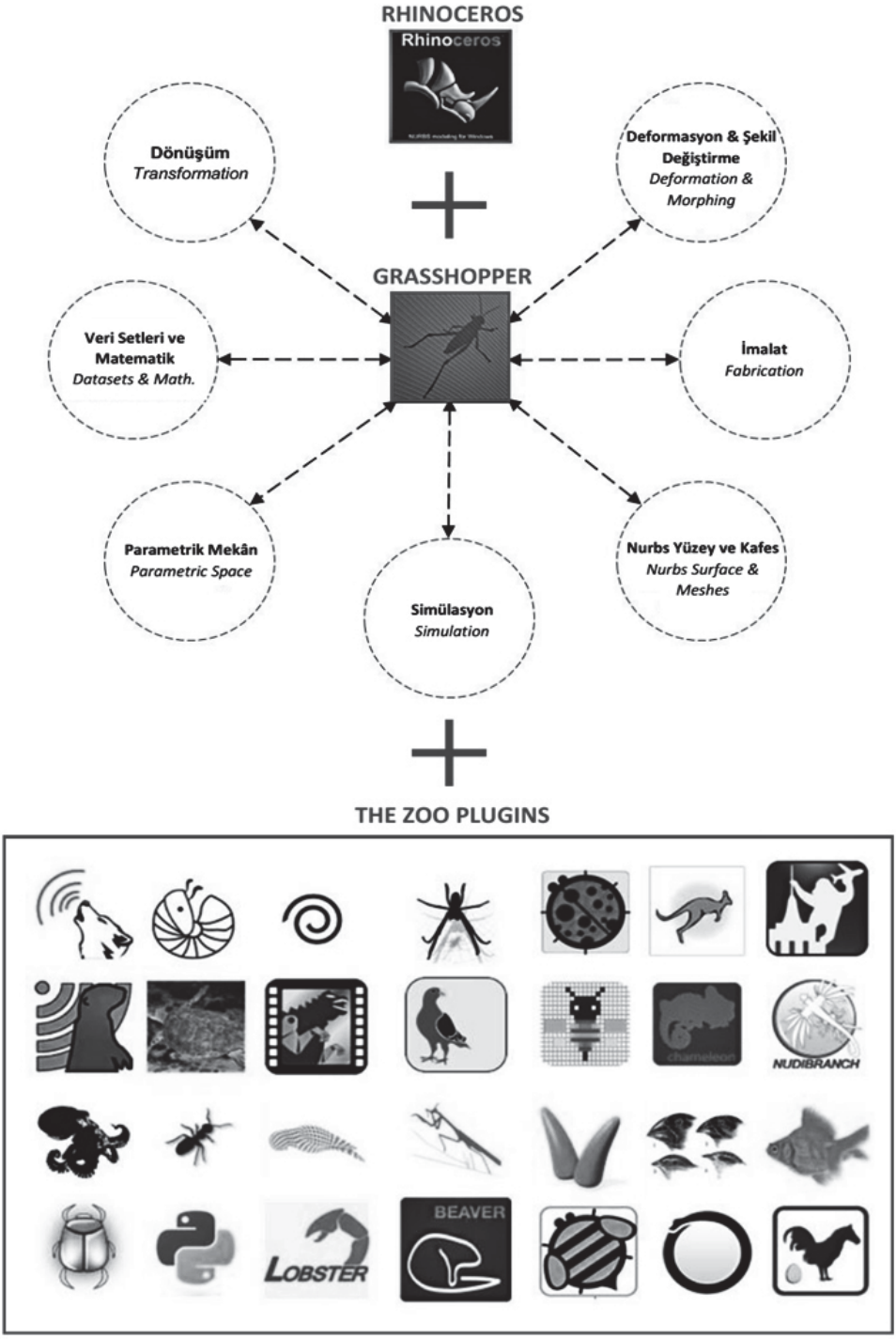
Rhinoceros programına eklenebilen birçok yardımcı program bulunmaktadır. Rhinoceros içine kurulan ve birlikte çalışan, Rhinoceros bilgisini kullanarak kullanıcıya algoritmik modelleme olanağı sunan Grasshopper, günümüzde en çok kullanılan ve bilinen eklentidir. Grasshopper, hiçbir programlama bilgisi gerektirmeden de kullanılabilir. Grasshopper'da modelleme araçları kullanılarak algoritmik modelleme yapılır ve oluşturulan parametrik modellerin her birinin veya bir parçasının ayarı değiştirilerek model tekrardan oluşturulabilir. Bu modelleme aşamasında, Rhinoceros programının komutları kullanılmaz. Fakat, modelin görselleştirilmesi için Rhinoceros'un kullanıcı arayüzü kullanılır. Grasshopper'da uygulanan işlemler matematikseldir. Aynı zamanda mantıksal bağlantılar da oluşturulabilir. Bu işlemler parametrik modelden bağımsızdır, bir başka deyişle, değiştirilebilir veya kaldırılabilir. Rhinoceros arayüzü kullanılarak Grasshopper yazılımının kullanıcılara sağladığı avantajlar Şekil 1'de görülmektedir [6]:

1. Dönüşüm (Transformation): Dönüşüm, geometriyi modellemenin ve üretiminin temel işlemidir. İstenilen modeli veya objeyi ölçeklendirmeye ve yönlendirmeye (kopyalama, zıt kopyalama, taşıma) yardımcı olur.

2. Veri Setleri ve Matematik (Datasets & Math.): Grasshopper, basit ve anlaşılır bir algoritma sistemi ile çalışır. Algoritmalarda kullanılan sayılar ve objeler ile basit matematik fonksiyonları kullanılarak sonsuz geometrik kombinasyonlar oluşturulabilir.

3. Parametrik Mekân (Parametric Space): Grasshopper; formlar ve tektoniklerin (formlar arası ilişkisellik) sayısal sunumu, elementlerin

farklı artikülasyonları, soyların (generations) çoklu süreçleri, simetrik klasik fikirden uzak Nurbs ve sürekli eğrisellik tasarım modeline olanak sağlar. 1 boyutlu olarak eğriler, 2 boyutlu olarak yüzeyler ve 3 boyutlu olarak objeler şeklinde 3 gruba ayrılır.



Şekil 1. Rhinoceros, Grasshopper ve The Zoo Plugins çalışma şeması.

4. Nurbs Yüzey ve Kafes (Nurbs Surface & Meshes): Grasshopper'da birden fazla yüzey bileşeni vardır. Cepheler, duvarlar gibi tasarımın nihai ürünü olan yüzey geometrilerini oluşturmak için nokta ve eğri-çizgi verileri oluşturulabilir ve modellenebilir.

5. İmalat (Fabrication): Günümüzde Bilgisayar Destekli Üretim ile malzeme uygulama ve üretim konusuna yoğun bir ilgi vardır. Yeni tasarım süreçleri ve algoritmaların, geleneksel yapım süreçleri ile açıklanamayacağı kesindir. Grasshopper ile 3 boyutlu yazıcılar arasında veri alışverişi sağlanarak tasarımcıların kendi tasarım ürünlerini üretebilmesine olanak sağlanmaktadır.

6. Deformasyon & Şekil Değiştirme (Deformation & Morphing): Serbest form, tasarımının güçlü fonksiyonları arasında yer alır. Grasshopper'da geometriler, deformasyon ile bükebilir, kesilebilmekte, kaynaştırabilmekte ve şekli değiştirilerek deforme edilebilmektedir.

2.1.2. The Zoo Plugins

"The Zoo Plugins" adıyla bilinen "Animals in the Jungle" olarak da adlandırılan The Zoo eklentileri Grasshopper içine kurulan farklı eklentilerden oluşmaktadır. Grasshopper'ın kütüphane klasörüne kurulan eklenti araçları, Grasshopper kullanıcı arayüzü ile birlikte kullanılmaktadır [7]. Günümüzde monolitik CAD uygulamaları üzerinde çalışan uzman ekiplerden ve geliştiricilerden farklı olarak, Grasshopper kullanıcılarına yönelik mevcut 183 adet Grasshopper eklentisi "Grasshopper Developer Website" tarafından ücretsiz olarak sunulmaktadır [8]. Söz konusu eklentiler daha çok mimarlık ve inşaat alanında karşılaşılan spesifik konu ve sorunlara çözüm için geliştirilmiştir.

Doug McIlroy, "Unix Philosophy Programming" programlama dili aracılığıyla her eklenti için spesifik bir veya birkaç konu üzerinde çalışmıştır. David Rutten, tarafından geliştirilen Grasshopper Uygulama Programlama Arabirimi sayesinde, Grasshopper'ın birlikte çalışma konseptine uygun tüm eklentilerin birbirleriyle serbestçe veri alışverişi sağlanmıştır. Rhinoceros ve Grasshopper programlarının program simgelerinde olduğu gibi, her eklentinin simgesinde de hayvan figürleri kullanılmış ve eklentiler hayvan isimleriyle adlandırılmıştır.

Kullanıcının amacına uygun olarak seçilen eklentiler, Grasshopper içine kurulmaktadır. Grasshopper'ın Library klasöründen kurulan eklenti seçilerek araç kutusu kullanılır hale getirilir. Mimar ve mühendisler tarafından farklı amaçlarla kullanılabilen 28 adet The Zoo eklentisinin simge ve isimleri Tablo 2'de görülmektedir. İncelenen 28 adet The Zoo eklentilerinin kısa tanımları şunlardır:

1. Millipede: Yapısal analiz ve optimizasyon bileşenidir.
2. Kangaroo: İnteraktif simülasyon, optimizasyon ve form oluşturma için kullanılan gerçek fizik motorudur.
3. Mantis: Doğrudan matematik ile etkileşime olanak sağlar.
4. Lobster: 6 eksenli (kollu) robot ile ters-kinematik çözüm için kullanılır.
5. gHowl: Farklı uygulamalar ve fiziksel aygıtlar ile iletişimi ve bilgi alışverişini sağlar.
6. Rhino.Python: Birden fazla programlama paradigmalarını destekleyen modern bir programlama dilidir.
7. Hoopsnake: Veri ağacı / Data listesi için verilerin kopyasını oluşturan ve verileri saklayan eklentidir.
8. Horster Tools: Rhinoceros objelerini tip, katman ve diğer özellikleriyle içe ve dışa aktarımını (import-export) sağlar.
9. Goat: Bir optimizasyon çözücü eklentisidir. Matematiksel yaklaşım ile hızlı ve belirleyici sonuçlar elde edilmesini sağlar.
10. Silkworm: 3D üretim için Grasshopper ve Rhinoceros geometrilerini G-Code'a çeviren bir eklentidir.
11. SpiderWeb: Grafikler üzerinde ön şekillendirme hesaplamaları için fonksiyonellik sağlayan .NET kütüphanesidir (.NET library).
12. Beaver: Parametrik modelleme ile otomasyon panel üretimini sağlar.
13. Nudibranch: Mesafeye dayalı değer veri setlerini oluşturmak için Grasshopper kapasitesini otomatikleştiren ve kolaylaştıran bir dizi bileşendir.
14. Godzilla: Kolay ve hassas robotik simülasyonların oluşturulmasını sağlar.
15. Bumblebee: Microsoft Excel (XL) ve Grasshopper (GH) arasındaki veri transferini sağlayarak analitik araçlar yardımıyla grafiklerin ve veri setlerin oluşturulmasını sağlar.
16. Prairie Dog: Grasshopper için dolaylı kontrollerin hızlıca oluşturulmasına imkân verir.
17. Finches: Rhino ve Grasshopper içine kolayca import, export, grup işlemleri ve GIS verilerinin aktarılmasını sağlar.

18. Ladybug: Grasshopper için bir açık kaynak çevre eklentisidir. Mimarlar ve mühendislere çevreye duyarlı mimari tasarımların oluşturulmasına yardımcı olur.
19. Honeybee: Grasshopper ile EnergyPlus, Radiance, Daysim ve Openstudio bağlantısını sağlayarak enerji ve günışığı simülasyonu oluşturulmasını sağlar.
20. Weaverbird: Kafes düzenlenmesi ve transformasyonu (mesh editing and transformation) için kullanılır.
21. Scarab: Grasshopper için Maxwell render menüsü ve malzemelerinin kullanılmasını sağlar.
22. KingKong: Panel tasarım ve katlanabilir simülasyon eklentisidir.
23. Chameleon: Grasshopper ve Revit'in birlikte çalışmasını, simülasyonunu ve etkin iş akış uygulamasını sağlar.
24. Goldfish: C++ ile yazılmış gerçek zamanlı bir CFD (Computational Fluid Dynamics) çözücü eklentisidir.
25. Ortoo: Grasshopper geometrilerin ve objelerin paylaşımını sağlar.
26. Turtle: Ngon Face-Vertex mesh tanımlı bir açık kaynak kütüphanesidir.
27. Octopus: Parametrik tasarım ve tasarım sürecinde karşılaşılan modelleme sorunlarını çözmek için kullanılır.
28. Firefly: Sayısal ve fiziksel prototip keşfetme imkanı veren, sayısal ve fiziksel ortamlar arası gerçek zamanlı veri akışı sağlayan bir eklentidir.

Her bir eklenti, kullanıcının beklentisine göre tek bir amaç veya birden fazla amaç için kullanılabilmektedir. İncelenen eklentilerin kullanım amaçları, Tablo 2'de oluşturulan eşleştirme tablosunda kullanılmak üzere alfabetik kodlarıyla listelenmiştir.

Tablo 2. The Zoo eklentilerinin kullanım amaçlarına göre eşleştirme tablosu.

The Zoo Eklentisi			Kullanım Amaçları																			
Sıra	**İkonu**	**Adı**	**A. Strüktürel / Yüzey**	**B. Parametrik İnteraktif**	**C. Matematik / Microsoft Excel**	**D. Kinematik**	**E. Enformasyon Alış Verisi**	**F. Rhinoscript Yazım Dili**	**G. Bileşen / Veri Ağacı / Malzeme**	**H. CAD (Rhino, Revit)**	**İ. 3 Boyutlu Baskı / İmalat**	**J. NET Kitaplığı**	**K. Gerçek Zamanlı Canlandırma**	**L. Robotik**	**M. Uzaktan Kontrol**	**N. Mimari Tasarım**	**O. Enerji**	**P. Hava Durumu**	**O. Isınım**	**R. Günışığı**	**S. Open Studio**	**T. Hesaplamalı Akışkan Dinamiği**
1		Millipede	X																			
2		Kangaroo	X	X																		
3		Mantis			X																	
4		Lobster				X																
5		gHowl					X															
6		Rhino.Python					X	X														
7		Hoopsnake							X													
8		Horster Tools					X	X	X	X												
9		Goat			X				X													
10		Silkworm			X		X	X			X											

The Zoo Eklentisi			Kullanım Amaçları																			
Sıra	İkonu	Adı	A. Strüktürel / Yüzey	B. Parametrik İnteraktif	C. Matematik / Microsoft Excel	D. Kinematik	E. Enformasyon Alış Verisi	F. Rhinoscriot Yazım Dili	G. Bilesen / Veri Ağacı / Malzeme	H. CAD (Rhino, Revit)	İ. 3 Boyutlu Baskı / İmalat	J. NET Kitaplığı	K. Gercek Zamanlı Canlandırma	L. Robotik	M. Uzaktan Kontrol	N. Mimari Tasarım	O. Enerji	P. Hava Durumu	O. Isınım	R. Günsığı	S. Open Studio	T. Hesaplamalı Akıskan Dinamiği
11		SpiderWeb			X							X										
12		Beaver	X						X		X											
13		Nudibranch							X				X									
14		Godzilla	X	X		X								X								
15		Bumblebee			X		X		X													
16		Prairie Dog													X							
17		Finches							X													
18		Ladybug	X	X	X											X	X	X				
19		Honeybee	X	X	X											X	X	X	X	X	X	
20		Weaverbird	X													X						

The Zoo Eklentisi			Kullanım Amaçları																			
Sıra	İkonu	Adı	A. Strüktürel / Yüzey	B. Parametrik İnteraktif	C. Matematik / Microsoft Excel	D. Kinematik	E. Enformasyon Alış Verisi	F. Rhinoscript Yazım Dili	G. Bilesen / Veri Ağacı / Malzeme	H. CAD (Rhino, Revit)	İ. 3 Boyutlu Baskı / İmalat	J. NET Kitaplığı	K. Gercek Zamanlı Canlandırma	L. Robotik	M. Uzaktan Kontrol	N. Mimari Tasarım	O. Enerji	P. Hava Durumu	Q. Isınım	R. Günışığı	S. Open Studio	T. Hesaplamalı Akıskan Dinamiği
21		Scarab							X							X				X		
22		KingKong	X	X		X								X								
23		Chameleon	X		X					X												
24		GoldFish				X																X
25		Ortoo			X							X										
26		Turtle	X						X							X						
27		Octopus		X												X						
28		Firefly	X						X	X						X						X

The Zoo eklentisinin kullanıldığı ArcelorMittal Orbit projesi, 2012 Londra Olimpiyatları için tasarlanmış bir gözlem kulesidir. Sir Anish Kapoor ve Cecil Balmond tarafından bir kamusal sanat, heykel konseptiyle tasarlanan, formuyla ve strüktür yapısıyla dikkat çeken projenin mimari konstrüktif parametrik tasarımı için Rhinoceros & Grasshopper yazılımı, çelik strüktür

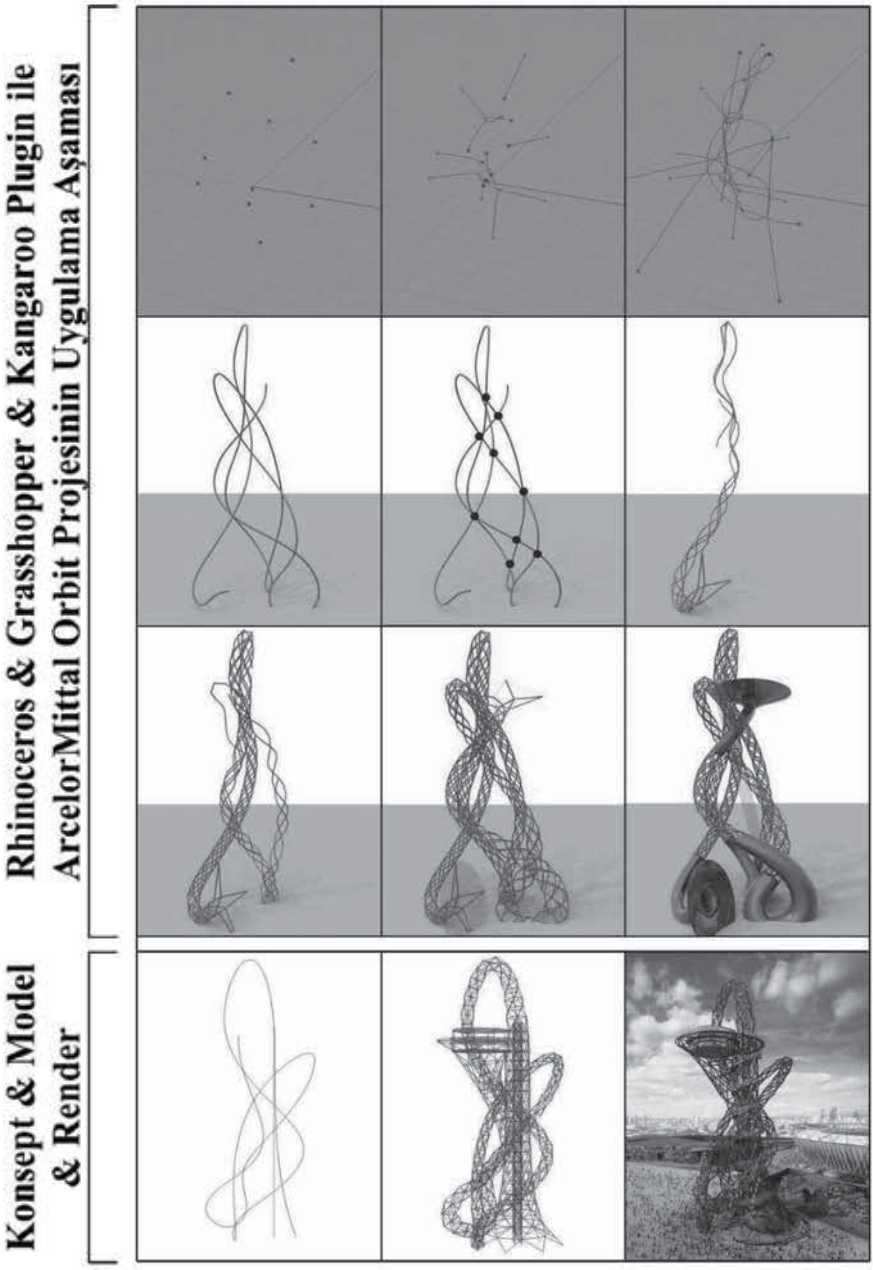
yapısı ve simülasyonu için The Zoo eklentisi olan Kangaroo kullanılmıştır [9].

Çok amaçlı fizik motoru olan Kangaroo ile projenin çelik strüktür yapısının fiziksel yerçekimi simülasyonu yapılmıştır. Kangaroo eklentisi, elemanlar arası oluşan yerçekimi ağırlıklarını simule eden bir dizi kod içermektedir. Bu C# kodu için konum (position), hız (velocity) ve yörünge/rota (trial) değerleri girilmiştir. Strüktürü oluşturan her bir eleman için seçilen çelik profilin yaklaşık ağırlık değeri eklenti tarafından otomatik olarak atanmaktadır. Kangaroo içindeki her bir elemanın ve bu elemanlar arasında oluşan yerçekimi kuvvetinin değeri, Newton'un evrensel yerçekimi formülünü kullanan bir statik işlem ile hesaplanmaktadır. İstenilen zaman aralığındaki süre (time) değeri girilerek yerçekimi simülasyonu yapılmıştır.

Şekil 2'deki ArcelorMittal Orbit tasarımının eğrisel formu için Kangaroo menüsündeki spline komutuyla hareketli, sürekli, eğrisel bir yörünge oluşturulmuştur. Oluşturulan yörünge üzerinde sabit çekici noktaları (fixed attractor points) belirlenmiştir. Projenin strüktürü için çelik profil modeli seçilmiş ve yöründe üzerine follow ve morph komutuyla giydirilmiştir (modellenmiştir). Böylece projenin çelik strüktür konstrüktif parametrik tasarımı olan merkezi taşıyıcı omurga sistemi oluşturulmuştur.

Türkiye'nin Düzce şehrinde yer alan II Architects Mimar Barış Çokcan ve Sigrid Brell-Çokcan tarafından fütüristik bir yapı olarak tasarlanan Düzce Teknopark Yönetim ve İnkübatör Binası, Düzce Üniversitesi kampüsünde yer almaktadır. Fütüristik olarak düşünülen yapının çatısı 5. cephe olarak tasarımın önemli bir öğesini oluşturmaktadır. Çatı panellerinin altında bulunan mekânlar, mekânların özelliklerine göre saydam, yarı saydam ve ışık geçirmez şekilde oluşturulmuştur. Matematikte önemli bir yer tutan sonsuzluk işareti projenin formu için ilham kaynağı olmuştur. Sonsuzluk işaretinin üçüncü boyuta taşınması ile yapının son şekli anlam kazanmıştır. Dünyada ilk defa inşa edilecek yapının iddialı formu parametrik modelleme ile oluşturulmuştur [10].

Yapının parametrik modelinde yer alan dört farklı panel boyutlarının tasarımı, imalatı ve montajı Rhinoceros & Grasshopper yazılım ile yapılmıştır. Association for Robots in Architecture (Mimarlıkta Robotlar Derneği) için firmanın üzerinde çalıştığı araştırma konularından birisi olan NC-Code Generation eklentisi, parametrik modelin robotik simülasyonun da kullanılmıştır [10].



Şekil 2. The Arcelormittal Orbit mimari konstrüktif parametrik tasarımının sayısal ortamda modellenme şeması [9].

3. SONUÇ

Bu bildiride mimari parametrik tasarımın gelişimi ve mimari konstrüktif parametrik tasarım araçları incelenmiş, yapılan incelemenin sonuçlarına yer verilmiştir. 1990 yılı itibariyle çağdaş mimarlık uygulamalarında parametrik tasarım uygulanmaya başlanmış ve bu tarihten sonra mimaride parametrik tasarımın önemi gitgide artmıştır.

Günümüzde mimari konstrüktif parametrik tasarımların uygulanmasına olanak veren BIM tabanlı (Archicad, Revit ve Allplan) veya yapı bilgi modellemesi için eklentilerin kullanıldığı (Rhinoceros, SketchUp, 3DS Max vb.) bilgisayar destekli tasarım programları bulunmaktadır. Bu programların genel özelliği programlama veya kodlama bilgisi gerektirmeyen, kullanıcılara etkileyici formlar oluşturmalarına imkân veren, birbiriyle ilişkili olan objelerin hiyerarşik işleyişine dayalı sanal yapı ve strüktür modellemesidir. Rhinoceros bilgisini kullanan Grasshopper'ın diğerlerinden farkı ise programlama veya kodlama bilgisi kullanılarak algoritmik modellemelerin yapılabilir ve oluşturulan parametrik modellerin her birinin veya bir parçasının programlama veya kodlama ayarları değiştirilerek modellerin tekrardan oluşturulabilir olmasıdır. Rhinoceros ve Grasshopper yazılımlarıyla birlikte çalışan 28 adet The Zoo eklentisi, kullanıcıların beklentilerine göre farklı amaçlarda kullanılabilmektedir.

Kullanıcıların amaçları doğrultusunda gelişen, güncellenen bilgisayar destekli tasarım programlarının sağladığı avantajlar; formu ve yapısıyla farklı, iddialı parametrik tasarımlarının sayısal ortamda modellenebilmesine, tasarımın daha kolaylıkla görselleştirilebilmesine ve fiziksel süreçlerin benzetiminin yapılabilmesine olanak sağlamaktadır.

KAYNAKLAR

[1] Kolarevic, B. (2003). *Architecture in the Digital Age: Design and Manufacturing.* London: Spon Press.
[2] DeCOi. (2000). *Technological Latency: from Autoplastic to Alloplastic*. Digital Creativity, 131-143.
[3] Mitchell, W. (2005). *Constructing Complexity*. CAAD Futures , 41-50.
[4] Scheurer, F., Schindler, C., & Braach, M. (2005). *From Design to Production: Three Complex Structures Materialised in Wood.* In 6th International Conference Generative Art 2005 (s. 237-250). Milano: Celestino Soddu.

[5] Stavric, M., & Marina, O. (2011). *Parametric Modeling for Advanced Modelling.* International Journal of Applied Mathematics And Informatics, 9-16.
[6] Khabazi, M. (2014, Kasım 01). *Algorithmic Modelling with Grasshopper (Rhino-Plugin).* www.khabazi.com/flux: www.khabazi.com/flux.
[7] Zoowhat. (2014, Kasım 01). *zoowhat.* wiki.mcneel.com: http://wiki.mcneel.com/developer/zoowhat.
[8] Grasshopper3d. (2015, Mart 01). *http://www.grasshopper3d.com.* http://www.grasshopper3d.com: http://www.grasshopper3d.com.
[9] Arcelormittalorbit. (2014, Kasım 01). *arcelormittalorbit.* http://arcelormittalorbit.com: http://arcelormittalorbit.com.
[10] II. Architects, (2015, Mayıs 02). *http://duetek.2architects-int.net/wp-content.duetek.2architects-int.net*: http://duetek.2architects-int.net/wp-content/uploads/2012/01/ düzce-teknopark.pdf.

Betonarme karkas sistemde inşa edilmiş binaların yapı kabuğunda meydana gelen hasarlar üzerine bir araştırma

ARŞ. GÖR. GÜLŞEN AKIN GÜLER [1], DOÇ. DR. EMRAH GÖKALTUN[2]

ÖZET

Bu çalışmada, ülkemizde üretilen en yaygın yapım sistemlerinden biri olan betonarme karkas sistemde yapılmış olan binaların yapı kabuğunda meydana gelen hasarlar üzerine bir araştırma yapılmıştır. Yapı kabuğunda meydana gelen hasarlar, yapı elemanları ve malzemelerinde çeşitli bozulmalara neden olmakta ve bu bozulmaların yapının taşıyıcı sistemi, yapısal konforu ve performansı ile estetik değeri üzerinde olumsuz etkileri ortaya çıkmaktadır. Bu olumsuz etkilerin önlenmesi ya da giderilmesi için, yapı kabuğunda meydana gelebilecek hasar ve nedenlerin tespit edilmesi önemlidir. Bu bağlamda Eskişehir ili Tepebaşı semtinde, 1970'lerde sosyal konut olarak üretilmiş, 14 bloktan oluşan betonarme karkas sistemde inşa edilmiş binalara yönelik bir araştırma çalışması gerçekleştirilmiş ve konutların yapı kabuğunu oluşturan bölümlerinden olan cephe sisteminde meydana gelen hasarlar ve nedenleri incelenmiştir.

Anahtar Sözcükler: Betonarme karkas yapı, yapı kabuğu, cephe, nem ve su, hasar.

[1] Anadolu Üniversitesi, İki Eylül Yerleşkesi, Tepebaşı Eskişehir; Tel: (0222)3350580(6661); gaguler@anadolu.edu.tr
[2] Anadolu Üniversitesi, İki Eylül Yerleşkesi, Tepebaşı Eskişehir; Tel: (0222)3350580(6662); egokaltun@anadolu.edu.tr

1. GİRİŞ

Ortalama fiziksel yapı performans süresini tamamlamak üzere olan betonarme karkas binaların günümüzde karşılaştıkları birçok yapısal sorun vardır. Betonarme karkas sistemde inşa edilmiş binaların yapı kabuğunda meydana gelen bu hasarlara, mekanik, kimyasal, elektromanyetik, biyolojik etkenler neden olmaktadır[1]. Çoğu, yapının maruz kaldığı dış ortam şartlarından kaynaklanan bu etkenlerin, yapıda meydana getireceği hasarın düzeyini; yapının bulunduğu çevresel şartlar, iklim koşulları, zemin durumu, trafik yoğunluğu, yapılaşma, yakında bulunan sanayi tesisleri, yapı kullanıcı sayısı, kullanıcıların gelir seviyesi ve eğitim durumu gibi faktörler etkilemektedir. Örneğin, yapının sert iklim şartlarının yaşandığı ve bol yağış alan bölgede bulunması, çevrede yoğun yapılaşma ve trafiğin var olması, yakınlarda çok sayıda sanayi tesisinin yer alması, deprem riskinin fazla olması, yapı kabuğunda hasar meydana gelme riskini arttırmaktadır. Özellikle nem, su ve ısı yalıtımı yönünden yetersiz, eksik ya da hiç olmayan konutlarda nem ve su etkenleri, konutlardaki kullanıcı performansını ve konfor şartlarını da önemli ölçüde etkilemektedir.

Yapı kabuğunda meydana gelen hasarların önlenmesi ya da azaltılmasında, tasarımda gerekli önlemlerin alınması, detayların iyi çözülmesi, uygulamanın projeye göre yapıldığının denetlenmesi, kullanım sırasında bakım ve onarımın gerekli şekilde yapılması önemli rol oynamaktadır. Bu bağlamda yapılan çalışmada, Eskişehir'de inşa edilen betonarme apartmanların erken örneklerinden olan konut grubunun, yapı kabuğunda meydana gelen hasarlar tespit edilerek ve nedenleri anlaşılmaya çalışılmıştır.

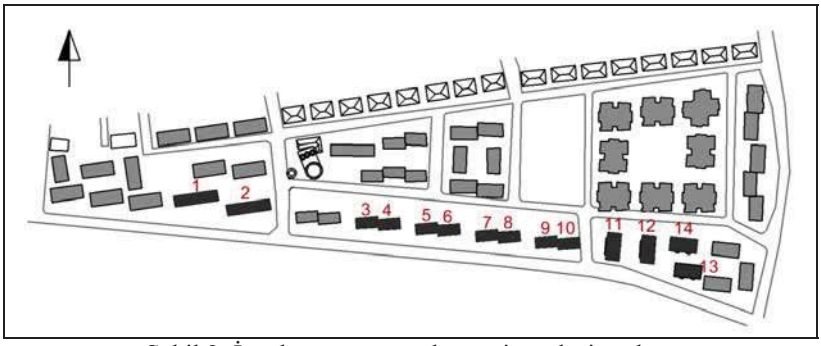
2. ARAŞTIRMA ÇALIŞMASI

2.1. Çalışma Alanı ile İlgili Genel Bilgiler

Bu çalışmada Eskişehir Tepebaşı İlçesi Şirinevler Mahallesi'nde, 1970'li yıllarda belediyenin desteğiyle etaplar halinde farklı kurumlarda çalışan işçiler için sosyal konut olarak inşa edilen, betonarme sistemle üretilmiş 56 bloktan oluşan yapı grubu incelenmiştir [2] (Şekil 1).

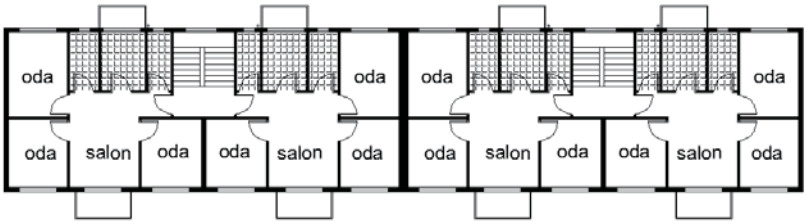
Şekil 1. Çalışma alanının Eskişehir'deki konumu.

Yapılan incelemede 56 adet bloktan 42'sinin yapı kabuğunun sonradan ısı yalıtım levhası ile dıştan kaplandığı tespit edilmiştir. Hasar tespiti ve analizi bunların dışında kalan yalıtımsız 14 blok üzerinde yapılmıştır. Bunlardan 1 ve 2 numaralı 2 blok Hava Kuvvetleri çalışanları, 3,4,5,6,7,8,9 ve 10 numaralı 8 blok SSK çalışanları, 11, 12, 13, 14 numaralı 4 blok Maliye çalışanları için inşa edilmiştir (Şekil 2).



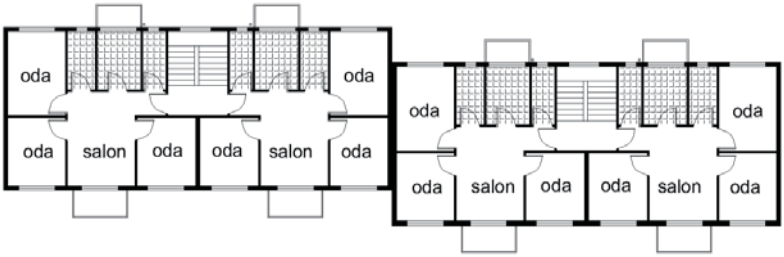
Şekil 2. İncelenen yapı grubuna ait yerleşim planı

1 ve 2 numaralı bloklar, simetrik iki yapının yan yana getirilmesiyle oluşturulmuştur. Kendi içinde de plan kurguları açısından simetrik olan bu yapılar, iki bağımsız birimden oluşmaktadır. İki odalı bağımsız birimde, odalardan biri ile mutfak, banyo ve tuvalet kuzey cephede yan yana sıralanırken, yaşama birimi ve diğer oda güney cephede yer almıştır. Biri mutfaktan, diğeri salondan ulaşılan iki adet çıkma balkon bulunmaktadır (Şekil 3).



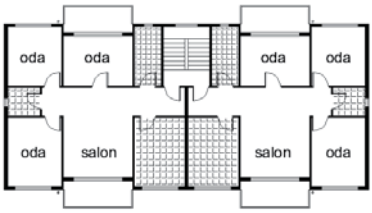
Şekil 3. Tip 1-A kat planı (1,2)

3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 ve 10 numaralı blokların planları ve yönlenmeleri ilk iki bloğu oluşturan yapılarla aynıdır ancak yapıların bir araya gelişi farklıdır. Şekil 4'te görüldüğü gibi iki yapı çok az bir kaydırma yapılarak birbirine yaslanmıştır. Kütlelerin kaydırılması ile ortaya çıkan bu durum iki yapının ayrı algılanmasına neden olduğu için yapılar, ayrı bloklar şeklinde değerlendirilmiştir.



Şekil 4. Tip 1-B kat planı (3-10)

11, 12, 13 ve 14 numaralı bloklar karnıyarık plan tipine sahiptir, karşılıklı yer alan tuvalet ve mutfağın yanında salon ve bu salona hol ile bağlanan iki oda ve banyo bulunmaktadır (Şekil 5). 11 ve 12 no'lu blokların ön cephesinin batıya, 13 ve 14 no'lu blokların ön cephesinin ise, güney yönüne bakacak şekilde yerleştirilmesinden dolayı, birbirinin aynı olan mekanlar, farklı yönlere bakmak durumunda kalmıştır.



Şekil 5. Tip 2 kat planı (11-14)

2.2. Binaların Yapı Kabuğunda Meydana Gelen Hasarlar

2.2.1. Su Basmanda Oluşan Hasarlar

İncelenen yapıların tümünün su basman bölgesinde hasarların meydana geldiği tespit edilmiştir. Bu hasarlara neden olan en önemli etkenler, zemin sularının yükselmesi, yağış sularının sıçraması ve yağış sularının yüzeyde birikmesidir. Eskişehir kent merkezinde yeraltı suyu seviyesi bölgenin en yağışlı döneminde 0.5-7.5 metre arasında değişirken, yağışın en az olduğu yaz aylarında ise, 2 ile 13 metre arasındadır [3].Belirtilen değerler arasında değişen yer altı su seviyesine sahip alanlarda tasarlanan yapıların temelinde su yalıtımı yapılmaması sonucu, zemin suları nedeniyle nem probleminin yaşanması kaçınılmazdır. Çalışma alanında incelenen bodrum katlı yapıların temelinde zemin sularına karşı hiç bir önlem alınmaması nedeniyle, su basman bölgesinde oluşan nem probleminin nedenleri arasında zemin sularının da olduğu kanısına varılmıştır. İncelenen yapıların tamamının çevresinde beton tretuvarlar olduğu görülmüştür. Bu nedenle yağmur suları beton tretuvar yüzeylere çarparak sıçramakta ve su basman bölgesinin ıslanmasına neden olmaktadır. Tüm yapıları çevreleyen beton tretuvarın su geçirimsiz olması ve suyun yapıdan uzaklaşmasını sağlayacak eğime de sahip olmaması, su basman çevresinde su birikimine neden olmaktadır. Biriken bu sular su basmanda yükselerek nem ve liken oluşumları sorununa yol açmaktadır (Şekil 6).

Şekil 6. Su basmanda oluşan hasarlar

2.2.2. Islak Hacim Dış Duvarında Oluşan Hasarlar

İncelenen yapıların tümünde ıslak hacimlerin bir duvarı yapı kabuğunun bir parçası durumundadır ve tamamında tesisattan ya da kullanma sırasında sızan sular nedeniyle hasar oluşmuştur. Özellikle boya bozulması ve sıva

dökülmesinin yanında taşıyıcı sistem donatılarının korozyona uğramasına sebep olan suların, yapıya verdiği zararın yapısal açıdan tehlikeli boyuta ulaştığı görülmüştür (Şekil 7).

Şekil 7. Islak hacim dış duvarında meydana gelen hasar.

2.2.3. Duvar Yüzeyinde Oluşan Hasarlar

Betonarme karkas sistem içindeki duvarların, deprem ya da farklı nedenlerle (zemin oturması, genleşme, titreşim vb.) kendisini çevreleyen çerçeve sistemden ayrışmasıyla ile başlayan hasar, daha sonra daha yüksek depremlerde, X-biçimindeki kesme çatlakları ile ilerler [4]. İleri düzeyde hasara uğramamış yapı yüzeylerinde çatlaklar başlangıçta kolayca fark edilmeyebilir, ancak bu çatlaklar ilerleyen zamanda gözle görülür hale gelirler. 8, 9 ve 10 numaralı yapılarda, taşıyıcı sistem ile duvar birleşim yerlerinde bu tür sıva çatlakları gözlenmiştir ve bu çatlaklardan içeri giren sular çatlakları büyütmüş, cephenin bazı bölümlerinde sıvanın kitlesel halde duvar yüzeyinden ayrılmasına sebep olmuştur(Şekil 8).

Şekil 8. Taşıyıcı sistem ile duvar birleşim yerlerinde oluşan sıva dökülmeleri

Tüm yapıların cephelerinde atmosferik etkiler, güneş ışığı, kirlenmeler, sıcaklık farkları, kimyasallar ve diğer nedenlerle boyada renk solmaları, çatlamalar ve dökülmelerin meydana geldiği tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra yanlış tasarlanan ya da hasar gören çatı drenajından akan sular, duvar

yüzeyinde aşınmalara ve boya dökülmelerine olmuştur. benzer şekilde incelenen yapıların tümünde yağmur suları pencere denizliklerinde biriken toz ve kirle birlikte duvar yüzeyinde ilerleyerek yapı cephesinde kirlenmeler meydana getirmiştir.

2.2.4. Balkonlarda Meydana Gelen Hasarlar

İncelenen yapıların tümünün balkonlarında hasar tespit edilmiştir. Bu hasarlar balkonlarda su tahliye borularının gidere bağlanmaması veya su tahliye borularının yağmur iniş borularına yanlış bağlanması nedeniyle ortaya çıkmıştır. İncelenen ilk 10 yapıda balkonlarda yağmur ve yıkama sularını tahliye eden gider boruları yağmur iniş borusuna bağlanmayıp, doğrudan boşluğa bırakılmıştır. Bu yanlış detaylandırmadan dolayı, borudan akan sular hem ait olduğu balkona, hem alt kattaki balkonlara su sıçramasına neden olarak hasara yol açmıştır (Şekil 9).

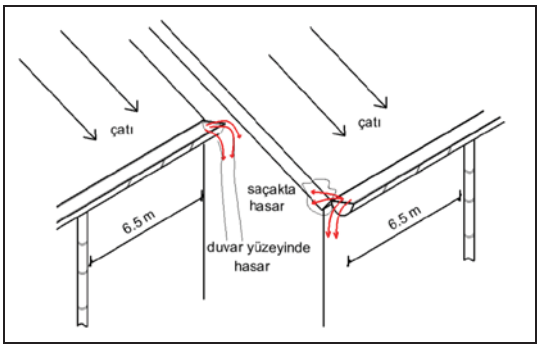
Şekil 9. Balkonda meydana gelen hasar

Ayrıca, 11, 12, 13 ve 14 numaralı binalarda balkondan suyu tahliye eden boruların, yağmur iniş borularına olan bağlantı yerlerinden balkona ve duvar yüzeyine doğru su kaçakları olduğu ve hasara yol açtığı tespit edilmiştir.

2.2.5. Çatıda Meydana Gelen Hasarlar

ilk on yapının çatısında yağmur iniş borularının doğru yerde ve sayıda düzenlenmemesi nedeniyle hasar meydana gelmiştir. Yağmur iniş boruları köşelere uzak ve yetersiz sayıda olduğu için saçak köşelerinden taşan suların çatı saçağında ve duvarda bozulmaya sebep olduğu gözlenmiştir. İki yapının yan yana ve kaydırılarak bir araya getirildiği 1 ile 10 numara arasındaki bloklarda, iki yapı çatısının birleştiği noktalarda detayların iyi çözülmediği

ve buralardan taşan suların saçaklarda ve yapıların duvarında hasara neden olduğu görülmüştür (Şekil 10).



Şekil 10. Çatıda meydana gelen hasarlar

Yapıların tümünde çinko yağmur olukları kullanılmıştır. Oluklar, yağmur sularının etkisiyle zamanla korozyona uğramış ve delinmiştir. Bunun yanı sıra, yağmur iniş borularının eklendikleri yerlerde ayrılmalar olmuş ve boşluklar meydana gelmiştir (Şekil 11). Çatı drenaj borularının hasarlı olduğu bu noktalardan akan sular, saçak ve duvarlarda; aşağı düşüp sıçradıkları yerde ise su basman seviyesinde hasara neden olmuştur.

Şekil 11. Hasarlı yağmur iniş borusu

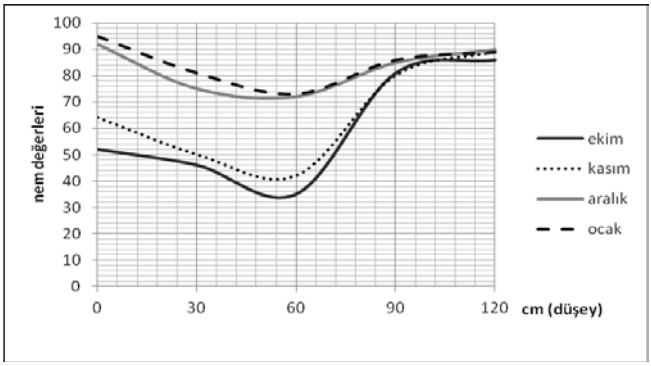
2.2. Binalarda Yapılan Nem Ölçüm Çalışmaları ve Analizleri

Binalarda meydana gelen hasarlar ve bu hasarlara ait nedenler tespit edildikten sonra, bina yüzeylerinde seçilen bölgelerde nem analiz çalışmaları yapılmıştır. Nem ölçüm çalışmalarında 0-99.9 aralığında ölçüm yapan dijital ve taşınabilir özelliği olan nem ölçer kullanılmıştır. Buna göre, ilk olarak araştırmaya konu olan yapılar numaralandırılmış ve 1, 2, 3 ve 10 no'lu yapıların kuzey, 13 no'lu yapının batı ve güney cephesinde; su basman

seviyesinde meydana gelen nemlenme oranları ve nedenlerini belirlemek amacıyla, belirli aralıklarla (aylık olarak) nem ölçümü yapılmıştır Nem ölçümü yapılan tarihler, bağıl nem ve ortam sıcaklıkları ise şöyledir;

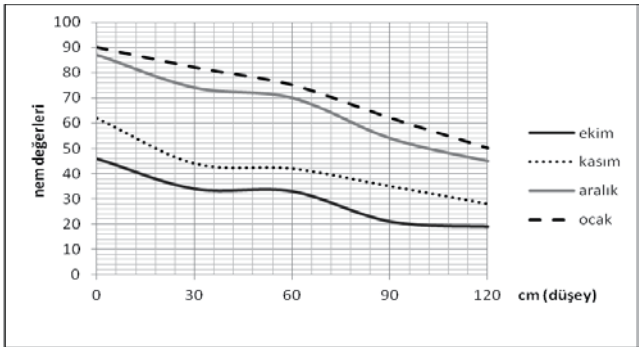
12 Ekim 2014 (Saat: 15.25) Bağıl nem: %75 Sıcaklık: 16,8 ˚C,
15 Kasım 2014 (Saat: 14.30) Bağıl nem: %85 Sıcaklık: 15,7 ˚C,
21 Aralık 2014 (Saat: 12.50) Bağıl nem: %100 Sıcaklık: 1,6 ˚C,
17 Ocak 2015 (Saat: 11.50) Bağıl nem: %81 Sıcaklık: 2 ˚C.

1 numaralı yapıda nem ölçümü yapılan yer, kuzey cephede yer alan duvar üzerindedir ve aynı zamanda ıslak hacim dış duvarına denk gelmektedir. Bu nedenle zemin seviyesinde yüksek olan ancak yükseldikçe azalan nem değerleri, ıslak hacimden sızan sular nedeniyle 60 cm yükseklikten sonra tekrar artmaktadır (Şekil 12).



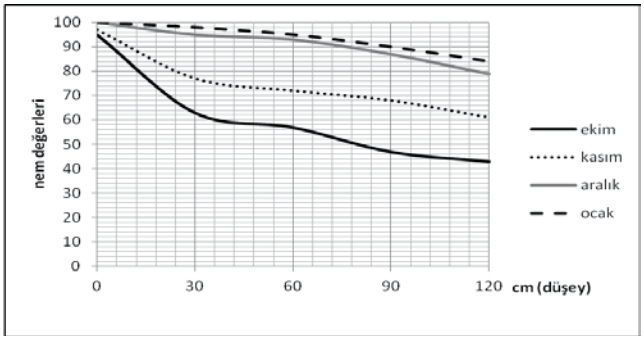
Şekil 12. 1 numaralı yapıda aylara göre nem değerleri

2 numaralı yapıda ölçülen nem değerleri hasarlı yağmur iniş borusu ve ıslak hacim olmaması nedeniyle, diğer duvarlardaki nem değerlerinden daha düşüktür. Diğer duvarlarda olduğu gibi zeminden yükseldikçe nem değerlerinin azaldığı, daha çok yağış alan kış aylarına gelince ise arttığı görülmektedir (Şekil 13).



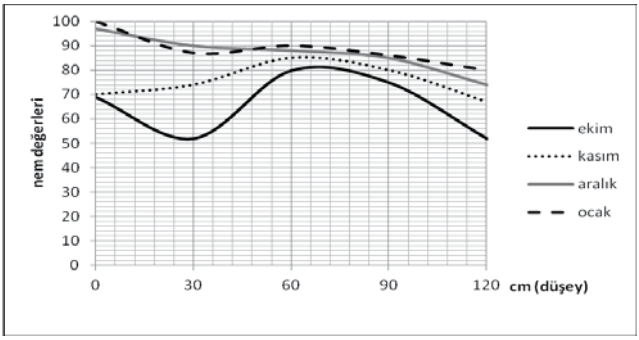
Şekil 13. 2 numaralı yapıda aylara göre nem değerleri

3 numaralı yapının kuzey cephesinde yapılan nem ölçüm çalışmalarında, nem probleminin hasarlı yağmur iniş borusundan düşerek tretuvara çarpıp sıçrayan sulardan kaynaklandığı tespit edilmiştir, Şekil 14'te görüldüğü gibi duvardaki nem değeri, yükseldikçe azalmakta ve yağışın arttığı aylarda nem oranı da artmaktadır.



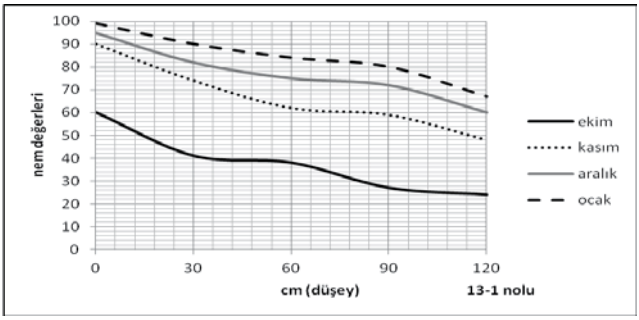
Şekil 14. 3 numaralı yapıda aylara göre nem değerleri

10 numaralı yapıda nem ölçümü yapılan alan, kuzey cephede yer almakta ve aynı zamanda ıslak hacim dış duvarına denk gelmektedir. Duvarda sıçrama suyu izine rastlanmaması nedeniyle bu duvardaki nemlenmenin daha çok yüzey ve zemin sularının su basmanda yükselmesi sonucunda olduğu öngörülmektedir. 30 cm yükseklikten sonra nem değerlerinin artması ise yine ıslak hacimden sızan sulardan kaynaklanmaktadır (Şekil 15).



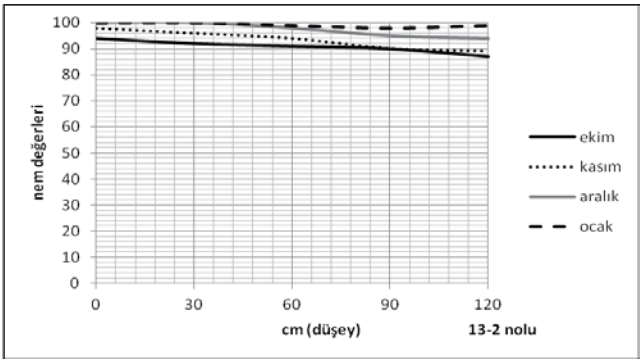
Şekil 15. 10 numaralı yapıda aylara göre nem değerleri

13 numaralı yapıda nem ölçümü yapılan duvar yüzeyinde bulunan yağmur oluğu hasar görmüş ve delinmiştir, bu nedenle duvarın bu kısmını yağışlı zamanlarda sıçrama suları ıslatmaktadır. Şekil 16' te görüldüğü gibi nem değerleri yükseğe çıktıkça azalmakta, yağış alan aylarda ise önemli şekilde artmaktadır.



Şekil 16. 13 numaralı yapıda aylara göre nem değerleri

13 numaralı yapının güney cephesinde nem ölçümü yapılan duvar yüzeyinde hasar görüp kopan yağmur iniş borusu nedeniyle, yağmur suları duvar yüzeyinden akarak inmektedir. Bunun sonucunda duvar yüzeyinin sürekli olarak nemli kalmasına bağlı olarak, likenler gelişim göstermektedir. Duvar yüzeyindeki nem, çok yağışlı aylarda artmakla birlikte, genel olarak yüksek değerlerde seyretmektedir (Şekil 17).



Şekil 17. 13 numaralı yapıda aylara göre nem değerleri

4. SONUÇ

Yapılan araştırma çalışması sonucunda incelenen yapıların tümünde su basman seviyesinde zeminden ve kapiler etki ile gelen nem problemi, ıslak hacim dış duvarında ise, yapı içinden dışarı doğru etki eden sızıntı suları nedeniyle hasar oluşumu gözlenmiştir. 14 yapının 3'ünün taşıyıcı sistem ile duvar birleşim yerinde hasar görülürken, cephede boya bozulmaları ve duvar yüzeyinden akan yağmur sularından kaynaklanan kirlenme yapıların tümünde görülmüştür. 10 yapının balkonunda su tahliye borularının gidere bağlanmaması nedeniyle hasar oluşurken, su tahliye borularının yağmur iniş borularına yanlış bağlanması nedeniyle 4 yapıda hasar meydana gelmiştir. Beşik çatıya sahip ilk on yapının tamamında yağmur iniş borularının doğru yerde ve yeterli sayıda düzenlenmemesi nedeniyle, çatılarda hasar meydana gelmiştir. Çatı drenaj borularının yenilenmiş olduğu yapılarda ise, bu nedenlerden kaynaklanan hasarlara rastlanılmamıştır. İncelen yapıların yapı kabuğunda meydana gelen hasarlara bakıldığında, duvar yüzeylerinde meydana gelen hasarların, su basman bölgesi ile ıslak hacim dış duvarında ortaya çıkan nemlenme problemlerinden kaynaklandığı, çatı ve balkon gibi suya karşı korumasız noktalarda meydana gelen hasarların ise, yağmur suyunun yapıdan gerektiği gibi uzaklaştırılamamasından kaynaklandığı tespit edilmiştir.

Bu çalışmada incelenen betonarme karkas sistemde inşa edilmiş yapılarda su ve ısı yalıtımlarının bulunmaması veya yetersiz olması, tasarım ve/veya uygulamada detayların iyi çözülememesi ile bakım ve onarımların yetersizliği de, söz konusu binaların yapı kabuğunda tespit edilen hasarların meydana gelmesinde önemli rol oynamıştır.

KAYNAKLAR

[1] Anonim(1989). Causes Of Deterioration, *Defects in Buildings*, 1, 2, London: HMSO Publications Centre

[2] Ertin, G., (1994), *Eskişehir Kentinde Yerleşmenin Evrimi*,Eskişehir, Anadolu Üniversitesi Yayınları

[3] Tosun, H.ve Orhan, A. (2007), *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Dergisi*,.XX, 2, 4-8, Eskişehir, Eskişehir Müh. Mim. Fak. Yayınları,

[4] Bayülke, N., (2003), Betonarme Yapının Dolgu Duvarı, *Türkiye Mühendislik Haberleri*, 426 , 85-98

Kısmi bağlantılı prefabrik yapıların statik itme (pushover) analizi

FEZAYİL SUNCA[1]*, MEHMET AKKÖSE[2]

ÖZET

Prefabrik yapılar ayrık elemanların birleşiminden meydana gelmektedir. Bu yapıların analizleri çoğu zaman ayrık elemanların birleştiği düğüm noktalarına mafsal tanımlanarak gerçekleştirilmektedir. Bununla birlikte, prefabrik yapı elemanlarının civatalı birleşimlerle inşa edildiği düşünüldüğünde mafsallı birleşim kabulü yerine kısmi bağlı birleşim kabulü daha gerçekçi bir yaklaşım olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmada, düğüm noktaları çeşitli kısmi bağlılığa sahip prefabrik bir yapının sismik performansı, doğrusal elastik olmayan hesap yöntemlerinden artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Artımsal eşdeğer deprem yükü yönteminde hem tasarım depremi (50 yılda aşılma olasılığı %10 olan deprem), hem de şiddetli deprem (50 yılda aşılma olasılığı %2 olan deprem) için sismik performans değerlendirilmesi yapılmıştır. Yapılan değerlendirmeler, karşılaştırılmalı olarak grafik ve tablolar halinde sunulmuştur.

Anahtar Sözcükler: Prefabrik yapı, deprem performansı, kısmi bağlı birleşim

[1] Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 58140, Sivas, Tel;(0346) 2191010-2921 fsunca@cumhuriyet.edu.tr

[2] Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, 61080, Trabzon, Tel; (0462) 3772628 akkose@ktu.edu.tr

1. GİRİŞ

Ülkemizin büyük bir bölümü aktif deprem kuşağı üzerinde bulunmaktadır. Yaşanan depremler sonucu özellikle yerleşim birimlerinde ve sanayi yapılarının yoğun olduğu bölgelerde büyük miktarda can ve mal kayıpları meydana gelmiştir. Ülkemizde 1960'lı yılların sonunda yaygın olarak kullanılmaya başlanan ve sanayi yapıları için en çok tercih edilen yapı türlerinden olan tek katlı prefabrik betonarme yapılar, 1998 Adana-Ceyhan ve 1999 Marmara ve Düzce depremleri gibi büyük depremlerden oldukça fazla etkilenmiştir [1-2]. Bu durum göz önüne alındığında prefabrik yapıların deprem etkisi altındaki davranışının belirlenmesi ve tasarımının gerçekleştirilmesi oldukça önemlidir.

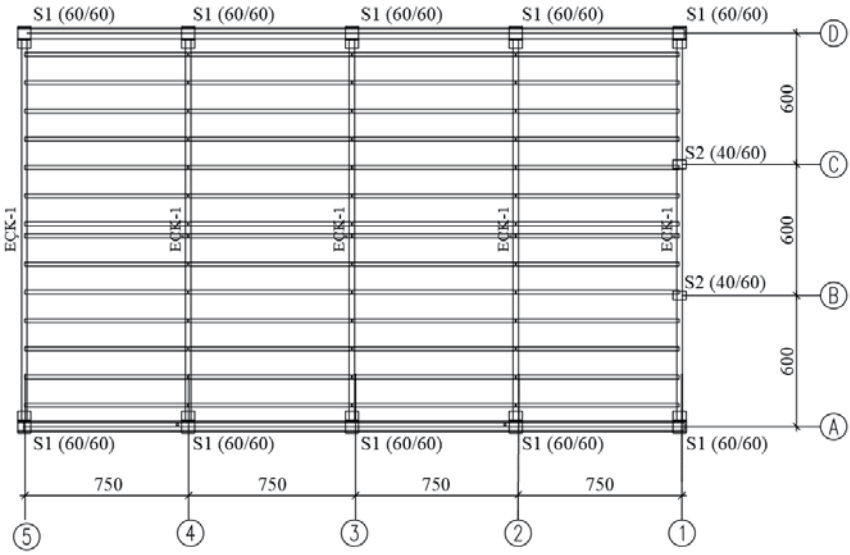
Mevcut yapıların deprem performansının belirlenmesinde ve yeni tasarlanan yapıların deprem performansının değerlendirilmesinde doğrusal olmayan analiz yöntemleri son yıllarda oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Kullanılan yöntemler ATC40 [3], FEMA356 [4], FEMA440 [5] gibi yönetmeliklerde detaylı olarak tarif edilmiştir. Ülkemizdeki yapıların sismik performansının değerlendirilmesinde ise Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkındaki Yönetmelik (DBYBHY-2007)'de [6] belirtilen esaslar dikkate alınmaktadır. Bu çalışmada, artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemiyle (statik itme analizi) bir prefabrik yapının elemanlarının birleşim yerlerine çeşitli kısmi bağlılıkları göz önünde alınarak, hem tasarım depremi (50 yılda aşılma olasılığı %10 olan deprem), hem de şiddetli deprem (50 yılda aşılma olasılığı %2 olan deprem) için sismik performans analizi yapılmıştır.

2. İNCELENEN PREFABRİK YAPI

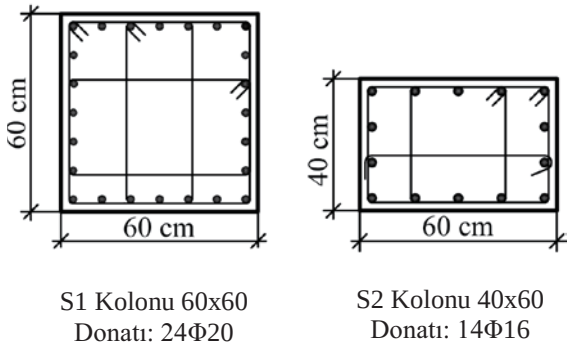
Bu çalışmada uygulama amacıyla bir prefabrik betonarme sanayi yapısı seçilmiştir. Yapı X doğrultusunda 18 m, Y yönünde ise 30 m uzunluğunda olup kolon yükseklikleri 9,20 m'dir. Yapının uygulama modeli Şekil 1'de, montaj planı ise Şekil 2'de sunulmuştur. Yapıda kullanılan kolon boyutları 60x60 cm ve 40x60 cm olup kolon en kesitleri Şekil 3'de detaylı olarak verilmiştir. Yapı X doğrultusunda 18 m uzunluğundaki tek çatı makasına sahiptir ve Y doğrultusunda her biri 7,5 m uzunluğunda 4 adet açıklık kirişinden oluşmaktadır. Yapının prefabrike çatı kirişleri, kolonlar üzerindeki guselere oturtulmuştur. Çatı makasları ve diğer elemanların birleşim bölgelerinde çeşitli kısmi bağlılık oranları dikkate alınmıştır. Yapının 1.

derece deprem bölgesinde ve Z3 yerel zemin sınıfı üzerinde bulunduğu kabul edilmiştir. Yapıda kullanılan beton sınıfı C35, donatı çeliği sınıfı ise S420'dir. Analizlerde betonun birim hacim ağırlığı 25 kN/m^3, poisson oranı υ=0,20 alınmıştır. Yapının çatı örtüsünden kaynaklanan 1,87 kN/m'lik kaplama yükü ilgili aşık kirişlerine aktarılmıştır. Yapının modellenmesi analizlerinde SAP2000 [7] programı kullanılmıştır.

Şekil 1. Prefabrik yapının 3 boyutlu görünüşü



Şekil 2. Prefabrik yapının montaj planı

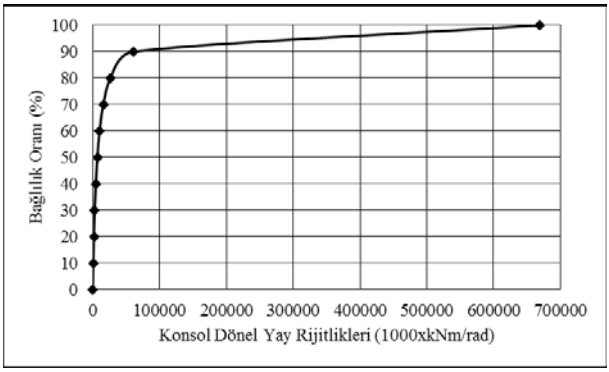


Şekil 3. Yapıda kullanılan kolon enkesitleri

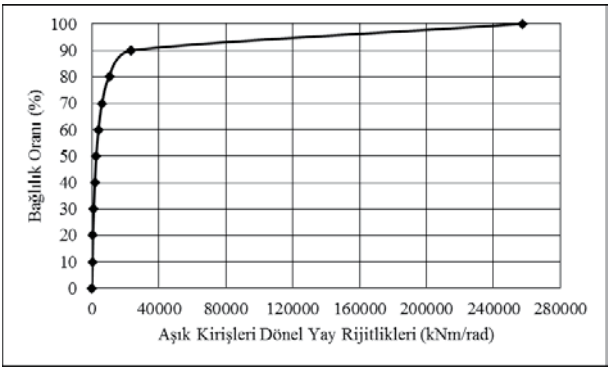
Prefabrik yapı elemanlarının bağlılık oranlarının hesabında Monforton ve Wu [8], Sekulovic ve Salatic [9] tarafından tarif edilen dönel yay rijitlikleri ile kesitin bağlılık oranının yüzde cinsinden karşılığını veren aşağıdaki denklem kullanılmıştır.

$$k_{i,j} = \frac{3EIv_{i,j}}{(1 - v_{i,j})L} \tag{1}$$

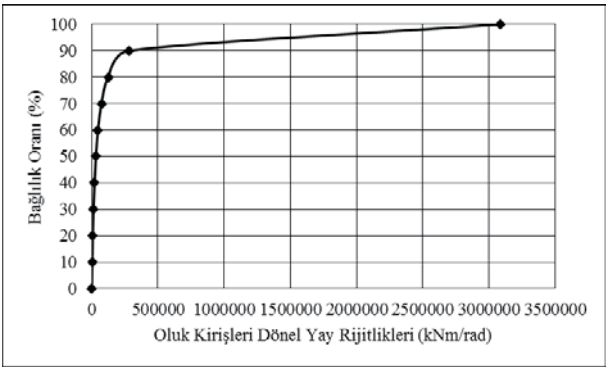
Burada, $v_{i,j}$ dikkate alınan elemanın her iki ucundaki bağlılık oranı, $k_{i,j}$ elemanın her iki ucundaki dönel yay rijitliği (kNm/rad), L eleman uzunluğu (m), E elastisite modülü (kN/m^2), I kesitin atalet momentini (m^4) ifade etmektedir. Bu bağlılık oranları çalışmalarda birçok defa kullanılmıştır (Kartal vd.) [10]. Her bir bağlılık oranı için konsollarda, aşıklarda ve oluk kirişlerinde elde edilen dönel yay rijitlikleri Şekil 4'de verilmiştir.



Şekil 4. Konsol dönel yay rijitlikleri



Şekil 5. Aşık kirişleri dönel yay rijitlikleri



Şekil 6. Oluk kirişleri dönel yay rijitlikleri

3. MEVCUT PREFABRİK YAPININ STATİK İTME (PUSHOVER) ANALİZİ

Bir binaya Artımsal itme analizinin uygulanabilmesi için DBYBHY (2007)'de bahsedilen üç ön koşul aşağıda incelenmiş ve prefabrik yapıya yöntemin uygulanmasında herhangi bir sakınca olmadığı görülmüştür.

- Bina Kat Sayısı = 1 < 8
- Birinci hakim modun kütle katılım oranı Y doğrultusunda 0,8581 > 0,70
- Bina burulma düzensizliği katsayısı 1,4'den küçüktür.

Statik itme analizi, sadece yapının Y doğrultusu için gerçekleştirilmiştir. Statik itme çözümlemesinde; beton davranış modeli olarak Mander vd. tarafından önerilen gerilme-şekil değiştirme modeli [11] kullanılmıştır.

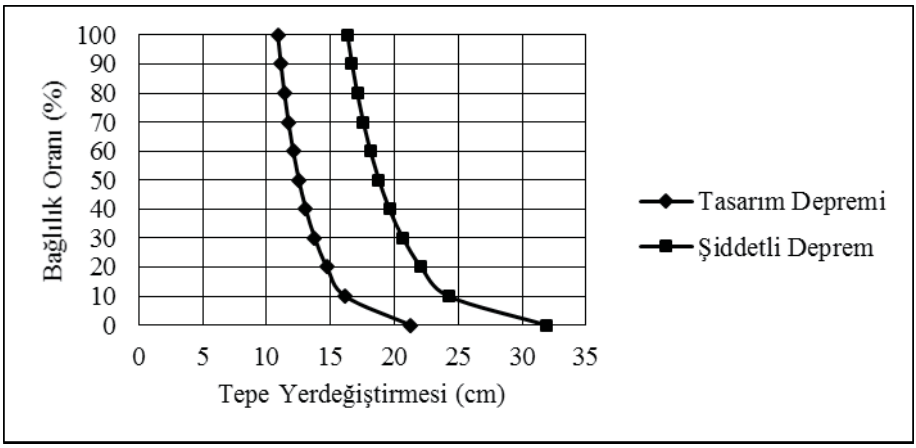
Betonarme çeliği için ise DBYBHY (2007)'de önerilen pekleşmeli gerilme-şekil değiştirme modeli kullanılmıştır. Plastik mafsallar taşıyıcı sistem elemanlarının deprem sırasında en çok zorlanan uç bölgelerinde tanımlanmıştır [12]. Çatlamamış kesitlere ait $(EI)_0$ eğilme rijitliklerinin kullanıldığı bir ön düşey yük hesabı ile kolonlar için N_D eksenel basınç kuvvetleri hesaplanmıştır. Bu eksenel kuvvetler ile DBYBHY (2007)'de önerilen bağıntılar kullanılarak kolonlarda çatlamış kesit rijitlikleri hesaplanmış olup $(EI)_e/(EI)_0$ bütün kolonlarda 0.40 olarak elde edilmiştir. (1) nolu denklemden yararlanılarak elde edilen çeşitli kısmi bağlılık oranları için prefabrik yapının çatlamamış ve çatlamış kesit rijitliklerine göre modal analizi sonucunda X ve Y doğrultularında elde edilen periyot değerleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Prefabrik Yapının X ve Y Doğrultularındaki Periyot Değerleri

Bağlılık Oranı (%)	Periyot (sn)			
	X Doğrultusu		Y Doğrultusu	
	Çatlamamış Kesit	Çatlamış Kesit	Çatlamamış Kesit	Çatlamış Kesit
0 (Tam Mafsallı)	0,654	1,030	0,950	1,234
10	0,512	0,691	0,735	0,981
20	0,506	0,683	0,696	0,909
30	0,503	0,680	0,668	0,860
40	0,501	0,678	0,646	0,823
50	0,500	0,677	0,627	0,794
60	0,499	0,676	0,611	0,770
70	0,499	0,676	0,597	0,751
80	0,498	0,675	0,584	0,734
90	0,498	0,675	0,573	0,719
100 (Rijit)	0,497	0,675	0,563	0,706

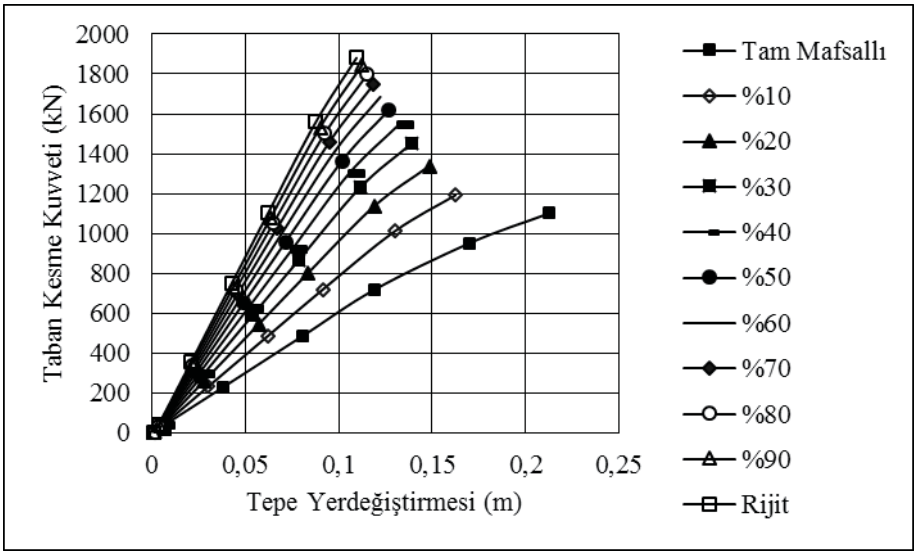
Statik itme analizinin ilk adımında doğrusal elastik davranış esas alınarak hesaplanan birinci moda ait başlangıç periyodu (T_1), karakteristik periyot T_B'den daha uzun olması durumunda ($T_1>T_B$); doğrusal elastik olmayan spektral yer değiştirme $S_{di,1}$ eşit yer değiştirme kuralınca doğal periyodu yine T_1 olan eşlenik doğrusal elastik sisteme ait doğrusal elastik spektral yer değiştirme $S_{de,1}$'e eşit alınabilir [13]. Uygulama modelinde Y doğrultusunda başlangıç periyodu T_B'den büyük olduğundan dolayı eşit yerdeğiştirme kuralınca $S_{di,1} = S_{de,1}$ olarak alınmıştır. Bu durum dikkate alınarak yapı elemanlarında kullanılan her bir bağlılık oranı için yapının Y doğrultusunda

tasarım depremi ve şiddetli deprem için hesaplanan hedef tepe yerdeğiştirme değerleri Şekil 7'de karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

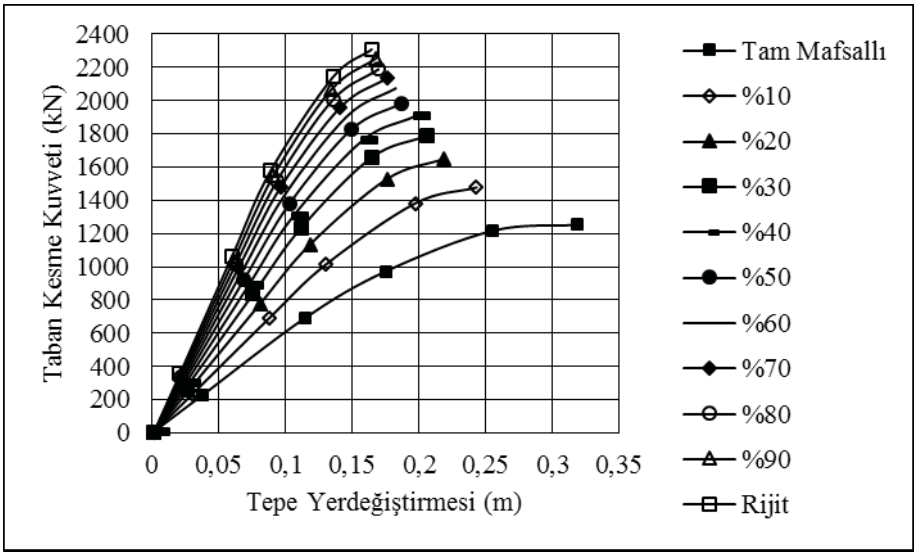


Şekil 7. Tasarım depremi ve şiddetli deprem için Y doğrultusunda elde edilen tepe yerdeğiştirmeleri

DBYBHY (2007)'ye göre statik itme analizinden önce, kütlelerle uyumlu düşey yüklerin göz önüne alındığı bir doğrusal olmayan statik analiz yapılmıştır. Bu analizin sonuçları, statik itme analizinin başlangıç koşulları olarak dikkate alınmıştır [14]. Çeşitli kısmi bağlılıklara sahip prefabrik yapıda, tasarım depremi ve şiddetli deprem etkisi altında sadece Y doğrultusunda yapılan itme analizlerinden, eksenleri tepe yer değiştirmesi ve taban kesme kuvveti olan itme eğrileri elde edilmiş ve Şekil 8-9'da sunulmuştur. Şekil 8-9 incelendiğinde hem tasarım depremi hem de şiddetli deprem altında statik itme analizi yapılan prefabrik yapıda bağlılık oranı arttıkça yapının kapasitesinin de arttığı görülmektedir. Her iki deprem içinde en büyük taban kesme kuvvetini rijit yapı alırken, en büyük tepe yerdeğiştirme ise tam mafsallı prefabrik yapıda meydana gelmektedir.



Şekil 8. Tasarım depremi için çeşitli bağlılık oranları dikkate alınan sistemde Y doğrultusunda elde edilen itme eğrileri



Şekil 9. Şiddetli deprem için çeşitli bağlılık oranları dikkate alınan sistemde Y doğrultusunda elde edilen itme eğrileri

4. SONUÇ

Bu çalışmada, tek katlı ve elemanları çeşitli kısmi bağlılıklarla birleştirildiği kabul edilen betonarme bir prefabrik yapının performans analizi yapılmıştır. Performans analizinde yapılırken DBYBHY (2007)'de tanımlanan artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemi kullanılmıştır. Analizler neticesinde görülebilir ki; hem tasarım depremi hem de şiddetli deprem altında yapı elemanlarında bağlılık oranı arttıkça yapı kapasitesi de artmaktadır. En büyük taban kesme kuvveti rijit birleşim kabulünde elde edilirken en büyük tepe yerdeğiştirme değeri ise tam mafsallı birleşimde meydana gelmiştir. Bu sebeple prefabrik yapıların tasarımı ve inşasında eleman birleşimlerine son derece önem gösterilmelidir.

KAYNAKLAR

[1] Şenel, Ş.M., Palanci, M., Yılmaz, Y., Kalkan, A. (2013). Yapısal Parametrelerin Tek Katlı Mafsallı Prefabrik Binaların Hasar Görebilirlik Eğrileri Üzerindeki Etkisi, 2. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, Hatay.

[2] Öztürk, B., Yıldız, C., Aydın, E. (2011). İtme Analizi Kullanılarak Yüksek Riskli Deprem Bölgesindeki Bir Prefabrik Yapının Sismik Kapasitesinin İncelenmesi, 1. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, ODTÜ – Ankara.

[3] Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings, ATC 40, Applied Technology Council, California, ABD,1996.

[4] Prestandart and Commentary for the Seismic Rehabilitation of Buildings, FEMA 356, Federal Emergency Management Agency, Washington, ABD, 2000.

[5] Improvoment of Nonlinear Static Seismic Analysis Procedures, FEMA 440, Federal Emergency Management Agency, Washington, ABD, 2005.

[6] Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkındaki Yönetmelik, DBYBJY 2007, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara,2007.

[7] Structural Analysis Program, SAP2000 V16, Computers and Structures Inc., Berkeley, California, ABD, 2013.

[8] Monforton, G.R., Wu, T.S. (1963). Matrix Analysis of Semi-Rigidly Connected Frames. *Journal of Structural Division* ASCE, Vol. 89, ST6, 13-42.

[9] Sekulovic, M., Salatic, R., Nefovska, M. (2002). Dynamic Analysis of Steel Frames with Flexible Connections. *Computers and Structures*, Vol.80, No.11, 935-955.
[10] Kartal, M.E., Başağa H.B., Bayraktar, A., Muvafık M. (2010). Effects of Semi-Rigid Connection on Structural Responses. Electronic Journal of Structural Engineering, Vol. 10, No. 10, 22-35.
[11] Mander, J.B., Priestly, M.J.N., and Park. (1988). Theoretical Stress-Strain Model for Confined Concrete, *Journal of Structural Division* ASCE, 114(8): pp. 1804-1826.
[12] Celep, Z. (2007). Betonarme Sistemlerde Doğrusal Olmayan Davranış: Plastik Mafsal Kabulü ve Çözümleme, Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul, Türkiye.
[13] Hancıoğlu, B., Ulusoy, S.İ. (2013). Ard-Germeli Çerçevelerle Tasarlanan Mustafa Kemal İlköğretim Okulu Binasının Deprem Performansının Belirlenmesi, *Beton Prefabrikasyon Dergisi*, Vol 108, 12-21.
[14] Türkay, A. (2013). Bir Okul Binasının Tasarımı ve Deprem Performansının Belirlenmesi. (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.

Tekstil yapı, yapı malzemesi ve teknolojilerinin evrimi: 21. yüzyılda esnek mekan tektoniği

Ali Devrim Işıkkaya*

ÖZET

Özellikle 21. Yüzyılın başı itibariyle yeni – çağdaş mekan / yapı teknolojileri kurgusu bağlamında üretilen ve kullanılan yapısal tekstil malzemeleri, sadece pasif bir örtü kompozisyonunu oluşturmaktan öte, mekanın çevre ile ilişkisini yeniden denetleyen, iç mekan hacim ve plan değişikliklerini düzenleyen, kendi kendini sürekli regüle eden, enformasyon verebilen bir boşluğun kabuğunu, aktif tektoniğini ve hatta kendisini oluşturabilmekte, çoğunlukla biyo-formik, dayanıklı ancak hafif, prefabrike yeni bir form ve strüktür anlayışı tanımlayabilmektedirler. Bu bildiri metninin ve sunumunun amacı, yeni yapı ve yapım teknolojileri, uygulamaları ve malzemeleri konusu altında yapısal tekstil malzemelerinin özellikle son yarım yüzyıl içerisindeki fiziksel / kimyasal gelişimini, mimari bütün içindeki konumunun dönüşümünü, evrimini analiz etmek, melez bir biçim grameri, performatif (performansa bağlı değişebilen) mekansal geometrik kompozisyonları, esnek, yenilikçi, biyo-strüktürel, paternatif (kalıp-iz) tekstil konstrüksiyonları karşılaştırmalı olarak irdelemek, bu bağlamda 21. yüzyıl varyatif ve sürdürülebilir "yeni ve canlı" mekan üretim ilkelerini tartışmaya açmaktır.

Anahtar Sözcükler: Tekstil, esnek – canlı mekan tektoniği, biyo-strüktür

* Yrd.Doç. Dr., Bahçeşehir Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Osmanpaşa Mektebi Sok., No:-2- 4, Çırağan Cad., Beşiktaş, İstanbul, tel: 0533 256 57 06, e-posta: devrim.isikkaya@gmail.com

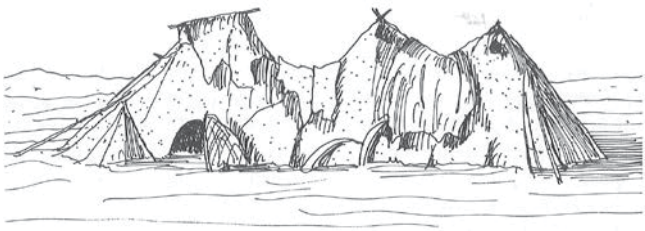
1. GİRİŞ: GELENEKSEL TEKSTİL YAPI KÜLTÜRÜ

Tarih öncesi ya da kentsel tarih öncesi dönemde yaşamış göçebe topluluklar, özgün konumlanma ya da konaklama, avlanma ya da tarım stratejileri bağlamında, kısa süreli, mevsimsel, kurallı – kuralsız, periyodik, yarı geçici barınma kültürü ve onun domestik mekanlarını üretmek durumunda kalmışlardır. Göçebe, "yersiz" ama yerli insanoğlu, yerleşik kültür ve kent medeniyetini kuruncaya kadar, dünyanın çeşitli coğrafyalarında, farklı iklim ve fiziksel koşullara uyum sağlayabilmek, sıklıkla yer değiştirebilmek amacıyla, yakın çevresinden edinebildiği, çabuk, kolay, hızlı, pratik şekilde uygulanabilir, taşınabilir, ve doğal, toprak, bitkisel ya da hayvansal malzemeleri örtünme ve barınma içgüdüsüyle kıyafet ve "geçici konutlarında – çoğunlukla çadırlarında" kullanabilmişlerdir.

Yöresel, iklimsel, kültürel ya da pratik farklılıklar ile birlikte, türdeş çeşitlilikler barındıran çadır konaklama birimleri, göçebe toplulukların tercih ettikleri en geniş domestik tipolojidir denilebilir. Bu anlayış içerisinde, ilkel göçebe kabile bireyleri, çadırlarının çoğunlukla konik, küresel ya da büsbütün amorf yüzeylerini – cidarlarını oluşturmak, örtmek, strüktürü kurmak amacıyla, avladıkları hayvan derilerini, doğal lif kökenli bitki ya da ağaç özlerini, yapraklarını, primitif anlamda içgüdüsel olarak yararlanmışlardır. Eski Afrika kıtası yerlileri Bambuti Pigmeleri, Masai Boma, Nuer Kraaali Arunta, Wai - Wai ya da Bushmen kabileleri, Bedevi'ler kentsel dönem öncesi Asya'da Moğol, Kırgız, Tuareg toplulukları, tarih öncesi Kuzey Amerika yerlileri, Güney Amerika Maya yerlileri söz konusu geleneksel tekstil çadır kültürünü, strüktürel, mekansal ve malzeme kullanımı anlamında çeşitlendirmiş ve geliştirmişledir. Özellikle Bedevi'lerin kurdukları "bedu" lar yani "siyah çadırlar", Kuzey Amerika yerlilerinin konik strüktürlü, ağaç strüktürlü çadırları, mamut avcılarının, öldürdükleri mamut derilerini kullanarak tasarladıkları ve kurdukları daha çok dikdörtgen mekan ve açıklık geçen deri çadırları, bugünkü tekstil teknolojisi için hem bir ilham hem de çarpıcı bir örnek niteliğindedir.

Yazlık ve kışlık anlamda birbirinden ayrılan, kolaylıkla kurulup kaldırılabilen, taşınabilen, hafif, doğal, geniş açıklık geçebilen, sonsuz mekan plan organizasyonu sağlayan, çok az su geçiren ancak hava alabilen (nefes alan), 1960'lardan günümüze kadara gelen çadır, asma – germe strüktür örtü sistemlerinin öncülü geleneksel tekstil çadırlar, ahşap iskelet

sistem strüktürün üzerine atılarak ya da gerdirilerek kurulmakta bu anlamda iki farklı yapım ve taşıyıcı sistem anlayışı içerisinde gerçekleştirilmekteydi. Doğal liflerle başlayan, insanoğlunun örtünme ve barınma içgüdüsüyle geliştirdiği strüktürel bağlamda da, dar açıklıklı geçici konut yerleşimlerinde en çok kullanılan malzeme olarak öne çıkan ham / doğal tekstil yapı malzemeleri, özellikle 1960- 1970'lerden bugüne çağdaş mimari formların biçimlenme sürecinde potansiyel bir kaynak oluşturmaktadır [1].



Şekil 1. Tarih öncesi dönemde, mamut avcılarının mamut derisinden yaptıkları asma – germe sistem çadır barınak

2. OTTO ve SEMPER'E GÖRE TEKSTİL TEKTONİĞİ

İlk olarak 1960'lı yıllarda Alman inşaat mühendisi Frei Otto'nun çizimlerinde yer alan, erken tekstil mimarisinin temsili olarak, geleceğin şehir tasarımları için kullandığı asma germe çadır sistemleri, ilkel barınakların tekstil örtü sistemlerinden etkilenilerek tasarlanmıştır. Bu anlamda, 20. Yüzyılın ikinci yarısı itibariyle tekstil malzemesi tarih öncesi dönemde ilkel barınakların örtü malzemesi olarak kendi doğasının sınırlarıyla kullanılmışken, günümüz çağdaş formlarında lif teknolojisinin ve kompozit konstrüksiyon kurgusunun gelişimi ile mimarinin tektonik tasarım anlayışları, tekstil yüzeylerini çağdaş performanslarıyla yeniden biçimlendirmiş ve uygulamıştır [1].

1972 Münih Olimpiyatları Organizasyonu için tasarlanan Münih Olimpiyat Köyü ile ilgili yarışmayı mimar Günter Behnisch ile birlikte kazanan Frei Otto, söz konusu projede membran tekstil çadır örtü elemanlarını tasarlamış ve uygulamıştır. İki boyutlu modüler elemanlar ile hafif bir örtü gerçekleştiren Otto, çelik kolonlar ve halatlar yardımı ile geniş açıklıkları projede rahatlıkla geçebilmiştir.

Şekil 2. Münih Olimpiyat Köyü asma – germe sistem çadır örtüsü eskizi, Frei Otto

Otto, bu ve bundan sonraki birçok büyük ölçekli mimari projede, suya daldırılmış gevşek fiberlerin yün-iplik ipe dizme yöntemi, birbirine yapıştırılması yöntemiyle kompleks strüktürleri oluşturabilmiştir. Otto tekstil örtü mühendisliğinde, tekstilin dokuma özelliklerine göre değişen lif atlamaları, yüzeyin strüktürünü oluştururken, tekstilin esneklik, geçirgenlik, dayanıklılık gibi yapısal, fiziki özelliklerinden yararlanılmıştır [2]. Liflerin bir araya gelmesi ile oluşan yapı kuruluşları günümüzde de mimaride kablolu sistemlerde benzer şekilde kullanılmaktadır. Tekstil yüzey dokularının benzerleri, dokuma strüktürleri, tekstil tekniklerindeki kroşe örgü, makrame, saç örgü, dokuma gibi yapısal kuruluşlar, mimaride birçok sistem kuruluşuna özellikle de çekme gerilmeli sistemlere esin kaynağı olmuştur. Frei Otto ile benzer mühendislik formasyonu ve tasarım anlayışına sahip Gottfried Semper'e göre mekan tasarımı ve konstrüksiyon oluşumunda yaratıcı, birimden bütüne, mikro sistemden makro sisteme doğru bir yapısal kurgu geliştirmelidir [2]. Semper, mimaride ağ sistemlerini tasarlarken yün lifi ve tekstil elyafı hücre yapısını temel almıştır. Ona göre tekstil, mimarlığın toprak, ahşap ve ateş ile birlikte dört elementinden birisidir ve çağdaş mimaride yeni bir tektonik oluşturmaktadır. Bu bağlamda Semper ve Otto'nun tasarımlarında önerdikleri tekstil dokumasındaki liflerin en ve boy iplikleri, konumlandırılma yönleriyle asma germe, şişme sistemler gibi, çekme kuvvetlerine çalışan sistemlerin çalışma ilkelerini belirlemiş, her iki mühendis ve düşünürün yün lifindeki modelleri, günümüz tekstil mimarisinin strüktürel ağlarına, eğrilerin konumlandırılmalarına esin kaynağı olmuştur [2].

20. yüzyılın son çeyreğinden günümüze değin geliştirilen lif teknolojisi ve buna bağlı yüksek performanslı mimari tekstil malzemesi ve teknolojisi, teknik tekstillerin yeni performanslarla donatılması, bugün çağdaş mimarinin yeniden yapılanmasını etkileyecek düzeye ulaşmıştır. Kütlesel ağırlığı fazla, yapım süreci uzun olan çeşitli yapı sistemlerinin yerine kullanılabilecek, hafif, ucuz, nefes alabilen, kolay ve hızlı kurulup sökülebilen (az ve uygulaması kolay malzeme), geniş açıklık geçebilmeyi strüktürel anlamda destekleyen, tekstil yapıyı bütüncül anlamda hafifletmektedir. Zarif, çağdaş, mimari tasarım ve moda tasarımını birbirinden besleyen, çok amaçlı

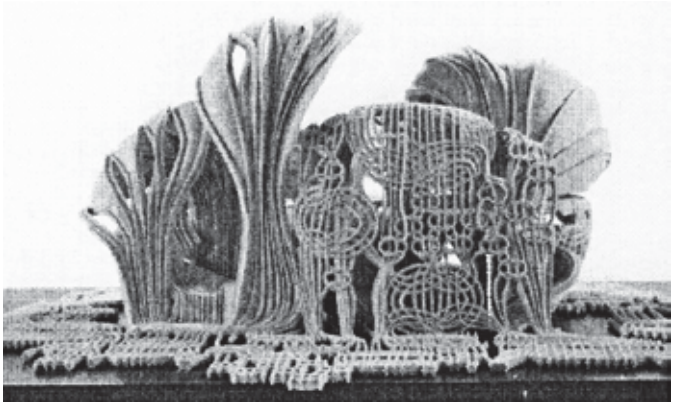
planlama organizasyonlarına destek veren, farklı boyutlarda mekanları örten, mekanları ve boşluğu yüksek mimari bir kimliğe dönüştüren, güncel olarak yeniden tarifleyebilen çağdaş tekstil ürünleri, aynı zamanda bir tür "landmark" niteliğinde kamusal mekan üretimini destekler boyuta erişmiştir. Ekolojik dengeyi bozmayacak, enerji – ekonomi çıktılarını dikkate alan tekstil örtü tektoniği, mimaride esneklik, hareketlilik, değişkenlik, devingenlik gibi kavramların hayata geçirilebilmesinde büyük rol oynamaktadırlar.

3. ÇAĞDAŞ TEKSTİL YAPI TEKNOLOJİLERİ

Günümüzde mimarlar ve tekstil tasarımcıları, kuramlarını, sezgisel tavırlarını, hayatla olan bağlarını, sistematiklerini, bilimsel, sanatsal ve estetik yaklaşımlarını birbirleriyle paylaşmakta, bu işbirliğiyle alanlarına yeni aktarımlar sağlamaktadırlar. Böylece her iki alanda yeni anlatım metodolojileri ve grameri, felsefesi, hibrid malzemeleri ortaya çıkmakta, yeni yönlenmeler, gelişmiş bilgisayar programları, teknoloji bu işbirliğini desteklemektedir [1]. Tekstil alanından mimariye başka bir aktarım da "değişim" ruhudur. 20. Yüzyılın son çeyreği ve 21. Yüzyılın başı itibariyle birçok önde gelen mimarlık düşünürü, tasarımcısı ve uygulayıcısı tekstil malzemesini çağdaş yapı kurgusu, teknolojileri ve tektoniği olarak yeniden yorumlamakta, doğrudan bir yapı malzemesi olarak tercih edebilmekte, moda ile mimarlık arasında çok özgün, doğurgan bir bağ / arakesit oluşturmakta, yeni ve canlı tekstil mekan üretimi anlayışına dair manifestolar yazabilmektedirler. Söz konusu anlayışın temsilcisi ya da yaratıcıları olarak günümüzün mimar ve teorisyenlerinden öncelikle Herzog & de Meuron, Hani Rashid, Rem Koolhaas gibi isimler mimarinin moda ile aynı zeminde ve hızda gitmesinden yana olduklarını belirtmişler, yapıların hızla kendini değiştirebileceği, yeni biçimlendirmelere olanak sağlayacak şekilde tasarlanmaları gerektiğini savunmuşlardır [3]. Alexander McQueen, Vivienne Westwood, Comme des Garcons, Yohji Yamamoto, Frank Gehry ve Zaha Hadid'in moda ve mimariyi buluşturan çalışmalarını içeren sergiler açılmış, bu paylaşımlarla mimari ve tekstil disiplinlerinde düşünce ve fikirlerin akışının birleşmesi sağlanmıştır [3]. Bu bağlamda Dominique Perrault daha da ileri giderek, gelecekte düşündüğü şehri tamamen tekstille oluşturulmuş binalarla ve binaları örten bir tekstil yüzeyi ile tasarlamış, yeni bir coğrafyanın, yeni bir çevre ve iklim ortamının yaratılmasını planlamıştır. Ken Yeang'ın bioklimatik mimari için önerdiği örtü sistemi, Shigeru Ban'ın 1995 yılında yapmış olduğu katlanabilir kumaşla çevrili "Wall House" yine

Dominique Perrault'nun söylemine atfen bio-klimatik tekstil mimarisinin temsilcileridir [1].

Ayrıca tekstil yapı malzemesi ve çağdaş konstrüksiyon ve detay teknolojilerinin deneysel olarak kullanıldığı Morimoto'nun Halı Evi tasarımının da içinde bulunduğu Tekstil Katalog Evleri, Jonathan Aprati, Valerie Bolen, Jin Cong Hong & Kim Wadelton tasarımı, doğada bulunan mikroorganizmaların bir tipi (30 mikrondan 2mme kadar), "poltcystinea, ancantharea, sticholonchea, heksagon, pentagon, heptagon" strüktürel altyapı üzerine dizimlerin kullanıldığı Radiolaria Kulesi, Matt Erwin ve Adam Sauer'in tasarladığı Yün İplik Kulesi, Derek Tao, Han Liu tasarımı Kristalize Renkler Yapısı [4] son derece dikkat çekici esnek mekan kurguları olarak değerlendirilebilir.



Şekil 3. Miharu Morimot'nun tasarımı Halı Evi (Carpet House) Projesi, tekstil esnek mekan tektoniği çalışması

Söz konusu projeler, tekstilin bir yapı malzemesi olarak yüzyıllar boyunca geçirdiği mimari, fiziksel, teknik evrimi, mimari ile diyalektik ilişkisini tanımlayıcı niteliktedir. Modern dönem öncesi sadece basit iki boyutlu, belli mesafede açıklıkları geçebilen, plansız, doğal geleneksel dayanım kapasitesi sınırlı, primitif bir tür devşirme malzeme olarak kullanılan tekstil malzemeleri, 21. Yüzyıl itibariyle mekan üretimi bağlamında tasarımsal, yapısal, teknolojik anlamda ciddi bir evrim geçirmiş, kendi kendini taşıyabilen, kapasitesi, çeşitliliği, biçim tipolojisi, çok amaçlı kullanıma uygunluğu, ekolojik ve ekonomik katma değer üretimi bakımından adeta çok boyutlu, başlı başına görsel ve işlevsel bir mimari tektoniğe dönüşmüştür. Bir diğer deyişle, dar anlamda, önceleğin tekstil stabil şeylerin üstünü

örtmek, onları giydirmek (Almanca'da "Bekleidung") amacıyla kullanılırken, çağdaş anlamda tekstil kendi strüktürüne (konfigürasyonel strüktür) ve öz tektoniğine (esnek rijitlik) kavuşmuştur.

Çağdaş mühendislik ve mimari tasarım ile tekstilin yüksek teknolojiye sahip endüstrisinin işbirliği günümüzde, 21. yüzyıl alternatif konstrüksiyon malzemesi "archi-textile" ürünleri ya da akıllı tekstiller, teknik tekstiller (jeotekstiller, bina ve konstrüksiyon tekstilleri), membran örtüleri içine alan geniş bir grubu kapsamaktadır. Mimari tekstillerin (architextile) kompozit yapılarında kullanılan cam, seramik, karbon lifleri, aramidler, likit kristal polimerler, yüksek modüllü polietilenler, söz konusu yeni tekstil malzemeye yüksek performans ve kalite sağlamaktadır [1]. Ayrıca işlenmemiş malzemelerin bu malzemeye katılmasıyla (silikon, ürin, soya, bambu, karbon gibi) doğal orjinli kompozitler de elde edilebilmektedir.

Parametrik tasarım prensipleri, algoritmik çeşitlemeler ve uygulama yaklaşımları bağlamında sıklıkla tercih edilebilen akıllı tekstiller mimaride örtü sistemlerinden yalıtım elemanlarına kadar geniş bir alana yayılmaktadır. Yüksek performansa sahip "architextile" üzerine, ultrasonik kaynaklı, lazer kesimli, dijital kabartma baskılar kolaylıkla yapılabilmekte, özellikle dijital kabartma baskılı architextile malzeme ile hem dış cephelerde, hem iç dekorasyonda sıra dışı dinamik görseller sağlanmaktadır. Söz konusu hesaplanabilir tasarım ve akıllı tekstil nano teknolojisi ve mühendisliği sayesinde, yapı kabuğunu teşkil eden tekstil ağ örgülerini çekerek veya genişleterek, düzensiz formlar vermek ve bu ağ yapıların tektoniklerini oluşturmak, mimari biçimlerde ve iç hacimlerde sıra dışı organik strüktürler elde etmek, esnek mekan gramerlerini oluşturmak mümkün olmaktadır. Parametrik tasarım ve görselliği ciddi biçimde zenginleştiren tekstil nano teknolojisine günümüzde en iyi örneklerden biri Almanya Hannover'de bulunan Expo 2000 Pavyon'unun (Cycle Bowl) tekstil örtü kaplamasıdır. Söz konusu tekstil kabuk, güneş ışığı kazanımı olan, yağmura, kara, rüzgara, güneşe karşı dayanıklılık gösteren membran örtüdür. Örtü yarı saydam ve opak görüntüyü sağlayacak şekilde, üst üste bindirilmiş üç tabakadan oluşmuş, üzerinde baskıların bulunduğu tabaka, üç katın ortasına yerleştirilerek üç boyutlu bir görsellik sağlanmıştır [1]. Şeffaflık derecesi değişebilmektedir.

İşlevsellik ve konforun üzerine yüklendiği akustik misyonlu tekstil "nonwovenler", membran örtüler, ağlar ve diğer tekstil kompozitleri, asma – germe, şişme sistemlerde, organik mimarinin diğer biçimlerinde, yaygın bir

şekilde kullanılırken, örtü sistemlerin de malzeme sorununa radikal çözümler kazandırmıştır [1]. Günümüzde, çevreden gelen uyarılara özelliklerini veya şeklini değiştirerek cevap veren, kendi içinde ve çevresindeki değişimlere uyum sağlayabilen, belirli işlevleri anında ve sürekli olarak yerine getirebilen akıllı tekstiller, şekil, renk, koku gibi özellikleri ortama göre değişebilmektedir. Geleneksel ve erken modern tasarım paradigmaları içerisinde tekstil, salt yapı üzerini örtmek amacı ile kullanılmış iken, günümüzde, cephe yüzeylerinde hareket, boyut ve görsellik kazandırılmasının ötesinde bizzat yapı kabuğunun ve mekanın teşkilini sağlamaktadır. Burada tekstil malzeme kendi içyapısıyla bir strüktür oluştururken, yüzeyin kendini taşıtma amacıyla kurgulanmasında mimarinin strüktür kurma ilkeleri tekstile aktarılabilmektedir [1]. Bugün, mimari ve tekstil gibi iki temel disiplin ilişkileri ilgileri ve içerikleriyle, metodolojik, strüktürel, biçimsel, estetik yönleriyle birçok bilgiyi ortak kullanmakta, mimari – iç mimari ve tekstil tasarımları kavramsal teknolojik ve estetik yönden birçok boyutu paylaşmaktadır.

Biyo – mekanizma esasına dayalı dokuma (balıksırtı, jakar, tüvit, katlama, pilileme gibi) ve örme modellemeleri (makram, kroşe, saç örgüsü ve triko örgü tipleri), düğüm birleşim detayları (Kelt, Alman, Hollanda, Fransız, Afrika geleneksel saç düğümleri, yele saç düğümleri gibi) çoğunlukla S, J, C kavisleri yapan esnek strüktürel biçimlenmeler (daire-yuvarlak paketleme biçimlenimleri, diken küre strüktürler, konveks poli-hadron, küre+bacaklar, küre+bacaklar+ diken, iskelet sistemler, ikili gruplamalar, dörtlü gruplar) tekstil mimarlığı ve mühendisliğinin aynı zamanda moda tasarımı disiplininden ilham aldığı yapısal kurgulardır. Söz konusu yapısal formların araştırıldığı, fraktal yani öz parçalanmalar, yarılmalar, uzanımlar ve kurdele, şerit, dantel tipi sürekli bölünmeler), kılcallaşmalar, çoğalmalar ve akışların bir araya gelebildiği, serbest biçim, frapan, yeni barok mimarlığı olarak da adlandırılan tekstil mimarlığı, poli-teknik ve güzel sanatlar arasındaki boşluğu dolduran [5] bir tür dijital arts & crafts dönemin, neo – gotik ya da neo – barok piktoresk varyasyonların bir bütünüdür.

4. DİRİMSELCİ TEKSTİL MİMARLIĞI

Büyük sanat eleştirmeni ve düşünür John Ruskin, henüz daha 19. Yüzyılda, çokluk (redundancy), değişkenlik (changefulness), rijitlik (rigidity), doğacılık (naturalism), yabanilik (savageness) ve acayiplik / gariplik (grotesqueness) terimlerini, HAYATIN KRİSTALLERİ olarak belirlemiştir [5]. Ona göre, çokluk, anormal ama sonsuz olmayandır. Değişkenlik

bağlamında, her figür varyasyona uğrayabilir, her hareket ya da motif limitli bir varyasyon içinde, parametrik olarak değişebilir. Rijitlik, strüktürel ve süs olarak iki ayrı modelde hareketli rijitlik ve kristalizasyon olarak biçimlenir. Figüratif hareket ve konfigürasyonel paterna sanatta doğacılığın özünü teşkil eder [5]. Yabanilik ya da tuhaflığın altında varyasyon alanında heterojen kesintiler, nefes alabilir kapalı ama açık bir kutu betimlenir. Eleştirmen burada, kişiyi bilginin aşkından ziyade, değişimin aşkı içinde tanımlar. Mekan ve yaşam, değişim, sürekli değişim içindedir ve mekan da bu değişimin senkronizasyonu içinde zincirleme ortamlar tekerlemesidir.

Bu bağlamda, estetik ve bilimde varyasyon anlayışını getiren Darwin ve Ruskin'den sonra Marks'ın gerçeği ancak onu değiştirerek anlayabileceğimize dair ürettiği düşünsellik ve daha sonrasında Fransız filizof Deleuze ile gündelik hayat ve mekan tektoniği için geliştirilen dirimselci tez / dirimselcilik [6], tekstil mimarlığında, günümüzde son derece güçlü bir biçimde temsil edilmektedir.

Şimdiki zaman mimarlığı esnek rijitlik kurgusudur. Varyasyona açıktır, çok katmanlıdır. Özellikle rönesanstan dönemi ile modern mimarlık arası türemiş daha dar bir repertuarda, daha yüzeysel biçimdeki oransal varyasyonculuğu değil, konfigürasyonal varyasyonculuğu temsil etmektedir [6]. Hayatın ifadesi olarak dirimselci geometrinin altyapısı – paternası üzerinde şekillenir. Bir tür neo – barok anlayış içerisinde, varyasyon, farklılaşma, tekrar varyasyon ve yine farklılaşma konfigürasyonları sunan aktif rijitlik çağdaş mimarlığın yeni söylemi gibidir. Yeni mimarlık, gotik dönemde olduğu gibi yeniden tinselliği, ilişkilendirmeyi benimsemektedir. Hayatın donmuş biçimleri yerine biçimin yaşamlarını dilselleştirir. Ancak, bu defa eski barok dönemde olduğu gibi hayat ve güzelliğin kolona eklenmesi değil, hayat ve güzelliğin bizzat kolonu oluşturmasından yanadır.

Yeni, çağdaş ve tekstil mimarlığının mottosu, kendi kendini denetleyebilen, çevreyi ilişkilendirebilen, onunla fiziksel ilişkiye geçebilen, varyasyona açık bir tür göçebe mekandır. Sürdürülebilir mimari anlayış, önceden belirlenmiş kodlar yerine bir takım süper pozisyonlanmalar, artikülasyonların belirlediği varyasyonlar ya da kapasitelerin ördüğü kinetik mekan, jenerik "mucizeler odasından" yanadır [4].

Bir tür "yeni barok" mimarlığı / "katlama" mimarlığı olarak da adlandırılan yeni tasarım anlayışları, tecrübeye dayalı, esnek, plan – fiziksel varyasyonlar seti kurgusuna sahip, açık, canlı (alive) ve en önemlisi özgür mekanın

yaratımı peşindedir. Kendi kendini regüle eden / denetleyen 21. Yüzyılını çağdaş mekan kurgusu, erken modern dönemin mükemmel "donmuş müzik" ya da "donmuş yapıt" manifestosundan uzaklaşmış, daha çok sonsuz zamanda ya da zamanı da dördüncü boyut olarak içeren, sonsuz doğaçlama – katlanmalar / katmanlar düzeneğine evrilmektedir. Coşkulu, esnek, 4D mekan ve süslemeler içeren yeni mekan bu haliyle barok dönem mimarlık – yapı üretimi anlayışının çağdaş bir yorumu gibidir. Yeniden belirtmek gerekirse, bir tür dijital arts & crafts olarak da nitelendirilebilecek olan söz konusu mekan ya da mekansallık dizini aslında tek bir bitmiş obje yerine objenin oluş halleri olasılıklarının bütününün görünür kılındığı zengin etkileşimli, melez bir ortam ya da ortamlar düzeneğidir.

Bu anlayış çerçevesinde, yeni barok tekstil mimarlığı, strüktürün / taşıyıcı sistemin aynı zamanda matematize edilmiş süs olarak konumlandırılmış bir tür canlı geometriler prelüdüdür [5]. Hayatın kristallerini temsil eden, sonsuz kirişler – nervürlerin (yaprak damarları) sergilediği esnek rijitlik sergilerler. Söz konusu esnekliği, "strüktürel, tekstil, süs usulleri", maruz kaldıkları fiziksel ve psikolojik değişimlere, kullanıcı istek ya da taleplerine bağlı olarak, varyasyonlu figürlerin / naturalist, çoğunlukla amorf konfigürasyonları sağlamaktadır [5]. Bir tür ruhanilik temsili olarak yeni tekstil mimarlığı, rasyonel geometrik düzenlerin ötesine geçmektedir. Sınırların, limitlerin, bölümlerin, mekanların bulanıklaştığı, birbirine akabildiği daha soyut bir ortamın çağdaş temsilcisi, performans geometrilerinin oluşturduğu oynak altyapının – katmanın üzerinde şekillenmektedir.

Dirimselci tekstil mekan çoğunlukla fiziksel – psikolojik etki – tepki üzerine yeniden şekillenmeler üzerine bir beden – mekan tasarımı, mimarlığın genişletilmiş bir konseptidir [7]. Yeni tekstil mimarlığı, akıl ile doğa / çevre arasındaki boşluğa yayılır, kalıp-biçim – 'paterna'ların dinamik, altyapı repertuarında biçim bulmaktadır [8]. Söz konusu durumda, mimar, iç ve dış ortamın birbirine sürdürülebilir, etkileşimli uyumunu / adaptasyonunu sağlayan, tekstilin elverdiği elastikliğinin ölçüsünde tüm mekan alternatiflerini, plan varyasyonlarını manipüle eden, ancak biraz geri çekilmiş bir yönetmene, ya da koreografa dönüşmektedir. Gelişmeye açık, sonuca değil süreç ya da süreçlere dayalı, algı ve tecrübenin yeni ortamları, elastik kesinliğin dilbilimsel, göstergebilimsel, hylomorfik yapı malzemeleri (çağdaş tekstil, plastik vb.) biyolojik, embriyolojik, fiziksel, kimyasal ve hatta meteorolojik bir mekan düzeneğidirler. Bu kurgu, senaryo ya da doğrudan düzenek içerisinde kullanıcı, mekanın öznesine dönüşmektedir.

Kullanıcı bedeni ile mekan tam bir senkronizasyona kavuşmaktadır, aynı değişkenliğe sahip, etki – tepkimeler içerisinde diyalektik bir ilişkiye girmektedirler. Mekan, politik, sosyal, fiziksel, iklimsel, topoğrafik tüm verileri ve ihtiyaçları değerlendirerek, tekstilden oluşmuş hafif strüktürünün verdiği avantajla da sonsuz biçime girebilmektedir. Söz konusu durum, şimdiki zamanda, alternatif bir düzlemde, ortamda, alternatif bir malzeme, yapısal çözümlemeler gramerinde, ilk defa olarak, yaşam / gündelik yaşam ve mekanın üst üste çakışması, büyülü senkronizasyonu olarak nitelendirilebilir.

TEŞEKKÜR

2. Ulusal Yapı Kongresi ve Sergisini düzenleyen komiteye, TMMOB Ankara Şubesi'ne değerli emeklerinden dolayı teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

[1] Gezer, H. (2008). Üretim Alanında Tekstil ve Mimari Arasındaki Etkileşim. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* içinde *(s. 22 – 49)*, Yıl:7, Sayı: 13. İstanbul

[2] Nerdinger, W. (2005). *Complete Works of Frei Otto: Lightweight Construction – Natural Design*. Birkhauser. Basel

[3] Hodge, B., Mears, P. (2006). *Skin + Bones: Parallel Practices in Fashion and Architecture*. Thames and Hudson. Londra

[4] Spuybroek, L. (2009). *Architecture of Variations.* NAi Publishing. Rotterdam

[5] Spuybroek, L. (2011). *Textile Tectonics.* NAi Publishing. Rotterdam

[6] Buchanan, H. (2005). *Deleuze and Space.* Edinburgh University Press. Edinburgh

[7] Schillig, G. (2010). *Performative Geometries, Transforming Textile Techniques.* BIS Publishers, Amsterdam.

[8] Andersen, P., Salomon, D. (2010). *The Architecture of Patterns,* W.W. Norton Company Publishers, New York.

Yapım sistemleri açısından geniş açıklıklı konsolların incelenmesi: Busan Sinema Merkezi örneği

KUTLUĞ SAVAŞIR[1]*, AHMET VEFA ORHON[2]

ÖZET

Fransızca "Console" kelimesinden dilimize geçmiş olan "konsol"; insanların doğa kanunlarına başkaldırısının bir simgesi, tasarımcılarının ise yapılarına estetik bir görüntü ve prestij katmak için tercih ettikleri bir yapı elemanıdır. Konsolun geçebildiği açıklığın artması, bu yapı elemanında kullanılan malzeme ve yapım sisteminin etkin kullanımına bağlıdır. Öncelikle bu çalışmada kargir, ahşap, betonarme ve çelik malzemelerle üretilebilen konsol örnekleri incelenmektedir. Kullanılan malzemeye uygun olarak seçilen yapım sistemiyle inşa edilen en büyük açıklıklı konsol örneklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Belirlenen örnekler içerisinde çelik taşıyıcılı olan Busan Sinema Merkezi'nin büyük çatısı 85 metrelik konsoluyla ön plana çıkmaktadır ki, bu çatı 2013 yılının Temmuz ayında Guinness Dünya Rekorları'na "Dünya'nın en uzun konsol çatısı" unvanıyla geçmiştir. Kullanılan malzemeye göre ve teknik çizimler yardımıyla Busan Sinema Merkezi'nin konsol üst örtüsünün teknik özelliklerinin aktarımı bildirinin konusunu oluşturmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Konsol, Geniş açıklık, Busan Sinema Merkezi

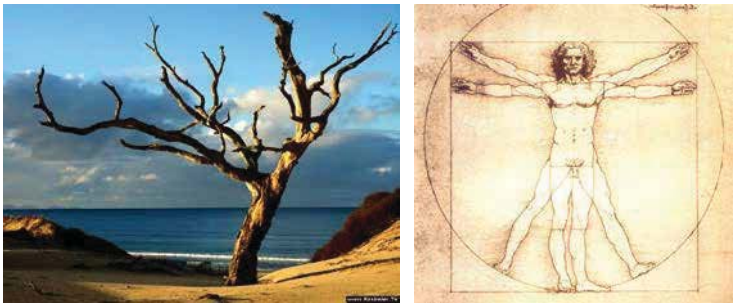
[1] Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Tınaztepe Kampüsü, Doğuş Cad. No:209 Buca İZMİR; Tel: (0232)3018389; kutlug.savasir@deu.edu.tr

[2] Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Tınaztepe Kampüsü, Doğuş Cad. No:209 Buca İZMİR; Tel: (0232)3018449; vefa.orhon@deu.edu.tr

1. GİRİŞ

Konsol kelimesi Fransızca'daki "console" kelimesinden Türkçe'ye geçmiş bir sözcüktür. TDK sözlüğünde “Yalnız bir yanındaki dayanak tarafından taşınan, diğer bölümleri boşlukta olan yatay yapı öğesi [1]” şeklinde tanımlanmaktadır.

İnsanoğlu yeryüzünde yaşamaya başladığından bu güne kadar hep doğayı taklit etmiştir. Eğilmiş bir başak, ağacın uzayan dallar, doğal olaylar sonuca devrilerek boşluğa uzanan taş bloklar, mantar ve insanın yanlara açılmış kolları doğadaki konsol örneklerinden bazılarıdır (Şekil 1).



Şekil 1. Doğadan konsol örnekleri [2,3]

Devlet adamları, ülkedeki önemli kişiler ve zenginler için sıra dışı mimarlık eserlerine sahip olmak bir büyüklük göstergesi sayılmıştır. Mega yapılar olarak tanımlayabileceğimiz dünyanın en yüksek binasına, en uzun asma köprüsüne, en büyük kubbesine ve hatta en uzun konsol yapısına sahip olmak bir egonun tatmininden öte o ülkenin mimarlık camiasında tanıtımına katkıda bulunmaktadır. Ülkenin gelişmişliği ve zenginliğiyle orantılı olarak eldeki yapı malzemeleri, yapım sistemleri ve geliştirilmiş statik analiz yöntemleri sayesinde artık çok büyük açıklıklı konsolların yapımı mümkün olmaktadır.

2. KONSOLLARIN YAPIM SİSTEMLERİ

Mimarlık tarihi boyunca alışılmış ve sıradan örneklere karşı bir başkaldırı ve özgürlük simgesi olarak konsollar, eldeki malzemelere göre geçebildikleri açıklık bakımından sürekli bir atılım içinde olmuştur. Bir ucu boşlukta, diğer

ucu mesnetlenmiş olan konsollarda, eğilme gerilmesi oluşmaktadır. Konsoldaki bu eğilmeye direnmek üzere hem çekme hem de basınç direnci yüksek malzeme kullanılması zorunludur. Dolayısıyla taş, tuğla, kerpiç gibi sadece basınca direnebilen malzemelerin konsol yapımında kullanımı çok küçük açıklıklar dışında mümkün değildir.

Konsolların yapımında kullanılabilen yapı malzemeleri; ahşap, betonarme veya çelik olmak zorundadır. Her üç malzeme de hem basınç hem de çekmeye karşı dirençli olmakla birlikte, görece olarak ahşabın direnci diğerlerinden daha azdır. Ahşap malzeme, tutkallı tabakalı ahşap haline getirilerek güçlendirilebilmesine rağmen büyük açıklık geçen konsollarda tercih edilmemektedir.

Betonarme malzemeyle inşa edilmiş konsollara sahip olan en ünlü yapılardan biri hiç kuşkusuz ki F.R. Wright'ın Şelale Evidir. Modern Mimarlığın öncülerinden biri olan yapıdaki konsol sadece 4,57 metre mesafe geçmektedir (Şekil 2). 2008 yılında Avusturya'da yapımı tamamlanan Liauning Müzesi'de betonarme karkas yapım sistemiyle yapılmış olup üzerinde 13 metrelik bir konsola sahiptir (Şekil 2).

Şekil 2. Şelale Evi [4] Liauning Müzesi [5]

Mesnetlendiği nokta betonarme karkas inşa edilmiş olan ancak kendisi çelik taşıyıcılı olan bir diğer ünlü konsol ise Burj Al-Arab'da yer almaktadır. Her iki tarafa 27 metrelik konsola sahip olan gökyüzü restoranı yerden 200 metre yüksekte bulunmaktadır (Şekil 3). Betonarme karkas inşa edilmiş üç adet blok üzerinde yer alan çelik taşıyıcılı, 67 metrelik konsol gök havuzundan oluşan Marina Bay Sands de Moshe Safdie tarafından tasarlanmış ünlü bir konsol örneğini bünyesinde barındırmaktadır.

Şekil 3. Burj Al Arab'ın Gökyüzü Restoranı [6] ve Marina Bay Sands [7]

Tüm bu ilginç konsol örneklerini, geçtiği açıklıkla geride bırakan yapı, Güney Kore'de inşa edilmiş olan Busan Sinema Merkezi'dir. Busan Sinema Merkezi'ndeki büyük kanopinin, hem mesnet noktasını oluşturan taşıyıcı strüktürü hem de kendisi çelik malzemeyle inşa edilmiş olup 85 metrelik açıklık geçen dünyanın en büyük konsoluna sahiptir.

3. BUSAN SİNEMA MERKEZİ

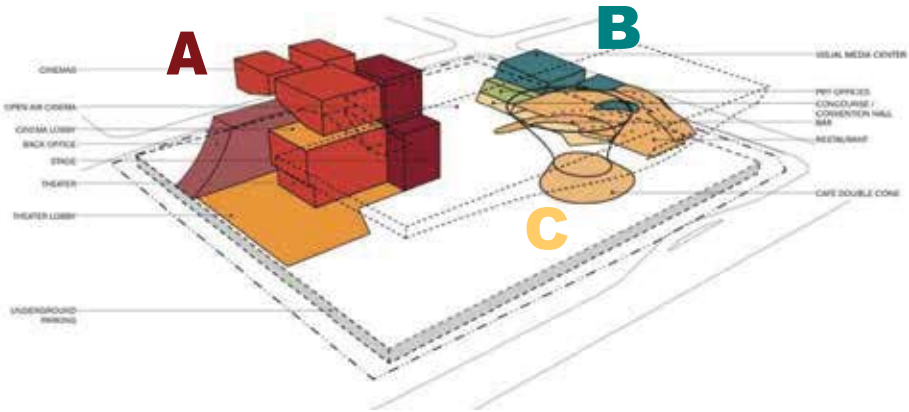
Korece'de hep bir arada film seyretme zevki anlamına gelen "Dureraum" kelimesiyle özdeşleşmiş olan Busan Sinema Merkezi, Güney Kore'nin ikinci büyük şehri olan Busan'da bulunmaktadır. Busan Sinema Merkezi, Uluslararası Busan Film Festivali'nin açılış ve kapanış seremonilerinin de yapıldığı resmi buluşma yeridir. Avusturyalı mimari tasarın firması Coop Himmelb(l)au (Wolf D. Prix, Wolfdieter Dreibholz ve ortakları) tarafından Busan şehrinin simgesi olmak üzere tasarlanan yapı Hanjin Heavy Industries tarafından inşa edilmiştir. 2005 yılında açılan yarışmanın sonucunda 2008 yılında başlanan inşaat, yaklaşık 3 yıl sonra 29 Eylül 2011 tarihinde bitirilmiştir. Merkezin içinde çok amaçlı tiyatro, sinema salonları, açık hava sineması, kamusal meydan ve uluslararası film festival evi yer almaktadır [8] (Tablo 1, Şekil 4).

Tablo 1 Busan Sinema Merkezi'ne ait bilgiler

Yapım Yeri:	Busan, Güney Kore
Mimari Tasarım:	Coop Himmelb(l)au
Fonksiyon:	Sinema ve Tiyatro Merkezi
Yapım Yılı:	2012
Konsolun Uzunluğu:	85 metre
Konsolun Yapım Sistemi:	Üç boyutlu çelik makaslar

Şekil 4 Busan Sinema Merkezi'nin dış görünüşü [9, 8]

Busan Sinema Merkezi, Sinema Dağı (Cine Mountain), BIFF Tepesi (BIFF Hill) ve Çifte Koni (Double Cone) olarak da isimlendirilen üç binadan ve bu binalar arasında yer alan sirkülasyon mekanları ve yarı açık mekanlardan oluşmaktadır [10] (Şekil 5).



Şekil 5. Busan Sinema Merkezi'nin mekanlarının şematik gösterimi. A) Sinema Dağı, B)BIFF Tepesi, C)Çifte Koni [10]

Sinema Dağı olarak adlandırılan bina, merkezdeki ana binadır. Sinema Dağı'nın içerisinde üç katlı ve 1000 koltuk kapasiteli çok amaçlı büyük bir tiyatro mekanı; ikisi küçük (200) biri büyük (400) olan toplam 800 koltuk kapasiteli üç adet sinema salonu ve bu mekanlara ait fuaye, soyunma odaları ve sirkülasyon alanları bulunmaktadır [11] (Şekil 5.A). Bodrum katı otopark olarak kullanılan Sinema Dağı toplamda 10 kattan oluşmaktadır. Bu binanın çatısı düz olup, betonarme karkas yapım sistemi ile inşa edilmiştir. Cepheleri

eğik giydirme cephe sistemi, kompozit paneller ve taş kaplama malzemeleriyle kaplıdır (Şekil 6).

Şekil 6. Sinema Dağı'nın dış görünüşü ve zemin kat fuayeden iç görünüşü [8]

BIFF Tepesi olarak adlandırılan bina; bodrum katta otopark, zemin katta fuaye ve kongre merkezi, 1. katta BIFF'e ait çalışma ofisleri ve 2. katta görsel sanatlar merkezi olmak üzere toplam 4 katlı inşa edilmiştir (Şekil 7). BIFF Tepesi binasının taşıyıcı sistemi betonarme karkas olup kısmen giydirme cephe sistemi ve kısmen de doğal taş malzemeyle kaplı cephelere sahiptir. BIFF Tepesi'nin Sinema Dağı'na bakan cephesi eğimli olarak çözülmüştür. Bu cepheye, bir tepenin yamacı imajı verilmeye çalışılmış ve burası 4.000 kişi kapasiteli açık hava sineması olarak düzenlenmiştir (Şekil 7). Açık hava sinemasının yanları açık olup üstünde kısa kenarı 66 metre, uzun kenarları ise 100 ve 120 metre olan, bir taraftan Sinema Dağı'na, diğer taraftan da BIFF Tepesi'ne mesnetlenmiş eğik bir çatı bulunmaktadır (Şekil 7). "Küçük Çatı" olarak isimlendirilen bu çatının iki mesnet arasında geçtiği mesafe ise yaklaşık 70 metredir. Taşıyıcı sistemi çelik olan çatıda kaplama malzemesi olarak kompozit paneller kullanılmıştır. Çatının toplam ağırlığı 1,236 tondur. Küçük Çatı'nın alt yüzeyinde 18,690 adet LED ışığı kullanılarak görsel etkisi yüksek ışık oyunları yapılmaktadır[8].

Şekil 7. BIFF Tepesi binası ve eğik çatılı açık hava sinemasının görünüşleri [8]

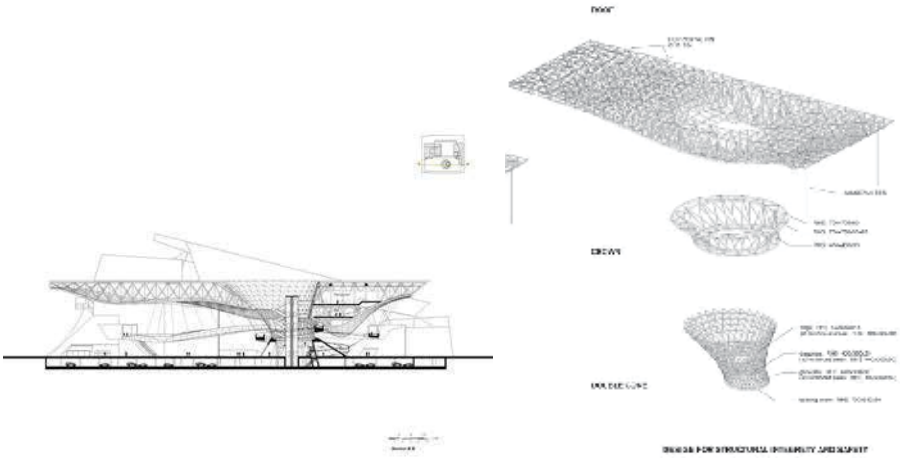
Busan Sinema Merkezi içinde yer alan son kütle, Şekil 5'te "C" harfiyle gösterilen "Çifte Koni" isimli çift eğrilikli kütle ve bu kütlenin üzerinde bulunan kanopi - konsol üst örtüdür. Nehrin karşısından bakıldığında veya ana arterden alana giriş yapıldığında Busan Sinema Merkezi kompleksi içinde karşımıza çıkan ilk kütle, Çifte Koni ve üzerindeki dev üst örtü olup altında büyük bir meydan barındırmaktadır (Şekil 8).

Şekil 8. Meydanın üzerindeki dev kanopi ve onu taşıyan Çifte Koni [8]

Çifte Koni, kum saatine çok benzeyen bir formdadır. Birbirine ters yönde üst üste konumlandırılmış iki koniden oluşmaktadır. Alttaki koni tek katlı olup içinde giriş mekanı, asansörler ve bir adet kafeterya bulunmaktadır. Alt koni, üstteki koniyi ve devasa büyüklükteki kanopinin yüklerini taşıyabilmek ve yükleri zeminde daha büyük bir alana aktarabilmek amacıyla alta doğru genişleyecek şekilde inşa edilmiştir. Ortada bir merkezden çıkan ışınsal betonarme perde duvarlar ve bu perdeleri birbirine bağlayan kasnak şeklindeki betonarme kirişten oluşmaktadır (Şekil 9).

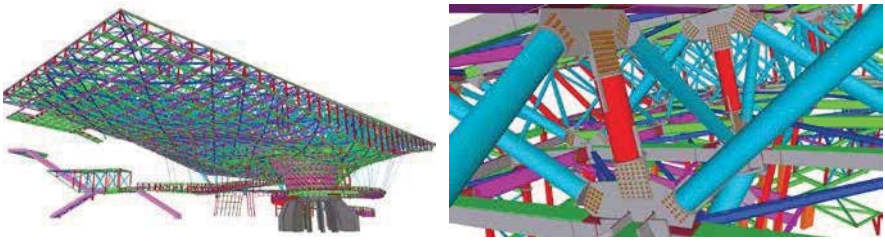
Şekil 9. Betonarme karkas sistemli alt koni ve çelik diagridlerle oluşturulmuş üst koni [9]

Üst koninin içinde mekan bulunmamakta olup yalnızca asansörler ve merdiven bulunmaktadır. Üst koninin görevi iki yana konsol olarak inşa edilmiş olan kanopiyi taşımak ve bunun yanı sıra kanopi içerisinde bulunan mekanlara düşeyde ulaşımı sağlayacak asansör ve merdivenlerin dışarıdan görünmesini engellemektir (Şekil 10). Çift eğrilikli ve eğrilikleri birbirine ters yönde olan yüzeyi nedeniyle doğrusal çelik elemanlarla kolaylıkla inşa edilmiştir (Şekil 9). Eğrisel yüzey, sisteme ekstra dayanım sağlamaktadır. Doğrusal çelik profillerin arasındaki boşluklar ise en dayanıklı geometrik şekil olan üçgenlere bölünmüştür (Şekil 9). Üst koninin kanopiyle bağlantısı için çelik profillerden oluşturulmuş kasnak şeklinde bir ara eleman kullanılmaktadır (Şekil 10).



Şekil 10. Kanopi ve Çifte Koni'den geçen kesit ile Çifte Koni, kasnak ve kanopinin oluşturulma şeması [12]

Çifte Koni'nin taşıdığı kanopi, hem "Dureraum" adı verilen zemin kattaki meydanın üstünü örtmekte hem de içerisinde lobi, bar ve nehir manzaralı bir restoran barındırmaktadır (Şekil 10). Bu kanopiye büyük çatı da denilmektedir. Kanopinin tamamı 60 metre x 163 metre'lik bir alanı kaplamakta olup 6.376 ton ağırlığa sahiptir. Zeminden 21 metre yüksekte bulunan büyük çatının uzun kenarının 85 metrelik kısmı konsol olarak çalışmakta olup 29 Eylül 2011 tarihinde, o güne kadar yapılmış en büyük açıklığa sahip konsol çatısı unvanını alarak Guinness Rekorlar Kitabı'na girmiştir [13]. Büyük çatı, düzlemsel makasların üçüncü boyutta birbirlerine bağlanmasıyla ve tamamen çelik malzemenin kullanılmasıyla elde edilmiştir (Şekil 11).



Şekil 11. Statik açıdan "Büyük Çatı"nın görünüşü ve üç boyutlu çelik makasların bağlantıları [9]

Büyük çatının üst yüzeyi düzlem şeklinde olmasına karşın alt yüzeyi hareket eden bulutlara öykünülerek serbest eğrilikli biçimde tasarlanmıştır. Kullanılan eğriliklerin çatının taşınmasına olan etkileri bilgisayar programları tarafından oluşturulan similasyonlar ile hassas bir şekilde takip edilmiş ve elde edilen en uygun eğrilikler çatının alt yüzeyinde kullanılmıştır (Şekil 11). Böylece yanlış bir eğrilik seçimi sonucu çatının kendi ağırlığı altında sarkma veya eğilme tehlikesi giderilmiştir.

Büyük çatıyı inşa edebilmek için öncelikle Çifte Koni'nin içine bir kule vinç inşa edilmiştir. Ardından Büyük Çatı'nın kısa olan konsol bölümü etap etap yerde birleştirilmiş ve kule vinç yardımıyla yerine kaldırılıp Çifte Koni'ye monte edilmiştir (Şekil 12). Montaj süresi boyunca çatıyı oluşturan ana iskelet, çelik iskeleler yardımıyla alttan desteklenmiştir. Çatının 85 metrelik konsol olan büyük bölümü de yerde birleştirilmiş, ardından hidrolik krikolar yardımıyla kaldırılıp Çifte Koni'yle bütünleştirilmiştir.

Şekil 12. Büyük Çatı'nın yerde birleştirilip yerine kaldırılma süreci [10]

Büyük çatının ağırlığını daha fazla artırmamak için kaplama malzemesi olarak kompozit paneller kullanılmıştır. Çatının alttaki eğrisel yüzeyi ise

görsel bir şölen yaratmak için ledlerle donatılmıştır. Büyük çatı, özellikle geceleri esen rüzgarda uçuyormuş hissi uyandıracak şekilde ışık oyunları yaratmaktadır.

4. SONUÇ

Mimarlık tarihi boyunca tasarımcılar, daima ilginç ve sıra dışı yapılar tasarlama telaşında olmuşlardır. Özgürlüğü ve isyanı temsil eden konsollar ise taş, kerpiç, tuğla ve ahşap gibi geleneksel malzemelerin yetersiz çekme dayanımı nedeniyle uzun yıllar gelişememiştir. 20. yüzyılda önce betonarmenin, ardından da çeliğin yapıda kullanımıyla büyük açıklık geçebilen konsolların yapılarda kullanımı yaygınlaşmıştır. Yeni yapım sistemleri ve bu yapım sistemlerindeki bileşenlerin statik analizinin bilgisayar tarafından yapılabilir olması da yapıların yaygınlaşmasında etkili olmuştur. Büyük konsol yapım yarışında gelinen son nokta Busan Sinema Merkezi'nin büyük çatısıdır.

Busan Sinema Merkezi 85 metrelik konsol çatısıyla Guinness Rekorlar Kitabı'na, 29 Eylül 2011 tarihine kadar inşa edilmiş en büyük açıklığa sahip konsol çatı unvanıyla geçmiştir. Bu unvan sonrası yapı, Güney Kore'nin ikinci büyük şehri olan Busan'ın simgesi halini almıştır. Güney Kore'nin yapım teknolojisinde ne denli ilerlediğinin bir göstergesi durumuna gelen yapı, kendisiyle ilk kez karşılaşan ziyaretçileri geçtiği açıklıkla şaşırtmakta ve onlara özellikle geceleri görsel bir şölen sunmaktadır. Tamamen üç boyutlu çelik makaslardan oluşan üst örtü, çifte koni olarak adlandırılan düşey taşıyıcılar üzerinde durmaktadır. Bu haliyle 21. yüzyılda mimarlık tarihindeki yerini almıştır. Sadece betonarme yada betonarme ve çelik karma olarak tasarlanmış yapılardaki konsol uzunlukları karşılaştırıldığında tümüne karşı bir üstünlüğe sahiptir.

KAYNAKLAR

[1] Konsol, (b.t.) 13 Mart 2015, http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_gts&arama=gts&guid=TDK.GTS.552bfb638d6c09.76752074
[2] Konsol, (b.t.) 13 Mart 2015, http://www.resimler.tv/resim4521.htm
[3] Konsol, (b.t.) 13 Mart 2015, http://www.drawingsofleonardo.org/images/vitruvian.jpg
[4] Falling Water, (b.t.) 13 Mart6 2015, http://www.fallingwater.org/
[5] Liaunig Museum, (b.t.) 14 Mart 2015, http://upload.wikimedia.org/wikipedia/

commons/f/fe/Neuhaus_Museum_Liaunig_01012011_242.jpg
[6] Burj Al Arab, (b.t.) 15 Mart 2015, http://www.panoramio.com/photo_explorer#view=photo&position=208&with_photo_id=18463342&order=date_desc&user=2438136
[7] Marina Bay Sands, (b.t.) 15 Mart 2015, http://www.lacoquetteitalienne.com/singapore-garden-city-marina-bay/marina-bay-sands-singapore-4/#lightbox/0/
[8] Busan Cinema Center, (b.t.) 1 Mart 2015, http://www.coop-himmelblau.at/architecture/projects/busan-cinema-center
[9] Tekla, (b.t.), 17 Mart 2015, http://www.tekla.com/sg/references/busan-cinema-center
[10] Busan Cinema Center, (b.t.) 15 Mart 2015, http://designalmic.com/busan-cinema-center-busan-international-film-coop-himmelblau/busan-cinema-center-busan-international-film-by-coop-himmelblau-render-02/
[11] Kevin, E.D., (2012). Proposed Cinema Center, AWKA, Nnamadi Azikiwe University, Nigeria.
[12] Busan Sinema Merkezi, (b.t.) 10 Mart 2015, Cenhttp://www.mimdap.org/?p=138737
[13] Busan Cinema Center Guinness, (b.t.) 5 Mart 2015, http://www.coop-himmelblau.at/architecture/news/guinness-world-record-for-busan-cinema-center/

Yüksek yapılarda çekirdek geometrisinin taşıyıcı sisteme etkisi

TAMRAZ KAZIMOV[1]*, ASENA SOYLUK[2]

ÖZET

Yapılan çalışmada ilk önce yüksek yapıların tanımlara ve yönetmeliklere göre ne olduğu açıklanmıştır. Standartlara göre uluslararası bir tanımın var olup olmaması araştırılmıştır. Yüksek ve bir de çok yüksek kavramlarını bir birinden ayıran özellikleri incelenmiştir. Yüksek yapılarda farklı formlarda taşıyıcı sistemler kullanılmaktadır. Bu taşıyıcı sistemler incelenerek açıklanmıştır. Yüksek yapılarda en önemli unsurlardan birisi de çekirdektir. Çekirdeklerin yapıdaki konumları ve onların tasarım geometrileri çok önemlidir. Bunlar da incelenerek çekirdek geometrilerinin taşıyıcı sisteme olan etkileri gösterilmiştir. Günümüzde mimarlar da tasarım serbestliği açısından çekirdekleri planda farklı şekilde oluşturup yerleştirmekteler. Burada önemli olan çekirdek formlarının burulma oluşturmaması, ağırlık ve rijitlik merkezlerinin üst-üste düşmesine dikkat edilmesidir. Böyle bir çalışmanın yüksek yapılarda hem çekirdek tasarım serbestliyi hem de taşıyıcı sisteme olan etkileri bir arada göz önünde bulundurularak tasarlanırsa daha iyi sonuçlar çıkaracağı düşünülmektedir.

Anahtar Sözcükler: Yüksek yapı, taşıyıcı sistem, çekirdek geometrisi

[1] Gazi Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Tel: (507) 628 49 87 yusuf_tamo@hotmail.com

[2] Gazi Üniversitesi, Mühendis-Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Celal Bayar Bulvarı, Maltepe Ankara Tel: (312) 582 36 30 Faks: (312) 230 84 34 asenad@gazi.edu.tr

1. GİRİŞ

Tarihsel süreç içinde yüksek yapılar ilk olarak anıtsal ve dini yapılarla başlamış ve gelişmiş, daha sonra çağdaş sistemlerin gelişimi ile kendine özgü yerini bulmuştur. En eski yüksek yapı Mısır'da 147 m yüksekliğindeki Keops Piramidi'dir. Bu yapı yaklaşık 4500 yıl boyunca dünyanın en yüksek yapısı olma özelliğini korumuştur. XVI. yüzyıl ortalarında ise İngiltere, Fransa ve Almanya'da 160 m'ye varan kuleleri olan katedraller yapılmıştır. Yüksek yapılar Afrika, Asya ve Avrupa'da ortaya çıkmış olmasına rağmen asıl gelişimleri Amerika'da olmuştur [1].

XXI yüzyılda dünyanın birçok ülkelerinde yüksek yapılar inşa edilmeye başlamıştır. Genel açıdan baktığımız zaman gökdelen inşalarının biraz da ülkeler arasında rekabet oluşturduğunu ve bir güç göstergesi haline geldiğini görmekteyiz. Bu rekabet ve başka sebepler taşıyıcı sistem ve teknolojinin gelişimine sebep olmaktadır, bu gelişimler de yüksek yapıların hem yüksekliğinin artmasına hem de değişik formlarda tasarlanabilmesine imkânlar sağlamaktadır. Dünyanın birçok yerinde de bu yüksek yapıların dinamik ve ritmik artımını görmekteyiz. Bu yükseklik artışı önümüzdeki yıllarda daha da artacaktır.

2. TANIMLARA GÖRE YÜKSEK YAPI NEDİR

Yüksekliği tanımlamak ve anlatmak güç bir iştir. Ancak dış görünüş olarak yükseklik, algılanabilir bir kavramdır. Bir katlı bir bina yanında beş katlı bir bina, yüksek bir bina olarak görülebilir. Avrupa'da yirmi katlı bina, "yüksek" olarak tanımlanabilir. Ancak, bir kasabaya göre altı katlı bir bina, yüksek bir binadır [2].

Bir bina genellikle duvarlardan döşemelerden ve çatılardan oluşan bir yapıdır. Zamanla gelişimler nedeniyle binalar farklı yüksekliklerde inşa edilmeğe başladı. En belirgin yüksek binalar çoğu ülkelerde "çok katlı binalar", İngiltere ve bazı Avrupa ülkelerindeyse "kule bloklar" diye adlandırılır. Fakat tam olarak yüksek yapıların uluslararası belirli bir tanımı yoktur. Bu konuda fikir ve terimler bölgeler ve ülkelere göre değişir.

2.1. Yönetmeliklere Göre Yüksek Yapı Tanımı

Her ülke bu konuyu kendi ülkesinin bölgesel yapısına, kentsel ritmik davranışına, mimarisine ve standartlarına göre tanımlıyor. Bu yüzden

uluslararası standart olarak ortak bir terim oluşamamıştır. Birkaç ülkenin yüksek yapı hakkındaki tanımlarını aşağıda örnek olarak gösterebiliriz:

- "Emporis"e göre: Bir yüksek katlı bina yüksekliği 35-100 m arasında olan bir yapıdır. Yüksekliği bilinen ya da bilinmeyen olsun en az 12 katlı olan bir yapı yüksek yapı sayılır veya kat sayısı 40 tan az olan bir bina yine de yüksek katlı bir yapıdır [3].
- Türkiye: "Türkiye'de imar yönetmeliklerinde 10 kat veya daha çok katlı bina, yüksek bina kabul edilir" [4].
  Son kat tavan döşeme kotu 30.80 metreyi ve/veya bodrum kat dâhil olmak üzere toplam kat adedi 13'ü aşan (13 kat hariç) yapılar Yüksek Yapı olarak kabul edilir [5].
- Bazı Avrupa ülkelere göre de yüksek katlı bina toplam yüksekliği 36m den fazla ya da 12 kattan fazla olan yapılara denir.

3. YÜKSEK VE ÇOK YÜKSEK YAPILAR

Yapılar yükseklik farkına göre yüksek yapı ve çok yüksek yapı diye sınıflandırılır. Yukarıda da belirttiğimiz gibi belirli ölçüde yüksekliği olan veya kat sayısına göre değerlendirilen yapılara yüksek yapılar denir. Yani sayısal olarak belirtmemiz gerekirse ortalama 12-25 kat arasında olan veya yüksekliği 35-75 m aralığında olan binalar yüksek katlı binalar sınıfına dâhil olurlar.

Gökdelen olarak isimlendirilen çok yüksek yapılar, yüksekliği çevresindeki yapılardan belirgin bir şekilde yüksek olan binalardır. 19. yy'in sonlarında A.B.D.'de yapılmaya başlanan, çevresindekilere göre önemli ölçüde yüksek ilk binalar, 'Skyscraper (Gökdelen)' diye adlandırılmıştır. 'Skyscraper' deyimi yerine Fransızca'da 'Gratte-Ciel (Gökdelen)', Almanca'da 'Hochhaus (Gökdelen)' ve "Wolkonkratzer" deyimleri kullanılmıştır. İngilizce'de ise 'Tall Building', 'High Rise Building' deyimleri kullanılmaktadır [6].

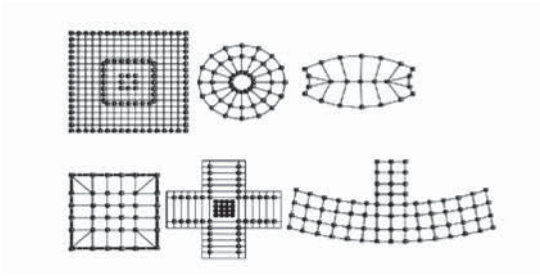
Birleşik Devletler'de yüksek binaların diğer deyişle gökdelenlerin (Skyscraper) en düşük yüksekliği 153 m olarak kabul edilmektedir. Gökdelen kelimesi gemicilikte geminin en uzun direğine verilen isimdir. 305 m'den daha yüksek binalara İngilizce'de "Supertall" isminin verildiğini görüyoruz. Yüksek binalar genellikle büro, konut, otel, amaçlı olarak kullanılmaktadır. Yüksek binaların çevre ile iletişimleri önemlidir. Yüksek binaların analiz ve tasarımında özel yöntemler kullanılması gerekmektedir [7].

4. YÜKSEK YAPILARDA TAŞIYICI SİSTEM

Yüksek yapılarda taşıyıcı sistemler kullanılan malzeme, yapı yüksekliği, kat adedi ve yapının işlevine göre çeşitlilik gösterebilir. Yüksek yapılara etki eden yatay ve düşey kuvvetlerin aktarılmasında kullanılan taşıyıcı sistem tipleri **çerçeve sistem, perde duvarlı sistem, çerçeve ve perde duvarlı sistem, çekirdek sistem, tübüler sistem** olarak sınıflandırılabilir. Öncelikle taşıyıcı sistemlerin teknik özellikleri hakkında bilgi verilerek taşıyıcı sistemlerin bina tasarımına etkileri değerlendirilmiştir. Ayrıca bu bölümde farklı strüktür çeşitleri için cephe alternatifleri belirtilip kısıtlardan bahsedilmiştir.

4.1. Çerçeve Sistem

Yüksek yapılarda çerçeve sistemler yaygın olarak rijit bağlantılarla oluşturulmuş düşey kolon ve yatay kirişlerden meydana gelir. Betonarme ve çelik malzemenin kullanılabildiği bu taşıyıcı sistemlerin yatay yüklere karşı sağlamlığı, bağlantı noktalarının rijitliğine bağlıdır. Çerçeve sistemin başlıca avantajı planlamada pencere, kapı gibi boşluklarının düzenlenmesinde serbestlik sağlamasıdır. Çerçeve sistemler, hesaplama yöntemleri açısından düzlemsel çerçeveler ve uzaysal çerçevelerdir. Düzlemsel çerçeveler, aynı düşey düzlem içindeki kolon ve kirişlerden oluşan taşıyıcı sistemlerdir. Uzaysal çerçeveler, birbirine paralel olan ve yatay kirişlerle birleştirilen çok sayıdaki düzlemsel çerçeveden oluşan taşıyıcı sistemlerdir [8]. Aşağıda çerçeve sistem örneklerinden birkaçı örnek olarak (Şekil 1) gösterilmiştir.

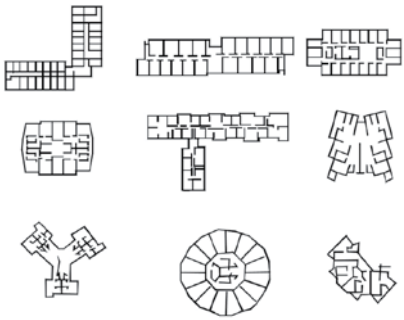


Şekil 1. Çerçeve sistem yapı örnekleri [1, 9].

4.2. Perde Duvarlı Sistem.

Belirli bir yapı yüksekliğinden sonra (8–10 kat), çerçeve sistemler yatay yüklerin taşınmasında yetersiz kalır. Bu durumda, yapı içinde yapılacak sabit bölmeler düşey ve yatay yüklere karşı koyacak şekilde düzenlenerek "perde duvarlar" oluşturulur. Perdeler düzlem duvar, kafes kiriş şeklinde oluşturulan duvar, asansör, merdiven ve iç çekirdek çevre duvarlarını kapsar. Genellikle yüzey alanının boş yüzey alanına oranla kısıtlı olduğu düşey sistemlerdir. Bu sistemlerde boş yüzey alanının tüm yüzey alanına oranı % 60' in altında olamaz. Bu oranın düşmesi durumunda, perde duvarlı sistem çerçeve veya tübüler çerçeve sistemlere benzer davranmaya başlar [9].

Perde duvarlı bir yapının taşıyıcı sistemini çeşitli doğrultularda birbirlerine paralel, yatay yüklere karşı yeterli bir rijitlik sağlayan ve aynı zamanda düşey yük de taşıyan perdeler oluşturur. Kendi düzlemleri içindeki stabilitelerini asansör ve merdiven boşlukları çerçevesine konulan çekirdekler veya diğer perde duvarlar sağlarlar [10]. Aşağıda perde duvarlı sistem örneklerinden birkaçı örnek olarak (Şekil 2) gösterilmiştir.

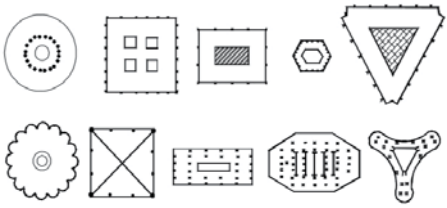


Şekil 2. Perde duvarlı sistem yapı örnekleri [8].

4.3. Çerçeve ve Perde Duvarlı Sistem.

Yalnızca çerçevelerle oluşturulan çok katlı yapılarda yapı yüksekliği arttıkça özellikle alt katlarda kolon kesitleri, yalnızca perdelerden oluşan yüksek yapılarda ise yükseklik artıkça tüm elemanların kesitleri çok büyümektedir. Bunun temel nedeni, elemanların artan yapı yükseklikleri boyunca yatay yükleri karşılamada yetersiz kalmalarıdır. Bu nedenle perde ve çerçeve sistemler birlikte kullanılarak perdelerin büyük rijitliklerinden doğan yetersiz süneklik oranları, binaya çerçevelerin eklenmesiyle taşıyıcı sistemde rasyonellik elde edilmiş olunur. Perdeli ve çerçeveli sistemler genellikle 40–60 kat yükseklikler için uygundur; ancak deprem etkisi altındaki bölgelerde bu kat adetleri çok daha düsüktür [11].

Rijit çerçeve sistemlerin 30 katın üzerindeki yapılarda tek başına kullanılması uygun olmaz ve yapı içinde yatay yükleri karşılayacak perde duvarlar düzenlenir. Perde duvarı betonarme perde ya da çelik kafes kirişler şeklindedir. Bunlar merdiven etrafında kapalı bir çekirdek, yapı içerisinde paralel duvarlar ya da düşey cephe kafesleri şeklinde olabilir [12]. Aşağıda çerçeve ve perde duvarlı sistem örneklerinden birkaçı örnek olarak (Şekil 3) gösterilmiştir.



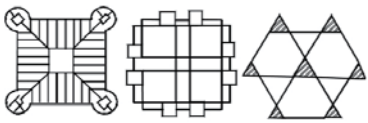
Şekil 3. Çerçeve ve perde duvarlı sistem yapı örnekleri [9].

4.4. Çekirdekli Sistem.

"Çekirdekler perdelerin birleşmesiyle oluşan düşey taşıyıcı elemanlardır" [16].

Çekirdek, İngilizce "core", Almanca "kern" diye adlandırılır. Özetle, düşey sirkülâsyon unsurları, tuvaletler, kat ofisi, kat temizlik odaları, tesisat şaftları ve ışıklıkları içeren ve yatay sirkülasyonun gerçekleşmesine etken olan, bakım kolaylığı nedeniyle bir araya getirilmiş bina öğesidir [13].

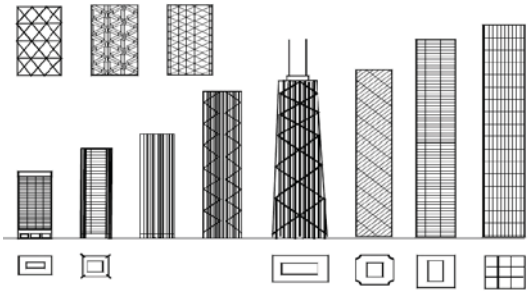
Çekirdek sistemin başlıca özelliği binanın genel taşıyıcı sistemi içerisindeki konumunu belirlemektir. Çekirdekler bu yönleri ile temel işlevsel alanlara hizmet eden mekânlar bütünü olarak da tanımlanabilir. Aşağıda çerçeve ve perde duvarlı sistem örneklerinden birkaçı örnek olarak (Şekil 4) gösterilmiştir.



Şekil 4. Çekirdek sistem yapı örnekleri [1].

4.5. Tübüler Sistem.

Taşıyıcı sistem tasarımında en son gelişme Fazlur Khan'ın ortaya koyduğu tübüler sistem kavramıdır. Tübüler sistemde döşemenin her m²'sinde kullanılan yapı malzemesi miktarı yan büyüklüğündeki geleneksel çerçeve yapılarla kıyaslanabilir. Tübüler tasarımda, cephe elemanının yerden konsol çıkan kapak boş bir kutu kiriş gibi yatay yüklere karşı koyduğu varsayıdır. Dış duvarlar rüzgâr yükünün tümünü ya da çoğunu karşıladığı için yapı içindeki diyagonal çaprazlamalara ve kesme duvarlarına gerek kalmaz. Tüp, yapı çevresinde sık aralıklı kolonlarla oluşturulur. Bu cephe strüktürü delikli bir duvar görünümündedir. Tübün rijitliği çok fazladır ve konsol kirişe benzer bir şekilde yatay yüklere karşı koyar [12].



Şekil 5. Tübüler sistem yapı örnekleri [9].

Çerçeveli Tüp: Çerçeveli tüp sistemde, cephedeki çerçeve az aralıklı kolon tasarımıyla güçlendirilir, oranları doğru olarak tespit edilir ve bu çerçeveler bina çevresinde devamlılık gösterirse, çerçeve sistem zeminde bir konsol kiriş gibi çalışan çerçeveli tüpe dönüşür. Çerçeveli tüp etkinliği, cephedeki kesme çerçevesindeki ötelenme etkisinin tüm sisteme etkisiyle ortaya çıkar. Tüp sistem tasarımı, bu etkinin % 25'in altına indirgenmesini sağlar. Çünkü bu çerçeveler rüzgar kuvvetlerine tek başlarına değil, tüm bina cephesiyle karşı koyar [2].

Kafesli Tüp: Tübüler kavramının gelişmeye başladığı 1960'1ı yılları takip eden dönemde, çerçeveli tüp sisteminin cevap veremeyeceği şekilde bina yüksekliklerinde artış olmuştur. Bu durumda çerçeveli tüpün etkin olarak bu yüksekliklere adapte edilmesi sonucu kafes tüp kavramı ortaya çıkmıştır [18].

Modüler (Demet) Tüpler: Modüler tüp kavramının strüktürel prensibi olarak, iç kolon dizilerinin ve kirişlerinin bina içinde bir ağ gibi davranarak, kesme kuvvetlerine karşı dev bir konsol kiriş gibi davranması gösterilebilir. Modüler tüp sistem, cephe çerçeveli tüplerin sağlamlığını iç çerçeveleri ve diğer özellikleriyle yapının tümüne yayar [2].

5. ÇEKİRDEK GEOMETRİSİ.

Çekirdek, İngilizce "core", Almanca "kern" diye adlandırılır. Özetle, düşey sirkülâsyon unsurları, tuvaletler, kat ofisi, kat temizlik odaları, tesisat şaftları ve ışıklıkları içeren ve yatay sirkülasyonun gerçekleşmesine etken olan, bakım kolaylığı nedeniyle bir araya getirilmiş bina öğesidir [13].

Yükseklik artışıyla taşıyıcı sisteme çekirdekde eklenmektedir. Yüksek apartman binalarında perde duvarların daha kolay kullanımı (mekân bölünmesinin fazla sakınca yaratmaması) dolayısıyla, perde duvarlarla oluşturulan kutu çekirdeklerin kullanılması ve çekirdeklerin merkezde yer alması mümkün olmaktadır. Perde duvarlardan oluşan hücreler yan yana ve üst üste gelerek mekânları oluşturmaktadır [2].

5.1. Yüksek Yapılarda Çekirdeğin Plan Geometrisine Etkisi.

Çok katlı yüksek bir yapının tipik kat planı; **çevre, iç kısım** ve **çekirdek** bölgelerinden oluşmaktadır. **Çevre bölge;** pencere duvarından çekirdeğe doğru yaklaşık üç planlama modülü derinliğinde olarak tanımlanmaktadır. **İç bölge**, çevre bölge ile herkese açık koridorlar arasında kalan bölgedir. **Çekirdek bölgesi** ise, asansörlerin yer aldığı ve bu asansörlerin önlerindeki bekleme ve geçiş alanlarının oluşturduğu bölgedir [2].

Çok katlı yüksek yapılarda arazinin büyüklüğü ve biçimi, yasal sınırlamalar, yapı yüksekliği, yapı formu, yapı fonsiyonu ve bina programı, yapı taşıyıcı sistemi, yapı çekirdeğinin konumu, yapının sirkulasyon sistemi plan geometrisini etkileyen faktörlerdir [2].

5.2. Yüksek Yapılarda Çekirdek Konumlandırılması.

Çok katlı yüksek yapılarda çekirdekler asansör, merdiven gibi düşey ulaşım elemanları ve bu elemanlarla ilgili mekanik gereçleri; havalandırma için gerekli şaftlar ve elektrik kablolarının yer aldığı donanım elemanlarının

düşeydeki bağlantısını; tuvaletler, duş gibi ıslak hacim ve servis bölümlerini içine alan hacimlerdir [2].

Yüksek yapılarda çekirdeğin formu ve yeri hakkında bir standart ve sınırlama yoktur. Farklı yerde ve farklı şekilde ola bilirler. Burada önemli olan, düşey elemanların yerini bina tasarlanırken bina için en uygun ve doğru şekilde yerleştirmektir.

Çekirdeğin önemli özellikleri aşağıdaki gibi sıralanabilir: [15]
Çekirdeğin yeri: İç, çeper yâda dış
Çekirdeğin biçimi: Açık, kapalı
Çekirdek sayısı: Tek, birden fazla
Çekirdeklerin düzenlenmesi: Simetrik, asimetrik
Çekirdek – bina geometrisi ilişkisi: Aynı yâda farklı formda

5.3. Çekirdeğin Kat Planındaki Konumu.

a. Çeper yâda uç çekirdekler.
Planda, dış sınırı değiştirmeksizin, kenarlarda yer alır. Kat planı içindeki yerine göre orta ve uç çekirdek ayrımı yapılmaktadır. Çeper çekirdek hem noktasal hem de dilim planlı yapılar için uygun olabilmektedir. Çekirdek alanının kat planı içindeki yerine göre, orta çekirdek, uç çekirdek ayrımı yapılmaktadır [16].

b. İç çekirdekler.
Genelde bu çekirdek geometrileri yapı plan geometrisi ile benzerlik taşımaktadır. Konumları iç mekanda yerleşmesi itibariyle bu geometri şeklinin çevresini kullanım alanları oluşturmaktadır. Yapı planının dış hatları çekirdek hatlarina paralel olmaktadır.

c. Köşe çekirdekler.
Bina çeperlerinin dışında ise dış; planın sınırlarını değiştirmeksizin dış kenarlarda yer alıyorsa uç çekirdek grubuna girer [2].

d. Dış çekirdekler.
Çeper çekirdeklerinden farklı olarak yerleştirildikleri kısımlarda, plan dış çizgisi değişir. Dışta oluşu, yapım masrafını arttırır. Dış çekirdekler kullanım alanlarıyla, ince bir bağlantı ile birleştirilmektedir [2].

5.4. Servis Çekirdeği.

Tanaçan, L. (1989) servis çekirdeğini şu şekilde tanımlamıştır:
"Yüksek yapılarda çekirdekler, asansör, merdiven gibi düşey ulaşım elemanları ile mekanik gereçler, havalandırma için gerekli şaftlar ve elektrik kablolarının yer aldığı hacimlerdir. Ek olarak çekirdeklerde tuvaletler, duş ve genel kullanım amaçlı koridorlar da yer alır" [14].

Başka bir tanıma göre de:
"Çekirdekler perdelerin birleşmesiyle oluşan düşey taşıyıcı elemanlardır" [16].

Görüleceği üzere bu tanımlar çekirdeğin temel işlevsel özelliklerini ve binanın genel taşıyıcı sistemi içerisindeki konumunu belirtmektedirler. Bu boyutları ile servis çekirdekleri temel işlevsel mekânlara servis veren mekânlar bütünü olarak da tanımlanabilirler [13].

Servis çekirdeği tipik olarak düşey sirkülasyon araçları, sıhhi tesisat donanım araçları, teknik servis araçları bölümlerinden oluşmaktadır.

5.5. Çekirdek Geometrisinin Taşıyıcı Sisteme ve Tasarıma Etki Eden Faktörleri.

Özellikle yüksek binalardaki servis çekirdeği, yerçekimine karşı yük dayanıklılığı ve yanal yük dayanıklılığını sağlayan önemli bir yapısal unsurdur. Yapıya rijitlik kazandırır. Binanın yüksekliği arttıkça yanal yüklere karşı dayanımı da önem kazanmaktadır. Bu nedenle servis çekirdeği, çekirdeğin düzenlenmesi ve onun strüktürel karakteri son derece önemlidir. Servis çekirdeğinin ikinci önemli fonksiyonu; binanın, düşey sirkülâsyon ve tesisat şaftlarını kapsayan hizmet gereksinimini karşılamasıdır. Bu amaçla tesisat en kısa yoldan katlara dağıtılmalıdır [17].

Yüksek yapılara etki eden bir diğer faktör de ekonomidir. Binanın maliyetinden başka önemli olan unsurlara da dikkat edilmelidir. İşletime verilecek alanlar, bakım ve onarım masrafları, diğer giderler vb. yapı ekonomisine büyük etki göstermektedir.

6. SONUÇ

Yüksek yapıların tarihine baktığımız zaman bu yapıların toplumun inanc temelini simgeleyerek ortaya çıktığını görmekteyiz. Bu tür yapıların inşaatı ilerledikçe dünyada yaygınlaşmaya başlamıştır ve bu yaygınlaşma rekabet haline gelmiştir ki, bu da yüksek yapıların dini ritüeller dışında farklı amaçlar için kullanılmasına ortam sağlamıştır. Sanayi Devrimi'nden sonra yeni malzemelerin üretilmesi bu tür yapıların daha yükseklere ulaşılmasına imkan sağlamıştır. Bu gelişimlerin paralelinde rekabet yinede varlığını korumaktadır. Artık rekabetler sonucu günümüzde "gökdelen" dediğimiz binalar yapılmaktadır. Çekirdekler ilk başlarda üçken, elips, kare vb. sade şekillerde tasarlanarak planın merkezinde konumlandırılmaktaydı. Fakat günümüzde mimarlar tasarım serbestliyi açısından çekirdekleri daha farklı geometrilerde ve planın değişik noktalarında kullanmaya başladılar. Yalnız bu tasarımın bazen yapılan binalarda burulmalara ve başka sorunlara neden olduğundan bu tasarım serbestliyinin sınırlı olması gerekmektedir. Çünkü binanın ağırlık ve rijitlik merkezlerinin bir noktada birleşmesi binanın dayanıklı olması açısından çok önemlidir. Bu nedenle yüksek yapı projeleri hazırlanırken çekirdeklerin plana daha uygun sade geometriler şeklinde tasarlanması binanın burulma ve bu gibi başka sorunlar ortaya çıkmasını önleyecektir.

TEŞEKKÜR

Çalışmalarımın gelişiminde değerli bilgi ve deneyimiyle katkıda bulunan, yönlendiren danışmanım Öğr. Gr. Asena SOYLUK'a ve tüm yaşantım boyunca başarıya ulaşmamda maddi ve manevi her türlü desteklerini her zaman yanımda hissettiğim sevgili annem Gülsenem KAZIMOVA'ya ve babam Hankerem KAZIMOV'a şükran ve teşekkürlerimi sunuyorum.

KAYNAKLAR

[1] Beyazoğlu, T. L., (1997). *Yüksek binalarda tübüler taşıyıcı sistemler ve uygulama örnekleri*. İstanbul.
[2] Kırkan, H. (2005). *Çok Katlı Yüksek Yapıların Tasarımına Etki Eden Faktörlerin İrdelenmesi*. İzmir.
[3] www.emporis.com
[4] Temur, (3 Temmuz 2008), *Çok Katlı Yüksek Yapı Tasarımında Gelişme*, İÜ, İstanbul, s.2.
[5] İzmir Büyükşehir Belediyesi, Yönetmelikler, Yüksek Yapı Yönetmeliği. *https://www.izmir.bel.tr/YuklenenDosyalar/Dokumanlar/23.12.2013%2014_31_05_yuksekYapi.pdf*
[6] Öke, A.(1989). *Dünyada ve Türkiye'de yüksek binaların gelişmesi*, Yapı Dergisi, (89), s. 38-39.
[7] Y.Doç.Dr. Erdal Coşkun, İnşaat Yüksek Mühendisi, (5.8.2006) *Yüksek Binaların Gelişimi ve Tasarım İlkeleri*, TC İKÜ, s.3, 5, 7.
[8] Karakaya, A. (2000) *Çok katlı yüksek yapılarda taşıyıcı sistemler ve taşıyıcı sistem bileşenlerinin yapım yöntemleri açısından değerlendirilmesi*, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
[9] Mucur, A. (1994) *İstanbulda'ki yüksek yapıların taşıyıcı sistem açısından analizi*, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
[10] Döndüren M.S. (2003), *Planda değişik geometriye sahip çok katlı betonarme yapıların zaman- tanım aralığında dinamik analizi,* YL Tezi, Selçuk Ü. Konya.
[11] Soyluk, A. Harmankaya, Z.(15 -16 Nisan 2010) *Yüksek yapılarda taşıyıcı sistem ve cephe etkileşimi,* 5. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu DEÜ Buca – İzmir.
[12] Yılmaz, F. (1998) *Yüksek binalarda taşıyıcı sistem etkinliği*, İTÜ, İstanbul.
[13] Demirtaş B, (2007) *Yüksek Binlarda Servis Çekirdekleri ve Düşey Sirkülasyon Sistemleri Tasarımı*, Gazi Üniversitesi Yüksek lisans tezi, Ankara.
[14] Tanaçan, L., Coşkun, E. (1989), *Yüksek Yapıların Tasarım Sorunları*, Yüksek Yapılar 1. Ulusal Sempozyumu, İ.T.Ü., İstanbul, 292-289.
[15] Özgen, A., (1989-c), *Çok Katlı Binaların Taşıyıcı Sisteminde Çekirdeklerin Düzenlenmesi*, Yüksek Binalar I. Ulusal Sempozyumu, 1. Baskı, İstanbul: İTÜ
[16] Özgen, A., Sev A. (2000), "*Çok Katlı Yüksek Yapılarda Taşıyıcı Sistemler*" Birsen Yayınevi, 136-152, İstanbul.
[17] Şeker Y.A., Kaplan H., Özşahin Ş.L., Yüksek Binalar ve Kullanılan Çekirdek Sistemler, Gazi Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, M463 Yüksek Binalarda Taşıyısı Sistemler Dersi 2014.
[18] Beedle, L.S., Rıce, D.B. (1995), Structural Systems for Tall Buildings, Council on Tall Buildings and Urban Habitat Committee 3, NY: McGraw-Hill, Inc.

Türkiye'de yapı üretiminde tasarım, denetim ve uygulama süreçlerindeki eksiklik ve koordinasyon yetersizliğinin üretim kalitesine yansımaları

GÜLDEN GÜMÜŞBURUN AYALP[1]*, MEHMET EMİN ÖCAL[2]

ÖZET

İnşaat projelerinde yürütülen çalışmaları genel olarak tasarım, denetim ve uygulama olmak üzere üç ana süreçten oluştuğunu söylemek mümkündür. Süreçlerin herhangi birindeki eksiklik ya da yetersizlik üretim kalitesine olumsuz yansımaktadır. Bu nedenle, bu çalışmada, tasarım, denetim ve uygulama süreçlerinde yürütülen çalışmalardaki yetersizliklerin yapı üretimine nasıl yansımakta olduğunun belirlenmesiyle ilgili bir araştırma yapılmıştır. Bu kapsamda mimarlar, yapı denetim firmaları ve taşeronların görüşlerine başvurarak uygulama içinden veri toplanması amacıyla aynı hedefe yönelik olarak her üç grup için üç farklı içerikte anket hazırlanarak taraflara uygulanmıştır. Mimarlardan 354 adet, yapı denetim firmalarından 351 adet ve taşeronlardan (altyüklenicilerden) 485 adet anket toplanmıştır. Analizler sonucunda; mimari projelerin yeterince detay içermediği, detay içermeyen projelerin uygulama aşamasında tereddütlere neden olduğu, yapı projeleri arasında uyumsuzluklara sıklıkla rastlandığı; yapı denetim firmalarının proje denetimi ve uygulama süreçlerinde etkin denetim yapmadıkları/yapamadıkları; bu durumların taşeronların proje dışı uygulama yapmalarına zemin hazırladığı ve sonuçta sektörde çeşitli sorunlara kaynaklık eden davranış hataları ile ilgili sonuçlara ulaşılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Mimari tasarım, yapı denetimi, proje yönetimi.

[1] Zirve Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Gaziantep; Tel: (0342)2116666; gldngumusburun@hotmail.com

[2] Osmaniye Korkut Ata Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Osmaniye; Tel: (0328)8271000; meocal47@gmail.com

1. GİRİŞ

Yapı üretimi, mimarlık ve mühendisliğin tüm alanlarının katkısını gerektiren ve dolayısıyla disiplinler arası işbirliği ile gerçekleştirilen emek yoğun bir üretim şeklidir. Bu durum, yapı üretiminin her aşamasında yürütülen işlerin eksiksiz yapılması yanında çalışmaların bir koordinasyon içinde gerçekleştirilmesini de zorunlu kılmaktadır.

İnşaat projelerinde yürütülen çalışmaları genel olarak tasarım, denetim ve uygulama olmak üzere üç ana süreçten oluştuğunu söylemek mümkündür. Bu süreçlerinden herhangi birindeki eksiklik ya da yetersizlik üretim kalitesine olumsuz yansımaktadır. Halen sıkça gündeme getirildiği gibi ülkemizde söz konusu üç süreçte gerçekleştirilen ve yapı kalitesini olumsuz etkileyen pek çok yetersizlik bulunmaktadır. Örneğin projelerin yeterince detay içermemesi, denetimin beklenen etkinlikte yapılamaması ve işlerin taşeronlara dağıtılarak gerçekleştirilmesi sonucu üretim niteliğinin taşeronların iş anlayışı niteliğine bağlı bulunması, sektörde pek çok soruna kaynaklık etmektedir.

Diğer taraftan, yapının tasarımını üstlenen ve dolayısıyla ürünün estetik, işlev ve nitelik olarak beklendiği şekilde gerçekleştirilmesinde önemli sorumluluk taşıyan mimarlar; projeleri ve projenin hayata geçirilme süreçlerini denetlemekten sorumlu yapı denetim firmaları ve yapıyı öngörülen nitelikte üretmekte önemli role sahip taşeronlar, sektörde yaşanan kalite yetersizliği konusundaki soruların çoğunlukla kendileri dışındaki katılımcılardan kaynaklandığı varsayımıyla hareket ettikleri için kendi eksikliklerini fark edememektedirler [1]. Bu söz konusu taraflar arasında beklenen ortak anlayış ve davranış birliğinin oluşmasını engellemektedir. Oysa adı geçen katılımcıların kendi işlerini beklenen düzeyde yapmaları yanında, paydaşlarıyla koordinasyon içinde hareket etmeleri gerekmektedir; aksi halde yapı üretiminde beklenen sonucun alınamayacağı kuşkusuzdur.

Çalışma kapsamında ele alınan ilk örneklem mimarlardır. Yapı üretiminde mimari tasarımla başlayan projelendirme süreci, mühendislik alanlarının tümünün katkısını gerektiren disiplinler arası bir çalışmayla yürütülmektedir. Yapının maliyet, inşaat süresi ve konfor koşullarını doğrudan etkileyecek olan fiziki boyut, taşıyıcı sistem, iç donanım vb. hususların tamamına bu süreçte karar verilmektedir [2]. Verilen kararların isabet düzeyini artırmak ve farklı mühendisliklerce hazırlanacak projelerin birbiriyle uyumlu olmasını sağlamak için, projelendirme sürecinin iyi koordine edilmesi büyük önem

taşımaktadır. Diğer bir ifadeyle, bu sürecin, her aşamasına proje paydaşlarının katılımının sağlandığı eş zamanlı mühendislik anlayışıyla yönetilmesi gerekmektedir.

Ele alınan diğer bir katılımcı grubu ise yapı denetim firmalarıdır. Yapı üretim sürecinde, yapı denetiminin amacı; yapıların fen, sanat ve sağlık kurallarına uygun hazırlanmış projelere uygun yapılmasının izlenmesi ve tespit edilen sapmaların düzeltilmesidir [3]. Dolayısıyla, yapı denetimi çok yönlü bir olaydır [4] ve yapı denetim firmaları yapıların beklenen süre, maliyet ve kalitede üretilmesinde oldukça önemli bir role sahiptir.

Araştırma çerçevesinde incelenen son örneklem ise taşeronlardır. Yapıların, projede öngörüldüğü nitelikte yapılması sorumluluğu yüklenicilere ait olmakla birlikte, özellikle ülkemizde yüklenicilerin aldığı işler taşeronlara bölüştürülerek gerçekleştirilmektedir. Dolayısıyla, yapıların üretiminde taşeronların bilgi, beceri ve iş anlayışları büyük önem taşımaktadır [5].

2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ

Ülkemizde yapı üretiminde, proje eksiklikleri, uygulama hataları ve denetim yetersizliğinden kaynaklı ciddi kalite sorunu yaşandığı bilinmektedir. Ayrıca, bu konuda sorumluluk taşıyan taraflar, çoğunlukla sorunun kendileri dışındaki katılımcılardan kaynaklandığı varsayımıyla hareket ettikleri için kendi eksikliklerini fark edememektedirler. Bu da yapı üretiminde proje, uygulama ve denetim sorumluluğu üstlenen gruplar arasında beklenen ortak anlayış ve davranış birliğinin oluşmasını engellemektedir. Oysa adı geçen katılımcılar hem kendi içlerinde hem de paydaşlarıyla olan ilişkilerinde proje yönetiminin temel ilkelerine uygun hareket etmeden üretimde beklenen sonucun alınamayacağı kuşkusuzdur. Bu nedenle, bu çalışmada ulaşılan sonuçlar ve sunulan önerilerin, söz konusu grupların özeleştiri yapmalarına ve aralarındaki koordinasyonun arttırılması yönünde çaba harcamalarına katkı sağlayacağı umulmaktadır.

3. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

Ülkemizdeki mevcut yapı üretimindeki kalitesizlik dikkate alındığında, mimarların, yapı denetim firmalarının ve uygulayıcıların kendilerinden beklenen görevleri yerine getirmedikleri görülmektedir. Bu konudaki eksiklikleri tespit etmek için söz konusu örneklem grupları için üç farklı

anket formu oluşturulmuştur. Anketler, katılımcılarla yüz yüze görüşme tekniği ve e-posta aracılığı ile uygulanmıştır. E-posta yoluyla toplanan veriler için anket online hale getirilmiş ve Türkiye genelinde çeşitli meslek odalarına ve birliklere bağlı üyelere internet ortamında ulaştırılmıştır.

Çalışmanın mimarlardan oluşan örnekleminde özel sektörde, şirket sahibi ve şirket çalışanı olarak görev yapan mimarlar esas alınmıştır.

Denetim örgütü olarak ise yapı denetim firmaları esas alınmıştır. 2011 yılı başından itibaren yapı denetim firmaları ülke geneline yaygınlaştırılmış ancak toplanacak verilerin yeterli deneyime dayanmış olmasını temin için denetim grubu verilerinin, 10 yılı aşkın süredir faaliyet göstermekte olan ve bu sistemin ilk uygulandığı ondokuz pilot ilde faaliyet gösteren denetim firmalarından toplanması uygun bulunmuştur.

Uygulayıcılardan oluşan örneklem grubunda ise, inşaat sektöründe halen faaliyet gösteren ve taşeron tanımı içine giren her ölçekteki ekipler esas alınmıştır.

Araştırmanın örneklem büyüklüğünü, her bir ana kitleden rastgele örneklem seçimi yöntemi ile belirlenen Türk inşaat sektöründe yer alan 354 adet mimar, 351 adet yapı denetim firması çalışanı ve 485 adet taşeron oluşturmaktadır.

Örneklemden toplanan verilerin istatistiksel analizleri "Statistical Package for Social Science (SPSS) 18.0 for Windows" [6] yazılım programı aracılığı ile yapılmıştır. Anket çalışmasında yer alan grupların değerlendirilmesinde her bir soruya verilen cevapların yüzde (%) ve frekans (f) değerleri elde edilerek, bunlara bağlı yorumlar yapılmıştır.

4. BULGULAR

Çalışmaya ait bulgular, "güvenilirlik analizi" ve yüzde ve frekans dağılımlarının yer aldığı "tanımlayıcı istatistikler" başlıkları altında analiz edilmiştir.

4.1. Güvenilirlik Analizi

Veri analizinde ilk olarak test yönteminde kullanılan mimarlar, yapı denetim firmaları ve taşeronlar için hazırlanan ölçeklerin güvenilirliğinin ölçümü

yapılmıştır. Bunun için "İçsel Tutarlılık Yöntemi" diğer bir ifade ile soruların kendi içlerinde birbirleriyle ilişkilerinin ve homojen bir soru grubu oluşturulup oluşturulmadığının tespit edilmesi kapsamında hesaplanan "Cronbach Alpha Katsayısı" (α) kullanılmıştır. Cronbach Alpha Katsayısı "0" ve "1" arasında bir değer almaktadır. Güvenilirlik analizi sonucunda ölçeğin güvenilir olduğunun söylenebilmesi için Alpha katsayısının 0,50'den yüksek olmasının yeterli olduğu yönünde görüşler mevcuttur [7].

Yapılan güvenilirlik analizleri sonucunda; mimarlara uygulanan anketin Cronbach's Alfa değeri 0,722; yapı denetim firmalarına uygulanan anketin değeri 0,794; taşeronlara uygulanan anketin değeri 0,619 olarak bulunmuştur. Analiz sonucu elde edilen Cronbach's Alfa (α) değerleri 0,50'den büyük olduğu için anket sorularının yeterli düzeyde güvenilir olduğu görülmüştür.

4.2. Tanımlayıcı İstatistikler

Tanımlayıcı istatistikler kapsamında verilerin yüzde (%) ve frekans (f) dağılımları incelenmiştir. Bu çerçevede ilk olarak veriler katılımcıların çalıştıkları şehir dağılımına göre incelenmiş, mimarlara uygulanan anketlere 37 ilden, yapı denetim firmalarına uygulanan anketlere ise, 40 ilden, taşeronlara uygulanan anketlere 28 ilden katılımın sağlandığı tespit edilmiştir. Diğer bir deyişle Türkiye'de 81 il bulunduğu göz önüne alınırsa, ülke genelindeki illerin yaklaşık olarak yarısından anket toplandığı anlaşılmaktadır. Bu verilere göre, anket sonuçlarının Türkiye'nin genelini temsil ettiği kabul edilmiştir.

Bilindiği gibi detay paftaları mimari projelerin ayrılmaz parçalarıdır. Ancak Tablo 1'de mimarların, yapı denetim firmalarının ve taşeronların yaptığı değerlendirmelere göre, mimari projelerde yer alan detaylar son derece yetersiz düzeydedir. İlginç olan husus, mimari projelerin yeterli detay içermediğini mimarların da %72,0 (28,3+43,7)'lık bir katılım oranıyla kabul etmeleridir (Tablo 1).

Tablo 1. Mimarların, yapı denetim firmalarının ve taşeronların mimari projelerdeki detay içerme sıklığı ile ilgili değerlendirmeleri

Mimari uygulama projelerinin detay içerme sıklığı	**Mimarlar (%)**	**Yapı Denetim Firmaları (%)**	**Taşeronlar (%)**
Her zaman	*8,4*	*6,5*	*10,7*
Sıklıkla	*16,9*	*23,0*	*21,4*
Bazen	*5,3*	*40,6*	*34,0*
Çok Az	*43,7*	*28,1*	*28,1*
Hiçbir zaman	*28,3*	*1,8*	*5,8*
Toplam	*100,0*	*100,0*	*100,0*

Projelerdeki eksik ve hataların çeşitli nedenleri olabilir. Bunlar içinden en önemlilerinden birisi mimarların, tasarım sürecinde diğer mühendislik alanlarının temsilcileriyle periyodik toplantılar yapmamaları diğer bir ifadeyle eş zamanlı mühendislik anlayışı ile hareket etmemeleridir. Mimarların, diğer mühendislik grupları ile gereken sıklıkta periyodik toplantılar yapmadıkları, sadece ihtiyaç duydukları zaman gerekli gördükleri mühendislerle birebir görüşmeler yaptıkları, dolayısıyla eş zamanlı mühendislik anlayışına uygun davranmadıkları görülmektedir (Tablo 2). Oysa mimarların projelendirme sürecini, tüm proje müellifleriyle eşgüdüm içerisinde yönetmeleri gerekmektedir.

Tablo 2. Mimarların, diğer mühendislik alan temsilcileriyle yaptıkları periyodik toplantı sıklığı

Tasarım sürecinde diğer mühendislik gruplarının tümünün katıldığı toplantıların yapılma sıklığı	**Frekans**	**%**
En az haftada bir kere	67	*19,1*
İki haftada bir kere	38	*10,8*
Ayda bir kere	26	*7,4*
Tasarım sürecinde bir kere	21	*5,9*
Tasarım sürecinde gerekli görüldüğünde ilgili mühendislerle iletişim kuruluyor.	196	*55,2*
Hiçbir zaman	6	*1,5*
Toplam	354	100,0

Eş zamanlı mühendislik uygulamalarının yapılmaması, yapı üretim sürecinde birçok olumsuzluklara yol açmaktadır. Bunlardan biri, projeler arası uyumsuzluktur. Tablo 3'de taşeronların, Tablo 4'de yapı denetim firmalarının projeler arası uyumsuzluklarla karşılaşma sıklığı ile ilgili değerlendirmeleri yer almaktadır. Bu tablolara göre, mimari projelerin çok büyük bir kısmı çeşitli eksiklikler içermekte ve projeler arasında çok fazla uyumsuzluk bulunmaktadır. Diğer bir ifadeyle eksiklik ve uyumsuzluk içermeyen proje neredeyse yok denecek kadar azdır.

Tablo 3. Taşeronların, proje uyumsuzluğu ve proje hataları ile ilgili değerlendirmesi

Projeleri birebir sahada uygulayamamanıza proje uyumsuzluğu ve proje hataları hangi düzeyde kaynaklık etmektedir?						
Kaynaklık Eden Sebepler	**Her zaman**	**Sıklıkla**	**Bazen**	**Çok az**	**Hiçbir zaman**	**Toplam (%)**
Mimari uygulama projelerinin eksik ve yetersiz olması,	10,7	23,1	34,0	21,4	10,7	100,0
Statik projedeki eksikler ve hatalar,	9,3	16,5	32,8	25,6	15,9	100,0
Tesisat projesindeki eksikler ve hatalar,	12,6	17,9	31,3	25,4	12,8	100,0
Projeler arası uyumsuzluk	11,5	24,3	28,2	24,5	11,3	100,0

Tablo 4. Yapı denetim firmalarının proje eksikliği ve projeler arası uyumsuzlukla karşılaşma sıklığı

Yapı denetim firmalarının karşılaştıkları proje eksiklik ve hataları	**Her Zaman**	**Sıklıkla**	**Bazen**	**Çok Az**	**Hiçbir Zaman**	**Toplam (%)**
Mimari projeler çok sayıda eksiklik ve hata içermektedir.	6,9	40,6	39,7	9,6	3,3	100,0
Aynı yapıya ait mimari projeler ile diğer projeler (statik, elektrik vb.) arasında uyumsuzluk vardır.	6,0	26,0	43,2	22,1	2,7	100,0

Tablo 3 ve Tablo 4'de belirtilmiş olan olumsuzluklara ek olarak, eş zamanlı mühendislik anlayışına uygun davranılmaması sonucunda uygulama aşamasında proje tadilatına gereksinim duyulmaktadır. Mimarların büyük çoğunluğu, %74,1'i, projenin uygulanması sürecinde talepler doğrultusunda, tadilat yapmak zorunda kaldıklarını belirtmişlerdir (Tablo 5). Bu durum, tasarım sürecinin eşgüdüm içerisinde yürütülmemesinin bir yansımasıdır.

Tablo 5. Mimarların, uygulama sürecinde, proje tadilatına gereksinim duyma sıklığı

Uygulama Aşamasında Proje Tadilatı Gereksinimi	**Frekans**	*%*
Projeler tadilata ihtiyaç duyulmaksızın tamamlanmaktadır.	92	*25,9*
Talepler doğrultusunda, projelerde tadilat yapmak zorunda kalınmaktadır.	262	*74,1*
Toplam	354	*100,0*

Mimari projelerdeki eksik ve hataların projelerin denetimini güçleştirdiği, uygulama sürecinde tereddütlere neden olduğu ve proje dışı iş yapımına zemin hazırladığı görülmektedir (Tablo 6).

Tablo 6. Yapı denetim firmalarının ve taşeronların mimari projedeki eksik ve hataların yapım sürecini nasıl etkilediği yönündeki değerlendirmeleri

Mimari projelerdeki eksik ve hataların yapım sürecine etkileri	**Yapı Denetim Firmaları**	**Taşeronlar**
Yapının kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir.	*24,81*	*40,4*
Tadilat projesi hazırlanmasına gereksinim doğmaktadır.	*45,38*	*33,4*
Detayların imalatında, uygulama aşamasında tereddütlere neden olmaktadır.	*41,95*	*59,2*
Mimari projelerin fazlaca hata içermesi keyfi uygulamalara neden olmaktadır.	*31,92*	*37,7*
Not: Katılımcılar, bu soruda bir veya birden fazla seçenek işaretlediği için frekans ve yüzde değerleri toplamı verilememiştir.		

Yukarıda tablo verilerinden de anlaşıldığı üzere, yapım işlerinde yaşanan kalitesiz üretimler ve olumsuzluklar da mimari projelerde ki eksiklik ve hataların payı oldukça fazladır. Ancak, yapı üretimi tüm paydaşların birlikte yürüttüğü bir süreç olarak düşünüldüğünde, sadece mimarların değil diğer katılımcıların da bu süreçteki tutumları analiz edilmelidir. Bu çerçevede hem tasarım hem de uygulama aşamalarının denetiminde görev alan yapı denetim firmalarının denetim süreci araştırılmıştır. Yapı denetim firmalarının denetim düzeyi konusunda mimarlara ve taşeronlara yöneltilen soruların yanıtları Tablo 7'de yer almaktadır.

Tablo 7. Mimarların ve Taşeronların, Yapı Denetim Firmalarının Denetim Düzeyi ile İlgili Değerlendirmesi

Yapım sürecinde yapı denetim firmalarının yaptığı denetim düzeyi	**Mimarlar (%)**	**Taşeronlar (%)**
Çok İyi	0,3	6,6
İyi	13,0	29,7
Orta	53,7	**43,9**
Kötü	22,0	14,4
Çok Kötü	11,0	5,4
Toplam	100,0	100,0

Denetim esnekliği ve yetersizliği neticesinde projenin noksansız olarak uygulanmaması kaçınılmazdır. Projeye uygun üretim yapılıp yapılmadığı konusunda mimarlara ve yapı denetim firması çalışanlarına yöneltilen soruların yanıtları Tablo 8 ve Tablo 9'da görüldüğü gibidir.

Tablo 8. Mimarların, İnşaatlarda Farklı Yapım İşi Yapılması Değerlendirmesi

Proje müellifi olduğunuz yapının üretim aşamasında sizin haberiniz olmadan, tasarlamış olduğunuz detaylardan farklı yapılan yapım işleri oluyor mu?	**Frekans**	**%**
Evet	**272**	**76,8**
Hayır	82	23,2
Toplam	354	100,0

Tablo 9. Yapı Denetim Firmalarının, İnşaatlarda Farklı Yapım İşi Yapılması Değerlendirmesi

Denetimini yaptığınız inşaatlarda, hazırlanmış projelerden farklı yapım işleri oluyor mu?	**Frekans**	**%**
Evet	**250**	**71,3**
Hayır	101	28,7
Toplam	351	100,0

Tasarım ve denetim süreçlerinde yapılan hataların yapı üretimine olumsuz yansıması doğaldır. Bir de bu duruma taşeronların kendi davranış biçiminden kaynaklanan sorunlar eklenince üretim hatalarının sıklığı ciddiyeti daha da artmaktadır.

Taşeronların teknik çizim okumayı yeterince bilip bilmedikleri ile ilgili değerlendirme mimarlar ve yapı denetim firmaları tarafından Tablo 10'da yapılmıştır. Mimarlar ve yapı denetim firmaları, bu tablolarda yer alan değerlere göre altyüklenici firmalarında çalışanların teknik çizim okuma konusunda yetersiz olduğu yönünde görüş bildirmişlerdir.

Tablo 10. Taşeronların Teknik Çizim Okumadaki Yetersizlikleri ile İlgili Mimarların ve Yapı Denetim Firmalarının Değerlendirmesi

Uygulamada, altyüklenici ekiplerinin teknik çizim okuma konusundaki yetersizlikleri hangi sıklıkta sorun yaratmaktadır?	**Mimarlar (%)**	**Yapı Denetim Firmaları (%)**
Her zaman	17,9	12,6
Sıklıkla	48,1	47,9
Bazen	26,2	30,0
Çok az	7,2	7,3
Hiçbir zaman	0,6	2,2
Toplam	100,0	100,0

Bilindiği gibi teknolojik gelişmeler inşaat sektörüne de yansımakta ve yeni yapım yöntemlerinin kullanımı sektörde hızla yaygınlaşmaktadır. Tablo 11'de mimarlar ve yapı denetim firmalarının büyük çoğunluğu, altyüklenici firmalarında çalışanların alışık olmadıkları yeni teknolojilere uyum sağlayamadıklarını ve bu konuda yetersiz olduklarını belirtmektedirler. Oysa altyüklenicilerin Tablo 12'deki yanıtları bu değerlendirmenin aksi yönündedir. Türk inşaat sektöründe uygulama aşamasında yaşanan sorunlar

dikkate alındığında, altyüklenicilerin kendi eksikliklerinin farkında olmadıkları anlaşılmaktadır.

Tablo 11. Taşeronların Yeni Teknolojilere Uyum Sağlayamamaları ile İlgili Mimarların ve Yapı Denetim Firmalarının Değerlendirmesi

Uygulamada altyüklenici ekiplerinin, yeni teknolojilere uyum sağlayamamaları hangi sıklıkta sorun yaratmaktadır?	**Mimarlar**	**Yapı Denetim Firmaları**
Her zaman	9,0	11,9
Sıklıkla	48,6	51,1
Bazen	30,1	28,3
Çok az	12,1	7,1
Hiçbir zaman	0,3	1,6
Toplam	100,0	100,0

Tablo 12. Yeni Teknolojik Gelişmeleri Uygulayabilmeleri ile İlgili Taşeronların Değerlendirmesi

Alışık olmadığınız yeni teknolojileri uygulayabiliyor musunuz?	**Frekans**	**%**
Her zaman	150	31,1
Sıklıkla	194	40,0
Bazen	113	23,4
Az	20	4,0
Çok az	8	1,5
Toplam	485	100,0

4. SONUÇ

Mimari tasarım, denetim ve uygulama süreçlerinde yapılan hatalar ile bu hataların yapı üretimine olumsuz yansımalarının araştırılması hedeflenen bu çalışmada, inşaat sektöründe faaliyet gösteren mimar, yapı denetim firmaları ve taşeronlardan anket yöntemiyle veriler toplanmış ve bunların analizi sonucunda aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

- Mimarların hazırladıkları teknik çizimlerde yeteri kadar detay bulunmamaktadır.
- Projeler arasında ciddi ve yaygın düzeyde uyumsuzluklar olmaktadır.

- Mimarlar tasarım sürecinde, yapı üretiminin tüm paydaşlarının katılımına yeterince önem vermemekte, diğer bir ifade ile eş zamanlı mühendislik anlayışıyla hareket etmemektedirler.
- Tespit edilen tasarım süreci hataları, projelerde tadilatlara, keyfi uygulamalara, anlaşmazlıklara neden olmakta ve dolayısıyla bu durum yapı güvenliği, estetiği, maliyeti ve süresini olumsuz etkilemektedir.
- Mimarlar ve taşeronlar yapı denetim firmalarının denetim düzeyini "orta" olarak değerlendirmektedir. Bu analiz ile kaliteli bir yapı üretimi için gerekli olan denetim işlevinin, yeterli düzeyde yerine getirilmediği anlaşılmaktadır.
- Mimarlar, denetim yetersizliği nedeniyle hazırlanan projelerin çoğunlukla birebir uygulamaya aktarılmadığını belirtmektedir. Bu değerlendirmelere göre projelerin öngörüldüğü şekilde hayata geçirilememesi konusunda ciddi yetersizlikler bulunduğu anlaşılmaktadır.
- Altyüklenici firmalarında çalışanlar teknik çizim okuma konusunda önemli eksiklikleri vardır.
- Altyüklenicilerin büyük çoğunluğu, projelerin uygulanmasında alışık olmadıkları yeni teknolojilere uyum sağlamakta zorluk çekmediklerini ifade etmektedirler. Oysa mimarların büyük çoğunluğu, hazırladıkları projelerin uygulanmasında, altyüklenicilerin yeni teknolojileri kullanamamalarından dolayı sorun yaşadıklarını ifade etmektedirler. Bu konuda yapı denetim firmaları da mimarlar ile hem fikirdir. Teknolojik gelişmelerin sektöre yeterince yansımasını engelleyen bu durum ile ilgili altyüklenicilerin kendi eksikliklerinin farkında olmadıkları anlaşılmaktadır.

Araştırma sonucunda tasarım, denetim ve uygulama süreçlerindeki eksiklik ve yersizlik ile ilgili tespit edilen bulgular, halen ülkemizde yapılaşma ile ilgili sorunlara önemli ölçüde kaynaklık etmektedir. İfade edilen eksiklik ve hataların giderilmesi için bazı iyileştirme çalışmaları yapılmalıdır. Bu çerçevede ilk olarak, mimarların öğrenimleri sürecinde, eş zamanlı mühendislik kavramının anlamı ve projelendirme sürecindeki hayati önemi üzerinde yeterince durulması; detay çiziminin, inşaat sürecinin denetlenebilmesi ve dolayısıyla projenin hayata geçirilebilmesi için ne denli gerekli olduğu hususu daha fazla vurgulanması gerekmektedir.

Yapı üretiminde taşeron kaynaklı bu sorunların yaşanmasında, yüklenicilerin koordinasyon ve denetim görevini yeterince yerine getirmiyor olmalarının payının büyük olduğu kuşkusuzdur. Dolayısıyla Türkiye'de yüklenicilerin,

altyüklenicilere devrettikleri işlerin denetim ve koordinasyonunda daha etkin olmaları ve altyüklenici organizasyonunda görev alan elemanların niteliklerinin arttırılması konusunda ilgili düzenlemelerin yapılması gerekmektedir.

Yapı denetim firmalarının gerçekleştirdiği denetimlerin, beklenen düzeyde ve etkinlikte olmamasının yapı üretim sürecine pek çok olumsuz yansıması vardır. Bu olumsuzlukların yaşanmaması için yapı denetim firmalarının denetimlerini beklenen düzeyde gerçekleştirmeleri gerekmektedir. Bu kapsamda yapıya ait projelerin daha titiz ve detaylı incelenmesi sağlanmalıdır. Çünkü bu aşamada tespit edilecek noksanlıklar, inşaat sürecinde karşılaşılabilecek sorunların yaşanmasını engelleyecektir. Bu bağlamda, yapı denetim firmalarını denetleyen Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın denetimlerini söz konusu konu hakkında arttırmaları gerekmektedir. Bununla birlikte, yapıya ait inşaat kontrollerinin daha titiz ve detaylı yapılması sağlanmalıdır. Bu kapsamda yapı denetim firmalarının denetimlerini yasa ve yönetmeliklere uygun olarak yapması gerekmektedir. Bu konuda ilgili bakanlığın ve kendi örgütlerinin bir otokontrol sağlayarak denetimlerini yapması faydalı olacaktır.

KAYNAKLAR

[1] Gümüşburun Ayalp G., (2013). *Türk İnşaat Sektöründe Grup Davranışı ve Grup Yönetimi*, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
[2] Pancarcı, A., Öcal, M. E. (2009). *Yapı İşletmesi ve Maloluş Hesapları*. İstanbul: Birsen Yayınevi.
[3] 4708 Sayılı Yapı Denetim Kanunu, (2001). Madde 1.
[4] Açıkel, D. A. (1998). *Yapı Denetimin Kalite Üzerine Etkisi ve Konya Örneği*, Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
[5] Gökcek, E. (1998). *Evaluation of the Subcontracting System in Turkey*. Yüksek Lisans Tezi. Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
[6] SPSS 18 [Computer software]. Cary, NC, SAS Institute
[7] Grunstein, H. (2004). *Entrepreneurial Intentions and the Entrepreneurial Environment*. (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Helsinki University of Technology.

EK-1

MİMARLAR İÇİN HAZIRLANAN ANKET FORMU

1. Çalıştığınız şehir?

……

2. Mimari projelerin, yeterli detay içerdiğini düşünüyor musunuz?

☐ Her Zaman ☐ Sıklıkla ☐ Bazen ☐ Çok az ☐ Hiçbir Zaman

3. Tasarım sürecinde diğer mühendislik gruplarının tümünün katıldığı toplantıları hangi sıklıkta yapıyorsunuz?

☐ En az haftada bir kez

☐ İki haftada bir kere

☐ Ayda bir kere

☐ Tasarım sürecinde bir kere

☐ Tasarım sürecinde gerekli görüldüğünde ilgili mühendislerle iletişim kuruluyor.

☐ Hiçbir zaman

4. Müellifi olduğunuz projenin uygulama aşamasında, proje tadilatı gereksinimi ile ilgili aşağıdaki davranış biçimlerinden hangisi benimsenmektedir?
(Lütfen yalnızca bir seçeneği işaretleyiniz)

☐ Projeler tadilata ihtiyaç duyulmaksızın tamamlanmaktadır.

☐ Talepler doğrultusunda, projelerde tadilat yapmak zorunda kalınmaktadır.

5. Projelerinizin eksiksiz olarak uygulamaya aktarılması sürecinde yapı denetim firmalarının yapmış olduğu denetim düzeyini nasıl değerlendiriyorsunuz?

☐ Çok İyi ☐ İyi ☐ Orta ☐ Kötü ☐ Çok Kötü

6. Proje müellifi olduğunuz yapının üretim aşamasında sizin haberiniz olmadan, tasarlamış olduğunuz detaylardan farklı yapılan yapım işleri oluyor mu?

☐ Evet ☐ Hayır

7. Uygulamada, altyüklenici ekiplerin teknik çizim okuma konusundaki yetersizlikleri hangi sıklıkta sorun yaratmaktadır?

☐ Her Zaman ☐ Sıklıkla ☐ Bazen ☐ Çok az ☐ Hiçbir Zaman

8. Uygulamada, altyüklenici ekiplerin yeni teknolojilere uyum sağlayamamaları hangi sıklıkta sorun yaratmaktadır?

☐ Her Zaman ☐ Sıklıkla ☐ Bazen ☐ Çok az ☐ Hiçbir Zaman

EK- 2

YAPI DENETİM FİRMALARI İÇİN HAZIRLANAN ANKET FORMU

1. **Çalıştığınız şehir?**

……

2. **Yapı denetim firmasına gelen mimari projelerin detay içerme sıklığı nedir?**

☐ Her Zaman ☐ Sıklıkla ☐ Bazen ☐ Çok az ☐ Hiçbir Zaman

3. **Yapı denetiminde karşılaştığınız proje eksikliği ve projeler arası uyumsuzlukla karşılaşma sıklığı yaşadığınız sorunlara hangi düzeyde kaynaklık etmektedir?**

Yapı denetim firmalarının karşılaştıkları proje eksiklik ve hataları	**Her Zaman**	**Sıklıkla**	**Bazen**	**Çok Az**	**Hiçbir Zaman**
Mimari projeler çok sayıda eksiklik ve hata içermektedir.					
Aynı yapıya ait mimari projeler ile diğer projeler (statik, elektrik vb.) arasında uyumsuzluk vardır.					

4. <u>Mimari projelerdeki eksik ve hatalar</u> yapım sürecini nasıl etkiliyor?

(Bu soruda birden fazla seçenek işaretlenebilir)

☐ Yapının kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir.

☐ Mimari projede eksik ve hatalar olduğunda tadilat projesi hazırlanmasına gereksinim duyulmaktadır.

☐ Detayların imalatında uygulama aşamasında tereddütlere neden olmaktadır.

☐ Mimari projelerin fazlaca hata içermesi keyfi uygulamalara neden olmaktadır.

5. Denetimini yaptığınız inşaatlarda, hazırlanmış projelerden farklı yapım işleri oluyor mu?

☐ Evet ☐ Hayır

6. Uygulamada, altyüklenici ekiplerin teknik çizim okuma konusundaki yetersizlikleri hangi sıklıkta sorun yaratmaktadır?

☐ Her Zaman ☐ Sıklıkla ☐ Bazen ☐ Çok az ☐ Hiçbir Zaman

7. Uygulamada, altyüklenici ekiplerin yeni teknolojilere uyum sağlayamamaları hangi sıklıkta sorun yaratmaktadır?

☐ Her Zaman ☐ Sıklıkla ☐ Bazen ☐ Çok az ☐ Hiçbir Zaman

EK- 3

ALT YÜKLENİCİLER İÇİN HAZIRLANAN ANKET FORMU

1. Çalıştığınız şehir?

……

2. Size verilen mimari projelerin, detay içerme sıklığı nedir?

☐ Her Zaman ☐ Sıklıkla ☐ Bazen ☐ Çok az ☐ Hiçbir Zaman

3. Projeleri birebir sahada uygulayamamanıza aşağıda belirtilen sebepler hangi düzeyde kaynaklık etmektedir?

Kaynaklık Eden Sebepler	**Her Zaman**	**Sıklıkla**	**Bazen**	**Çok Az**	**Hiçbir Zaman**
Mimari uygulama projelerinin eksik ve yetersiz olması					
Statik projedeki eksikler ve hatalar					
Tesisat projesindeki eksikler ve hatalar					
malat a amasında uygulama projelerinde de i iklik yapılması					
Projeler arası uyumsuzluk					

4. Mimari projedeki eksik ve hatalar yapım sürecini nasıl etkilemektedir?

(Bu soruda birden fazla seçenek işaretlenebilir.)

☐ Yapının kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir.

☐ Mimari projede eksik ve hatalar olduğunda tadilat projesi hazırlanmasına gereksinim duyulmaktadır.

☐ Detayların imalatında uygulama aşamasında tereddütlere neden olmaktadır.

☐ Mimari projelerin fazlaca hata içermesi keyfi uygulamalara neden olmaktadır

5. Yapım sürecinde yapı denetim firmalarının yaptığı denetimlerin düzeyini nasıl değerlendiriyorsunuz?

☐ Çok iyi ☐ İyi ☐ Orta ☐ Kötü ☐ Çok kötü

6. Projelerde karşınıza çıkan ve alışık olmadığınız yeni teknolojileri uygulayabiliyor musunuz?

☐ Her Zaman ☐ Sıklıkla ☐ Bazen ☐ Çok az ☐ Hiçbir Zaman

Yapı Elemanları Tasarımında Kullanılabilecek Sistematik Malzeme Seçim Araçlarının Karşılaştırılması

MİNE KOYAZ*[1], M. CEM ALTUN[2]

ÖZET

Mimarlık eğitiminde, yapı elemanları tasarımının bir alt süreci olarak malzeme seçimi, özellikle belirli düzeyde malzeme bilgisine sahip öğrenciler için oldukça karmaşık bir aşamadır. Yapı elemanından beklenen performansları karşılayacak malzemelerin seçilmesi büyük bir öneme sahiptir. Mimarlık öğrencilerinin malzeme seçim süreçleri göz önüne alındığında, genellikle sistematik olmayan yaklaşımlar izledikleri söylenebilir. Böyle bir yaklaşımda malzeme seçenekleri kişinin bilgi birikimi ile sınırlı kalmakta ve "doğru" malzemeye ulaşmakta problemler ortaya çıkabilmektedir. Mimarlık öğrencilerinin malzeme seçimi sürecinde karşılaştıkları veya karşılaşabilecekleri problemleri ortadan kaldırmak için sunulabilecek çözümlerden biri "sistematik" yaklaşımların kullanılmasıdır. Bu çalışma kapsamında mevcut sistematik malzeme seçimi yaklaşımları karşılaştırılmakta, mimarlık öğrencilerinin kullanımı açısından olumlu ve olumsuz yönleri irdelenmektedir.

Anahtar Sözcükler: Malzeme seçimi, mimarlık öğrencileri, yapı elemanı/detay tasarımı, sistematik yaklaşımlar

[1] Mine Koyaz. İstanbul Teknik Üniversitesi, Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojileri Yüksek Lisans Programı. İstanbul. Tel: 0537 333 46 87; minekoyaz@yahoo.com
[2] Yrd.Doç.Dr.M.Cem Altun. İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Bölümü. İstanbul. Tel: 0212 293 13 00/2379; mcemaltun@gmail.com

1. GİRİŞ

Tasarım sürecinde malzemelerin belirlenmesi söz konusu tasarımın kimliğini oluşturmada ve ön görülen biçimde hayata geçirilebilemesinde yatsınamaz bir öneme sahiptir. Özellikle yapı elemanları tasarımında, beklenen performansların karşılanması "doğru" malzemelerin seçilmesine bağlıdır. Mimarlık öğrencileri için ise, malzeme seçimi süreci büyük bir öneme sahip olduğu kadar büyük bir sorun da oluşturmaktadır. Çalışma kapsamında bu bakış açısı ile, mevcut malzeme seçimi araçlarının yapı elemanı tasarımı sürecinde kullanılabilikleri karşılaştırılmaktadır.

Mimari tasarımlara yönelik olarak geliştirilmiş, yapı elemanında bütünsel bakış açısı ile bir malzeme seçim sistemi ortayan koyan yöntemler oldukça sınırlı sayıdadır. Bu nedenle yapılan araştırmalarda yalnızca mimarlık alanında değil aynı zamanda endüstri ürünleri tasarımı ve mühendislik alanları için geliştirilmiş malzeme seçim yöntem ve araçları da incelenmiştir. Çalışmanın bir diğer kolunu ise mevcut "çevresel etki bakış açısı" ile malzeme seçimi yaklaşımları oluşturmaktadır. Her bir yaklaşım malzemeleri farklı çevresel etki kriterleri ile değerlendirmekte ve kullanım alanları üzerinden farklı karşılaştırmalı tablolar ile sunmaktadır. İlk olarak mevcut malzeme seçim araçları detaylı bir biçimde incelenmiş ve her bir yöntem için "akış şemaları" oluşturulmuştur. Sonrasında yapılan uygulama ile mevcut yöntemler karşılaştırılmış, her bir yöntemin olumlu ve olumsuz yönleri ortaya konulmuştur.

2. ELE ALINAN SİSTEMATİK MALZEME SEÇİMİ YAKLAŞIMLARI

Mevcut sistematik malzeme seçim yaklaşımları ile ilgili yapılan araştırmalarda, bazı kaynaklar söz konusu malzeme seçimi sürecini adım adım belirtirken bazı kaynaklar daha genel açıklamalar ile süreci anlatmaktadır. Her bir yaklaşımın karşılaştırılmalı olarak incelenebilmesi için bütün mevcut malzeme seçimi süreçlerinin kolay anlaşılır ve uygulanabilir bir şekilde adımlaştırılması gereklidir. Adımlaştırma iki temel bakış açısı ile yapılmıştır; yöntem içerisinde tanımlanan adımların doğrudan alınması veya yöntem içerisinde net bir şekilde ortaya konulmayan ancak çeşitli şekillerde anlatılan sürecin içerisinden adımların çıkartılması veya bir kaç kaynak üzerinden derlenmesi. Bu aşamada ele alınan bir diğer konu ise malzeme seçim yöntemlerinin bir mimari bir detay tasarım sürecinde

kullanılabilecek şekilde düzenlenmesidir. Endüstri ürünleri ve mühendislik bakış açısı ile ortaya konulan yöntemlerin mimari bir tasarımda nasıl kullanılabileceği sorgulanarak bazı adımlarda çeşitli adaptasyonlar yapılması gerekliliği söz konusudur.

Sistematik malzeme seçimi yaklaşımları; mimari bakış açısına sahip yaklaşımlar, endüstri ürünleri/mühendislik bakış açısına sahip yaklaşımlar ve çevresel etki bakış açısına sahip yaklaşımlar olarak 3 grupta sınıflandırılmakta ve her biri için sürecin adımları aşağıda sunulmaktadır.

2.1. Mimari bakış açısına sahip yaklaşımlar

Mimari bakış açısına sahip 6 farklı malzeme seçimi yaklaşımı ele alınmaktadır. Bu yaklaşımlar aynı zamanda kendi içerisinde; değerlendirme aşaması içeren ve içermeyen yaklaşımlar olarak 2 alt gruba ayrılmaktadır.

2.1.1. Değerlendirme aşaması içeren yaklaşımlar

i. BALANLI YAKLAŞIMI [1]

1. Yapı ürünlerinin öğe düzeyinde seçimi
2. Yapı ürünlerinin bileşen düzeyinde seçimi
3. Öğenin göstermesi gereken nitelikleri saptamak
4. Nitelikleri sağlayabilecek tüm gereç, parça ve bileşen seçeneklerini belirlemek
5. Belirlenen seçeklere değer ölçütleri verilmesi
6. Seçeneklerin değerlendirilmesi
7. Karşılaştırma ve seçim
8. Kararın denetimi ve geri besleme

ii. JAPANESE RESEARCH GROUP YAKLAŞIMI [2]

1- Yapının yer alacağı alanın tanımlanması
2- Yapının genel özelliklerin tanımlanması
3- Yapının mekansal özelliklerinin tanımlanması
4- Yapı elemanlarının tanımlanması
5- Yapı malzemelerinin tanımlanması
6- Fonksiyonel gereksinmelerin tanımlanması
7- Yapı elemanlarından beklenen gereksinmelerin tanımlanması
8- Yapı malzemelerinden beklenen gereksinmelerin tanımlanması
9- Malzemelerin değerlendirilmesi
10- Malzeme seçimi

2.1.2. Değerlendirme aşaması içermeyen yaklaşımlar

iii. LOHAUS VE STEİNBORN YAKLAŞIMI [3]

1- Binanın bulunduğu coğrafi konumdan yola çıkarak çevresel koşulların belirlenmesi
2- Binanın bulunduğu konuma kolay ulaşılabilir yapı malzemelerinin tanımlanması
3- 'Beklenenlerin' tanımlanması

- 'Beklenenler' ve Özelliklerin Temel Esasları
- Mekanik Gereksinimler ve Özellikler
- Yapı Fiziksel Gereksinimler ve Özellikler
- Dayanıklılık İle İlgili Gereksinimler
- Diğer Gereksinimler

iv. MÜLLER YAKLAŞIMI [4]

1- Malzeme seçimini etkileyen ""beklenenlerin"" tanımlanması
2- Malzeme seçeneklerinin araştırılması
3- Değerlendirme ve seçim

v. CRONBERG YAKLAŞIMI [5-6]

1- mekan bileşenleri ile ilgili kullanıcı gereksinimlerinin belirlenmesi
2- kullanıcı gereksinimlerinin sınıflandırılması
3- gereksinmelerin ağırlıklarının belirlenmesi
4- yapı malzemelerinin kullanıcı ile ilgili özelliklerinin belirlenmesi

vi. SNECK YAKLAŞIMI [7-8]

1- Çevresel Faktörlerin Tanımlanması
2- Çevresel (dış) ve Mekansal (iç) faktörlerin ilşkilendirilmesi
3- Yapı ele. beklenen özelliklerin belirlenmesi
Yapı elemanının foksiyonunun analizi
Yapı elemanına etki eden faktörlerin analizi
Yönetmelik ve direktiflerin analizi
4- Yapı ele. performansına göre özelliklerin önemleri
5- Yapı ele. performansının değerlendirilmesi
2.2. Endüstri ürünleri/mühendislik bakış açısına sahip yaklaşımları

2.2. Endüstri ürünleri/mühendislik bakış açısına sahip yaklaşımlar

Endüstri ürünleri ve/veya mühendislik bakış açısına sahip 3 farklı malzeme seçimi yaklaşımı ele alınmaktadır.

vii. ASHBY YAKLAŞIMI [9]

1- Tasarım Gereksinimlerinin belirlenmesi
2- Malzeme seçimi _ ANALİZ _SENTEZ _ BENZERLİK _ İLHAM
3- Olası malzeme süreçlerinin incelenmesi

viii. CHARLES YAKLAŞIMI [10]

1-Malzeme özelliklerinin tanımlanması (esas parametreler ve karşılaştırma parametreleri)
2-Malzemelerin tanımlanan özellikler üzerinden sınıflandırılması
3-Elemanın özelliklerinin tanımlanması
4-Elemana etki eden faktörlerin tanımlanması
5-Elemandan beklenen özelliklerin tanımlanması
6-Elemanının katmanlarından beklenen özelliklerin tanımlanması
7- Tanımları sayısal olarak karşılayan aday malzemeler belirlenmesi

ix. GEORGE YAKLAŞIMI [11-12]

1- tasarımdan beklenen fonksiyonların tanımlanması ve malzemeden istenen özelliklerine çevrilmesi
2- üretim (yapım) parametrelerinin tanımlanması
3-istenen malzeme özelliklerinin malzeme veri tabanı üzerinden karşılaştırılması ve olası malzemelerin seçilmesi (Ashby tabloları)
4- olası malzemelerin detaylı araştırılması
5- tasarım parametlerinin geliştirilmesi
Değerlendirme modülü: performance indicies
Yöntem farklı değerlendirme araçlarına referans vermektedir. Uygulama kapsamında kullanılacak araç olarak Ashby tabloları üzerinden pratik kullanım olanağı yaratması sebebi ile "performance indicies" seçilmiştir.

2.3. Çevresel etki bakış açısına sahip yaklaşımları

Çevresel etki bakış açısına sahip 4 farklı malzeme seçimi yaklaşımı diğer bir değişle çevresel etki değerlendirmelerini gösteren tablolar ele alınmaktadır.

x. WOOLLEY YAKLAŞIMI [13]

Yaşam döngüsü bakış açısı ile kullanım alanlarına göre sınıflandırılmış faklı malzemlerin, üzertim ve kullanım aşamlarındaki çevreye olumsuz etki düzeylerini 5li bir skalada ele almakta ve karşılaştırmalı olarak sunmaktadır. Yaklaşım ve sunum biçimi olarak Demkin (AIA) ile benzerlik göstermektedir, bu nedenle uygulama kapsamında eyrıca ele alınmamıştır.

xi. DEMKİN (AIA) YAKLAŞIMI [14]
Yaşam döngüsü bakış açısı ile kullanım alanlarına göre sınıflandırılmış faklı malzemlerin, üzetim ve kullanım aşamlarındaki çevreye olumsuz etki düzeylerini 6lı bir skalada ele almakta ve karşılaştırmalı olarak sunmaktadır.

xii. ANDERSON (BRE) YAKLAŞIMI [15]
Yaşam döngüsü bakış açısı ile kullanım alanlarına göre sınıflandırılmış faklı malzemelerin, çevreye olumsuz etki düzeylerini 3lü bir skalada ele almakta ve karşılaştırmalı olarak sunmaktadır. Yaklaşım BREEAM yeşil bina sertifikalandırma sisteminin tanımlamış olduğu kriterler üzerinden değerlendirmeler sunmaktadır.

xiii. ANİNK VE BOONSTRA YAKLAŞIMI [16]
Yaşam döngüsü analizlerinden yola çıkılarak, kullanı m alanlarına göre bir tercih sıralamasına konulmuş malzemelerine ait bilgiler yer almaktadır. Aynı zamanda malzemelerin kullanımına yönelik bazı ipuçları ve diğer performans özellikleri ile ilgili yazılı açıklamalar sunulmaktadır.

3. ELE ALINAN SİSTEMATİK MALZEME SEÇİMİ YAKLAŞIMLARININ KULLANILABİLİRLİĞİNİN BELİRLENMESİ

Söz konusu "sistematik" malzeme seçim araçlarının kullanılabilirliğini ortaya koyabilmek için İstanbul Teknik Üniversitesi lisans mimarlık bölümü 4.sınıf öğrencileri tarafından, uygulama stüdyosu kapsamında ele aldıkları mevcut bir tasarım probleminin çözümü sırasında bu araçların kullanılması ve değerlendirilmesi biçiminde deneysel bir çalışma gerçekleştirilmiştir.

Deneyin kurgusu oluşturulurken her bir deneğin kendi tasarımları üzerinden gitmesi böylelikle denekler arasında ortaya çıkabilecek farklı yaklaşımların da gözlenebilmesi tercih edilmiştir. Bu bağlamda tasarım sürecini gözlemlemek için Yeomans'ın de önerdiği şekilde, deneklerden süreç boyunda attıkları adımları tuttukları notlar ve yaptıkları çizimler ile belgelemeleri istenmiştir. Aynı zamanda süreç uygulamayı gerçekleştimeyen bir gözlemci tarafından da takip edilmiş, süreç boyunca kullanılan araçlar, zaman, yaşanılan problemler gibi noktalar kaydedilmiştir. [17] Uygulama sonrasında ise Naoum'un tariflediği ölçütler üzerinden, ele alınan malzeme seçimi yaklaşımları ile ilgili karşılaştırmalı soruların her aldığı bir anket kurgulanmıştır. [18] Çalışma kapsamında malzeme seçim araçlarının yapı

elemanı tasarımı sürecinde kullanılabilirlikleri; kolay öğrenilebilirlik, kolay uygulanabilirlik, hız, sonucun güvenilirliği ve faydalı olma durumu gibi kriterler üzerinden karşılaştırılmakta, her bir malzeme seçim aracının olumlu ve/veya olumsuz bulunan yönleri irdelenmektedir.

Yapılan deney kapsamında aşağıdaki tabloda yer alan gruplandırmalar üzerinden 4 temel karşılaştırma yer almaktadır. [Tablo 1]

1. "Alan": mimari bakış açısına sahip yaklaşımlar ile endüstri ürünleri/mühendislik bakış açısına sahip yaklaşımların karşılaştırılması
2. "Süreç": mimari bakış açısına sahip yaklaşımlar içerisinde, değerlendirme aşaması içeren yaklaşımlar ile değerlendirme aşaması içermeyen yaklaşımların karşılaştırılması
3. Hem "alan" hem "süreç": mimari bakış açısına sahip yaklaşımlar içerisinde, değerlendirme aşaması içermeyen yaklaşımlar ile endüstri ürünleri/mühendislik bakış açısına sahip yaklaşımların karşılaştırılması
4. Çevresel etki bakış açısı ile malzeme seçimi yaklaşımlarının kendi içerisinde karşılaştırılması

Tablo 1: "Sistematik" malzeme seçimi araçlarının sınıflandırılması:

ALAN üzerinden gruplandırma; mimari – endüstri ürünleri/mühendislik
SÜREÇ üzerinden guruplandırma; tanımlama – tanımlama + değerlendirme
ÇEVRESEL ETKİ bakış açısı üzerinden gruplandırma

BALANLI JAPANESE RESEARCH GROUP	ASHBY CHARLES GEORGE
LOHAUS VE STEİNBORN MÜLLER CRONBERG SNECK	WOOLLEY DEMKİN (AIA) ANDERSON (BRE) ANİNK VE BOONSTRA

Deney süreci, her deneğin uygulama stüdyosu kapsamında geliştirmekte olduğu tasarımlarını 1/50 sistem kesiti detayı üzerinden ele almaları ve aynı yapı elemanının aynı katmanı için malzeme seçimi yapmaları şeklindedir. Her bir deneğe 2 faklı sistematik malzeme seçimi yaklaşımına ait akış şemaları ve ilerleyişe yönelik açıklamalar ile varsa yöntemin önerdiği

ve/veya sunduğu veri tabanları verilmiştir. Yularıda tanımlanan farklı karşılaştırma ölçütleri için iki tasarım problemi kurgulanmıştır. Öncelikli olarak yapılan uygulama, deneklerin tipik bölge detayı tasarımları sürecinde **döşeme kaplama malzemesi** seçimi yapmalarıdır. 6 denek bu uygulamaya katılmıştır. Deneklerin sunulan 2 farklı sistematik malzeme seçim yaklaşımının ayrı ayrı uyugulanması üzerinden **"Alan", "süreç", hem "alan" hem "süreç" karşılaştırmaları** yapılacaktır. Yapılan diğer uygulamada tipik bölge detayı tasarımları sürecinde **ısı yalıtımı malzemesi** seçimi ele alınmaktadır. 1 denek bu uygulamaya katılmıştır. Deneğin sunulan 3 farklı • çevresel etki bakış açısı ile malzeme yaklaşımının ayrı ayrı uyugulanması üzerinden çevresel etki bakış açısı ile malzeme seçimi yaklaşımlarının karşılaştırılması yapılacaktır.

4. DEĞERLENDİRME

Düzenlenen değerlendirme anketi ilk olarak deneklerin sistematik malzeme seçim yöntemleri ile karşılaşmadan önce, yapı elemanı/detay tasarımında malzeme seçiminde izlediği yolu (Model 0) sorgulamaktadır. Deneklerin yarısından fazlası bu süreçte; *benzer projelerde kullanılan malzemeleri incelemekte, konu hakkında bilgi sahibi olan kişilere danışmakta ve/veya bekledikleri performans özelliklerini karşılayacak malzemeleri araştırmaktadır*. Deneklerin çoğunluğu ise *aklındaki, önceden bildiği malzeme/malzemelere yöneldiğini* belirtmektedir.

"(Model 0)daki malzeme secimi süreciniz ile, sistematik bir malzeme seçim yöntemi kullanarak izlediğiniz süreci karşılaştırdığınızda, sistematik bir malzeme seçim yöntemi kullanmanın yapı elemanı/detay tasarımında malzeme seçiminize katkılarını değerlendiriniz." sorusu sorulduğunda; deneklerin geneli sistematik malzeme seçimi araçlarının kullanılmasını "faydalı" bulduklarını belirtmişlerdir.

Yapılan anketin devamında deneklerden uygulamış oldukları malzeme seçim yöntemlerini hem kendi içinde değerlendirmeleri hem de diğer yöntem ile kıyaslamaları istenmiştir. *"Kullanmış olduğunuz sistematik malzeme seçim yöntemlerini verilen başlıklar üzerinden değerlendiriniz."* sorusu sorulduğunda yapılan değerlendirmede; *kolay öğrenilebilirlik ve uygulanabilirlik* açısından Müller, Cronberg, Sneck, Ashby ve George yöntemlerinin en iyi değerleri aldıkları görülmektedir. Çözüme ulaşmadaki hız açısından karşılaştırıldığında yine Müller, Cronberg, Sneck ve Ashby

yöntemleri ile Lohaus-Steinborn yöntemi iyi veya çok iyi olarak değerlendirilmiştir. *Sonucun güvenilirliği ve faydalı olma durumu* açısından yapılan değerlendirmelere baktığımız zaman ise tablo değişmektedir. Bu sefer Balanlı, Japon, Ahby ve George yöntemlerinin en iyi değerleri aldıkları söylenebilir. [Tablo 2]

Tablo 2. Söz konusu malzeme seçimi yönteminin başlıklar üzerinden kendi içinde değerlendirmesi (1- çok kötü/ 5 –çok iyi)

	Balanlı		**Japon**		**Lohaus Steinborn**	**Müller**	**Cronberg**	**Sneck**	**Ashby**	**Charles**	**George**	**Demkin (AIA)**	**Anderson (BRE)**	**Anink Boonstra**
Kolay öğrenilebilirliği	4	3	3	2	2	5	4	5	5	2	4	5	5	5
Kolay uygulanabilirliği	3	3	3	5	3	4	5	5	5	2	4	4	4	4
Çözüme ulaşmada hızı	2	2	3	1	4	5	5	5	4	3	3	4	4	3
Sonucun güvenilirliği	4	4	3	4	2	2	3	3	4	2	5	4	4	4
Faydalı olma durumu	5	3	4	4	3	3	4	3	4	3	5	4	4	4

Özetle, sistematik malzeme seçim yöntemleri içerisinden değerlendirme modülü içeren yöntemler kolay öğrenilebilirlik, uygulanabilirlik ve hız başlıklarında değerlendirme modülü içermeyen yöntemlere kıyasla daha kötü olarak değerlendirilse de sonucun güvenilirliği ve faydalı olma durumu ele alındığında daha iyi olarak değerlendirilmiştir. Çevresel etki bakış açısı ile malzeme seçimi yöntemleri için yapılan değerlendirmeler ise kendi içinde oldukça benzer değerlendirilmiştir. Bütün yöntemler için kolay öğrenilebilir, uygulanabilir, sonucu güvenli ve faydalı denilebilir. Bir tek Anink-Boonstra yönteminin diğerlerine kıyasla çözüme ulaşmadakı hızının daha az olduğu belirtilmiştir. [Tablo 2]

Uygulama süresince deneklerin tutmuş oldukları notlar ve deney sırasında yapılan gözlemlerden, her bir yöntemin uygulanması için geçen sürelere bakıldığında; öncelikli olarak değerlendirme modülü olan yöntemlerin diğerlerine kıyasla daha fazla vakit aldığı söylenebilir. Çevresel etki bakış açısı ile malzeme seçim yöntemleri ise hazır verilerin analizi üzerinden ilerleyen ve yalnızca tek bir bakış açısını içeren modeller oldukları için, diğer yöntemlerden çok daha hızlı bir şekilde uygulanabilmektedir. [Tablo 3]

Tablo 3. Söz konusu malzeme seçimi yönteminin uygulanması için geçen süreler

	Balanlı		**Japon**		**Lohaus Steinborn**	**Müller**	**Cronberg**	**Sneck**	**Ashby**	**Charles**	**George**	**Demkin (AIA)**	**Anderson (BRE)**	**Anink Boonstra**
Deneyin uygulanması için geçen süre (dk)	70	94	70	87	15	21	32	40	63	59	130	3	9	20

Değerlendirme kapsamında ele alınan bir diğer kriter de veri tabanı ihtiyacıdır. Bu değerlendirme zaten kendi başlı başına bir veri tabanı olarak ele alınabileceğinden, çevresel bakış açısı ile malzeme seçim yöntemleri için yapılmamıştır. Sistematik malzeme seçim yöntemleri içerisinde ise yalnızca *Ahby ve George* yöntemleri hazır bir veri tabanı sunmaktadır, diğer yöntemler veri tabanı kullanma kararını tasarımcıya bırakmakta ve Charles yöntemi dışındaki yöntemler her hangi bir veri tabanı önerisinde dahi bulunmamaktadır. *"Malzeme seçim yöntemini kullanırken bir veri tabanı kullanma ihtiyacı hissettiniz mi? Evet ise, hissettiğiniz ihtiyaç düzeyini değerlendiriniz?*" sorusu sorulduğunda; kendi içerisinde bir veri tabanı sunmayan neredeyse bütün yöntemler için veri tabanı ihtiyacının söz konusu olduğu belirtilmiştir. Değerlendirme modülü içeren yöntemler için ihtiyaç düzeyinin diğerlerine kıyasla daha fazla olduğu söylenebilir. [Tablo 4]

Tablo 4. Söz konusu malzeme seçimi yönteminin veri tabanı ihtiyacının kendi içinde değerlendirmesi (1- çok az/ 5 –çok fazla)

	Balanlı		**Japon**		**Lohaus Steinborn**	**Müller**	**Cronberg**	**Sneck**	**Ashby**	**Charles**	**George**
Veri tabanı ihtiyacı	4	5	5	5	4	3	0	2	1	4	0

Denekler uyguladıkları yaklaşım bir veri tabanı sunmadığı durumda *google* <https://www.google.com.tr> başta olmak üzere internet üzerinden ulaşabildikleri bir çok farklı kaynaktan yararlandıklarını belirtmiştir. Bunlar içerisinde en çok kullanılan veri tabanları olarak; *yapı kataloğu*

<http://www.yapikatalogu.com/> ve *materia* < http://materia.nl/material/> sıralanabilir.

Değerlendirme anketinin devamında deneklerden her bir yöntem için olumlu ve olumsuz yönlerini belirtmeleri istenmiştir. Sonuçlar deneklerin ağzından, anahtar kelimeler ile aşağıdaki tabloda sunulmuştur. [Tablo 5]

Tablo 5. Söz konusu malzeme seçimi yönteminin olumlu ve olumsuz yönleri

	Olumlu özellikler	**Olumsuz özellikler**
Balanlı	"performans ve ekonomik açıdan en uygun alternatif" "önce beklentiler sonra bunları karşılayan ürünler"	"karmaşık ve uzun süren" "hesaplamalar zaman alıcı anlaşılması zor"
Japon	"sayısal mukayese, araştırma, projeyi baştan düşünme" "gruplandırma malzeme bilgisine ulaşımı kolaylaştırması"	"sayısal mukayese tam somut değil" "irdelenmesi çok fazla adım var fakat veri ve sistem içinde tutarlılık yok."
Lohaus Steinborn	"yerel malzeme tanımı"	"çok dar bir bakış açısına sahip, yetersiz"
Müller	"kolay, hızlı"	"sezgisel"
Cronberg	"kullanıcı odaklı olması"	"malzeme seçimine yönlendirmemesi"
Sneck	"sitematik oluşu"	"belirsizlikler var"
Ashby	"karar verme ve sürece hakim olma özellikleri var"	"muallak şeyler var"
Charles	"asıl malzemeye aday malzemeler belirlenmesi"	"adımların daha sistematik tablo altlıklı, grafik altlıklı olmaması"
George	"arkaplanını oluşturan veriler, grafikler ve adım adım gelişen bir sistem"	"değerlendirme aşamasının daha sağlam zemine oturtulmaması"
Demkin (AIA)	"matris yöntemi ile iki farklı kriteri çaprazlama olanağı"	"malzeme özelliği (yapısal) yetersiz"
Anderson (BRE)	"matris yöntemi ile iki farklı kriteri çaprazlama olanağı"	"malzeme özelliği (yapısal) yetersiz"
Anink Boonstra	"kendi yorumları öğretici"	"birkaç malzeme dışında bilgi edinememek"

Son olarak, "*bundan sonraki yapı elemanı/detay tasarımında malzeme seçiminizde, sistematik malzeme seçim yöntemlerini kullanmayı düşünür*

müsünüz?" sorusu sorulduğunda; deneklerin geneli olumlu yanıtlar vermiş ve yöntemleri ileri ki malzeme seçim süreçlerinde kullanmayı düşündüklerini belirtmiştir. *"Tercihiniz hangi yöntemden yana olurdu?"* sorusu sorulduğunda ise deneklerin yapmış oldukları tercihler aşağıdaki gibidir. [Tablo 6]

Tablo 6. Söz konusu malzeme seçimi yönteminin tercih edilme durumu (+ tercih edilen, - tercih edilmeyen)

	Balanlı	**Japon**	**Lohaus Steinborn**	**Müller**	**Cronberg**	**Sneck**	**Ashby**	**Charles**	**George**	**Demkin (AIA)**	**Anderson (BRE)**	**Anink Boonstra**
Denek 1	+				-							
Denek 2		+		-								
Denek 3	+							-				
Denek 4		-					+					
Denek 5						-			+			
Denek 6										-	-	+

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

Çalışma kapsamında ele alınan mevcut sistematik malzeme seçimi yaklaşımları, uygulama stüdyosu eğitiminin bir parçası olarak, devam eden bir projenin yapı elemanı tasarımı sürecinde İTÜ mimarlık bölümü 4. sınıf öğrencileri tarafından uygulanarak değerlendirilmiştir.

Uygulamanın gerçekleştirildiği denek grubu lisans mimarlık eğitimini tamamlamak üzere olmasına rağmen, daha önceki malzeme seçimi süreçlerinde her hangi bir sitematik yaklaşım kullanmadıklarını belirtmişlerdir. Uygulama sırasında yapılan gözlemler ve anket sonuçları göstermektedir ki eğitsel süreç içerisinde sistematik bir malzeme seçimi yaklaşımının kullanılması, yapı elemanı tasarımında malzeme kararlarının alınmasında oldukça büyük faydalar sağlamaktadır.

Ele alınan sistematik malzeme seçimi yaklaşımlarının kullanılabilirliğinin değerlendirmesi için yapılan uygulama sonucu elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibi sıralanabilir.

1. "Alan" üzerinden karşılaştırma yapıldığında; endüstri ürünleri/mühendislik bakış açısına sahip yaklaşımlar sunmuş oldukları kaynak tablo ve grafikler ile kolay uygulanabilirlik, öğrenilebilirlik ve hız açısından mimari bakış açısına sahip yaklaşımlara kıyasla daha iyi değerlendirilmiştir. Ancak genele baktığımızda bu gibi yaklaşımların sunmuş oldukları veriler mimari bir tasarımda malzemeden beklenilen özelliklerin değerlendirilmesi için yeterli değildir. Bu nedenle alan karşılaştırmasında mimari bakış açısına sahip yaklaşımların kullanılabilirliği daha güçlü olarak değerlendirilebilir.
2. "Süreç" üzerinden karşılaştırma yapıldığında; mimari bakış açısına sahip yaklaşımlar içerisinde, değerlendirme aşaması içeren yaklaşımlar her ne kadar sürecin pratikliğini kaybetmesine neden olsa da, değerlendirme aşaması içermeyen yaklaşımlara kıyasla tercih edilmektedir. Değerlendirme aşamasının varlığı malzeme kararlarının verilmesi için izlenmesi gereken yolu adım adım belirterek, uygulayıcıları güvenilir malzeme sonuçlarına ulaştırmaktadır.
3. Hem "alan" hem "süreç" üzerinden karşılaştırma yapıldığında; yaklaşımın bir değerlendirme aşaması içerip içermemesi bu başlıktaki kullanılabilirlik karşılaştırmasında daha baskın bir kriter olmuştur.
4. Çevresel etki bakış açısı ile malzeme seçimi yaklaşımlarının kendi içerisinde karşılaştırılmasında, malzemenin diğer performans özellikleri ile ilgili de bilgiler de sunan yaklaşımlar tercih edilmektedir. Tek başına çevresel etki değerlendirme tablolarının yapı elemanı tasarımından beklenen performansları karşılayacak malzeme kararını vermede yeterli değili olmadığı, ancak diğer sistematik malzeme seçimi yakşımlarının içerisine ele alınacak bir parametre olarak dahil edilebileceği sonucuna varılabilir.

Yapılan karşılaştırma deneyleri kapsamında değerlendirilen bir diğer kriter de veri tabanı ihtiyacıdır. Sınırlı bir malzeme bilgisine sahip mimarlık öğrencileri tarafından yapılacak bir malzeme seçiminde, olası malzeme seçeneklerini bulmak, araştırmak ve karşılaştırmak için bir kaynak kullanılması kaçınılmazdır.

Uygulama sonucunda elde edilen karşılaştırmalı veriler ışığında her bir mevcut sistematik malzeme seçimi yaklaşımının kullanılabilirliği ve her bir yöntemin güçlü yönleri ortaya konulmuştur.

KAYNAKLAR

[1] Balanlı, A. 1997. Yapıda ürün seçimi. Yıldız Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Eğitim ve Kültür Hizmetleri Derneği Yayını. No:4.
[2] Japanese Research Group. 1968. The systematic Method for Selecting Building Materials.
[3] Fouad, N. A. (ed.). 2013. Lehrbuch der Hochbaukonstruktionen. Springer Fachmedien Wiesbaden.
[4] Cziesielski, E. (ed.). 1990. Lehrbuch der Hochbaukonstruktionen. Stuttgart : G. Teubner
[5] Berksun, F. 1979. Mekan bileşenleri tasarımında malzeme seçimi için kullanıcı gereksinmelerini değerlendiren bir yöntem. Ankara : KTÜ.
[6] Özkan, E. 1976. Yapım Sistemleri'nin Seçimi için bir Yöntem. Doktora, İTÜ.
[7] Sneck. T, Bring. C, Lossius. P, Malmstedt. K, Neilsen. P, Schjot. R. 1969. Qualitative Performance Analysis of Floors. Helsinki.
[8] Sneck. T. On the Connection Between Performance Evaluation and Material Science. Valtion teknillinen tutkimuskesku. Oteniemi marraskuu, 1972.
[9] Ashby, M. and Johnson, K. 2002. Materials and Design: the art and science of material selection in product design. Italy: Butterworth-Heinemann publications.
[10] Charles, J.A. Crane, F.A.A. Furness, J.A.G. 1997. (ed.3rd) Selection and use of engineering materials [electronic resource] Oxford ; Boston : Butterworth Heinemann.
[11] George E. Dieter. 1987. Engineering design. New York : McGraw-Hill.
[12] George E. Dieter. 2012. Engineering design. New York : McGraw-Hill.
[13] Woolley, T. 2005. Green Building Handbook: A guide to building products and their impact on the environment.
[14] Demkin, J. A. ed. 1998. Environmental Resource Guide. AIA. New York: John Wiley & Sons, Inc.
[15] Anderson, J., Shiers, D. 2002.The Green Guide To Specification: An Environmental Profiling System for Building Materials and Components. Blackwell
[16] Anink, D. Boonstra, C. Mak, J. 2004. Handbook of sustainable building : an environmental preference method for selection of materials for use in construction and refurbishment. London: James & James Limited.
[17] Yeomans, D. 1982. Monitoring design process, in Changing desig. Edited by B. Evans, J.A. Powell and R. Talbot. Chichester, New York: John Wiley & Sons
[18] Naoum, S.G., 1999, Dissertation Research and Writing for Construction Students, Oxford: Butterworth-Heinemann

“4+9”: Tipik Bölge Detayı Tasarımı için Bir Destek Aracı ve Kullanılabilirliği

M. CEM ALTUN[1], IŞIL TÜRKAY[2]

ÖZET

Teknoloji alanındaki gelişmeler, piyasaya arz edilen yeni malzemeler, çeşitlenerek artan kullanıcı gereksinimleri mimari detay oluşturmada tasarımcıyı daha karmaşık sorunlarla karşı karşıya bırakmaktadır. Mimarlıkta teknoloji eğitiminde de hazır detay çözümleri ile birlikte uyarlama ve özgün tasarım becerisinin kazandırılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda “hazır” detaylara ilişkin bilgi aktarımı ile birlikte değişik problemlerin çözümüne olanak verebilecek yaklaşımlar gerekmektedir. Hızla değişen koşullara uygun tasarımlara güncel teknolojiyi entegre edebilecek ve temel bilgilerin detay geliştirmede kullanılmasını sağlayacak “sistematik” yaklaşımların kullanılması bir çözüm olarak ortaya çıkmaktadır. Bu amaçla, gerek profesyonel işlerde gerekse mimarlık eğitiminde kullanılabilecek, çeşitli kaynaklardan yararlanılarak ve elde edilen veriler ile “4+9” tipik bölge detayı tasarım destek aracı geliştirilmiştir. Bu aracın lisans eğitiminde kullanılmasına ve bir yarıyıl süren tasarım çalışmalarına ilişkin gözlemler ve anketler doğrultusunda aracın kullanılabilirliği çeşitli ölçütlerle değerlendirilip sunulmuştur.

ANAHTAR SÖZCÜKLER: tipik bölge detayı, performans, mimarlıkta teknoloji eğitimi, tasarım destek aracı

[1]Yrd. Doç. Dr. M. Cem Altun. İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Bölümü. İstanbul. Tel: 0212 293 13 00/2379; mcemaltun@gmail.com
[2]Araş. Gör. Işıl Türkay. İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Bölümü. İstanbul. Tel: 0212 293 13 00/2338; isilturkay@gmail.com

1. GİRİŞ

Detay oluşturma, gerek az deneyimli tasarımcılar gerekse öğrenciler için mimari tasarımın karmaşıklık düzeyi yüksek alt süreçlerinden biridir. Bu durum, detay oluşturma sürecinin tasarım becerisinin ötesinde, teknolojik bilgi birikimi ile birlikte deneyim de gerektirmesinden kaynaklanmaktadır. Bir yapı elamanını, sürekliliği içindeki bir parçası ile tanımlayan "tipik bölge detaylarını" ve farklı yapı elemanlarının ve diğer bina sistemlerinin bir araya geldiği "birleşim bölgesi detaylarını" oluşturmada değişik yaklaşımlardan söz etmek olanaklıdır. Bu yaklaşımlar; kopyalama, uyarlama ve özgün tasarım olarak sıralanabilir. Kopyalama, binanın sadece işlevselliğe sahip olan ve genellikle görünmeyen detaylarını oluştururken geçerlidir. Hazır üretilmiş detayların olduğu gibi kullanılması durumunu kapsamaktadır. Uyarlama yaklaşımında, oluşturulmak istenilen detaya örnek teşkil edebilecek yine hazır üretilmiş detaylar incelenerek, beklenen özellikler ve görsel etkiye göre gerekli değişiklikler yapılarak detay oluşturulmaktadır. Özgün detay tasarımında ise tasarlanan binanın kimliği ile uyumlu tek defaya özgü bir detay oluşturulmaktadır.
Teknoloji alanındaki gelişmeler, piyasaya arz edilen yeni malzemeler, çeşitlenerek artan kullanıcı gereksinimleri mimari detay oluşturmada tasarımcıyı daha da karmaşık sorunlarla karşı karşıya bırakmaktadır. Bu durumun bir uzantısı olarak, mimarlıkta teknoloji eğitiminde de hazır detay çözümleri ile birlikte uyarlama ve özgün tasarım becerisinin kazandırılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Geleneksel mimarlık teknolojilerinin detayları, sınırlı miktarda malzeme ve yapım tekniği içermesi nedeni ile "doğru" çözümler biçiminde derlenip sunulabilir niteliktedir. Ancak günümüzdeki mimarlık teknolojilerinin sayıca ve nitelikçe artan çözümlerinin tümünün bire bir aktarılması olanaksız bir durum oluşturmaktadır. Bu bağlamda "hazır" detaylara ilişkin bilgi aktarımı ile birlikte değişik problemlerin çözümüne olanak verebilecek yaklaşımlar gerekmektedir. Gerek profesyonel işlerde gerekse mimarlık eğitiminde hızla değişen koşullara uygun tasarımlara güncel teknolojiyi entegre edebilecek ve temel bilgilerin detay geliştirmede kullanılmasını sağlayacak "sistematik" yaklaşımların kullanılması bir çözüm olarak ortaya çıkmaktadır.

2. "4+9": TİPİK BÖLGE DETAYI TASARIMI İÇİN BİR DESTEK ARACI

Mimari detaylar ile ilgili kaynakların çoğu, hazır çözülmüş detayları içermekte olup detay oluşturma süreci ile ilgili hemen hemen hiç bilgi

içermemektedir. Bununla birlikte, hazır çözülmüş detaylar yerine sürece yönelik değişik düzeylerde bilgi aktaran ve yaklaşımlar sunan kaynaklar da söz konusudur. Müller, Alman Mühendisler Birliği (VDI) tarafından geliştirilmiş sistematik konstrüksiyon tasarım adımlarını, mimari detay tasarımına uyarlamıştır [1]. Rich ve Dean, kitaplarında tüm yapı elemanları için ayrı ayrı genellenmiş ilkesel detaylar sunmakta ve performans yaklaşımı ile standartlardan da yararlanarak soyuttan somuta dönüşen bir detay oluşturma yaklaşımı tanımlamaktadır [2]. Aygün, performans yaklaşımı ile yapı elemanları seçenekleri üretilmesi, değerlendirilmesi ve elenmesi temel adımlarından oluşan bir yaklaşım önermektedir [3]. Emmitt, Olie ve Schmid kitaplarında, performans yaklaşımını benimseyen ekolojik bir bakış açısıyla detayların biçimlendirilmesine yönelik sistematik adımlara sahip bir tasarım destek aracı önerisinde bulunmaktadır [4]. Allen ve Rand, kitaplarında, detay oluşturmada kullanılabilecek; işlev, yapılabilirlik ve estetik bakış açılarını kapsayan detay kalıpları sunmakta ve bunların kullanımını malzeme ve yapı bağımlı tasarım süreçleri ile örneklemektedir [5].

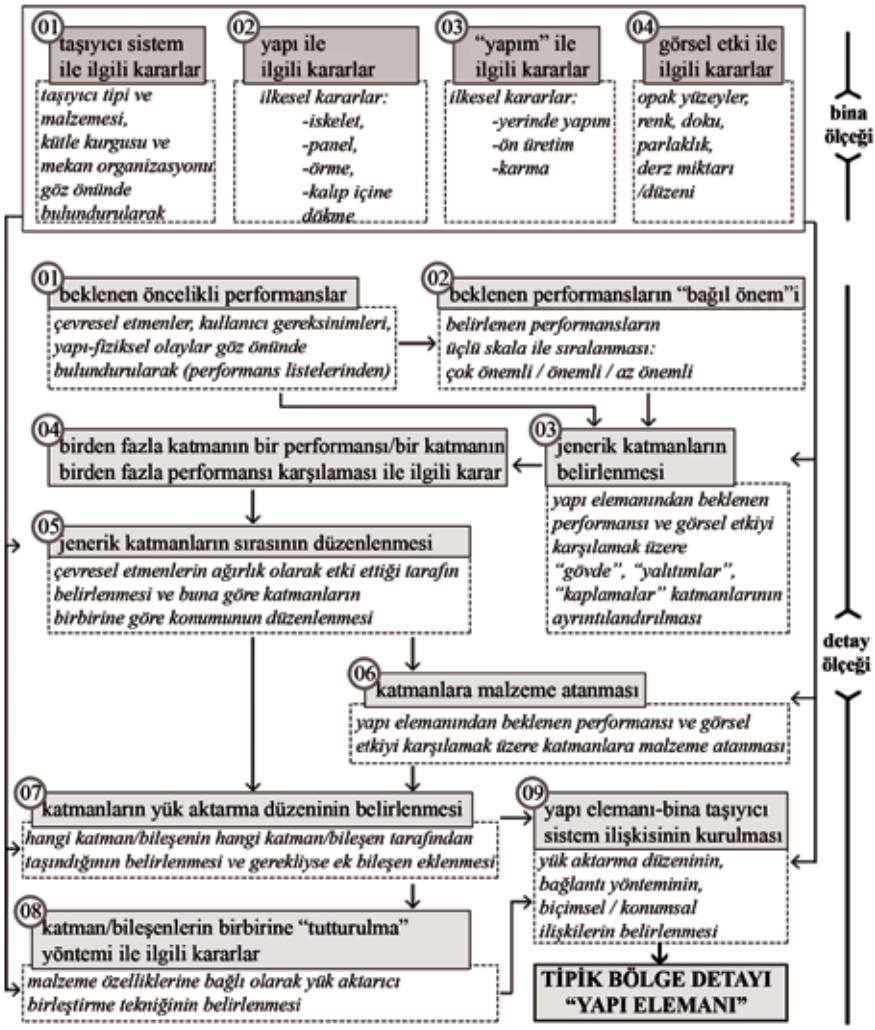
Az deneyimli tasarımcılara ve mimarlık öğrencilerine uyarlama ile detay oluşturmada veya özgün detay tasarımında yol gösterecek bir destek aracının geliştirilmesinde yukarıda sıralanan yaklaşımlardan yola çıkılarak her biri analiz edilerek incelenmiştir. Bu yaklaşımlar birbirleri ile karşılaştırılabilir hale gelecek biçimde adımlaştırılmış ve farklı tasarım problemlerinin çözümünde kullanılarak olumlu ve olumsuz yönleri belirlenmiştir [6], [7], [8].

Var olan yaklaşımların analizinden elde edilen bulgular temel alınarak aşağıdaki özellikleri olan bir destek aracının geliştirilmesi hedeflenmiştir:

- Araç; sistematik, okunabilir, tekrarlanabilir bir süreci tanımlayacak ve tasarımcıyı kesintisiz şekilde sonuca götürebilecektir.
- Araç, karmaşık tasarım problemlerinde, girdiler ile uyumlu sonuca ulaşmada destek olacak özellikte olacaktır.
- Araç, seçenek geliştirmeye elverişli olacak ve yaratıcılığa olanak verecek esnekliğe sahip olacaktır.
- Araç, çevresel etmenler, kullanıcı gereksinimleri, taşıyıcılık, yapısal özellikler, yapım teknikleri, görsel etki bağlamında tipik bölge detayı oluşturmaya olanak verecektir.
- Araçta, temel olarak performans ve sistemler yaklaşımları esas alınacaktır.
- Araç, parça (detay) – bütün (bina) karşılıklı etkileşimini göz önünde bulunduracaktır.

- Araç, soyut bir katmanlaşmadan aşamalar halinde somut bir detaya dönüştürme alt süreçlerinden oluşacaktır.
- Araç, güncel koşullara uyum sağlayabilecek esneklikte olacaktır.

Sonuç olarak geliştirilen "4+9" tipik bölge detayı tasarım destek aracı, bina ölçeği ve detay ölçeği olmak üzere, iki modül ve toplam 13 alt süreçten oluşmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. "4+9" Tipik bölge detayı tasarım destek aracının alt süreçleri.

3. “4+9”: TİPİK BÖLGE DETAYI TASARIM DESTEK ARACININ KULLANILMASI

“4+9” Tipik bölge detayı tasarım destek aracı, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü dersi olan, “Yapı Elemanları Tasarımı” kapsamında, öğrenciler tarafından detay tasarımında kullanılmıştır. Tasarımcı adaylarının araç ile ilgili görüş ve yorumları da bir anket yardımı ile derlenmiştir.

3.1. Tasarım Problemi ve Süreç

“Yapı Elemanları Tasarımı” dersi kapsamında öğrencilerin farklı bina işlevleri, taşıyıcı sistem tipleri ve iklim elemanları bağlamında tipik bölge detayı tasarımını deneyimleyebilmeleri için bir konut binası ve bir ofis binasının tüm yapı elemanlarını oluşturmaları istenmiştir. Tasarım sürecinin karmaşıklığı ve bir yarıyıl süresinin kısıtlılığı nedeniyle konut binası için betonarme iskelet taşıyıcı planı ile ofis binası için çelik iskelet taşıyıcı planı hazır olarak verilmiştir. Öğrenciler, her iki bina için birer iklim bölgesi seçmiş, kullanıcıları tanımlamış ve bina işlevlerini ayrıntılandırarak, mekan organizasyonu ve kabuk kurgusu bağlamında ön proje niteliğinde tasarımlarını geliştirmişlerdir.
İki tasarım çalışması eş zamanlı yürütülürken “4+9” Tipik bölge detayı tasarım destek aracından yararlanılmıştır:
Bina ölçeğindeki alt süreçlerden, birinci adım olan taşıyıcı sistem ile ilgili kararlarda taşıyıcı tipi ve taşıyıcı malzemesi göz önünde bulundurularak taşıyıcı bileşenlerin düzenine göre kütle kurgusu ve mekan organizasyonu oluşturulmuştur. İkinci adımda yapı (bünye) ile ilgili kararlar verilmiş; yapı elemanlarının gövdesinin iskelet, panel, yerinde döküm (kalıp) veya örme olması ile ilgili ilkesel öngörülerde bulunulmuştur. Bu adımda bina sistemlerinin kolay ve yapı fiziksel açıdan doğru bütünlenmesine yönelik olarak bir tip yapı sisteminin seçilmesi teşvik edilmiştir. Seçilen yapı sisteminin üretim ve yapım yöntemleri önem sırasında birinci olacak şekilde maliyet, yapılabilirlik, hız gibi girdilerin üçüncü adım olan yapım ile ilgili ilkesel kararlarda rol alması ve bununla ilişkili olarak bina sistemlerinin yerinde yapım ya da ön üretimli olması kararları verilmiştir. Bina ölçeğinde son ve dördüncü adımı görsel etki ile ilgili kararlar oluşturmuştur. İç ve dış opak yüzeyler, renk, doku, parlaklık, derz miktarı/düzeni (parçalılık/yekparelik), cephe boşluk-doluluk oranı, boşlukların düzeni, kurgusu, boyutu ve oranları, bina bütününün görsel kimliğini oluşturması bakımından ön proje aşamasında verilen kararlar olmuştur. Ancak bina ölçeğindeki bu ilk dört adımın atılması, bu kararların değişmez olduğu

anlamına gelmemektedir. Yapı elemanları tasarlanırken, bina ölçeği kararları birer çıkış noktası teşkil etmekte; fakat bütün (bina) – parça(yapı elemanı) etkileşimi içinde geri dönüşler yapılıp bazı ilk kararların değiştirilmesi söz konusu olabilmektedir.
Tasarım destek aracının ikinci modülü olan detay ölçeğindeki alt süreçler kapsamında her iki binanın; çatı, dış duvar, doğrama, zemine oturan döşeme, ara kat döşemesi, merdiven, iç bölme duvar sistemleri ayrı ayrı ele alınmış olup; bina görsel kimliği ve işlevi ile uyum içinde geliştirilmiştir. Detay (yapı elemanı) ölçeğinin birinci adımında; kullanıcı tipi ve sayısı, çevresel etmenler, iklim koşulları gibi faktörler yapı elemanından beklenen performansların belirlenmesinde birer tasarım girdisi olmuşlardır. İkinci adımda kullanıcı gereksinimleri göz önünde bulundurularak belirlenen performanslara bağıl önem verilmiştir. Listelenen performanslar üçlü bir skala ile "çok önemli", "önemli", "az önemli" başlıkları altında gruplandırılmıştır. Bu sayede tipik bölge detayı tasarlanan yapı elemanında aynı anda eşit derecede alınamayacak olan önlemlerin önem sırasına göre öncelikli olan performansın karşılanması sağlanması hedeflenmiştir. Üçüncü adımda, yapı elemanından beklenen performansı ve görsel etkiyi karşılayacak olan jenerik katmanlar belirlenmiştir. Yapı elemanının taşıyıcı katmanı "gövde"nin yanı sıra su, su buharı, ısı geçirimsizlik vb. sağlayacak olan gerekli "yalıtım" katmanları ile "iç kaplama" ve "dış kaplama" katmanları jenerik katmanlaşma modelinde belirtilmiştir. Dördüncü adımda, jenerik katmanlardan hangilerinin birden fazla işlev karşılayacağı kararlaştırılmaktadır. Bu adım, bir yapı elemanından beklenen çok sayıda performansın dört jenerik katman arasında organizasyonunun yapılması ve karmaşıklığın giderilmesi açısından önem kazanmaktadır. Jenerik katmanların düzenlenişindeki karmaşıklık, beşinci adımda çevresel etmenlerin hangi taraftan etki ettiğini belirleme ile daha da azalmaktadır. Örneğin, "dıştan" gelecek olan yağış suyuna karşı "su yalıtım katmanı"nın jenerik katmanlaşma modelinde dış tarafa yakın olması gerektiği tayin edilerek katmanların birbirine göre konumları belirlenmektedir. Altıncı adımda ise sistematik bir yaklaşımla jenerik katmanlara malzeme atanmaktadır. Bu adımda çeşitli malzeme veritabanlarından yararlanılarak ve katmanların önceki adımlarda üstlenmesine karar verilen işlevler göz önünde bulundurularak "doğru" malzeme seçimi yapılmaktadır. Performans yaklaşımı ile birlikte iç ve dış kaplama katmanlarının malzeme seçiminde binanın ve yapı elemanının görsel etki kararları doğrultusunda seçim yapılması gerekmektedir. Yedinci adımda, malzemeleri atanarak daha tanımlı hale gelmiş olan katmanların arasındaki yük aktarım düzeni ortaya konmaktadır. Bu düzenden yola çıkarak sekizinci adımda katmanları bir

arada tutan bağlantı elemanları ve yöntemleri belirlenmektedir. Yedinci ve sekizinci adımlardan yola çıkarak dokuzuncu adımda, yapı elemanında oluşacak yüklerin gövdeye ve ardından bina taşıyıcı sistemine nasıl aktarılacağı ortaya çıkarılmaktadır. Böylece tüm bağlantı yöntemleri ile yapı elemanı ve bina taşıyıcı sistemi arasındaki biçimsel ve konumsal ilişkiler belirlenmektedir.

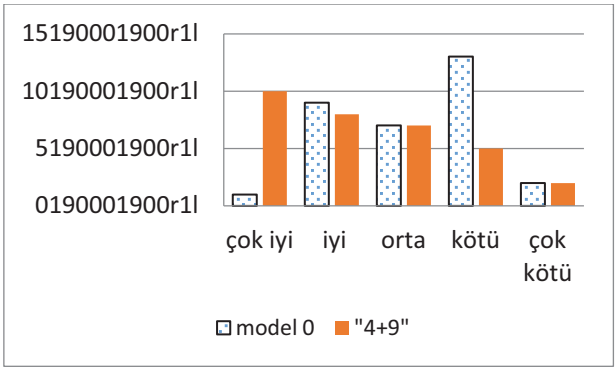
3.2. Anketle Değerlendirme

Bir yarıyıl süren tasarım çalışmalarının sonunda "4+9" tasarım destek aracının kullanılabilirliği, yarıyıl sonunda gerçekleştirilen bir anketle belirlenmeye çalışılmıştır. Uygulanan ankette, "4+9" tasarım destek aracı, öğrencilerin alışageldikleri kısmen "sezgisel" detay oluşturma süreçleri ile karşılaştırılarak, seçenek geliştirmeye olanak verme, kolay uygulanabilirlik, çözüme ulaşmadaki hız, "yaratıcılığa" olanak verme, tam çözüme ulaştırması, bütün (bina) – parça (detay) ilişkisinin kurulması ölçütleri bağlamında değerlendirme yapılması istenmiştir. Anketteki sorular "4+9" aracı ile ilgili genel değerlendirmelerden başlayarak adım bazında detaya inecek şekilde sıralanmıştır. Anket sorularının çoğunda, 1-5 arası bir değerleme skalası ile değerlendirme ile birlikte kısa açıklamalar da istenmiştir. "4+9" aracını deneyimleyen 33 öğrenci anketi doldurmuştur.

4. DEĞERLENDİRME

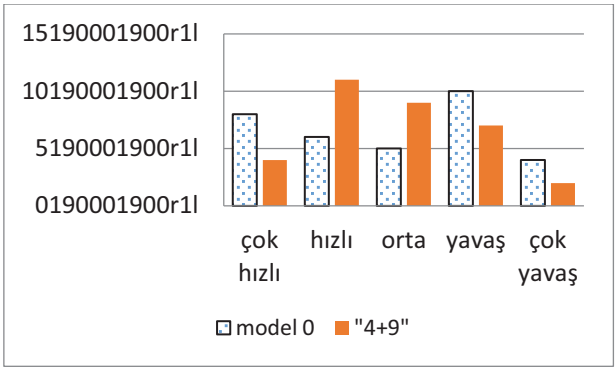
Yapılan anket çalışması değerlendirilerek, "4+9" tipik bölge detayı tasarım aracını deneyimleyen öğrencilerin araç ("4+9") ile ilgili yorum ve görüşleri alışageldikleri detay oluşturma süreçleri (model 0) ile karşılaştırmalı olarak derlenmiş ve aşağıda sırlanmıştır:

- <u>"4+9" ve model 0'ın, "kolay uygulanabilirlik" açısından karşılaştırılması (Şekil 2)</u>
  Modelin ilk uygulaması öğrencileri çoğunlukla zorlamıştır; ancak uygulama sayısı arttıkça modelin daha kısa sürede çözüme ulaştırıp daha kolay uygulandığı belirtilmiştir. Adımlı bir yaklaşım olması nedeniyle karar verme süreçlerinin şeffaflaşıp, nedenleri ile etkileşim içinde bir tipik bölge detayının geliştirilip iyileştirilmesi, öğrencilerin yaptıkları tasarımları daha iyi kavramalarını sağlamıştır.



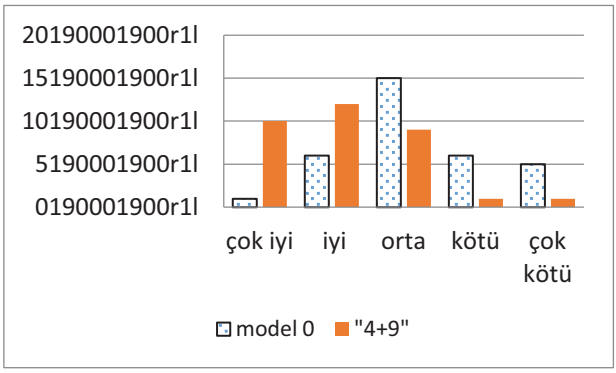
Şekil 2. “model 0” ile “4+9” un “kolay uygulanabilirlik” açısından karşılaştırılması

- <u>“4+9” ve model 0’ın “çözüme ulaşmadaki hız” açısından karşılaştırılması (Şekil 3)</u>
  Verilen cevaplarda genellikle hız ve tekrar birbiriyle ilintilendirilmiş kavramlar olmuşlardır. Büyük bir çoğunluk bina düzeyindeki ilk 4 adımın her yapı elemanında kendini tekrar etmesinin gereksizliğinden söz ederken; bir grup ise katmanlaşmaların adımlarda tekrar tekrar çizilmesinin hızı düşürdüğünü belirtmiştir. Bu tekrarlarda detayı değişen tasarımlara sahip öğrenciler, verilen sürenin iyi değerlendirildiği şeklinde yorum yaparken; katmanlaşması az değişen öğrenciler hızlarının düştüğü yorumunu yapmışlardır. Hızın düştüğü yorumunun yoğunlaştığı bir başka konu ise bilgi birikim düzeyinin düşüklüğü ve özellikle malzeme atama aşamasında yaşanan zorluklardan ileri geldiğidir. Modelin bütününe bakıldığında ise, sistemli yapısı ve toplanan verilerin yeterliliği nedeniyle adımların belli bir akış içinde fazla vakit kaybetmeden doğru bir yapı elemanı tipik bölge detayına ulaşılması olumlu bulunmuştur.



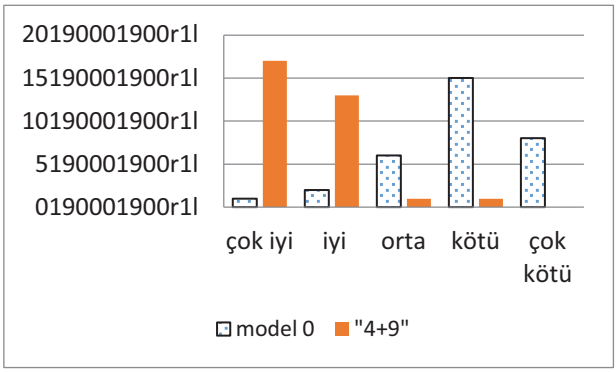
Şekil 3. “model 0” ile “4+9” un “çözüme ulaşmadaki hız” açısından karşılaştırılması

- <u>“4+9” ve model 0’ın “yaratıcılığa olanak vermesi” açısından karşılaştırılması (Şekil 4)</u>
  “4+9” modelinin araştırma ile güncel teknolojilere yönlendirmesinin tipik bölge detaylarında yeni çözümlere götürmesi ve bu sayede seçenekler üretilebilmesi sebebiyle tasarımdaki yaratıcılığı arttırdığı belirtilmiştir. Uygulanabilirlik ölçütlerinin, yapı ve yapım sistemi kararlarının, taşıyıcılık, konstrüktif taşıyıcılık ve performans ölçütlerinin yaratıcılığı kısıtladığının; ancak bunun yapı elemanı tasarımında kabul edilebilir bir durum olduğu yorumu yapılmıştır. Malzeme seçiminde ise jenerik katmanlardan beklenen performansların belirlenmesi adımlarından sonra malzeme atamak yaratıcılık açısından olumlu bulunurken; malzeme bilgi eksikliğinin olumsuzluk yarattığı belirtilmiştir.



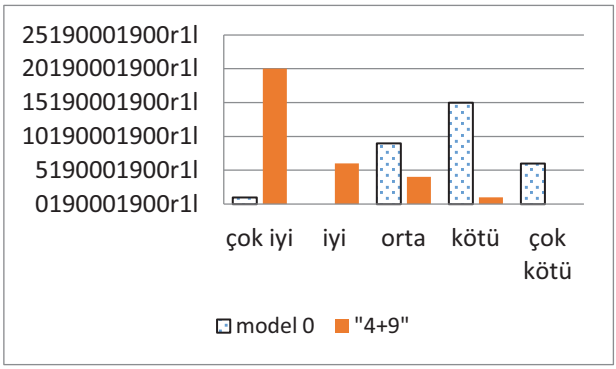
Şekil 4. “model 0” ile “4+9” un “yaratıcılığa olanak vermesi” açısından karşılaştırılması

- <u>“4+9” ve model 0’ın “tam çözüme ulaştırması” açısından karşılaştırılması (Şekil 5)</u>
  Modelin adımları sistemli bir akış içinde tasarım problemini çözmeye yönelik doğru sorular sorup gerekli verileri toplamayı sağladığından ve her adım kendinden önceki adımları sorgulattığından dolayı eksiksiz bir yapı elemanı tipik bölge detayı elde edildiği belirtilmiştir.



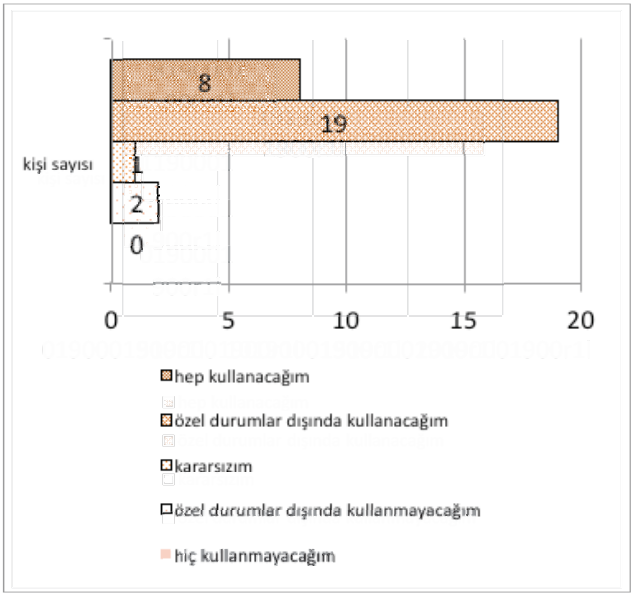
Şekil 5. “model 0” ile “4+9” un “tam çözüme ulaştırması” açısından karşılaştırılması

- <u>“4+9” ve model 0’ın“bütün (bina) – parça (detay) ilişkisinin kurulması” açısından karşılaştırılması (Şekil 6)</u>
  Bina bütününün ilk 4 adımda kurgulanmasından sonra bu adımlarda verilen kararlar doğrultusunda adım adım yapı elemanı tipik bölge detayının geliştirilmesinin, bütün-parça ilişkisinin kurulmasında en etkili özellik olduğu belirtilmiştir.



Şekil 6. “model 0” ile “4+9” un “bütün (bina) – parça (detay) ilişkisinin kurulması” açısından karşılaştırılması

- <u>“4+9”un “gelecekteki tasarımlarda kullanılması” açısından değerlendirilmesi (Şekil 8)</u>
  “4+9” modelinin gelecekteki tasarımlarda kullanılacak olma nedenleri arasında birinci sırada bütün-parça ilişkisi kurması nedeniyle bir ön projenin uygulama projesi ile arasındaki bağı güçlendirmesi olduğu ifade edilmiştir. Kurulan bu ilişki aynı zamanda tipik bölge detay tasarımının başlangıç noktasını da işaret etmektedir. Sistematik yaklaşımı ile tasarımcıyı adım adım doğru sonuca götürmesi ve tasarım sürecinin bütününde güvenilirliği ile birlikte sağladığı kolaylık bu modelin kullanılacak olma nedenleri arasındadır.



Şekil 8. “4+9” un “gelecekteki tasarımlarda kullanılması” açısından değerlendirmesi

SONUÇ

Çalışma kapsamında, az deneyimli tasarımcıların ve öğrencilerin, tipik bölge detayı tasarım sürecinde kullanabilecekleri bir destek aracı geliştirilmiştir. Geliştirilen destek aracının kullanılabilirliği, tasarım problemleri bağlamında denenmiş ve olumlu/olumsuz yönleri kullanıcılarına uygulanan bir anket ile ortaya koyulmaya çalışılmıştır.

Geliştirilen “4+9” tipik bölge detayı tasarım destek aracının genel özellikleri aşağıda sıralanmıştır:

- Araç, tasarım sürecinin akışı içinde göz önünde tutulması gereken ilkeleri “4+9” alt süreç ile tanımlayan bir yaklaşım biçimindedir.
- Araçta, temel olarak performans yaklaşımı esas alınmıştır.
- Araç, parça (detay) – bütün (bina) karşılıklı etkileşimi üzerine temellenmektedir.
- Araç, soyut bir katmanlaşmadan aşamalar halinde somut bir detaya dönüştürme alt süreçlerinden oluşmaktadır.
- Aracın alt süreçleri tasarımcıyı hedefe doğru yönlendirir niteliktedir.

Geliştirilen tipik bölge detayı tasarım destek aracını ilgili tasarım problemlerinde deneyimleyen kullanıcıların araç ile ilgili yorumları ve görüşleri alışageldikleri detay oluşturma süreçleri ile karşılaştırmalı olarak derlenerek ve değerlendirilerek aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

- Araç, “kolay uygulanabilirlik” açısından ağırlıklı olarak “çok iyi”, “iyi” veya “orta” olarak değerlendirilmiştir.
- Araç, “çözüme ulaşmadaki hız” açısından ağırlıklı olarak “hızlı” veya “orta hızda” olarak değerlendirilmiştir.
- Araç, “yaratıcılığa olanak vermesi” açısından ağırlıklı olarak “çok iyi”, “iyi” veya “orta” olarak değerlendirilmiştir.
- Araç, “tam çözüme ulaştırması” açısından ağırlıklı olarak “çok iyi” veya “iyi” olarak değerlendirilmiştir.
- Araç, “bütün (bina) – parça (detay) ilişkisinin kurulabilmesi” açısından ağırlıklı olarak “çok iyi” olarak değerlendirilmiştir.
- Kullanıcıların çoğunluğu aracı özel durumlar dışında kullanmayı sürdüreceklerini belirtmişlerdir.

Genel olarak bakıldığında, “4+9” tasarım destek aracı, tasarıma bütüncül ve çok yönlü yaklaşımı, alt süreçlerinin sıralanışı ile öğrencileri veya az deneyimli tasarımcıları kesintisiz olarak sonuca yönlendirişi, sistematikliğinin yanı sıra yaratıcılığa olanak vermesi olumlu özellikler olarak ortaya çıkmaktadır. Sezgisel yaklaşımlı tasarımlara göre sistematikliği sayesinde adım adım kararlar alınabilmesine ve tüm tasarımın kavranmasına olanak vermektedir. Ancak aracın bazı alt süreçlerinin uygulanma süresinin “uzun” olması, karar verme süreçlerinde az katkı sağlıyor olması; geliştirilmesi ve ayrıntılandırılması gereken özelliklerdir.

KAYNAKLAR

[1] Müller, H.F.O., 1990. Methodik des Konstruierens und Wahl der Baustoffe. E. Cziesielski, ed.:*Lehrbuch der Hochbaukonstruktionen*, Stuttgart: B.G. Teubner, pp.9-25.

[2] Rich, P., Dean, Y., 1999. *Principles of Element Design*. 3rd ed. Oxford: ArchitecturalPress.

[3] Aygün, M., 2003. Generationand Evaluation of Alternatives for Building Elements. *Building and Environment*, Vol.38/5, pp. 707-712.

[4] Emmitt, S.,Olie, J., Schmid, P., 2004. *Principles of ArchitecturalDetailing*. Oxford: Blackwell Publishing.

[5] Allen, E.,Rand, P. 2007. *ArchitecturalDetailing – Function, Constructability, Aesthetics*. New York: John Wiley&Sons.

[6] Aksu, Ö.,Altun, M.C., 2009. Architectural Detail Design Methods – SimplifiedandAnalysed. S. Emmitt& J. Littlewoodeds.:*Proceedings of theDetail Design in Architecture 8*. UWIC, Cardiff, Galler, 04.10.2009. pp. 196-211.

[7] Altun, M.C., Genç, H.N., 2011. "Effectiveness of the VDI-H.F.O.Müller Design Method in Building Element Design", *Proceedings of the 2011 AEI Conference*, ArchitecturalEngineeringInstitute of theAmericanSociety of CivilEngineers, Oakland, A.B.D., 30.03–02.04. 2011.pp.480-489.

[8] Genç, H.N., Altun, M.C., 2011. "Analysis of Building Element Design Methods", *Proceedings of the 2011 AEI Conference*, Architectural Engineering Institute of the AmericanSociety of Civil Engineers, Oakland, A.B.D., 30.03–02.04. 2011. pp.490-499.

Alüminyum Giydirme Cephe Sistemlerinin Bina ile Bütünlenmesinde Kullanılabilecek Performans Ölçütleri ve Bağıl Önemleri

AYTAÇ ORAKLIBEL[1]*, M. CEM ALTUN[2]

ÖZET

Alüminyum giydirme cephe sistemleri kendisinden beklenen belirli özellikleri karşılamak üzere tasarlanmış, bitmiş bir üründür ve sıklıkla diğer bina bileşenleri ile bir araya gelmektedir. Bir araya gelen farklı iki sistemin kendilerine özgü özellikleri, beklenilen performansların çokluğu ve performansların karşılanmasında kullanılabilecek malzeme ve bileşenlerin artan sayısı tasarım sürecinde karmaşıklık düzeyi yüksek bir problem yaratmaktadır.
Çalışmanın amacı, literatürde var olan yapısal tasarım ölçütlerinin derlenip ilgili uzmanların görüş ve tecrübelerinden faydalanılarak, bu ölçütlerin alüminyum giydirme cephe sistemlerinin bina ile bütünlenmesi bağlamında geliştirilip özelleştirilmesi ve sistematik bir tasarım sürecinde kullanılabilecek bir tasarım destek aracı şeklinde sunulmasıdır. Çalışmada literatür taraması yöntemi kullanılarak tasarım ölçütleri belirlenmiş ve derlenmiş, uzman görüşü yöntemi ile ise bu ölçütlerin bağıl önemleri ortaya konulmuştur.

Anahtar Sözcükler: Alüminyum giydirme cepheler, tasarım ölçütleri, performans ölçütleri

[1] Aytaç Oraklıbel, Metal Yapı A.Ş., Rüzgarlıbahçe mah. K Plaza No:2 Kat:7 Kavacık İstanbul Tel: (0216)4250325; oraklibela@gmail.com
[2] Yrd.Doç. Dr. M. Cem Altun, İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Bölümü. İstanbul; Tel: (0212)2931300/2379; mcemaltun@gmail.com

1. GİRİŞ

19. yüzyıldan itibaren teknolojideki olağanüstü gelişim birçok alanla birlikte yapı teknolojisini de etkilemiştir. Endüstri devrimiyle beraber yapı malzemelerindeki gelişim ve yapı alanındaki yenilikler, masif dış duvarların aşamalı olarak görece "hafif" cephelere dönüşümüne yol açmıştır. Modern mimarlık akımı ile birlikte, taşıyıcılık işlevinden kurtulmuş dış duvarın dönüştüğü sistemlerden biri de "giydirme cephe" dir. Giydirme cephe sistemi, uygulama süresini kısaltması, hafif olması, endüstriyel bir ürün olması ve uygulama öncesinde test edilerek belirli bir performans standardını sağlayacağı öngörüsü gibi birçok avantaja sahip olduğundan günümüzde sıklıkla kullanılmaktadır. Bina kabuğunun oluşturulmasında, giydirme cephe sistemi birçok farklı bina bileşeni ile bir araya gelmektedir. Biri endüstriyel diğeri ise genelde yerinde yapımla şekillenen iki farklı sistemin bir araya gelmesi, tasarım ve uygulamada bir takım "gerilimler" de doğurmaktadır. Dış çevresel koşullara karşı geçirimsizlik sağlamak veya filtre olmak ve güvenlik sağlamak üzere tasarlanmış bütünsel hazır bir ürün olan giydirme cephe sisteminin, bina bileşenleri ile birleşim noktaları da sistemin kritik noktalarını teşkil etmektedir.

Tekin'e göre giydirme cephe sistemlerini başarısızlığa iten bir takım problemlerden bazıları şu şekildedir [1]:

- Bina hareketleri için gerekli toleransların birbirine uyumunda başarısızlık
- Ara bileşenlerde, bağlantılarda hatalı tasarımlar ve uygun olmayan malzemelerin kullanılması

Uluslararası araştırmalarda da, giydirme cephe sistemlerinde karşılaşılan en büyük hatalardan biri olarak %13' lük bir oranla birleşim bölgeleri gösterilmektedir [2].
Bahsi geçen teknolojik gelişim sürecinde malzeme çeşitliliğindeki olağanüstü artış, kullanıcı beklentilerinin ve konfor düzeyinin artması ve yapım sistemlerindeki değişimler, tasarım sürecinde ele alınması gereken tasarım ölçütlerinin niceliksel fazlalığında en önemli etkenler olmuştur. Detay tasarımında kaçınılmaz olarak göz önünde bulundurulması gereken tüm bu ölçütlerin sayısı, tasarımcının bir kerede üstesinden gelebileceğinden çok daha fazladır. Dolayısıyla sezgisel olarak nitelendirilebilecek geleneksel yaklaşımlarla tasarım, başka bir deyişle yeni problemlerin çözülmesi olanaksız hale gelmiştir. Bununla eş zamanlı görülebilecek şekilde mühendislik alanlarında kullanılmak üzere geliştirilen sistematik

yaklaşımlar, mimarlığında da ilgi alanı haline gelmiştir. Bu tip sistematik yaklaşımlar yeni ve karmaşık problemlerin çözümü için kaçınılmaz olarak görülmüştür.

Bu çalışmanın esas amacı, literatürde var olan yapısal tasarım ölçütlerinin derlenip ilgili uzman görüş ve tecrübelerinden faydalanılarak, bu ölçütlerin giydirme cephe sistemlerinin bina ile bütünlenmesi bağlamında geliştirilip özelleştirilmesi ve sistematik bir tasarım sürecinde kullanılabilecek bir tasarım destek aracı şeklinde sunulmasıdır.

2. METODOLOJİ

Bu bölümde alüminyum giydirme cephe sistemlerinin bina ile bütünlenmesindeki tip birleşim bölgesi detaylarının oluşturulması, bu detayların tasarlanma sürecinde kullanılabilecek tasarım ölçütlerinin belirlenmesi ve bu ölçütlerin bağıl önemlerinin ortaya konulmasındaki yöntemler açıklanmaktadır.

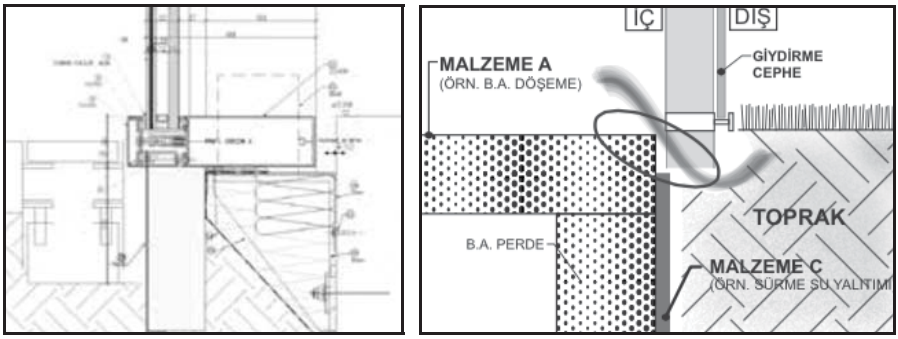
2.1. Tipik Birleşim Bölgelerinin Belirlenmesindeki Yöntem

Tasarım ölçütlerinin değerlendirmesinin yapılabilmesi ve çalışmanın ürünsel kapsamını oluşturulması için çeşitli detaylar incelenmiştir. İncelenen birleşim detayları soyutlanarak genel bir durumu temsil edecek hale getirilerek sunulmuştur. Burada amaç, tasarım ölçütlerinin bağıl önemlerinin özel bir proje ya da belirli bir detay üzerinden belirlenmesi yerine, bu konuda genel bir yaklaşımın ortaya konulmasıdır. Alüminyum giydirme cephe sistemlerinin bina ile bütünlenmesi konusundaki birleşim noktalarının kapsamının belirlenmesi için öncelikle "kaynak taraması" ve "doküman incelemesi" yapılmıştır. Kapsamın belirlenmesinde somut detaylara ulaşabilmek amacı ile üç tip kaynak belirlenerek, verilerin çeşitlendirilmesi amaçlanmıştır. Kullanılan kaynak tipleri; dergiler (somut projelerden derlenen yayınlar), kitaplar (cephe sistemlerine yönelik teknik kitaplar) ve gerçekleştirilmiş projelerdir. Dergi ve kitaplar, kapsamın oluşturulmasında uluslararası nitelik kazandırılması için seçilmiştir. Türkiye'de gerçekleştirilmiş projeleri detaylarıyla birlikte yayınlayan sistematik bir kaynak bulunmamasından dolayı, somut projeler ele alınmıştır [3].

Dergi kapsamında, gerçekleştirilmiş projelerin sistematik bir şekilde detay çözümleri ile sunulduğu "Detail" ele alınarak, derginin 2003-2013 yılları arasında "cephe" konusu ile ilgili olan sayıları belirlenmiştir [4] . Derginin;

Facade (cepheler), Facades + Materials (cepheler + malzemeler), Solar Architecture (Güneş Mimarisi), Wall Construction (Duvar Konstrüksiyonu), Materials and Surfaces (Malzemeler ve yüzeyler) ve Glass Construction (Cam Konstrüksiyon) başlıkları olan sayıları ayrıntılı olarak incelenmiştir. İkinci kaynak tipi olarak, A.B.D. ve Avrupa' da uygulanmış projelerin sistematik olarak derlendiği kitaplardan faydalanılmıştır. Bu tip kaynaklara örnek olarak "Detail in Contemporary Glass Architecture" [5] ve "Facade Construction Manual" [6] verilebilir. Üçüncü tip kaynak olarak da, Türkiye' de uygulanmış projelerden seçim yapılarak faydalanılmıştır. Burada projelere erişim kolaylığı ve uygulanan giydirme cephelerin yoğunluğu ve çeşitliliğinin fazlalığı gibi nedenlerle söz konusu projeler İstanbul' dan seçilmiştir.

Tüm bu kaynaklarda alüminyum giydirme cephe sistemlerinin bina ile bütünlenmesindeki birleşim bölgesi detayları analiz edilmiştir. İncelenen gerçek projelerden elde edilen farklı bütünlenme durumları, sanal bir cephe sisteminde bir araya getirilmiştir. Ortaya çıkarılan tüm farklı birleşimlerin yansıtılmaya çalışıldığı cephe sistemden, dokuz adet soyut nokta detayı oluşturulmuştur [3]. İncelenen somut detayların soyutlanması ile ilgili bir örnek Şekil 1' de verilmiştir.



Şekil 1. Alüminyum giydirme cephe sistemlerinin bina ile bütünlenmesinde somut birleşim bölgesi detayı (solda) ve soyutlanmış anlatımı (sağda).

2.2. Tasarım Ölçütlerinin Belirlenmesindeki Yöntem

Tasarım ölçütleri bir literatür taraması yapılarak belirlenmiştir. İncelenecek kaynakların bulunmasına yönelik kaynak taramasında, kolay ulaşılabilirlik nedeniyle ve niteliksel ve niceliksel anlamda geniş bir altyapıya sahip olduğu düşünülerek İ.T.Ü. kütüphanesi seçilmiştir. İlk sırada İ.T.Ü. kütüphanesi veri tabanına 'dış duvarlar', 'yapı elemanları', 'giydirme

cepheler', 'yapım', 'tasarım' ve 'detay' anahtar sözcükleri İngilizce ve Türkçe olarak aratılmıştır. Yapılan taramalarda çıkan kaynaklar konu, kapsam, içerik ve yayınlanma tarihlerine göre elenmiştir. İkinci olarak kaynak taramasında aynı kütüphanedeki lisansüstü tez çalışmalarına ulaşılmış, bunların kaynak listeleri incelenmiştir. Üçüncü olarak ise genel internet ağında bir tarama yapılmış, konuya yönelik güvenilir kaynaklara ulaşılmaya çalışılmıştır. Bu bağlamda, "Principles of element design" [7] gibi yapısal tasarıma yönelik sistematik ve yöntemsel uluslararası yazılı kaynaklar, "Designing the exterior Wall" [8] gibi dış duvarlar özelinde performans yaklaşımıyla hazırlanmış uluslararası yazılı kaynaklar, "Façade construction manual" [6] gibi cephe sistemlerine yönelik hazırlanmış uluslararası kılavuzlar ve proje derlemelerinden oluşan kaynaklar, "Façades: principles of construction" [9] gibi cephe sistemlerine yönelik akademik çalışmalar sonucu derlenmiş uluslararası yazılı kaynaklar, meslek örgütleri ve kurumları tarafından düzenlenen konferans bildirileri, uluslararası standart örgütlerinin yayınları ve kar amacı gütmeyen ulusal ve uluslararası sivil toplum kuruluşlarının yayınları gibi kaynaklar kullanılmıştır. Bazı kaynaklarda ölçütler direkt olarak verilmediği için bu tip kaynaklardaki veriler tasarım ölçütlerine dönüştürülmüştür. Nitelikli bir kontrol listesinin ortaya konulabilmesi için elde edilen ölçütlerin literatürde bulunma sıklıkları da incelenmiştir. Kaynaklardan elde edilen 84 adet tasarım ölçütü üst başlıklar altında toplanmıştır. Bu üst başlıklar; "su ile ilgili performans", "hava-toz geçirimsizlik ile ilgili performans", "ısıl performans", "nem ile ilgili performans", "ses ile ilgili performans", "yangın ile ilgili performans", "optik ile ilgili performans", "hareketlere izin vermek ile ilgili performans", "konstrüktif taşıyıcılık ile ilgili performans", "hijyen ile ilgili performans", "dayanıklılık ile ilgili performans", "çevresel etki ile ilgili performans", "bakım-onarım kolaylığı", "maliyet" , "yapılabilirlik", "diğer sistemler ile uyum, bütünlenebilirlik ve performans sürekliliği", "servis sistemleri bileşenleri için geçiş sağlamak" şeklindedir.

2.3. Ölçütlere Ağırlıkların Verilmesindeki Yöntem

Çalışma konusu bağlamında tasarım ölçütlerinin ağırlık verilmesinde, belirli bir uzmanlık bakış açısı gerektirmesi sebebiyle farklı yaklaşımlarından "uzman görüşü" seçilmiştir. Uzman görüşüne ulaşmada, değerlendiricilerin hangi maddeyi neden seçtiğinin öğrenilmesi, hangi ölçütlere ne gibi tepkiler verdiklerinin gözlemlenebilmesi çalışmanın sonuçları açısından önem taşımaktadır. Bu nedenlerden dolayı 'yüz yüze görüşme' tekniği kullanılmıştır.

Örneklemin belirlenmesinde, 'seçilmiş örneklem' tipinde değerlendirilen 'rastgele olmayan amaca yönelik örneklem' uygun bulunmuştur [10]. Örneklemin seçilmesi amacıyla öncelikle internet taraması yapılarak, Türkiye'deki uzman kişi ve firmaların bir listesi çıkartılmıştır. Örneklem seçimi konusunda aynı zamanda, 'kartopu veya zincir örnekleme' yöntemi de kullanılmıştır [11]. Bu bağlamda, görüşülen kişilere, çalışılan konudaki en çok bilgiye sahip olanların kimler olabileceği şeklinde görüşülebilecek kişiler sorulmuştur. Bu sayede, mevcutta herhangi bir firma ile ilişkisi bulunmayan uzmanlara da ulaşılması mümkün olmuştur. Seçilen yüz yüze görüşme yöntemi; 'yapılandırılmış', 'yarı-yapılandırılmış' ve 'yapılandırılmamış' gibi üç şekilde olabilmektedir [11]. Çalışmada, kontrol listesinin değerlendirilmesi, verilecek yanıtların belirlenen seçenekler arasından seçilecek olmasından dolayı 'kapalı-uçlu' sorular biçimindedir. Yapılan görüşmelerin, bu değerlendirmeden sonraki bölümü 'açık uçlu' sorulardan oluşmaktadır ve bu bölüm sohbet tarzında gerçekleştirilmiştir. Bu nedenle görüşmenin 'yarı-yapılandırılmış' bir nitelikte olduğu söylenebilir. Yarı-yapılandırılmış görüşmenin esneklik taşıması sayesinde uzmanların tavır, his ve yaklaşımlarına göre bazı noktalarda konu derinleştirilerek, çalışma konusundaki deneyimlerine odaklanma sağlanması ve çalışmaya veri oluşturması hedeflenmiştir.

Ağırlık vermedeki önemli bir nokta da, ağırlıkları verecek kişilerin belirlenmesinin yanı sıra 'değer sistemi' nin, yani ağırlıkların hangi skalaya göre değerlendirileceğinin belirlenmesidir. Bu anlamda 'değerlendirme' ve 'ağırlık verme' konularına yönelik bir literatür araştırması yapılmıştır. Değişik skala türleri ayrıntılı bir şekilde incelenerek, hedefe uygun bir skala oluşturulmuştur[3].

Görüşmelerde verilerin kaydedilmesinde, zaman kaybı yaşanmaması ve görüşme akışının bozulmaması için, izin istenerek, ses kaydı yöntemi kullanılmış ve aynı zamanda kısa notlar da tutulmuştur.

3. TASARIM ÖLÇÜTLERİNİN ÖNEM DERECELERİNİN BELİRLENMESİ

Literatür taramasından elde edilen alüminyum giydirme cephelerin bina ile bütünlenmesinde kullanılabilecek tasarım ölçütlerinin 'uzman görüşü' yaklaşımıyla bağıl önemlerinin belirlenmesi bu çalışmanın temel amacıdır. Uzmanların ilgili tasarım ölçütlerini değerlendirebilmeleri için olası tüm durumları temsil ettiği düşünülen bir cephe sistem projesi dokuz adet soyut detayla beraber hazırlanmıştır. Görüşülen uzmanlardan ölçütleri bu proje ve detaylar üzerinden değerlendirmeleri istenmiştir. Bunun yanında her bir soyut detayın sol üst köşesine yerleştirildiği A4 ebadında eskiz kağıtları hazırlanmış, uzmanların istendiği takdirde bu eskiz kağıtları üzerinde ilgili detayı tasarlayarak ölçütleri değerlendirmeleri teşvik edilmiştir [**3**].

Sonuçların analiz edilebilmesi için farklı skala türlerinden ordinal skalalar seçilmiştir. Çünkü ölçütler arasında bir önem farklılığı bulunması bir hedefken, bu önem farkının sayısal bir değerle ifade edilmesi mümkün değildir. Bağıl önemlerin değerlendirilmesi için 'Z: zorunlu', '+ : ideal durumda olmalı', ' - : az önemli' olmak üzere üçlü bir skala öngörülmüştür.

Ağırlık verme işleminde önemli hususlardan biri ağırlıkların kim tarafından saptanacağıdır. Çoklukla, sorunla ilgili her grubun veya her gruptan temsilcilerin ağırlık verilmesi işlemine katılmaları istenir. Subjektiflik payını azaltmak ve hiç değilse tek yanlı bir sübjektiflikten kurtulabilmek için, ürünle ilgili tüm grupların değer sentezlerini yansıtan ve istatistiki açıdan geçerli olabilecek sayıda denekle elde edilen ağırlıkların hazırlanmasına dikkat edilmesi gerekmektedir [12]. Alüminyum giydirme cephelerin bina ile bütünlenmesi konusunda görüşleri alınabilecek gruplar; cephe danışmanları, cephe uygulayıcı firmaları ve sistem üretici firmalar olarak belirlenmiştir.

Çalışma kapsamında görüşülen uzmanların %35' i danışmanlık firmalarından, %45'i cephe uygulaması yapan firmalardan, %15' i hem imalat hem de uygulama yapan firmalardan, %5' i ise sistem üretici firmalarındandır. Cephe sektörüne yönelik tecrübeleri en fazla 28 yıl ve en az 10 yıl olmak üzere ortalama 17 yıldır. Görüşülen uzmanların %40 'ı firma sahibi ya da ortağı, %60' ı ise çeşitli ölçekli firmalarda proje yöneticisi, koordinatörü, Ar-Ge müdürü gibi pozisyonlarda çalışmaktadır. Görüşülen uzmanların %70' i mimar, %15' i makine mühendisi, %15' i inşaat mühendisidir ve cephe sistemine yönelik akademik bir eğitim alanların oranı %10' dur.

Görüşme yapılacak kişilere öncelikle e-posta yoluyla bir ön yazı gönderilerek çalışmanın amacı, kapsamı, süresi ve uzmandan beklenenler özet olarak bildirilmiştir. Görüşmelerde ilk olarak, hazırlanmış olan soyut cephe sistem projesi ve prensip nokta detaylar gösterilerek çalışmanın kapsamı aktarılmıştır. Daha sonra kontrol listesi gösterilmiş, değerlendirme skalaları aktarılmış, birkaç tasarım ölçütü üzerinden değerlendirmenin ne şekilde yapılması gerektiği örneklendirilmiştir. Kontrol listesinin değerlendirilmesi sırasında uzmanlar tarafından anlaşılmayan ölçütler açıklanarak, uzmanlardan alınan yanıtların eksiksiz olmasına gayret edilmiştir. Görüşmelerin ikinci aşamasında 'açık uçlu' sorular yöneltilmiştir. Bu sorular uzmanların bireysel bilgilerine ve tasarım süreçlerine yönelik olup, yanıtları esnek olabilecek niteliktedir.

Görüşmelerde veri toplamak amacıyla ses kaydı alınmıştır. Ses kaydı alınması için görüşmenin başında görüşülen kişinin izni istenmiştir. Ses kaydı görüşülen kişinin yaklaşımına göre bazen tüm görüşme boyunca, bazı durumlarda ise sadece açık uçlu sorulara geçildiğinde alınabilmiştir. Görüşmeler genel olarak uzmanların ofislerinde ve izole bir ortamda yapılmıştır ve ortalama olarak yaklaşık 60 dakika sürmüştür. Değerlendirme görüşmelerin %80' inde herhangi bir bölünme yaşanmadan, konsantre bir şekilde bir kerede tamamlanabilmiştir. Görüşmelerin %25' inde ses kaydı alınmasına izin verilmemiş, bu görüşmelerde yazılı notlar alınarak veri kaydı yapılabilmiştir [**3**].

Kontrol listesinin değerlendirilmesinde verilen yanıtlar, analiz edilerek ortak bir tabloya işlenmiş, görsel olarak okunurluğun ve genel değerlendirmenin kolaylaştırılması sağlanmıştır. Analiz tablolarına iki örnek Tablo 1 ve Tablo 2' de verilmiştir.

Tablo 2. Isıl performans ile ilgili uzman değerlendirmeleri sonuç veri tablosu örneği

Tablo 2. Yapılabilirlik ile ilgili uzman değerlendirmeleri sonuç veri tablosu örneği.

YAPILABİLİRLİK İle İlgili KRİTERLER	ZORUNLU (Z)	İDEAL DURUMDA OLMALI (+)	AZ ÖNEMLİ (X)
Birleştirme kolay olmalı	%25	%75	%0
Yerleştirme kolay olmalı	%15	%85	%0
Taşıma kolay olmalı	%5	%85	%10
Bitirme (finishing) kolay olmalı	%25	%70	%5
Kurulum hataları saklanabilmeli	%35	%50	%10
Bağlantılar ulaşılabilir olmalı	%45	%45	%10
Kurulum açıklığı olmalı	%75	%25	%0
Sistemler çakışmaları önlenmeli	%50	%45	%5
Tekrarlanan sistemler kullanılmalı	%10	%85	%5
Az sayıda parçadan oluşmalı	%10	%75	%20
Birimsel malzemeler tek parça olarak kullanılmalı	%0	%80	%20
Standart ölçülerdeki elemanlar kullanılmalı	%5	%85	%10
Uygulama sırasına (aşamalarına) uygun olmalı	%45	%45	%5
Her hava şartında uygulanabilir olmalı	%5	%80	%15
Yerel işçilik ve yapım geleneklerine uygun olmalı	%10	%60	%30
Yönetmelik ve standartlara uygun olmalı	%90	%10	%0

4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Endüstriyel, hazır bir ürün olan alüminyum giydirme cephe sistemleri, binadan beklenen performansları karşılayacak şekilde tasarlanmış bir üründür ve binanın dış kabuğunun bir bileşeni olarak diğer yapı elemanlarıyla bütünlenmesi söz konusudur. Alüminyum giydirme cephe sistemlerinin bina bileşenleri ile oluşturdukları bu birleşim bölgeleri karşılanması beklenilen performanslar açısından kritik bölgeleri teşkil etmektedir. Bu çalışmada, bahsedilen birleşim bölgelerinin tasarlanmasında kullanılabilecek tasarım ölçütleri bir kontrol listesi halinde derlenmiş ve tasarım sürecinde referans alınabilecek şekilde bağıl önemleri belirlenmiştir.

Çalışmanın iki sonucu olduğundan bahsedilebilir. Bunlardan birincisi alüminyum giydirme cephelerin bina ile bütünlenmesinde kullanılabilecek tasarım ölçütleri, yani kontrol listesidir. Kontrol listesini oluşturmak için kullanılan kaynaklardaki veriler içerik analizi yapılarak çözümlenmiştir. Kontrol listesinin sistematik bir süreçte kullanılmak üzere derlenmesinden dolayı belirli bir düzen içerisinde olması önemlidir. Bu anlamda literatürden elde edilen ölçütler amaçlarına göre üst başlıklar altında gruplandırılmıştır.

İkinci sonuç ise belirlenen bu tasarım ölçütlerinin uzman görüşleriyle ağırlıklandırılmasıdır. Bu bağlamda uzman değerlendirmelerine göre ağırlık skalalarında en çok göze çarpan tasarım ölçütleri yüzdesel olarak şu şekildedir:

84 ölçütün 29 adeti uzmanların çoğu tarafından 'zorunlu' olarak değerlendirilmiştir. Bunlardan bazıları şu şekildedir:

- Yağmur suyu geçirimsiz olmalı %100
- Strüktürel hareketlere dayanımlı olmalı %100
- Rüzgar yüklerine dayanımlı olmalı %100
- Isı köprüsü oluşmamalı %90
- Duman geçirimsizliği olmalı %95
- Yönetmelik ve standartlara uygun olmalı %90
- Yapı elemanları ile bütünlenebilir olmalı %90

84 ölçütün 25 adeti uzmanların çoğu tarafından 'ideal durumda olmalı' olarak değerlendirilmiştir. Bu ölçütlerden bazıları şunlardır:

- Tekrarlanan sistemler kullanılmalı % 85
- Taşıma kolay olmalı % 85

- Standart ölçülerdeki elemanlar kullanılmalı % 85
- Taşıma maliyeti düşük olmalı % 80
- Düşük üretim enerjisi olmalı % 90
- Geri dönüştürülebilir olmalı % 90

Uzmanlar tarafından net bir şekilde 'az önemli' olarak değerlendirilen ölçüt olmamıştır. Buna rağmen 'az önemli' olarak göze çarpan ölçütlerden bazıları şunlardır:

- Isı depolama özelliği olmalı % 55
- Ses saçıcı olmalı % 60
- Uçan, yapışan şeylerden olumsuz etkilenmemeli % 50
- Depolama maliyeti düşük olmalı % 40

Çalışmanın sonucu olan bağıl önemleri verilmiş kontrol listesinin, tüm olası alüminyum giydirme cephe bina birleşim detaylarının tasarlanmasında kullanılabilmesi hedeflenmiştir. Ancak tanımlanmış olan bu kontrol listesi, bir başlangıç noktası olarak değerlendirilmeli ve her proje özelinde çevresel etmenler, kullanıcı gereksinimleri, tipoloji, işlev vb. proje özellikleri göz önünde bulundurularak tekrar düzenlenmelidir.

Bunlarla birlikte çalışma kapsamındaki bağıl önemlerin verilmesi ile ilgili aşağıdaki genellemeler yapılmıştır:

- Ağırlık vermede, performansa yönelik ölçütler için "zorunlu", yapılabilirlik ile ilgili performanslar için ise "ideal durumda olmalı" şeklindedir.
- Uzmanların değerlendirme sırasında bazı noktalarda giydirme cephe sistemlerinin bina ile birleşim noktalarından çok giydirme cephelerin sistem içi performanslarına yönelik bir değerlendirmede eğilimi olmuştur.
- Birleşim noktaları düşünüldüğünde bu bölgelerin taşıyıcılık işlevinin olmamasına rağmen konstrüktif taşıyıcılık ile ilgili performans özellikleri "zorunlu" olarak değerlendirildiği görülmüştür.
- Çalışmanın sonuçları, uzmanların yorumları bağlamında değerlendirilmelidir.

KAYNAKLAR

[1] Tekin, Ç. (2006). Giydirme Cephe Tasarımındaki Kriterler. *3. Ulusal Çatı ve Cephe Kaplamalarında Çağdaş Malzeme ve Teknolojiler Sempozyumu Bildiriler Kitabı,* 17-18 Ekim 2006, İTÜ Taşkışla Yerleşkesi-İstanbul.

[2] http://www.bath.ac.uk/cwct/cladding_org/icbest97/paper37.pdf, alındığı tarih: 18.09.2014

[3] Oraklıbel, A. (2014). *Alüminyum Giydirme Cephe Sistemlerinin Bina ile Bütünlenmesinde Kullanılabilecek Performans Ölçütlerinin ve Bağıl Önemlerinin Belirlenmesi.* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, danışman: M.C. Altun). İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[4] Detail (2003-2013), Zeitschrift für Architektur und Baudetail, München: Institut für internationale Architektur Dokumentation.

[5] McLeod, V. (2011). *Detail in Contemporary Glass Architecture*. London: Laurence King Press.

[6] Herzog, T., Krippner, R., ve Lang, W. (2004). *Facade Construction Manual*. Basel: Birkhäuser Verlag.

[7] Rich, P., ve Dean, Y. (1999). *Principles of Element Design*. Oxford: Butterworth-Heinemann.

[8] Brock, L. (2005). *Designing the Exterior Wall: An Architectural Guide to the Vertical Envelope*. Hoboken: John Wiley and Sons.

[9] Knaack, U., Klein, T., Bilow, M., ve Auer, T. (2007). *Façades Principles of Construction*. Basel: Birkhäuser Verlag.

[10] Naoum, S. (1999). *Dissertation Research and Writing for Construction Students*. Oxford: Butterworth-Heinemann.

[11] Yıldırım, A., ve Şimşek, H. (2011). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.

[12] Sey, Y., ve Tapan, M. (1976). *Değerlendirmede Temel Sorunlar ve Mimarlıkta Değerlendirme*. İstanbul: İTÜ Mimarlık Fakültesi Baskı Atölyesi.

Cephe kaplama sistemlerindeki metal mesafe tutucuların "ısı köprüsü" oluşumuna etkisi

ÖZGE SARI[1]*, M. CEM ALTUN[2]

ÖZET

Bir ızgara tarafından taşınan opak cephe kaplama sistemlerinin duvar gövdesi ile bağlantılarını sağlayan metal "mesafe tutucu"lar ısı yalıtımını noktasal olarak kesintiye uğratmaktadır. "Isı köprüsü" olarak adlandırılan bu bölgeler ısı geçişini genele göre arttırarak, düşük iç yüzey sıcaklıklarına neden olmakta ve yüzeysel yoğuşma riski oluşturabilmektedir.
Bu çalışmada, metal mesafe tutucuların ısı köprüsü ve yüzeysel yoğuşma oluşumuna etkisi ile "ısı yaltım bantları"nın bir önlem olarak etkinliği; iç yüzey sıcaklığı, yoğuşmaya neden olacak iç bağıl nem oranı ve ısı akış yoğunluğu ölçütleri bağlamında ele alınmıştır. Isıl performansın belirlenmesinde HEAT3 simülasyon programı, nem ile ilgili performansın belirlenmesinde de çiğlenme sıcaklığı abak ve tabloları kullanılmıştır. Mesafe tutucuların ısı köprüsü oluşumuna etkisi ve "ısı yaltım bantları"nın bir önlem olarak etkinliği, malzeme özellikleri, boyutsal özellikler, dış hava sıcaklığı gibi değişkenlere bağlı olarak sonuçlarda ortaya koyulmuştur.

Anahtar Sözcükler: Isı köprüsü, mesafe tutucu, Heat3, cephe kaplaması

[1] İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojileri Y.L. Programı, ozge.sari88@hotmail.com
[2] İTÜ Mimarlık Fakültesi, Taşkışla, Taksim, İstanbul, 34437, mcemaltun@gmail.com

1. GİRİŞ

Bina dış kabuğunda, yapı elemanlarının bir araya geldiği, çatı/dış duvar, dış duvar/döşeme gibi bölgeler ve tipik bölgelerdeki ısı yalıtımının kesintiye uğradığı noktalar yapı elemanının tek başına gösterdiği ısıl ve nem ile ilgili performanstan, farklı ve genelde daha olumsuz özellikler taşıyabilmektedir. Yapı elemanlarının, biçimsel özelliklerindeki farklar, kullanılan malzeme özelliklerindeki farklar ve malzeme katmanlarının konumlarındaki farklar, söz konusu durumun ortaya çıkmasına neden olan önemli etmenlerdir. "Isı köprüleri" olarak isimlendirilen bu bölgelerde, ısı geçişinin artması ile bağıntılı olarak ısı kayıp ve kazançları artmakta ve iç yüzey sıcaklığının gerekli düzeyde olmaması nedeni ile iç ısıl konfor etkilenmektedir [1]. Yine bu bölgelerde oluşan "düşük" iç yüzey sıcaklığı nedeni ile meydana gelen yüzeysel yoğuşma, yapısal ve görsel bozulmalara neden olmaktadır. Nemin bu bölgelerde birikmesi ve uzun süre yapı elemanına etki etmesi, küf oluşumuna sebep olarak kullanıcı sağlığına da olumsuz şekilde yansımaktadır [2]. Sıralanan olumsuzlukların tasarım sürecinde engellenmesi amacı ile "Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği"nde de ısı köprülerinin engellenmesi gerektiği belirtilmektedir [3]. Bu bağlamda, tasarım sürecinde yol göstermek amacı ile yapı elemanlarının bünyelerindeki ve birleşimlerinde oluşan ısı köprülerinin ısıl ve nem ile ilgili performansa etkilerini somut örnekler ve hesaplamalar ile ortaya koyan "katalog" tipi ulusal ve uluslararası çalışmalar da yapılmıştır [4], [5], [6], [7].

Izgara sistemli opak cephe kaplamalarının duvar gövdesi ile bağlantıları mesafe tutucular aracılığıyla sağlanmaktadır. Dış kaplamanın yükünü duvara aktaran metal mesafe tutucular duvarın dış tarafındaki ısı yalıtımını da kesintiye uğratmaktadır. Isı yalıtımının kesintiye uğradığı bu noktalarda ısı geçişi genele göre daha fazla olmaktadır. Kış döneminde bu noktalarda artan ısı geçişi nedeni ile oluşan düşük iç yüzey sıcaklıkları, yüzeysel yoğuşmaya ve küf oluşumuna sebep olmaktadır. Bina ve kullanıcı sağlığı açısından bu durumun engellenmesi gerekmektedir. Bu çalışma, literatürde üzerinde az durulan, cephe kaplama sistemlerindeki metal mesafe tutucuların "ısı köprüsü" oluşumuna etkisini ve olası önlemleri kapsamaktadır.

2. METAL MESAFE TUTUCULARIN "ISI KÖPRÜSÜ" OLUŞUMUNA ETKİSİNİN BELİRLENMESİNDE KULLANILAN YÖNTEM

Çalışmada metal mesafe tutucuların ısı köprüsü oluşumuna etkisi ve ısı yalıtım bantlarının ısı köprüsü oluşumunun azaltılmasındaki etkinliğinin belirlenmesi ve tasarım sürecinde ele alınabilecek genel ilkelerin ortaya konulması amaçlanmaktadır.
Çalışmada kullanılan hesaplama yöntemi ile değişkenlerin "ısı köprüsü" oluşumuna etkisinin belirlenmesinde kullanılan yaklaşımlar aşağıda sıralanmıştır.

2.1. Hesaplama Yöntemi

Çalışmada ısıl performansın belirlenmesi, HEAT3 simülasyon programıyla yapılmıştır [8]. HEAT3 programı sonlu farklar yöntemi ile sabit veya değişken rejim şartları altında üç boyutlu ısı geçişini hesaplamaktadır. HEAT3 programı ile istenilen koordinatlardaki iç yüzey sıcaklık ($T_{İY}$) değerleri ile sistemin bütününün ısı akış yoğunluğu (q) da belirlenebilmektedir. Hesaplamalar sabit rejim şartlarında gerçekleştirilmiştir.
HEAT3'te elde edilen en düşük yüzey sıcaklık değerinde yüzeysel yoğuşmanın gerçekleşeceği bağıl nem oranı ($\varphi_İ$) değerleri, DIN 4108 ve ASHRAE Elkitabında yer alan tablolar ve abaklar yardımı ile belirlenmiştir [9], [10].

2.2. Değişkenlerin "Isı Köprüsü" Oluşumunda Etkinliğinin Belirlenmesinde Kullanılan Yaklaşım

Farklı değişkenlerin "ısı köprüsü" oluşumuna etkisinin belirlenmesinde iki aşamalı bir çalışma yapılmıştır. Birinci aşamada, metal mesafe tutucuların herhangi bir ısı yalıtım bandı kullanılmaksızın duvar ile bağlantısının sağlandığı sistem için (Şekil 1) tüm sistem değişkenleri ile iç hava sıcaklığı $T_İ$=21^{0}C olarak sabit tutularak, sadece dış hava sıcaklığı (T_D) +20^{0}C ile -40^{0}C arasında 5^{0}C'lik artışlarla değiştirilip mesafe tutucunun bulunduğu noktadaki iç yüzeyin sıcaklığı ($T_{İY}$) ve ısı akış yoğunluğu (q) hesaplamaları yapılmıştır. Bu hesaplamalar ile ele alınan dış duvar sistemi için yüzeysel yoğuşma açısından "kritik" dış hava sıcaklığı değeri belirlenmiştir.
Çalışmanın ikinci aşamasında, ısı köprüsü oluşumuna neden olan mesafe tutucunun duvar ile birleştiği bölgeye bir önlem olarak ısı yalıtım bandı konulmuştur (Şekil 2). "Isı yalıtım bantları" için piyasa araştırması yapılmış

ve sonucunda yaygın olarak kullanılan boyutsal ve fiziksel özellikler hesaplamalarda kullanılmıştır [11], [12]. Isı köprüsü oluşumu açısından ele alınan sistem değişkenleri; "ısı yalıtım bandının kalınlığı", "ısı yalıtım bandının ısıl iletkenliği" ve "duvar kalınlığı" olup, çevresel etmenlerden "dış hava sıcaklığı" da değişken olarak göz önünde bulundurulmuştur. Her seferinde tek bir değişkene ait değerler, artırılıp azaltılarak ve diğer değişkenlere ait değerler sabit tutularak, iç yüzeyin sıcaklığı ve yüzeysel yoğuşmaya neden olacak bağıl nem oranı ile ısı akış yoğunluğu belirlenmiştir. İç yüzeyin sıcaklığı ve yüzeysel yoğuşmaya neden olacak bağıl nem oranı ölçütünde, artırılıp azaltılan değişken değerleri için belirlenen "iç yüzey sıcaklığı" değerleri "ısı yalıtım bantları" kullanılmayan duvarda geçerli olan değerler ile oransal olarak karşılaştırılmıştır. Aynı şekilde ısı akış yoğunluğu ölçütünde, ısı yalıtım bantlı duvar sistemi için belirlenen "ısı akış yoğunluğu" değerleri, ısı yalıtım bantsız seçeneğin "ısı akış yoğunluğu" değerleri ile oransal olarak karşılaştırılmıştır.

3. DUVAR SİSTEMİ VE ÇEVRESEL ETMENLER

Cephe kaplama sistemli dış duvarın geliştirilmesinde aşağıdaki sistem özellikleri ile ilgili genel kabuller yapılmıştır:

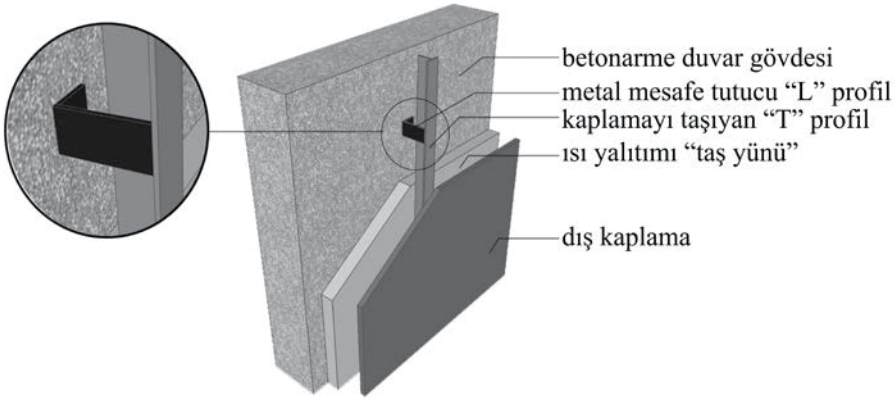
- Opak cephe kaplamasını taşıyan ızgara sistemlerin duvar gövdesine yükünü aktaran mesafe tutucular "ısı köprü"leri oluşturduğundan dış duvarın bu parçası göz önünde bulundurulmuştur.
- ISO 10211' de ısı köprüleri ile ilgili olarak yapılacak hesaplamalarda ısı köprüsü bölgesinden her yöne doğru en az bir metre "homojen" özellikler taşıyan bölgeler olacak biçimde modelleme yapılması istenmektedir [13]. Buradan yola çıkılarak, mesafe tutucunun bulunduğu bölgeden yatay ve düşeyde 1m mesafe olacak şekilde bir duvar parçası modeli oluşturulmuş ve hesaplamalar bu modele göre yapılmıştır.
- Kabul edilen değişkenlerin aralıkları dolayısıyla simülasyon programının hassasiyeti azaldığından iç yüzey sıcaklıkları ve ısı akış yoğunluğu değerlerinde virgülden sonra iki basamak kabul edilmiştir.
- Mesafe tutucuların duvar gövdesiyle bağlantısını sağlayan vida ve dübel gibi malzemeler ısı köprüsü oluşumunda daha az etkili olduğundan bu bağlantı elemanları hesaplamalarda göz önünde bulundurulmamıştır.
- Mesafe tutucu dolayısıyla oluşan hava boşluğu da dış hava koşullarında olduğundan dış kaplama hesaplamalarda göz önünde bulundurulmamıştır.

Hesaplamalarda kullanılan değişkenler, çevresel etmenler ile boyutsal ve malzeme özellikleri bağlamında aşağıda verilmiştir:

3.1. Duvar Sisteminin Özellikleri

Çalışmanın ilk aşamasında metal mesafe tutucunun ısı köprüsü oluşumuna etkisini belirlemek için, 20 cm kalınlığında betonarme bir duvarda, et kalınlığı 0.5cm olan 5cmx10cm'lik "L" profil mesafe tutucu ile kaplamayı taşıyan ve et kalınlığı 0.5cm olan 5cmx5cm'lik "T" profil kullanılmıştır. Duvar ve kaplama arasında 5cm taş yünü ısı yalıtımı olduğu varsayılarak hesaplamalar yapılmıştır (Şekil 1).

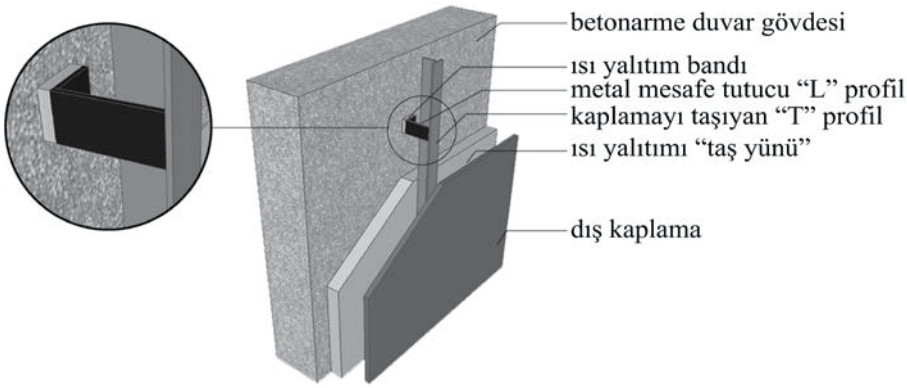
Çalışmada kullanılan betonarme duvarın ısıl iletkenlik katsayısı 2.5W/mK, "L" profil mesafe tutucu ve "T" profilin ısıl iletkenlik katsayısı 60W/mK, taş yününün ısıl iletkenlik katsayısı 0.035W/mK olarak kabul edilmiştir.



Şekil 1. Dış duvar ve kaplama sistemi bileşenleri.

3.2. İyileştirilmiş Duvar Sisteminin Özellikleri

Çalışmanın ikinci aşamasında başlangıçtaki duvar sisteminin özellikleri aynen korunmuş, metal mesafe tutucu ile duvar gövdesi arasına polimer esaslı ısı yalıtım bandı yerleştirildiği durum ele alınmıştır (Şekil 2). Bu amaçla kullanılan ısı yalıtım bantları için piyasa araştırmasından elede deilen ortalama değerler göz önünde bulundurularak; 1.2cm kalınlık ve 0.25W/mK ısıl iletkenlik hesap değerleri temel değerler kabul edilmiştir.



Şekil 2. Isı yalıtım bandı ile "iyileştirilmiş" mesafe tutuculu, cephe kaplama sistemli dış duvar

3.3. Çevresel Etmenler

Çevresel etmenler, iç ve dış hava sıcaklığı ile iç bağıl nem oranı olarak ele alınmıştır. Çalışmanın birinci aşamasında iki duvar detayı için de iç hava sıcaklığı, 21^{0}C olarak sabit tutulmuş, dış hava sıcaklığı -40^{0}C ve 20^{0}C aralığında 5^{0}C aralıklarla değiştirilmiş ve iç bağıl nem oranına bağlı yüzeysel yoğuşmanın gerçekleşeceği iç yüzey sıcaklığı ve ısı akış yoğunluğu bağlamında hesaplamalar yapılmıştır. Farklı işlevlere sahip binalarda farklılık göstermekle birlikte, %70-%80 lik iç bağıl nem oranları üst sınır değer olarak tanımlanabilmektedir [14]. Bu verilerden yola çıkılarak ele alınan tipik duvar sistemi için yüzeysel yoğuşma açısından "kritik" dış hava sıcaklığı değeri 0^{0}C olarak belirlenmiştir.

4. MESAFE TUTUCULARIN ISI KÖPRÜSÜ OLUŞUMUNA ETKİSİ VE ISI YALITIM BANDININ ISI KÖPRÜSÜNÜ AZALTMADAKİ ETKİNLİĞİ

Çalışmanın birinci aşamasında, oluşturulan dış duvar detayında (Tablo 1) ve "iyileştirilmiş" detayda (Tablo 2) dış hava sıcaklığı değişken olarak ele alınarak "ısı köprüsü" oluşumuna etkisi hesaplanmış, mesafe tutucu hizasındaki iç yüzey sıcaklığı ile 1m mesafedeki iç yüzey sıcaklıkları, yüzeysel yoğuşmaya neden olacak bağıl nem oranı ve ısı akış yoğunluğu ölçütleri ile belirlenmiştir.

Tablo 1. Dış hava sıcaklığına bağlı olarak mesafe tutucu aksındaki ve 1m uzaklıktaki iç yüzey sıcaklıkları, ısı akış yoğunlukları ve yoğuşmanın gerçekleştiği bağıl nem oranı değerleri (T_i=21^{0}C).

Dış hava sıcaklığı, T_D [^{0}C]	Mesafe Tutucu Aksındaki İç Yüzey Sıcaklığı, T_{iy} [^{0}C]	Mesafe Tutucudan 1m Uzaklıktaki İç Yüzey Sıcaklığı, T_{iy} [^{0}C]	Yoğuşmanın Gerçekleştiği Bağıl Nem Oranı, φ_i [%]	Mesafe Tutucu Aksındaki Isı Akış Yoğunluğu, q [W/m^2]	Mesafe Tutucudan 1m Uzaklıktaki Isı Akış Yoğunluğu, q [W/m^2]
-40	10.35	16.29	~%50	81.86	37.53
-35	11.22	16.67	~%54	75.12	34.45
-30	12.10	17.06	~%57	68.41	31.38
-25	12.98	17.45	~%60	61.63	28.30
-20	13.85	17.83	~%64	54.94	25.23
-15	14.72	18.22	~%67	48.24	22.15
-10	15.59	18.60	~%70	41.57	19.08
-5	16.47	18.99	~%75	34.87	15.99
0	17.34	19.38	~%80	28.16	12.92
5	18.21	19.76	~%84	21.45	9.84
10	19.08	20.15	~%87	14.74	6.77
15	19.95	20.54	~%93	8.05	3.69
20	20.83	20.92	~%99	1.34	0.62

Tablo 2. Dış hava sıcaklığına bağlı olarak "iyileştirilmiş" detayda mesafe tutucu aksındaki ve 1m uzaklıktaki iç yüzey sıcaklıkları, ısı akış yoğunlukları ve yoğuşmanın gerçekleştiği bağıl nem oranı değerleri (T_i=21^{0}C).

Dış hava sıcaklığı, T_D [^{0}C]	Mesafe Tutucu Aksındaki İç Yüzey Sıcaklığı, T_{iy} [^{0}C]	Mesafe Tutucudan 1m Uzaklıktaki İç Yüzey Sıcaklığı, T_{iy} [^{0}C]	Yoğuşmanın Gerçekleştiği Bağıl Nem Oranı, φ_i [%]	Mesafe Tutucu Aksındaki Isı Akış Yoğunluğu, q [W/m^2]	Mesafe Tutucudan 1m Uzaklıktaki Isı Akış Yoğunluğu, q [W/m^2]
-40	12.71	16.30	~%59	63.69	37.06
-35	13.40	16.69	~%62	58.44	34.01
-30	14.08	17.07	~%64	53.22	30.98
-25	14.75	17.46	~%68	47.80	27.93
-20	15.44	17.84	~%70	42.75	24.90
-15	16.12	18.23	~%73	37.54	21.87
-10	16.79	18.61	~%77	32.34	18.83
-5	17.47	18.99	~%80	27.14	15.79
0	18.15	19.38	~%83	21.92	12.76
5	18.83	19.77	~%87	16.69	9.72
10	19.51	20.15	~%91	11.47	6.68
15	20.19	20.54	~%95	6.26	3.64
20	20.86	20.92	~%99	1.04	0.61

Buna göre yüzeysel yoğuşmaya sebep olacak dış hava sıcaklığı, tipik duvar detayında 0^0C iken, ısı yalıtım bandı kullanılarak "iyileştirilmiş" duvar detayında -5^0C'dir.
"İyileştirilmiş" duvar detayına kıyasla "tipik" duvar detayında, dış hava sıcaklığının en küçük değerinde iç yüzey sıcaklığı %22.88, en büyük değerinde %0.19 oranında artmaktadır. "İyileştirilmiş" duvar detayına kıyasla "tipik" duvar detayında, dış hava sıcaklığının en küçük değerinde ısı akış yoğunluğu %22.19, en büyük değerinde %22.18 oranında artmaktadır. Kritik olarak belirlenen 0^0C için mesafe tutucu hizasında ısı akış yoğunluğu "iyileştirilmiş" detayda tipik detaya göre %22.171 azalmıştır.

5. "İYİLEŞTİRİLMİŞ" DUVARDA DEĞİŞKENLERİN ISI KÖPRÜSÜ ETKİSİNİN AZALTILMASINDAKİ ETKİNLİKLERİ

Çalışmanın ikinci aşaması için "iyileştirilmiş" duvar sisteminde, duvar gövdesi ile ısı yalıtım bandının kalınlıkları ve ısıl iletkenlik katsayıları değişkenler olarak ele alınarak ısı köprüsü etkisinin azaltılmasındaki etkinlikleri belirlenmiştir. Bu hesaplamalarda, iç hava sıcaklığı 21^0C olarak sabit tutulurken, dış hava sıcaklığı; kritik değer olan $T_D=0^0$C ve uç bir değer olan $T_D=-40^0$C olarak iki farklı seçenerek biçiminde ele alınmıştır.

5.1. Değişken olarak duvar kalınlığı

Duvar kalınlığı 20cm temel değer alınarak %50 azaltılarak ve %50artırılarak 10cm ve 30cm olacak şekilde iki duvar geliştirilmiştir (Tablo 3). Bu hesaplamada duvarın ısıl iletkenliği λ=2.5W/mK, ısı yalıtım bandının özellikleri de d=1.2cm, λ=0.25W/mK olarak sabit kabul edilmiştir.

5.2. Değişken olarak duvar ısıl iletkenlik değeri

Duvar ısıl iletkenlik değeri 2.5W/mK temel alınmış, TS825'e bağlı olarak 1.5W/mK, 0.5W/mK ve 0.11W/mK olacak şekilde dört duvar geliştirilmiştir [15] (Tablo 4). Bu hesaplamada duvar kalınlığı 20cm, ısı yalıtım bandının özellikleri de d=1.2cm, λ=0.25W/mK olarak sabit kabul edilmiştir.

5.3. Değişken olarak ısı yalıtım bandı kalınlığı

Isı yalıtım bandı kalınlığı, 1.2cm temel değer alınıp %50 azaltılarak ve artırılarak, 0.6cm ve 1.8cm olacak şekilde iki duvar geliştirilmiştir (Tablo 5).

Bu hesaplamada duvar özellikleri d=20cm, λ=2.5W/mK, ısı yalıtım bandının ısıl iletkenlik değeri de 0.25W/mK olarak sabit kabul edilmiştir.

Tablo 3. Duvar kalınlığına bağlı olarak "iyileştirilmiş" detayda mesafe tutucu aksındaki ve 1m uzaklıktaki iç yüzey sıcaklıkları.

Dış hava sıcaklığı(^{0}C)/ Duvar kalınlığı(cm)		0			
		Tipik Duvar	10	20	30
Dış	Birleşim bölgesi	5.95	-8.37	10.98	9.55
	Birleşim bölgesinden 1 m mesafe	18.36	16.56	18.37	17.94
İç	Birleşim bölgesi	17.83	8.35	18.15	18.76
	Birleşim bölgesinden 1 m mesafe	19.38	17.58	19.38	19.41
Dış hava sıcaklığı(^{0}C)/ Duvar kalınlığı(cm)		-40			
		Tipik Duvar	10	20	30
Dış	Birleşim bölgesi	-22.75	-4.004	-8.133	-12.29
	Birleşim bölgesinden 1 m mesafe	13.34	14.731	13.367	12.10
İç	Birleşim bölgesi	10.35	7.9871	12.712	14.48
	Birleşim bölgesinden 1 m mesafe	16.29	16.242	16.301	16.39

Tablo 4. Duvar ısıl iletkenliğine bağlı olarak "iyileştirilmiş" detayda mesafe tutucu aksındaki ve 1m uzaklıktaki iç yüzey sıcaklıkları.

Dış hava sıcaklığı(^{0}C)/ Duvar ısıl iletkenliği W/mK		0			
		Tipik Duvar	0.11	0.5	2.5
Dış	Birleşim bölgesi	5.95	1.00	4.03	10.98
	Birleşim bölgesinden 1 m mesafe	18.36	9.05	15.45	18.37
İç	Birleşim bölgesi	17.83	20.00	18.72	18.15
	Birleşim bölgesinden 1 m mesafe	19.38	20.24	19.68	19.38
Dış hava sıcaklığı(^{0}C)/ Duvar ısıl iletkenliği W/mK		-40			
		Tipik Duvar	0.11	0.5	2.5
Dış	Birleşim bölgesi	-22.75	-37.07	-28.31	-8.13
	Birleşim bölgesinden 1 m mesafe	13.33	-13.77	4.89	13.37
İç	Birleşim bölgesi	10.34	18.10	14.38	12.71
	Birleşim bölgesinden 1 m mesafe	16.29	18.79	17.16	16.30

5.4. Değişken olarak ısı yalıtım bandının ısıl iletkenlik değeri

Isı yalıtım bandının ısıl iletkenliği, 0.25W/mK temel değer alınarak %20, %40 azaltılarak ve artırılarak, 0.15W/mK, 0.2W/mK,0.30W/mK, 0.35W/mK olacak şekilde dört duvar geliştirilmiştir (Tablo 6). Bu hesaplamada duvar

özellikleri d=20cm, λ=2.5W/mK, ısı yalıtım bandı kalınlığı da 1.2cm olarak sabit kabul edilmiştir.

Tablo 5. Isı yalıtım bandı kalınlığına bağlı olarak "iyileştirilmiş" detayda mesafe tutucu aksındaki ve 1m uzaklıktaki iç yüzey sıcaklıkları

Dış hava sıcaklığı(^{0}C)/ Isı yalıtım bandı kalınlığı(cm)		0			
		Yok	0.6	1.2	1.8
Dış	Birleşim bölgesi	5.95	9.06	10.98	12.28
	Birleşim bölgesinden 1 m mesafe	18.36	18.37	18.37	18.37
İç	Birleşim bölgesi	17.83	17.83	18.15	18.37
	Birleşim bölgesinden 1 m mesafe	19.38	19.38	19.39	19.38
Dış hava sıcaklığı(^{0}C)/ Isı yalıtım bandı kalınlığı(cm)		-40			
		Yok	0.6	1.2	1.8
Dış	Birleşim bölgesi	-22.75	-13.74	-8.13	-4.328
	Birleşim bölgesinden 1 m mesafe	13.34	13.37	13.37	13.37
İç	Birleşim bölgesi	10.35	11.80	12.71	13.35
	Birleşim bölgesinden 1 m mesafe	16.29	16.31	16.30	16.30

Tablo 6. Isı yalıtım bandı ısıl iletkenliğine bağlı olarak "iyileştirilmiş" detayda mesafe tutucu aksındaki ve 1m uzaklıktaki iç yüzey sıcaklıkları

Dış hava sıcaklığı(^{0}C)/ Isı Yalıtım Bandı Isıl iletkenliği W/mK		0					
		Yok	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35
Dış	Birleşim bölgesi	5.95	12.67	11.71	10.98	10.40	9.932
	Birleşim bölgesinden 1 m mesafe	18.36	18.37	18.37	18.37	18.38	18.37
İç	Birleşim bölgesi	17.83	18.42	18.27	18.15	18.06	17.98
	Birleşim bölgesinden 1 m mesafe	19.38	19.38	19.38	19.38	19.38	19.38
Dış hava sıcaklığı(^{0}C)/ Isı Yalıtım Bandı Isıl iletkenliği W/mK		-40					
		Yok	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35
Dış	Birleşim bölgesi	-22.75	-3.19	-5.99	-8.13	-9.81	-11.17
	Birleşim bölgesinden 1 m mesafe	13.34	13.37	13.37	13.37	13.37	13.37
İç	Birleşim bölgesi	10.35	13.52	13.06	12.71	12.44	12.22
	Birleşim bölgesinden 1 m mesafe	16.29	16.30	16.30	16.30	16.30	16.30

Hesaplama sonuçlarına bağlı olarak aşağıdaki değerlendirmeler yapılmıştır:

- Mesafe tutucu hizasındaki iç yüzey sıcaklığı, 0^0C'de, "iyileştirilmiş" duvar detayında, "tipik" duvar detayına göre ısı yalıtım bandı kalınlığının, en düşük değerinde %0.005, en yüksek değerinde %2,99 artmaktadır.
- Mesafe tutucu hizasındaki iç yüzey sıcaklığı, -40^0C'de, "iyileştirilmiş" duvar detayında, "tipik" duvar detayına göre ısı yalıtım bandı kalınlığının, en düşük değerinde %14.035, en yüksek değerinde %28.99 artmaktadır.
- Mesafe tutucu hizasındaki iç yüzey sıcaklığı, 0^0C'de, "iyileştirilmiş" duvar detayında, "tipik" duvar detayına göre ısı yalıtım bandı ısıl iletkenliğinin, en düşük değerinde %3.32, en yüksek değerinde %0.82 artmaktadır.
- Mesafe tutucu hizasındaki iç yüzey sıcaklığı, -40^0C'de, "iyileştirilmiş" duvar detayında, "tipik" duvar detayına göre ısı yalıtım bandı ısıl iletkenliğinin, en düşük değerinde %30.64, en yüksek değerinde %18.12 artmaktadır.
- Mesafe tutucu hizasındaki iç yüzey sıcaklığı, 0^0C'de, "iyileştirilmiş" duvar detayında, "tipik" duvar detayına göre duvar kalınlığının, en düşük değerinde %10.19 azalmakta, en yüksek değerinde %5.18 artmaktadır.
- Mesafe tutucu hizasındaki iç yüzey sıcaklığı, -40^0C'de, "iyileştirilmiş" duvar detayında, "tipik" duvar detayına göre duvar kalınlığının, en düşük değerinde %29.52 azalmakta, en yüksek değerinde %39.75 artmaktadır.
- Mesafe tutucu hizasındaki iç yüzey sıcaklığı, 0^0C'de, "iyileştirilmiş" duvar detayında, "tipik" duvar detayına göre duvar ısıl iletkenliğinin, en düşük değerinde %12.16, en yüksek değerinde %1.77 artmaktadır.
- Mesafe tutucu hizasındaki iç yüzey sıcaklığı, -40^0C'de, "iyileştirilmiş" duvar detayında, "tipik" duvar detayına göre duvar kalınlığının, en düşük değerinde %74.91 azalmakta, en yüksek değerinde %22.88 artmaktadır.

Ele alınan seçenekler arasında, duvar gövdesi özelliklerinin d=20cm, λ=0.5W/mK olması ve $T_İ$=21^0C, T_D=-40^0C olması durumunda, birleşim bölgesinden 1m mesafedeki $T_{İY}$=17.16^0C olmaktadır. Bu koşullar esas alınarak, mesafe tutucu aksında, %80 iç bağıl nem oranında yüzeysel yoğuşma meydana gelmemesi için ısı yalıtım bandı özelliklerinin; a) d=1.8cm, λ=0.01W/mK veya b) d=7cm, λ=0.15W/mK olması gerektiği belirlenmiş olup, her iki seçeneğin de pratikte gerçekleştirilmesi olanaksız gözükmektedir.

6. SONUÇ

Çalışmada, cephe kaplamasını taşıyan ızgara sisteminin duvar gövdesiyle bağlantısını sağlayan metal mesafe tutucularısın ısı köprüsü oluşumundaki etkisi ve bir önlem olarak ısı yalıtım bantlarının etkinliğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada "iyileştirilmiş" duvar detayı için ele alınan sistem değişkenleri; ısı yalıtım bandı ile duvar gövdesi kalınlığı ve ısıl iletkenliğidir. Değişkenlerin etkinliği, iç yüzey sıcaklığı ve yüzeysel yoğuşmaya neden olacak bağıl nem oranı (T_{iy},φ_i) ile değerlendirilmiştir.
Ele alınan sistemlerin ısıl performans analizi için yapılan bilgisayar simülasyon çalışmasının ve nem ile ilgili performansın, çiğlenme sıcaklığı tabloları ve abakları ile belirleme çalışmasının sonuçları incelendiğinde, aşağıdaki genel bulgular sıralanabilir:

- Metal mesafe tutucular, belirli çevresel koşullarda etkili ısı köprüsü oluşumu ile birlikte düşük iç yüzey sıcaklığı ve yüzeysel yoğuşmaya neden olmakta, ısı akış yoğunluğunu ise sınırlı düzeyde etkilemektedir. Bu durumu; ısı köprüsü alanının toplam alana göre oransal olarak küçük olması ile açıklamak olanaklıdır.
- Metal mesafe tutucuların duvarla bir araya geldiği noktalarda ısıl iletkenliği düşük ($\lambda \leq 0.35$W/mK) bir polimer malzemenin kullanılması ısı köprülerinin etkisini değişik düzeylerde azaltmaktadır.
- Isı köprüsü etkisinin azaltılmasında, iç yüzey sıcaklığı ölçütüne bağlı olarak, ısı yalıtım bandının kalınlığı az etkili değişken olurken, ısıl iletkenlik katsayısı daha etkili değişkendir.
- Isı köprüsü etkisinin azaltılmasında, iç yüzey sıcaklığı ölçütüne bağlı olarak, duvar gövdesinin ısıl iletkenlik katsayısı en etkili değişken olarak ortaya çıkarken, kalınlığı da oldukça etkili bir değişkendir.
- Isı köprüsü etkisinin azaltılmasında, iç yüzey sıcaklığı ölçütüne bağlı olarak iyileştirmede, duvar gövdesi özellikleri, ısı yalıtım bandına göre daha etkili değişkenlerdir.
- Dış hava sıcaklığının, T_D=-40^{0}C olması durumunda, %80 iç bağıl nem oranında yüzeysel yoğuşma meydana gelmemesinin sağlanması ele alınan değişkenler kapsamında, pratik olarak olanaksız gözükmektedir.

Ele alınan örnekler ve yapılan kabuller bağlamında mesafe tutucular aracılığıyla opak cephe kaplamalarını taşıyan ızgara sistemlerin tasarımında "ısı köprüleri" nin olumsuz etkilerinden kaçınmak amacı ile aşağıda sıralanan ölçütlerin göz önünde tutulması yararlı olacaktır:

- Dış hava sıcaklığının 0^{0}C'den düşük olduğu durumlarda mesafe tutucular ile duvar arasında ısı yalıtım bantlarının kullanılması.

- Taşıyıcılık ile ilgili koşullar elverdiği sürece mesafe tutucular ile duvar arasında ısıl iletkenliği 0.15 W/mK'den daha düşük ve kalınlığı 1.8 cm'den daha fazla ısı yalıtım bandı malzemelerinin kullanılması.

KAYNAKLAR

[1] Heindel, W., Krec, K., Panzhauser, E., Sigmund, A., (1987). *Wärmebrücken: Grundlagen, Einfache Formeln, Wärmeverluste, Kondensation, 100 Durchgerechnete Baudetails*, Wien: Springer Verlag,

[2] Garratt, J., Nowak, F., (1991). *Tackling Condensation:A Guide to the Causes of, and Remedies for Surface Condensation and Mould in Traditional Housing*. Watford: Building Research Establishment

[3] Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, (2008). *Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği*. [Erişim: 19.03.2015] https://www.csb.gov.tr

[4] Altun, M.C. (2002),Yapı Elemanları Birleşim Bölgelerinin Isıl ve Nem ile İlgili Performansı, *I. Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi, Kongre Bildiriler Kitabı, Cilt I*, TMMOB Mimarlar Odası İstanbul Büyükkent Şubesi, İstanbul, 09-11 Ekim 2002, ss. 224-235.

[5] Hauser, G., Stiegel, H., (1992). *Wärmebrücken Atlas für den Holzbau*, Berlin: Bauverlag

[6] Hauser, G., Stiegel, H., (1993). *Wärmebrücken Atlas für den Mauerwerksbau*, Wiesbaden: Bauverlag

[7] Mainka, G.W., Paschen, H., (1986).*Wärmebrückenkatalog: Tafeln mit Temperaturverläufen, Isothermen und Angaben über zusätzliche Wärmeverluste*, Sttuttgart: B.G. Teubner

[8] Blomberg, T., (1999). *HEAT3 - PC Program for Heat Transfer in Three Dimensions - Manuel with Brief Theory and Examples*, Lund Group for Computational Building Physics (ISRN LUTVDG/TVBH—98/7206), Lund

[9] ASHRAE, (1989). *ASHRAE Handbook – Fundamentals*, American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Atlanta.

[10] DIN 4108, (1981). *Wärmeschutz im Hochbau, Teil 5*, Deutsches Institut für Normung e.V., pp.58

[11] (n.d.) [Erişim: 19.03.2015] http://www.jameshardie.com.au/products/thermal-break/hardiebreak-thermal-strip/

[12] (n.d.)[Erişim:19.03.2015]http://www.fabreeka.com/products/Structural_Thermal_Break_Pad_Connection

[13] ISO 10211-1, (1995). *Thermal Bridges in Building Construction-Heat Flows and Surface Temperatures-Part1:General Calculation Methods*, ISO, Cenevre,

[14] Lohmeyer, G, (1985). *Praktische Bauphysik*, Sttuttgart: B.G. Teubner. pp.198.

[15] TS825, (2009). *Binalarda Isı Yalıtım Kuralları,* Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

Mimari eserlerin korunması sorunu: havran belediye binası örneği

ORHAN YABANCI[1]*

ÖZET

Birinci Ulusal Mimarlık, Osmanlı'nın son ve Cumhuriyet'in ilk yıllarında, 1900'ler ile 1930'ların başı arasında etkin olmuş mimari bir akımdır. Balıkesir'in Havran ilçesinde yer alan tarihi belediye binası bu akımın önemli özgün örneklerinden biridir. Belediye binası, inşasından bu yana bazı onarımlardan geçmiştir. Ancak bu onarımlar, yapının aslına uygun olarak yapılmamıştır. Bu sebeple yapı, günümüzde özgün görünümünden uzaklaşmış durumdadır. Bu durum ise, tarihi mimari eserlerin korunması sorununu gündeme getirmektedir. Bu sorun, Havran belediye binasında olduğu gibi, benzer birçok yapıda söz konusudur. Tarihi yapıların, aslına uygun olarak restore edilmesi önemlidir. Çünkü bu yapılar, bir dönemin mimari üslubunu yansıtan birer tarihi kanıt niteliğindedir. Yapıların özgün görüntülerinin deforme edilmesi, bir anlamda bu kanıtların yok edilmesi anlamına gelir. Bu kanıtların yok edilmesi ise, kültürel birer değer olan mimari eserlerin geleceğe aktarılmasını engellemektedir. Bu bağlamda çalışmada, söz konusu durumun somut bir örneği olan Havran belediye binası üzerinden tartışılması amaçlanmıştır. Bu çalışmayla, mimari eserlerin korunması sorunu, Havran belediye binası vasıtasıyla gündeme getirilmektedir.

Anahtar Sözcükler: Birinci ulusal mimarlık, havran belediye binası, balıkesir, mimari eserlerin korunması

[1] Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Turizm Fakültesi, Meşelik Kamp. 26480 Eskişehir; oyabanci@ogu.edu.tr

1. GİRİŞ

Saray, han, hamam, kervansaray, kamusal, dini veya askeri yapı, su yapısı, anıt, konut ve benzeri mimari eserler, geçmişten geleceğe aktarılan birer kültürel varlıktır. Bu varlıklar, bir dönemin mimari üslubunu yansıtan birer tarihi kanıttır. Kuban, bunların hem sosyal, hem ekonomik, hem teknik hem de estetik birer belge olduğunu belirtir [1]. Aynı zamanda bunlar, ülke ekonomisine katkı sağlayan önemli birer turistik ürün ve çekici unsurdur. Ancak, ekonomik kaygıları ön plana çıkararak, Bilgin-Altınöz'ün belirttiği gibi 'dekor' yaratmak amaç olmamalıdır [2]. Korunmaya layık eserler; 'duygusal', 'kültürel' ve 'kullanım' değerlerini yansıtır [3]. Bu anlamda, mimari eserlerin özgün durumlarını yansıtacak biçimde korunması ve geleceğe aktarılması önemlidir.

Matero, son zamanlarda miras koruması, sürdürülebilirliğin amaçlarıyla uyumlu olarak, gerek yerel gerekse küresel devlet ve sivil toplum kuruluşların uluslararası gelişim stratejilerinin kritik bir unsuru olarak kabul edilmeye başlandığını belirtir [4]. İnşa edilmiş çevrenin sürdürülebilirliği, doğal kaynakların durumundan farklıdır; şöyle ki tarihi kaynaklar fiziksel olarak yeniden oluşturulamaz, yalnızca korunabilir, değiştirilebilir ya da kaybedilebilir [4]. Burada sürdürülebilirlik, tarihi yapıların olduğu kadar, aynı zamanda insan bilgisinin korunmasına yönelik bir yatırım anlamına gelir [4].

Birinci Ulusal Mimarlık, Osmanlı'nın son ve Cumhuriyet'in ilk yıllarında, 1900'ler ile 1930'ların başı arasında etkin olmuş ve popülerlik kazanmış mimari bir akımdır [5]. Bu akım, Batı mimarisinden alınma plan şemasıyla, Türk-İslâm mimarisinden seçme mimari unsur ve tezyinatın bir araya getirilmesiyle oluşmuş eklektik bir üsluptur [5]. Batılılaşma öncesi döneme ait Selçuklu ve Osmanlı kamu ve dini yapıları örnek alınarak türetilmiş bindirmelik veya paraçollarla desteklenmiş geniş saçaklar, alemli kurşun kaplı kubbe veya çokgen külâhla örtülmüş kuleler, sivri kemerli pencere, kapı, geçit veya revaklar, baklava veya stalaktit başlıklı (masif taş) sütunlar, bezemeli konsollarla desteklenmiş parapetli küçük balkonlar, rumî ve benzeri kompozisyonlu çini, kabartma ve kalem işleri, baklava, mukarnas, stalaktit ve benzeri bantlar, mukarnaslı kavsaralar, Türk üçgenleri, yıldızlar ve benzeri süslemeler üsluba dahil yapılarda sıklıkla kullanılan öğelerdir. Bu öğeler, gerek iç gerekse dış cephe tasarımında kullanılarak yapılarda sıra dışı bir anıtsallık, temsilcilik ve plastik bir ambiyans oluşturulmuştur.

Birinci Ulusal Mimarlık, 1920'lerde adeta devletin resmi mimari anlayışı olarak kabul görmüş ve birçok kamu yapısının bu tarzda yapılması istenmiştir [6,7]. Ancak dönemin hakim mimari anlayışı olan dikkat çeken üslup, aynı zamanda ağır bir şekilde eleştirilmiştir [8,9].

Çeşitli üsluplara mensup birçok mimari eser gibi bir dönemin hâkim mimari anlayışı olarak ön plana çıkmış Birinci Ulusal Mimarlık ürünü eserler de korunamamakta ve nitekim yok olmaktadır. Tarihi yapılarda restorasyonlar esnasında yapılan hataların yanı sıra bir dizi sebep dolayısıyla hasar ve göçmeler oluşmaktadır. Feilden, bu yapılardaki bozulmaları üç temel nedene bağlar; insan etkinlikleri, iklimsel ve çevresel etkiler-botanik, biyolojik, kimyasal ve entomolojik [3]. Öte yandan Bayraktar, bozulma sebeplerden bazılarını şu şekilde ifade eder: kontrolsüz ve ehil olmayan ustalarla yapılmış onarım çalışmaları, kullanım amaçlı yapılan tadilatlar, yıpratıcı dış etkenler sebebiyle yapı malzemelerinin bozulması ve çürümesi, zeminde oluşan tasmanlar soncundaki hasarlar, depremler vb. zemin hareketleri ve yanlış yapılan restorasyon ve güçlendirme metotları [10]. Guglielmo De Angelis d'Ossat ise, 1948'de Perugia'daki bir toplantıda savaşların tarihi yapılara verdiği tahribattan söz eder ve bunları üç kategoride ele alır; sınırlı tahrip, büyük tahrip ve gerçek tahrip (tamamen yıkılma) [11]. Hâlbuki gerek kültürel gerekse ekonomik olarak değer taşıyan bu değerlerin sürdürülebilirliğinin temin edilmesi önemlidir. Bunların geleceğe aktarılmasında önemli bir adım ise doğru bir koruma programıdır.

Feilden'e göre koruma, çeşitli ölçü ve seviyelerde müdahale etmeyi içerir [3]. Müdahaleler ise pratikte her zaman, kültürel varlıkta biraz 'değer' kaybına yol açar; ama nesnelerin geleceğe taşınması açısından aklanırlar [3]. Öte yandan Feilden, korumanın temel amacı, prensipleri ve kuralları açısından, müdahalede -en az düzeyde müdahale her zaman en iyisidir- yedi seviyeden söz eder: (1) bozulmanın-kötüleşmenin önlenmesi, (2) mevcut durumun muhafaza edilmesi, (3) bünyenin (yapının) sağlamlaştırılması, (4) restorasyon (yenileme, onarım), (5) rehabilitasyon (iyileştirme), (6) reprodüksiyon (çoğaltma, türetme), (7) rekonstrüksiyon (yeniden inşa etme) [3]. Feilden, korumada iki temel unsura dikkat edilmesi gerektiğine dikkat çeker; birincisi, koruma projesinin amaçlarını belirlemek, ikincisi ise 'değerleri' belirlemektir [3]. Daha önce de değinildiği gibi bunlar; duygusal değerler, kültürel değerler ve kullanım değerleridir. Alsaç'a göre, eski yapıların onarımı, yenileştirilmesi özel bir tasarım çalışması gerektirir; yapılarda akla geldiği gibi onarım değiştirme çalışması yapılmamalıdır [12]. Onarım çalışmalarının genel mimari kurallarına göre yapılması gerektiği gibi

o yapının özel durumuna da karşılık verecek biçimde ele alınması gerektiği öne sürülür [12]. Brandi, restorasyonla ilgili üç prensip belirler: (1) Yapılan her müdahale kolaylıkla ayırt edilebilmeli, ancak aynı zamanda, bütünlük sağlanmalıdır. (2) Eserin görünümüyle ilgili öğeler değiştirilemez niteliktedir. (3) Restorasyon, gelecek müdahaleler için engel oluşturmamalıdır [11]. Modern İtalyan koruma prensiplerini sağlamlaştıran ve 'bilimsel restorasyon' ('restauro scientifico') yaklaşımını savunan Giovannoni, dört çeşit restorasyon belirler; (1) sağlamlaştırma yoluyla restorasyon, (2) rekompozisyon yoluyla restorasyon (anastylosis), (3) kurtarma (temizleme) yoluyla restorasyon, (4) tamamlama (bütünleme) yada yenileme (tamirat) yoluyla restorasyon [11, 1]. Argan ise, restorasyonun sanatsal beceriden çok, muazzam hassasiyetin yanında tarihsel ve teknik yetenek gerektirdiğini vurgular ve 'korumacı' ve 'sanatsal' restorasyon metotları ayrımını yapar [11].

Tarihi yapıların koruma altına alınmasının önemine yüzlerce yıldır değinilmekte; bununla ilgili çeşitli görüşler ortaya atılmakta ve tartışmalar yürütülmektedir. Sözgelimi, Floransalı L. B. Alberti (1404-72) tarihi binaların sahip oldukları üstün mimari nitelikleri ve tarihsel değerleri nedeniyle korumaya değer bulmaktaydı ve değerli binaların rölövelerini çıkarıp özelliklerini çalışmayı önermekteydi [13].

Kültürel varlıkların korunması tarihinde, 'özgün' ya da 'kopya' meselesi dahil olmak üzere kavramların tanımlanması açısından 18. yüzyıl ayrı bir öneme sahiptir; burada antikitenin takdir edilmesi, antik heykelciliğin övülmesi, özgün değerlerin hem sanatsal değerine yönelik hem de çağdaş sanatçılar için 'derslerin' verilmesi bakımından korunmasına yönelik kışkırtma - arzu ortaya çıkmıştır [11].

19. yüzyılda gelişigüzel şekillenen onarımları düzene koymak için girişimlerde bulunan öncülerden Fransız mimar Eugène Emmanuel Violet le Duc restorasyon çalışmalarını mimarlık tarihi araştırmalarına ve kuramsal bir temele dayamak adına öncü çalışmalar yürütmüştür [14]. Violet le Duc'un eleştiriye uğrayan stilistik rekompozisyon (üslupsal restorasyon) olarak adlandırdığı kuramının yanı sıra, restorasyona yönelik romantik görüş, tarihi restorasyon kuramı ve sonrasında da çağdaş restorasyon anlayışı (filolojik restorasyon) gibi yaklaşımlar benimsenmiştir [13,14]. Romantik görüşün savunucularından John Ruskin (1819-1900) restorasyonun bir yapının uğrayabileceği en büyük felâket olduğunu, tarihi yapıların zamanın etkilerine dayanabildiği sürece ayakta tutulması gerektiğini, ancak onursuz

sahte bir kopyanın bunların yerini almasına izin verilmemesi gerektiğini belirterek yapıya müdahale edilmemesi gerektiğini savunmuştur [13,14]. Modern restorasyon anlayışının öncüsü Camillo Boito (1836-1914), mimari anıtlara müdahale edilmesinin zorunlu olabileceğini; ancak sağlamlaştırmanın onarımdan, onarımın ise restore etmekten daha iyi olduğunu; yine de yenileme ve eklerden kaçınılması gerektiğini savunur [14]. Tarihi yapıların bilimsel ve resmi düzenlemelerle koruma altına alınması ise ancak 20. yüzyılda tartışılmaya başlanmış ve bununla ilgili uluslararası girişimler başlatılmıştır [13,15].

Modern korumanın gelişmesinde, 20. yüzyıl ayrı bir yere sahiptir. Bu yüzyılda, dünya genelindeki toplumsal, politik, sanatsal ve teknolojik gelişmelerle birlikte, kültürel varlıkların korumasına yönelik tartışmalar devam etmiştir. Bu tartışmalara önayak olan Alois Riegl, George Dehio, Max Dvorak, Adolf Loos, Gustavo Giovannoni, Antoni Muñoz, Gino Chierici, Guglielmo De Angelis d'Ossat, Benedetto Croce, Giulio Carlo Argan, Piero Gazzola, Roberto Pane, Renato Bonelli ve Cesare Brandi modern koruma teorisinin formasyonunda çarpıcı fikirler ortaya atmıştır [11].

Modern koruma teorisinin gelişimi, özellikle düşünme süreci olarak gerçekleşmiştir; aynı zamanda, farklı tiplerdeki restorasyon sahada uygulanmaya devam etmiştir [11]. Bu durum pratikte, mimari eserlerin korunmasında paradoksa sebep olduğu izlenimini uyandırır.

Mimari miras, 19. yüzyılın sonuna kadar ulusal düzeyde bir mesele olarak görülmüş; kültürel mirasın uluslararası düzeye taşınması, ikinci Dünya Savaşı sonrasında UNESCO'nun kurulmasıyla gerçekleşmiştir [16]. UNESCO'nun kültürel mirasın korunmasına yönelik somut çıktıları olarak; 1959'da Roma'da ICCROM ve 1964'te Venedik'te ICOMOS kurulmuştur [16,17]. Günümüzde, kültürel mirasın korunmasına yönelik uluslararası düzeyde çalışmalar söz konusu kuruluşların öncülüğünde sürdürülmektedir.

1964 Venedik Tüzüğü'ne göre, onarım uzmanlık gerektiren bir iştir ve amacı, anıtın estetik ve tarihi değerini korumak ve ortaya çıkarmaktır [18]. Öte yandan Alsaç, eski yapıların onarımı ve yenileştirilmesinin özel bir tasarım çalışması gerektirdiğini; yapılarda akla geldiği gibi onarım, değiştirme çalışması yapılamayacağını, eski yapıların yaşamlarını o zaman kadar sürdürebilmiş bir bütünlük gösterdiğini ve bunun bozulmasının yapıya kötülük etmek anlamına geldiğini belirtir [12]. Ancak belirtmek gerekir ki,

Carlo Scarpa'nın Castel Vecchio'da tarihle modernizmi bir araya getirmede gösterdiği yaratıcılık ve ustalık sonucunda oluşmuş dikkate değer restorasyon örnekleri de mevcuttur [19].

1989'da, UNESCO tarafından kültürel mirasa yönelik orta vadeli bir program belirlenmiştir [11]. Aslında, temelleri özellikle 18. yüzyıla ve hatta daha öncesine dayanan bu programda ortaya çıkan kavram ve politikalar, 'modern koruma hareketi' olarak adlandırılır [11].

Dünya'da olduğu gibi Türkiye'de de kültürel varlıkların korunmasına yönelik çeşitli düzenlemeler söz konusudur. Sözgelimi, 1983'te yürürlüğe giren Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma kanunu ile ulusal düzeyde koruma prensipleri resmi olarak düzenlenmiştir [20]. Öte yandan 2004 yılı Şahin-Güçhan'a göre, Türkiye için, korumaya yönelik düzenlemeler açısından bir dönüm noktası olmuştur [21]. Bu düzenlemelerde yapılan değişiklikler; yerel yönetimin yeniden yapılandırılması, mimari korumayla ilgili yapısal ve yasal çerçevenin oluşturulması ve dolaylı bağlantılara yöneliktir [21]. Kültürel varlıkların korunması, onarımı ve restorasyonu ise, günümüzde, Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü'nün sorumluluğundadır [22].

Yukarıda belirtildiği gibi, mimari koruma ilkeleriyle ilgili tartışılagelen birçok yaklaşım ve resmi düzenleme söz konusudur. Ancak günümüzde hala mimari eserlerin korunması konusunda güçlükler ve aksaklıklar yaşanmaktadır. Bunun belki de bir nedeni restorasyon faaliyetinde geçmiş ile bugünün bir araya gelmesi ve bunların dikotomisinden ileri gelen karmaşıklıklar, zorluklar; dolayısıyla, uyarlama ve uygulamadaki teknik sorunlardır. Burada onarımı söz konusu olan yapıların fiziki durumu, yetkililerin, mimarın ve çalışanların olaya bakış açısının etkili olması ve bütünsel bir çerçeve söz konusudur.

2. AMAÇ

Mimari eserler, bulundukları ortam sebebiyle fiziki koşullarla sürekli karşı karşıyadır. Günümüzde mimari eserler, fiziki koşullara karşı koruma eksiklikleri ve yanlış onarımlar sebebiyle zaman içerisinde özgün görünümlerinden uzaklaşmakta ve yok olmaktadır. Bu durum ise, kültürel birer değer olan mimari eserlerin turizm vasıtasıyla farklı kültürlere tanıtılmasını, ekonomik olarak değerlendirilmesini ve daha da önemlisi

geleceğe aktarılmasını (sürdürülebilirliklerini) engellemektedir. Bu anlamda söz konusu soruna, somut bir örnek olan Havran belediye binası vasıtasıyla değinilecektir. Sonrasında ise, muhtemel çözüm önerileri üzerinde durulacaktır.

3. YÖNTEMLER

Çalışmada ele alınan konuyla ilgili literatür taraması yapılmış; konu bağlamında ele alınan somut örnek olarak Havran belediye binası seçilmiştir. Bu yapının incelenme sebebi ise, ele alınan konuya uygun bir örnek olmasıdır. Zaman içinde çeşitli onarımlardan geçen yapının morfolojisini değiştiren mimari müdahaleler söz konusudur. Yapı, 2011 yılı sonlarında bizzat yerinde gözlemlenerek, fiziki durum tespiti ve değerlendirmesi yapılmıştır. Elde edilen bulgular, literatür eşliğinde değerlendirilerek sunulmuştur.

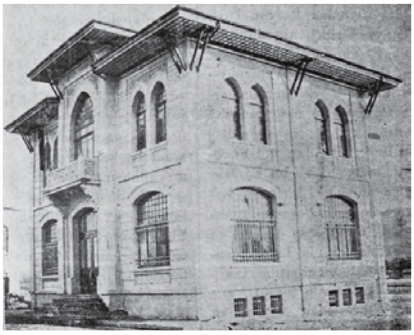
4. BULGULAR

Havran belediye binası, Birinci Ulusal Mimarlık akımının Balıkesir yöresinde yer alan günümüze kadar ulaşabilmiş belli başlı örneklerindendir. Yapı, ilçe merkezindeki Yılmaz Akpınar Bulvarı üzerinde yer almakta olup 34-23cd pafta 155 ada 1 parsele kayıtlıdır. Mülkiyeti Havran Belediyesi'ne ait yapının, Bursa Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kurulu'nun 17.12.1992'deki 2834 sayılı kararıyla taşınmaz kültür varlığı olarak tescillenmiştir.

Havran belediye binasının inşa tarihi net olarak bilinmemekte olup, yapıyla ilgili en erken kaynak 1926 yılına tarihlenen bir fotoğraftır. Yanı sıra, Yetkin, 1928 yılında dönemin belediye başkanı Fevzi Bey'in döneminde 18 bin liraya mükemmel bir belediye binası inşa edildiğini belirtir [23]. Türk Dili'nde yapıyla ilgili yer alan "Güzel Havran'ın belediye dairesi" ibareli bir haberde ise, yapının özgün görüntüsüne yer verilmiştir (Şekil 1) [24]. Bu durumda yapının, Fevzi Bey döneminde (1924-28) inşa edildiği kuvvetle muhtemeldir [5].

Ön cephesi kuzeybatı yönünde olan yapı, bodrum üzerine iki kattan oluşmaktadır. Yapı özgün halinde, ikili bindirmeliklerle desteklenen kasetlenmiş ahşap saçaklı kırma bir çatıyla örtülmektedir. Ancak, 1954'te belediye başkanı Muhlis Kayalı'nın döneminde (1950-1954) onarımdan

geçirilerek çatısı yenilenmiştir [5,23]. Aynı zamanda balkon çıkışı, yayvan kemerli olacak şekilde yeniden düzenlenmiştir. Sonuçta, yapının stilistik elementlerinden bazılarını yok edecek biçimde anıtsal ön cephe kurgusuna müdahale edilmiştir (Şekil 2).



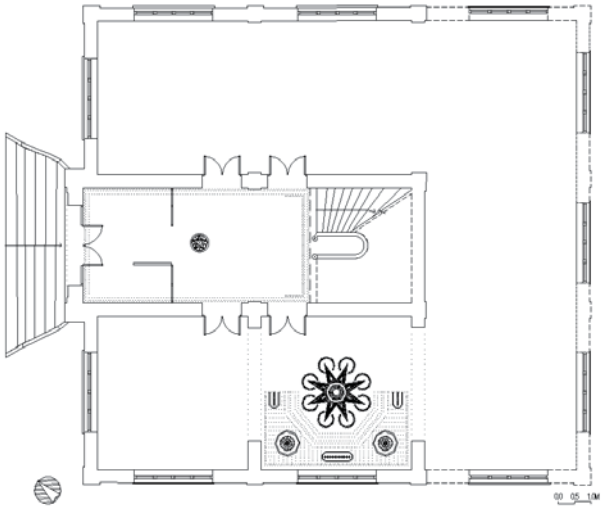
Şekil 1. Yapının özgün görünümü [24].

Şekil 2. Yapının 1967'deki yeni görünümü [25].

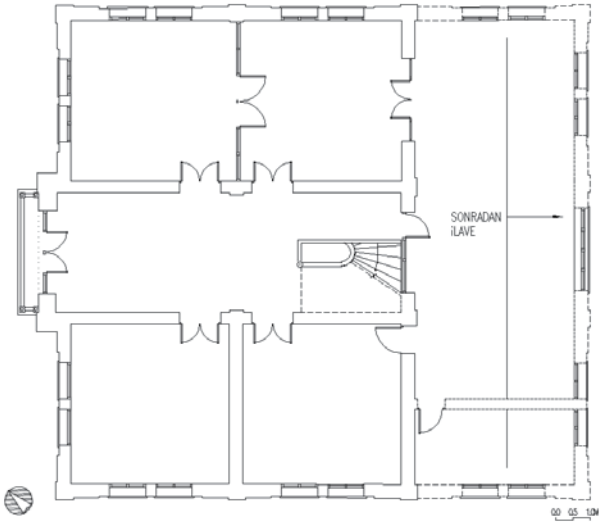
Havran belediye binası inşasından bu yana farklı zamanlarda onarımlarda geçmiştir. Ancak bu onarımlar, yapının aslına uygun olarak yapılmamıştır. Dolayısıyla yapı, söz konusu faaliyetler sonrasında özgün görüntüsünden uzaklaşmıştır (Şekil 3).

Şekil 3. Yapının günümüzdeki görünümü (2011 sonları).

Yapıya, 1967'den sonraki bir tarihte yeniden bir müdahale söz konusudur [5]. Söz konusu müdahalede, yapının arka cephesine yapının yarısı büyüklüğünde ilave bir mekân inşa edilmiştir (Şekil 4 ve 5). Eklenen bu mekânla birlikte yapının özgün plan şeması bozulmuştur.

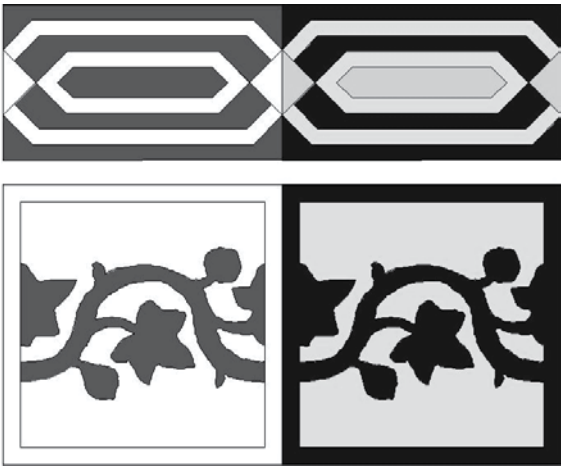


Şekil 4. Yapının zemin kat planı.



Şekil 5. Yapının birinci kat planı.

Günümüze kadar ulaşabilmiş belli başlı örneklerden hareketle, yapının iç tasarımının, üsluba uygun olarak orijinal biçimde düzenlendiği anlaşılmaktadır. Yapının zemin katında, dönemin yaygın döşeme malzemelerinden olduğu anlaşılan bitkisel ve geometrik desenli karo kalıntıları mevcuttur (Şekil 6). Birinci kat özgün döşemesi ise kuvvetle muhtemel ahşaptır. Ancak bunlar, niteliksiz seramik ve parke gibi döşeme kaplama gereçleriyle değiştirilmiştir. Öte yandan, yapının tavanında yer alan ve günümüze kadar ulaşabilmiş ahşap aplikler, sentetik boyalarla boyanarak korunmaya çalışılmıştır (Şekil 7). Yapının bodrum ve birinci kat duvarlarında ise yarılmalar söz konusudur. Bunlar, yapının geçirdiği onarımların ve mimari müdahalelerin başarısızlığına yönelik adeta birer somut kanıt niteliğindedir.



Şekil 6. Yapının zemin katında yer alan özgün döşemeden kalma karoların deseni.

Şekil 7. Yapının zemin kat tavanında yer alan sentetik boya kaplı apliklerden örnek.

5. SONUÇ

Mimari eserler, kültürel mirasın geçmişten geleceğe taşınmasındaki en somut unsurlardandır. Günümüzde mimari eserler, koruma eksiklikleri ve yanlış onarımlar sebebiyle zaman içerisinde özgün görünümlerinden uzaklaşmakta ve yok olmaktadır. Bu durum ise, kültürel birer değer olan mimari eserlerin turizm vasıtasıyla farklı kültürlere tanıtılmasını, ekonomik olarak değerlendirilmesini ve geleceğe aktarılmasını -sürdürülebilir olmasını- engellemektedir.

Havran belediye binasında yapılan onarımlar sonrasında, yapının anıtsallığı ve dinamizmi önemli ölçüde yitirilmiştir. Bu düzenlemeler, yapının kimliğini kaybetmesine önemli ölçüde etki etmiştir. Havran belediye binasında olumsuz olarak nitelenebilecek tadilat söz konusudur. Çünkü yapının; iç mekân, cephe ve kütle bütünlüğüne, karakteristik özelliklerine, diğer bir ifadeyle kimliğine müdahale edilmiştir. Bu sebeple, yapının kreatif bir anlayışla aslına uygun olarak restore edilmesi ve güçlendirilmesi, muhafaza edilmesi veya hizmet binası dışında bir amaçla kullanılmaya devam edilmesi tartışılması gereken konulardandır. Bu anlamda yapının olası restorasyon çalışmalarında; özgün kimliğe yönelik en yakın kazanımı sağlama, bunun için tarihi belgelerden faydalanma, yapıyı sağlamlaştırma, kullanılacak malzemeleri, bunların kalitesini ve yapının özgünlüğüne uygunluğunu belirleme, disiplinler arası uzman ekip çalışması yapma ve teknolojik imkânlardan faydalanma gibi konular tartışılmalıdır.

Mimari eserlerin korunmasına yönelik uygulanabilir çözüm önerileri geliştirmek sorunun çözülmesi açısından gereklidir. Bu sebeple aşağıdaki konuların düşünülmesi ve değerlendirilmesi gerekir:

- Mimari eserlerin korunmasına yönelik resmi düzenlemeler ve politikaların yetkililerce gözden geçirilmesi, (Uluslararası ve ulusal koruma politikalarında uyumun sağlanması, mevzuattaki çelişkilerin giderilmesi),

- Bilimsel tekniklere önem verilmesi, disiplinler arası çalışma yapılması,

- Onarım çalışmalarının işin bilincinde olan uzman kişilerce sürdürülmesi, titiz çalışma konusunda düzenli kontrollerin yapılması ve genel koordinasyonun sağlanması,

• Yapıya yönelik fiziksel çalışmalar esnasında, geriye döndürülemeyecek değişikliklerin yapılmaması,

• Onarım çalışmalarında yapının karakterine ve fiziksel yapısına uygun, nitelikli, özel üretim ve mümkün olduğunca az seviyede kimyasal içeren malzemeler kullanılması.

Mimari eserlerin korunması sorunu her açıdan tartışılmaya, gündemde tutulmaya ve sorunla ilgili çözümler geliştirilmeye devam edilmelidir.

KAYNAKLAR

[1] Kuban, D. (2000). Tarihi Çevre Korumanın Mimarlık Boyutu Kuram ve Uygulama. İstanbul: YEM.
[2] Bilgin-Altınöz, A. G. (2010). Tarihi Dokuda Yeninin İnşası. *Ege Mimarlık*, 75, 18-26.
[3] Feilden, B. M. (2003). *Conservation of Historic Buildings* (3rd edition). Great Britain: Elsevier-Architectural Press.
[4] Stubbs, J. H. & Makaš, E. G. (2011). *Architectural Conservation in Europe and the Americas: National Experiences and Practice*. New Jersey: John Wiley & Sons.
[5] Yabancı, O. (2012). *Çanakkale ve Balıkesir Yöresinde I. Ulusal Mimarlık Akımı*. (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale.
[6] Arseven, C. E. (1984). *Türk Sanatı Tarihi Menşeinden Bugüne Kadar Mimari Heykel Resim Süsleme ve Tezyini Sanatlar*. İstanbul: Milli Eğitim Basımevi.
[7] Aslanoğlu, İ. (2010). *Erken Cumhuriyet Devri Mimarlığı 1923-1938* (3. baskı). Ankara: Bilge Kültür Sanat.
[8] Selâh, Z. (1931). Mektep Binalarında Estetik. *Mimar*, 8, 253-254.
[9] Arif, B. (1931). Türk Mimarîsi ve Beynelmilel Mimarlık Vasıfları. *Mimar*, 11, 365-366.
[10] Bayraktar, A. (2006). *Tarihi Yapıların Analitik İncelenmesi ve Sismik Güçlendirme Metodları*. İstanbul: Beta.
[11] Jokilehto, J. (2002). *A History of Architectural Conservation* (3rd edition). Great Britain: Butterworth-Heinemann.
[12] Alsaç, Ü. (1992). *Türkiye'de Restorasyon*. İstanbul: İletişim.
[13] Özaslan, N. (2010). Mimari Koruma Düşüncesinin Tarihsel Gelişimi. Nuray Özaslan & Deniz Özkurt (Ed.), *Mimari Korumada Güncel Konular* içinde (s. 1-16). Eskişehir: Anadolu Üniversitesi.
[14] Ahunbay, Z. (1996). *Tarihi Çevre Koruma ve Restorasyon*. İstanbul: YEM.

[15] Madran, E., Özgönül N. (2005). *Kültürel ve Doğal Değerlerin Korunması*. Ankara: TMMOB Mimarlar Odası.
[16] ICOMOS. (2015). *History*. Retrieved April 29, 2015, from http://www.icomos.org/en/about-icomos/mission-and-vision/history
[17] ICCROM. (2015). *History*. Retrieved April 29, 2015, from http://www.iccrom.org/about/history/
[18] Erder, C. (1975). *Tarihi Çevre Bilinci*. Ankara: Ortadoğu Teknik Üniversitesi.
[19] Tietz, J. (1999). *The Story of Architecture of the 20th Century*. Cologne: Könemann.
[20] E-mevzuat. (2015). *Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma kanunu*. Erişim tarihi Nisan 30, 2015, http://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.2863.pdf
[21] Şahin-Güçhan, N. & Kurul, N. (2009). A History of the Development of Conservation Measures in Turkey: from the Mid 19th Century until 2004. *METU Journal of Faculty of Architecture*, 26, 19-44.
[22] KVVMGM. (2015). *Faaliyetler*. Erişim tarihi Nisan 30, 2015, http://www.kulturvarliklari.gov.tr/TR,43251/faaliyetler.html
[23] Özdemir, Z. (2008). *Tarihi Kültürü ve Doğasıyla Havran* (2. baskı). İstanbul.
[24] Bu Sene Edremit ve Havran On İki Milyon Okka Yağ Yapacaktır. (1929, 7 Ocak). Türk Dili.
[25] Balıkesir İl Yıllığı. (1967). Balıkesir: Balıkesir Valiliği.

Koruma alanında sosyal medyanın rolü

EYLEM KAZIL AYDOĞDU[1]*

ÖZET

Tarihi yerleşimlerde değerlendirmelerde bulunurken, somut değerlere soyut değerlerle anlam kazandırmak için koruma ve planlamanın farklı aşamalarında yerel katılımın sağlanması gereklidir. Katılımın sağlanabilmesi için özellikle sosyal paylaşım siteleri etkin bir şekilde kullanılabilir. Bu çalışma sosyal bir paylaşım sitesi olan Facebook'un koruma ve yönetim planı aracı olarak kullanılabilirliğini inceleyen bir çalışmadır. Bu kapsamda, yerli halktan gelen veriler ile arazi çalışmalarında elde edilen veriler Facebook kullanılarak bütünleştirilmiş, halkın katkılarıyla katılımlı bir yönetim planlaması süreci gerçekleştirilmeye çalışılmıştır. İnceleme alanı Muğla İli, Yatağan İlçesi'ne bağlı Eskihisar (Stratonikeia) Köyü'dür. Çalışmanın birinci bölümünde Facebook ile interaktif olarak elde edilen bilgi ve belgeler planlama sürecinde değerlendirilmek üzere Facebook üzerinde toplanmıştır. İkinci bölümde alana ilişkin değerlendirme yapılabilmek ve geleceğe yönelik vizyon ve stratejiler geliştirebilmek için tartışma platformu yaratılmıştır. Sonuç olarak bu çalışmada Facebook aracılığıyla yerel halkın katılımı sağlanarak Eskihisar'ın evrensel değerleri yeniden tanımlanmaya çalışılmış, Facebook'un koruma ve yönetim planlaması çalışmalarında bir araç olarak kullanılabilirliği değerlendirilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Sosyal medya, Facebook, koruma, planlama, yerel halk

[1] Dr. Mimar, Kültür ve Turizm Bakanlığı, Muğla Kültür Varlılarını Koruma Bölge Kurulu, Emirbeyazıt Mah. Üçler Sok. No:42 Menteşe Muğla; Tel: (0252)2130151; eylemaydogdu06@gmail.com

1. GİRİŞ

Tarihi yerleşimlerin büyük bir kısmı eski çağlardan beri iskan edilmiş, günümüzde halen yerleşime konu olmaya devam eden alanlardır. Bu sürekli yerleşim düzeni, zaman içinde alana hakim olmuş ve bugün varlık gösteren tüm medeniyetlerden arda kalan arkeolojik, mimari, geleneksel ve doğal değerlerin bir arada olduğu farklı bir karaktere bürünmüştür. Dolayısıyla inceleme ve değerlendirmelerde bulunurken sadece somut değerlerin değil soyut değerlerin de araştırılarak, bunların bir arada değerlendirilmesi sonucunda oluşturulacak bağlamın ortaya konulması gereklidir.

Somut değerlerin soyut değerlerle entegrasyonunun sağlanarak anlamlandırılabilmesi için modern teknolojilerin kullanılması, bunun için de koruma ve planlamanın farklı aşamalarında bu teknolojilerin kullanımıyla yerel katılımın sağlanması gereklidir. Katılımın sağlanabilmesi için özellikle düşük maliyetli modern dijital teknolojiler etkin ve efektif bir şekilde kullanılabilir. Quebec Deklarasyonu'nda da belirtildiği üzere bu teknolojiler özellikle yerli halkın katılımının sağlanmasıyla, alanın ruhunun sürekli olarak güncellenerek belgelenmesi ve çeşitlendirilmesi noktasında kolaylık sağlayan araçlardır [1]. Buna karşılık, günümüzde hemen hemen herkesin kullandığı bir teknoloji olan sosyal medya, akademik çevrelerden henüz yeterli ilgiyi görememiş, böyle kolay erişilebilir ve kullanılabilir bir aracın bilimsel çalışmalarda kullanılabilirliği henüz test edilmemiştir.

Sosyal paylaşım servisleri sosyal ilişkilerin oluşturulduğu ve yansıtıldığı online servis, platform ve sitelerdir. Sosyal paylaşım siteleri ise bunlar içinde en popüler servislerdir. Bu popüler sitelerden bazıları Facebook, Twitter, MySpace, ve Linkedln'dir. Facebook bunlar içinde en yaygın kullanıma sahip sosyal paylaşım sitesidir.

Koruma ve yönetim planlaması alanında sosyal paylaşım siteleri, somut ve soyut bilgiye ulaşmak ve bunları bütünlemek için kullanılan, web tabanlı basit sistemler olarak değerlendirilebilir. Bunlardan biri olan Facebook, bir alana yönelik bilgiyi toplamaya, paylaşmaya ve analiz ederek değerlendirmeye yarayan bir araç olarak ele alınabilir. İçeriğindeki interaktif platform sayesinde halkın katılımıyla elde edilen somut ve soyut bilgi ile fikir alış verişi alanın üniversal değerini tanımlamak, korumak ve sürdürebilirliğini sağlamak adına kararlar geliştirmek için süreci beslemek amacıyla kullanılabilir.

Bu çalışma sosyal bir paylaşım sitesi olan Facebook'un koruma ve yönetim planlama aracı olarak kullanılabilirliğini inceleyen bir çalışmadır. Bu kapsamda, alanı korumak ve yaşatmak için farklı kaynaklardan özellikle yerli halktan gelen veriler ile arazi çalışmalarında elde edilen veriler Facebook kullanılarak bütünleştirilmiş, halkın katkılarıyla katılımlı bir yönetim planlaması süreci gerçekleştirilmeye çalışılmıştır.

2. FACEBOOK'UN ESKİHİSAR'IN KORUNMASI VE YAŞATILMASI İÇİN KULLANIMI

İnceleme alanı olarak seçilen yerleşim Muğla İli, Yatağan İlçesi'ne bağlı Eskihisar (Stratonikeia) Köyü'dür (Şekil 1-2). Çalışmanın birinci bölümü yönetim planlaması mantığına uygun olarak Eskihisar'a ilişkin veri toplama aşamasını oluşturmaktadır. Bu bölümde Facebook yardımıyla alanla ilgisi olan birçok kişiden interaktif olarak elde edilen bilgi ve belgeler planlama sürecinde değerlendirilmek üzere Facebook üzerinde toplanmıştır. Bunun için ilk olarak Facebook'ta "Eskihisar için ne yaptın!" adlı bir grup kurulmuş ve alandaki belli lokasyonlara ve yapılara ilişkin fotoğraflar eklenmiştir. Yerel halktan birkaç kişi Facebook üzerinden gruba davet edilmiş, bu birkaç kişi başkalarını davet etmiş, zincirleme şeklinde gerçekleşen davetler sonucu grubun toplam üye sayısı 16.03.2015 tarihi itibariyle 761'e ulaşmıştır (Şekil3). Çoğunlukla Eskihisar'la aralarında manevi bir bağ kurmuş olan grup üyeleri zaman içinde alana ilişkin hatıra, fotoğraf, video vb. bilgi ve belgeyi paylaşmaya başlamış, paylaştıkça veri akışı artmıştır (Şekil 4-5). Böylece halkın belleğinde belgelenmemiş bir biçimde var olan ve ellerinde hatıra olarak kalmış, zamanla kaybolup gitmesi muhtemel sayısız bilgi ve belge kayda geçmiştir.

Şekil 1. Yerleşim haritası

Şekil 2. Yerleşimin uydu görüntüsü

Şekil 3. Facebook'ta "Eskihisar (Stratonikeia) için ne yaptın!" grubu sayfası

Şekil 4. Grup sayfasında paylaşılan bir fotoğraf ve ilgili yorumlar

Şekil 5. Grup sayfasında paylaşılan bir fotoğraf ve ilgili yorumlar

Şekil 6. Grup sayfasında paylaşılan bir fotoğraf ve ilgili yorumlar

Bu aşamada Facebook üzerinden gelen bilgi ve belgeler eş zamanlı olarak belli başlıklar altında sınıflandırılarak bilgisayar ortamında depolanmıştır. Genel olarak elde edilen bilgi ve belgelerden sonra, hakkında veri elde edilen parseller tek tek ele alınmış ve oluşturulan tablolarda o parsele ilişkin gelen bilgi ve belge sınıflandırılmıştır (Şekil 7-8). Veri toplanan parseller ayrıca harita üzerinde işaretlenmiştir. Böylece Facebook aracılığıyla elde edilen coğrafik referanslı bilginin yoğunluğu harita üzerinde gösterilmiştir (Şekil 9).

Parsel No	Anahtar harita	Bugünkü durum	Eski resim	Açıklama
1287 Mehmet Bey'in evi				**Foto tarihi:**1970 Irmak Hasip Bey'ile Afet Hanım **Yer:** Eskikoy Bugün tanıdılmış **Kaynak:** Sevilay Devcan (Facebook) **Yorumlar:** **Sevilay Devcan (Facebook):** *"mehmet ağanın oğlu orhan eskişar ve eşi ayfer hanımın büyükbabaları mamvi kızları afet hanım yine eskişhar köyünden ecemilerin jöndeleri irendan gelmişlerj kayaskuşun oğlu rahmetl eşi oğl hasip bey. hasip amcam aynı zamanda cafe işeten günsüz beyin babasını dayısı fakat anılarında yaş farkı çok yok.sinema çalıştıran enver amcanın kardeşi afet yengem istanbullu bir ailenin çocuğu babası çok genç yaşta öldüyü annesi 2 çocuğunu evladık vererek evleniyor.bir şekilde orhan bey ve eşi evladık alıyor kendi çocukları var eskiden zenginler veya isteyen çocukları alır kendi çocukları gibi bakarmış.afet yengemde manevi anneleri ve kardeşleriyle çekilen fotoğraflar var.bayramdan sonra gelip kendisinden alacağım."*
1266 Zaliforanın Devecı Süleymanın evi			**Foto 1-2 tarihi:**1960 Zaliforanın Devecı Süleyman'ın bahçesi **Foto 3 tarihi:** 1963 Zaliforanın Devecı Süleyman'ın oğlu Hasan Hüseyin **Yer:** Eskikoy Bugün tanıdılmış **Kaynak:** Sevilay Devcan (Facebook) **Yorumlar:** **Unan İlceer (Facebook):** *"Bu babamların evinin solaltındaki mutlak penceresinin önü, zamanında bu kuyudan bakınç ile değil hemen eğilip çömlekle kuyudan su alırlarmış. Hemen önünde bulunan caddeye bakan ev de benim babamın ev, ben ve kardeşim o evde dünyaya geldik. Bu evdé 6 kardeş dahil yaşarmış babamlar önündeki kuyu ve sağ cat penceresinden dışarıya doğru uzanan kablolar yapılmış ayaktık. dinen pakistanlısı olduğu bir yer vardı ve babamlarımın dikiğ ççıkıler ve tekeğen kıskıdan halı bunundadır."*

Foto tarihi:.....
Herdane'nin evi ile Süleyman Erdoğan'ın evini arasındaki meydan
Yer: Eskikoy
Bugün tanıdılmış
Kaynak: Hakkı Kapıubağlı (Facebook)
Yorumlar:
Hakkı Kapıubağlı (Facebook): *"fotoğrafın çekildiği yer süleyman erdoğanın evini ölü eşinin kardeşi nefiye vurelin düğününde çekilmiştir."* | | | | **Foto 1 tarihi:** 1963
Foto 2 tarihi: 1991
Abdullah Bey'in evi
Yer: Eskikoy
Bugün tanıdılmış
Kaynak: Devecı Hüseyin and Ali Bag
Yorumlar:
Sevilay Devcan (Facebook): *"dayım Devecı Hüseyin bu evin mozaiklerinde yaşadı.Abdullah Beyler çok yıllar önce köyden ayrılmışlar.evredeki tarlalarına zeytinliklerine bakmıcı için dayımla amcamgular dayımı hem o evin hemde köyün bekçisi ve SON ADAMI OLMUŞ ((Fakat gunu bedrinock idarinin Bu köyden ağaklık gelmiş amacıdıcıdı ağaklığa kentcomesmş.Bundan, ağaklar köyüdğe eziyet eden dişgi köylülerine diğer veren aydın kişilemiş."* |

Şekil 7. İlgili parsele ilişkin bilgi ve belge içeren tablo

Parsel No	Anahtar harita	Bugünkü durum	Eski resim	Açıklama
1206 Hafız Mehmet'in evi				**Foto tarihi:** 1973 Hafız Mehmet'in evi **Yer:** Eskiköy Bugün tanıdımış **Kaynak:** Haluk Aşkın **Yorumlar:** **Haluk Aşkın (Facebook):** *"Kendisiyle dostluğumuz 1976'da başladı. 1990'dan sonra görüşemedik ama haberlerini alıyordum. Dalya'ya yerleştikten sonra her yıl Eskihisar'ı tavef etmeye başladım ancak rahmediyi ziyaretten görenmedim. Onun için çok üzgünüm. Biz çok güzel düzeyli bir dostluk kurmuştuk. Yıllarca o dostluk sürdü. Allah rahmet eylesin, her zaman, her yerde saygı ve sevgiyle anarız."* **Muazzez Yalçın (Facebook):** *"balkonda oturup ud çalmasını beraber şarkı söylemelerimiz hoş güzumun önüne geliyo çok fakir bi duygu yaragam millette ali abimin yanında rahatsız gördüs kerseen. bu fotoları görünce hemen dayımın torununa mej atıfım facedan görsün diye eyge ebiem çok olmuş"*
1298-99 Gündüz Abban'ın dükkanı				**Foto tarihi:** 1982 Gündüz Abban'ın dükkanı **Yer:** Eskiköy Bugün: yıkılmış **Kaynak:** Haluk Aşkın **Yorumlar:** **Haluk Aşkın (Facebook):** *"1982 yılı pınarbaşı altı, kahvaltı örnü. Arkadaki dükkanın sağlam halı."* **Ürşen Kuzgun (Facebook):** *"Gündüz Abban Dükkanı"*
1382 Mehmban'ın evi				**Foto tarihi:** 1996 Mehmban'ın evi **Location:** Eskiköy Bugün yıkılmaya yüz tutmuş **Kaynak:** Saddtin Sinsar (Interview)
1292				**Foto tarihi:** 1980 **Yer:** Eskiköy Bugün yıkılmaya yüz tutmuş **Source:** Haluk Aşkın (Facebook)

Şekil 8. İlgili parsele ilişkin bilgi ve belge içeren tablo

Şekil 9. Facebook aracılığıyla elde edilen coğrafik referanslı bilginin yoğunluğunu gösteren harita

İkinci bölümde alana ilişkin belli bir değerlendirme yapılabilmesi ve geleceğe yönelik vizyon ve stratejiler geliştirebilmek için interaktif katılımcılardan Facebook üzerinden Eskihisar'la ilgili görüş ve önerilerini paylaşmaları istenmiştir. Bunun için Facebook'un anket oluşturma özelliği kullanılarak grup sayfasında bir dizi anket sorusu oluşturulmuştur (Şekil 10-12). Sonuçlara bakıldığında; katılımcıların alanın sahip olduğu değerin farkında olduğu, bu biraradalığın korunması gerektiği bilincinde olduğu, arkeolojik eserlerin korunması konusunda gerekli duyarlılığın bulunduğu anlaşılmış, ancak Eskihisar'ı korumak için yeterli ilgi ve kaynak aktarımının olmadığı, yerleşim olarak belli ihtiyaçları karşılayamıyor olduğu, yerel halkın ekonomik kalkınmasının göz ardı edildiği ve koruma süreci dışında bırakıldığı konusunda görüşler ortaya çıkmıştır.

Şekil 10. Facebook üzerinde oluşturulan bir anket formu ve cevaplar

Şekil 11. Facebook üzerinde oluşturulan bir anket formu ve cevaplar

Şekil 12. Facebook üzerinde oluşturulan bir anket formu ve cevaplar

3. SONUÇ

Kültürel miras üzerinde yaşayanların bilgisine başvurmadan ve fikirleri alınmadan gerçek anlamda anlaşılamaz ve değerlendirilemez. Koruma planlamasında alanının gerçek kullanıcılarının bilgi, önerileri ve dilekleri önemli bir veri olarak ele alınmalıdır. Özellikle arkeolojik, mimari, çevresel ve geleneksel değerlerin bir arada bulunduğu komplekslerin korunmasında, planlama ve yönetim sürecinde yerel halkın bilinçlendirilerek katılımının sağlanması kritik bir gerekliliktir.

Çalışmada Facebook yardımıyla Eskihisar köyü ile herhangi bir ilişkisi olan ancak bir araya gelemeyen kişilerin katkılarıyla köyün evrensel değerleri yeniden tanımlanmaya çalışılmıştır. Bu süreçte alanın yönetim planlamasıyla korunması ve yaşatılmasına yönelik veri toplama ile problem, zorluk ve fırsatları tanımlama (SWOT Analizi) aşamasında tartışma platformu yaratılmıştır. Böylece bugüne kadar halkın katılımını sağlamak için kullanıla gelmiş geleneksel metotlardan daha ucuz ve zaman kazandıran, bir o kadar da çoğunlukla göz ardı edilmiş yerel çevrelerin dikkate alındığı bir metot geliştirilmeye çalışılmıştır. Facebook kullanımı ile yazıya dökülemeyen her türlü duygu ve düşüncenin grup sayfasında arşivlenmesi sağlanmıştır. Yazılı belgelerin herhangi bir şekilde yok olması ve ya tahrip olması olasılığına karşın Facebook sanal ortamda her türlü bilgi ve belgenin arşivlenebilmesi için bir ortam yaratmıştır. Facebook'un bir araç olarak koruma ve planlamaya olumlu katkılarının yanı sıra bazı dezavantajlarının da bulunduğu göz ardı edilmemelidir. Bunlardan biri bu aracın web sitesi niteliğinde olması yani web temelli olması sebebiyle gelecekte kullanımının ortadan kalkabileceği olasılığıdır. Bunun için grup sayfasındaki her bilgi ve belgenin ayrı bir veri tabanında ya da veri depolama aygıtında yedeklenmesi gerekmektedir. Bir diğer dezavantajı da birçok sözlü kaynaktan elde edilen bilgi gibi bu kanalla elde edilen belgelendirilemeyen bilginin de başka araçlar yardımıyla doğrulanması (triangulation) zorunluluğudur.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada emeği geçen sayın Prof. Dr. Gül ASATEKİN, Yrd. Doç. Güliz Bilgin ALTINÖZ ve Prof. Dr. Gediz URAK'a çok teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

[1] Quebec Declaration on the Preservation of the Spirit of Place, Article 7

Sivil mimari örneklerinin modern mimarlık kapsamında değerlendirilmesi ve koruma önerileri: Tayman Apartmanları

DİLEK AVSAN[1], DUYGU NART[2]

ÖZET

Günümüz kentlerinde nüfus artışı, ekonomik ve politik yaklaşımlar, yasalar ve yönetmeliklerde yapılan düzenlemeler nedeniyle hızlı bir değişim yaşanmaktadır. Bu değişimlere paralel olarak kentin yapılaşması da değişmekte ve dönüşmektedir. Sivil mimari yapılarının bu süreçte en hızlı değişebilir, yok olabilir nesneler olarak algılanması sosyal, kültürel ve mimari birçok sorunu beraberinde getirmektedir. Bu nedenle döneminin nitelikli örneklerinin, toplumsal hafızanın korunması ve kentin yapı üretim sürecinin sürekliliğinin sağlanması amacıyla belgelenmeleri zorunludur. Bu çalışma, İstanbul'da Yüksek Mimar Ayhan Tayman tarafından tasarlanan ve uygulanan nitelikli sivil mimari örneklerinin tasarım, üretim ve kullanım süreçlerini araştırmayı ve yapıların mevcut durumları ile ilgili tespitler yapıp, koruma önerileri geliştirmeyi hedeflemektedir. Ayhan Tayman kuşkusuz, 1950 sonrası modern Türkiye mimarlığında rasyonalizmin önemli temsilcilerinden biridir. Tayman'ın 1960 sonrası Nişantaşı,

[1] İTÜ Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Araştırma Görevlisi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Taşkışla Caddesi 34437 Taksim-İstanbul; (0554)2834327; avsan@itu.edu.tr

[2] İTÜ Mimarlık Fakültesi, Mimari Tasarım Yüksek Lisans Öğrencisi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Taşkışla Caddesi 34437 Taksim-İstanbul; Tel: (0555)6806195; nartd@itu.edu.tr

Teşvikiye ve Fenerbahçe semtlerinde proje ve uygulamasını gerçekleştirdiği, döneminin tasarım ve teknolojik özelliklerini yansıtan yapıları bulunmaktadır. Mimari tasarımcı kimliğinin öne çıkması, döneminin malzeme ve yapım tekniklerinin kullanımı, özgün detay çözümleri ve farklı cephe tasarımları nedeniyle bu yapılar, modern mimarlık mirasının nitelikli ve önemli örneklerindendir. Bu çalışmada, mimarın kişisel arşivinden tasarım ve uygulama sürecine dair bilgi toplanması, mevcut durumların yerinde gözlemlenmesi ve yapılan görüşmeler ile yapıların değişim/dönüşüm sürecinin belirlenmesi ve korumaya dair önerilerin üretilmesi amaçlanmıştır.

Anahtar Sözcükler: Modern Mimarlık mirası, konut, koruma, Ayhan Tayman

1. GİRİŞ

Çalışma kapsamında ilk olarak Cumhuriyet sonrası modernleşme sürecinde sivil mimari gelişimine paralel olarak gelişen apartmanlaşma olgusu İstanbul ölçeğinde incelenmiştir. Türkiye'de 20. yüzyılın başından itibaren üretilmiş, uluslararası/ulusal yönelimleri, yenilikçi teknik ve teknolojilerini örnekleyen yapı ve yapı grupları bugün modern mimarlık mirası olarak nitelendirilmektedir [1]. Çalışma kapsamında ele alınan Ayhan Tayman, geç modern mimari stilin önde gelen ve önemli temsilcilerinden biridir. Tayman özellikle 1960 sonrasında İstanbul'da başta Teşvikiye, Nişantaşı ve Fenerbahçe ağırlıklı olmak üzere birçok farklı noktada 20'nin üstünde konut projesinin tasarım, uygulama ve yükleniciliğini yapmıştır. Dönemlerinin mimari, teknolojik, kültürel yansıması sayılan apartmanlar aynı zamanda nitelikli ve incelikle düşünülmüş tasarım örnekleri olarak geç modern mimarinin bugüne ulaşan nadir ve önemli temsilcileridir. Bugün kentsel dönüşüm, depreme karşı dayanıksızlık gibi nedenlerle yok olma tehdidi altında olan modern mimari mirasın aynı zamanda korumaya yönelik sorunları da mevcuttur. Belgeleme ve yasal koruma konularındaki eksiklikler nedeniyle yapıların dönüşüm süreci hızlanmıştır. Bu kapsamda çalışma alanı olarak seçilen Nişantaşı, Teşvikiye ve Fenerbahçe semtlerinde bulunan 'Tayman Apartmanları'na yönelik arşiv çalışması ile bu yapılara ilişkin belgeleme çalışması yapılmış, yapıların korumaya ilişkin sorunları deşifre edilerek, değerlendirme ve öneriler sunulmuştur.

2. MODERNLEŞME SÜRECİNDE İSTANBUL'DA SİVİL MİMARLIK (1923-80)

Cumhuriyet'in ilanı sonrasında, siyasal ve sosyal alanlarda yaşanan değişimler ve ulus-devlet kimliğinin oluşturulması sürecini desteklemek için köktenci bir modernite projesi kapsamında modern kent ve yapıların inşa edildiği görülmektedir. Yapılı çevrenin çoğunluğunu oluşturan konut da bu dönemde barınmanın ötesinde, geliştirilen yeni kültür programları sonucu değişen yaşam alışkanlıklarına uyum sağlayan önemli bir modernleşme öğesi olmuştur. Ancak erken Cumhuriyet döneminde, savaştan yeni çıkan ülkenin maddi kaynaklarının yetersizliği, seri üretimi sağlayacak teknolojinin yokluğu, büyük şehirlerdeki spekülatif arsa fiyatları, kapsamlı planlama ve kamulaştırma politikalarının olmayışı ve yönetimin kamu binalarına öncelik vermesi nedeniyle ülkede çok sayıda büyük ölçekli, rasyonel konut üretiminin varlığı görülmemektedir [2]. Bu nedenle bu yıllarda uygulanan modern konut örneklerinin sayısı oldukça sınırlıdır. İstanbul'da modernleşmenin etkisiyle bu dönemde iki katlı tek konutlar ve apartmanlar inşa edilmiştir. Apartmanlar üst düzey gelir grubuna hitap eden geniş kullanım alanlı, birkaç salonlu, hizmetçi odalı, dubleks daireli yapılardır [3].

1950 yılında çok partili sisteme geçilmesiyle politik, ekonomik, ideolojik değişimler yaşanmıştır. Yaşanan bu değişimler kent ve konut üretimi pratiklerini de etkilemiştir. 1950'li yıllarda sanayileşmenin ivme kazanması sonucu hızla nüfusu artan kentlerde barınma talebi artmıştır. Ekonomik yapının değişmesi, artan arsa değerleri, ulaşımın kolaylaşması, kültür değişimi ve buna bağlı olarak aile yapısının değişimi, teknolojik gelişmeler, 1965 yılında kabul edilen "Kat Mülkiyeti Kanunu" ve kent nüfusunun hızla artması nedeniyle temel kaynağını batılılaşma hareketi ve modernleşme isteğinden alan apartmanlaşma bu dönemde hızla artmıştır. Bireysel konut üretimi, büyük sermaye sahiplerinin inşa ettiği toplu konutlar ve Ataköy Konutları gibi kamu aracılığıyla üretilen konutların yanı sıra bu dönemde apartman yapımı "yapsatçı" olarak adlandırılan konut üreticileri tarafından gerçekleştirildiği görülmektedir. Eski ve az katlı konutların yer aldığı arsayı daire karşılığı anlaşarak alan ve yeni bir apartman inşa edip kalan daireleri de satarak para kazanan yapsatçı müteahhitler hemen hemen hiç sermaye koymadan apartman üretmişlerdir. İlk önce mimarlar tarafından başlatılan yapsatçılık sonraki yıllarda mimar-müteahhitlerin yanında çalışan eski

ustalar tarafından yürütülmüştür [4]. 1960'lı yıllardan itibaren genellikle orta gelir grubunun satın aldığı apartmanların inşaatının örgütlenmesi ve yapım kalitesi bu müteahhitler tarafından belirlenmiştir. Müteahhidin sınırlı sermayesi ve maksimum kar elde etme isteği nedeniyle yapılarda estetik ve yapım kalitesinden ödün verildiği görülmüştür. Hızlı, çok sayıda, mimari estetik yoksunu ve ucuza mal edilen apartmanlar kent dokusunu ve görünümünü olumsuz olarak etkilemiştir. Yüksek apartman bloklarının ortaya çıktığı bu dönemde konut mimarisinde monotonluk ve kimlik kaybı hakimdir. Ülkedeki büyük kentlerde bu durum yaygınlaşmış ve konut mimarisi giderek sıradanlaşmış ve tüm konut alanları birbirine benzemeye başlamıştır [5].

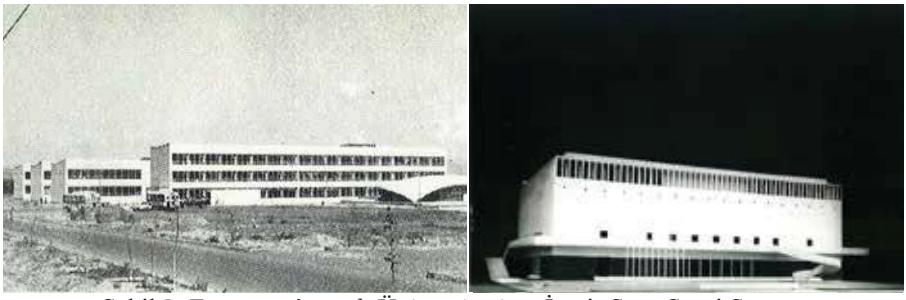
Kent dokusunda hızla yayılan olumsuz örneklerin yanı sıra mimar-müteahhitlerin ürettiği nitelikli modern sivil mimari örneklerini de kentte görmek mümkündür. Kentteki yapılaşmanın büyük çoğunluğunu oluşturan konut dokusu arasında az sayıda da olsa boşluk-doluluk oranları, kütle hareketleri, cephe tasarımları ve rasyonel plan çözümleri gibi özellikleriyle tasarımcısının izlerini taşıyan nitelikli örnekler bulunmaktadır. Modern mimarlık mirasının önemli temsilcilerinden olan bu yapıların kent ve kentliler için sahip oldukları değerler nedeniyle tespit edilip belgelenmesi önemlidir. Modern sivil mimarinin önemli temsilcilerinden biri olan Ayhan Tayman'ın apartmanları da toplumun sosyal, ekonomik ve kültürel yaşamını mekana yansıtması nedeniyle *belge değeri*, döneminin özelliklerini günümüze taşıması yönüyle *özgünlük değeri,* yapıldığı dönemin tasarım anlayışını yansıtması açısından *mimari değer,* kentsel belleğin bir parçası olarak *kimlik değeri* ve toplumun gereksinmesinin halen karşılayabilmesi açısından *işlevsel/ekonomik değerlere* sahip yapılardır [6]. Ancak kentte yaşanan dönüşüm süreci, bu yapıları olma tehlikesiyle karşı karşıya bırakmıştır. Hızla yaşanan bu süreçte belgeleme ve koruma çalışmaları önem kazanmaktadır. Bu nedenle çalışmada Tayman apartmanlarını belgelemek amacıyla yapıların tasarım, uygulama ve değişim aşamaları incelenmiştir.

3. AYHAN TAYMAN

Ayhan Tayman (1928-2014), 1950 sonrası modern Türkiye mimarlığının önemli temsilcilerinden biridir. 1950 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi'nden mezun olan Tayman bir süre İstanbul belediyesi planlama bölümünde büro şefi olarak görev aldıktan sonra, iki yıl süreyle İTÜ Bina 1 kürsüsünde Paul Bonatz'ın asistanlığını yapmıştır. Ayhan Tayman'ın 1948 yılından 1960 ortalarına kadar girdiği ulusal yarışmalarda 20'den fazla ödülü

vardır. Katıldığı yarışmalar arasında; **İzmir Spor ve Sergi Sarayı** (*1953-Gündüz Özdeş ile/1.lik ödülü*), **Ankara Siyasal Bilgiler Fakültesi** (*1954-Enver Tokay ile/1.lik ödülü*), **Ankara Kapalı Çarşı** (*1955-Ayten Seçkin, Behruz Çinici ile/1.lik ödülü*), **Erzurum Atatürk Üniversitesi Kampüsü** (*1955-Enver Tokay, Hayati Tabanlıoğlu, Behruz Çinici ile/1.lik ödülü*), **Ankara Ev Ekonomisi ve Tarım Okulu** (*1961-1.lik ödülü*), **Dünya Fuarı New York Türkiye Pavyonu Mimari Proje** (*1965*) gibi bir kısmının da uygulandığı örnekleri görmek mümkündür (Şekil 1, 2).

Şekil 1. Ankara Kapalı Çarşı ve Ankara Siyasal Bilgiler Fakültesi.



Şekil 2. Erzurum Atatürk Üniversitesi ve İzmir Spor Sergi Sarayı.

3.1. Tayman Apartmanları

Ayhan Tayman, yarışmalarla başladığı mimarlık mesleğine 1960'lı yıllardan itibaren İstanbul'da tasarladığı ve uygulama sorumluluğunu da üstlendiği konut projeleri ile devam etmiştir. Kurduğu inşaat şirketi ile gerekli sermayeyi sağlayarak çoğu projesinde yüklenici görevini almıştır. Arşivinden elde edilen verilerde Nişantaşı, Teşvikiye başta olmak üzere Şişli, Beşiktaş, Fenerbahçe, Yeşilköy, Yeniköy ve Silivri'de apartman, tek katlı tekil konut ve villalardan oluşan kapalı site gibi çeşitli tipolojilerde konut tasarımı ve uygulaması yaptığı görülmüştür. Çalışma kapsamında

sınıflandırma ve karşılaştırmaya olanak sağlayacak şekilde Avrupa yakasında Nişantaşı, Teşvikiye bölgesi ile Anadolu yakasında Fenerbahçe bölgesinde yer alan apartman örnekleri incelenmiştir.

Belma Barut Apartmanı

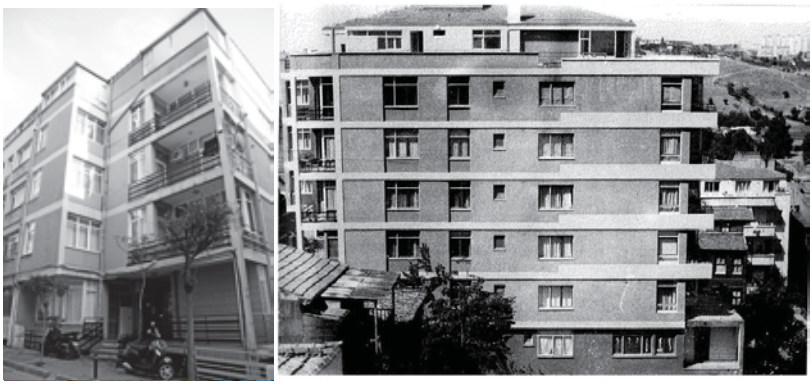
Konum: Teşvikiye Cami Sokak, Teşvikiye		Proje+Uygulama
Özgün işlev: Ticaret+konut	Yapım yılı: 1962	Kat adedi: 8

Şekil 3. Apartmanın günümüz ve yapıldığı tarihteki görünüşü ile orijinal plan çizimi

Yapı bölgenin genel yerleşim dokusunda olduğu gibi parsel sınırlarında yerleşmiş, yaklaşık dikdörtgen plana sahiptir. Mimarın arşivinden ulaşılan orijinal proje çizimleri ve yapının yapıldığı ilk yıllarda çekilen fotoğraf karşılaştırıldığında uygulama sırasında da cephede bazı değişiklikler yapıldığı anlaşılmaktadır (Şekil 3). Projede cephelerde yatay çizgiler, geniş ve bölmelendirilmiş pencereler bulunmasına rağmen daha kapalı yüzeye sahip ve dikey izlerin okunabilir olduğu bir cephe tasarımı uygulanmıştır. Zemin katta ticaret ve diğer katlarda konut olarak tasarlanan yapının işlevi 1971 yılında yapılan tadilat projesiyle tümüyle ticarete dönüştürülmüştür. Tadilat aşamasında iç mekan düzenlemeleri değişen fonksiyona göre yeniden tasarlanmıştır. Köşede yer alan balkon dairesel bir formla biçimlendirilmiştir. Pencere boyutları değiştirilmiş ve yangın merdiveni eklenmiştir. Yapı, konumu nedeniyle tasarlandığı ve uygulandığı yıllar göz önüne alınarak Avrupa yakasındaki önemli ticaret merkezlerinden biri olan Teşvikiye bölgesindeki yerleşme süreci hakkında bilgiyi günümüze aktarabilen nitelikli bir örnektir.

Tayman Apartmanı (Şair Nazım)

Konum: Şair Nazım Sokak, Teşvikiye		Proje+Uygulama+Yüklenici
Özgün işlev: Konut	Yapım yılı: 1962	Kat adedi: 9



Şekil 4. Tayman Apartmanı günümüz ve yapıldığı tarihteki görünüşü

Küçük bir arka bahçesi olan yapının köşe parselde yer alması nedeniyle sadece bir cephesi komşu yapıyla bitişiktir. Dar cephesi sokak tarafına bakan yapıda her katta farklı alanlara sahip üç bağımsız birim bulunmaktadır. Hareketli cephe tasarımı, yalın balkon parapetleri, cephedeki yatay çizgiler ve bu çizgileri dik kesen tuğla kaplamalı cephe elemanı dikkat çekici tasarım kararlarındandır. İç mekanda merdiven strüktür ve malzemesi, doğal taş kaplamalı duvar ve zemin döşemesi özgünlüğünü korumaktadır. Konut olarak tasarlanan yapı hala özgün işlevini sürdürmektedir. Yapının tadilat projesi bulunmamaktadır ancak kullanımı süresinde bazı değişiklikler yapılmıştır (Şekil 4). Çatı katında teraslar kapatılarak kapalı alana dahil edilmiş, diğer katlarda da bazı balkonlar kapatılmıştır. Cepheye çok sayıda çanak anten ve klima eklemlenmiştir. Ayrıca pencere doğramalarının ilk halini koruyan sadece birkaç daire kalmıştır. Döneminin teknoloji ve tasarım anlayışına uygun tasarlanan yapı birçok özgün karakterini koruması yönünden nitelikli bir örnektir.

Dor-Ay Apartmanı

Konum: Süreyya Ağaoğlu Sk, Teşvikiye		Proje+Uygulama+Yüklenici
Özgün işlev: Konut	Yapım yılı: 1966	Kat adedi: 7

Şekil 5. Apartmanın günümüz ve geçmişteki görünüşü ile orijinal cephe çizimi

Bölgenin genel dokusunda olduğu gibi yapı, bitişik nizamda tasarlanmıştır. Yaklaşık dikdörtgen plana sahip apartmanda her katta birbirine simetrik iki bağımsız birim bulunmaktadır. Sokak tarafındaki ön cephe yalın ve yatay çizgilerde dengeli bir pencere ve doğal taş kaplı sağır yüzeyden oluşmaktadır. Yapının özgün işlevi konuttur ancak günümüzde zemin kattaki dairenin biri ticaret işlevine dönüştürülmüştür (Şekil 5). Fonksiyon değişimi ve kullanım sürecinde yapıda bazı değişiklikler yapılmıştır. Çoğu dairede pencere doğramaları değiştirilmiştir. Cepheye çanak antenler ve klima eklenmiştir. Zemin katta ticaret işlevine dönüştürülen birimde yeni işleve yönelik değişiklikler yapılmış, pencere boyutu büyütülerek vitrin oluşturulmuş ve işletmeye ait tabelalar eklenmiştir. Bölgenin dokusuna uygun yine de özgün detaylara sahip ve genel olarak bu özelliklerini bugüne taşıyabilmiş bir yapıdır.

Tayman-Hersek Apartmanı

Konum: Şakayık Sokak, Teşvikiye		Proje+Uygulama+Yüklenici
Özgün işlev: Konut	Yapım yılı: 1967	Kat adedi: 8

Şekil 6. Tayman-Hersek Apartmanı günümüz ve geçmişteki görünüşü ile iç mekan

İki bloktan oluşan Tayman Apartmanı ve Hersek Apartmanı bitişik nizamda tasarlanmıştır. Tayman Apartmanı'nda her katta birbirine simetrik iki bağımsız birim bulunmaktadır. Hersek Apartmanı'nda ise her katta alanları birbirinden farklı iki bağımsız birim bulunmaktadır. Ön cephe tasarımında derinlik, yatay çizgiler, doğal taş kaplama ve fugalarla yapılan cephe düzenlemeleri dikkat çekicidir (Şekil 6). Yapının özgün işlevi konuttur ancak günümüzde yakınında bulunan sağlık yapısı (Özel Amerikan Hastanesi) nedeniyle bazı birimleri ticaret işlevine dönüştürülmüştür. Yapı genel olarak iyi korunmuş niteliktedir ancak kullanımı süresinde bazı değişiklikler yapılmıştır. Çoğu dairede pencere doğramaları değiştirilmiştir. Cepheye çanak anten ve klimalar eklenmiştir. Gerekli bakımlar yapılmadığı için cephe kaplamalarında yer yer düşmeler gözlemlenmiştir. Döneminin nitelikli bir modern mimarlık örneği olan yapı gerekli güçlendirme ve bakımlar yapıldığı takdirde korumaya değer özelliklere sahiptir.

Tayman Apartmanı (Hüsrev Gerede)

Konum: Şakayık Sokak, Teşvikiye		Proje+Uygulama+Yüklenici
Özgün işlev: Konut	Yapım yılı: 1967	Kat adedi: 8

Şekil 7. Tayman Apartmanı günümüz ve geçmişteki görünüşü ile giriş holü

Bölgenin genel dokusunda olduğu gibi yapı, bitişik nizamda tasarlanmıştır. Her katta tek bağımsız birim bulunmaktadır. Yapı özgün işlevi olan zemin katta ticaret ve üst katlarda konut özelliğini sürdürmektedir. Yapı genel olarak ilk uygulandığı döneme ait özelliklerini korumaktadır. Sadece bazı katlarda pencere doğramalarının değiştirildiği tespit edilmiştir. Hareketli cephe tasarımı, geniş pencereler, giriş holü tasarımı ve özgün plan çözümlemesi ile döneminin nitelikli bir mimarlık örneğidir (Şekil 7). Ayrıca yapıda mimarın tasarladığı şömine ve müzik sistemi hala özgün haliyle korunmaktadır.

İlgen Apartmanı

Konum: Şakayık Sokak, Teşvikiye		Proje+Uygulama+Yüklenici
Özgün işlev: Konut	Yapım yılı: 1967	Kat adedi: 8

Şekil 8. Apartmanın günümüz ve geçmişteki görünüşü ile orijinal plan çizimi

İlgen Apartmanı (Şekil 8), Güzelbahçe Sokak ve Prof. Müfide Küley Sokak kesişiminde yer alan, Özel Amerikan Hastanesinin karşısındaki köşe parselde konumlanmaktadır. Her katta farklı alanlara sahip iki bağımsız birim bulunan yapıda, cepheler yalın ve yatay çizgilerde dengeli bir pencere ve sağır yüzeyden oluşmaktadır. Zemin katta ve giriş holünde doğal taş kaplama bulunmakta giriş holü duvarlarında ise tasarlanan küçük heykeller yer almaktadır. Çoğu dairede pencere doğramaları değiştirilmiş, klimalar eklenmiştir. Hastane tarafındaki cephede ise klimalar belediye kararınca diğer cepheye kaldırılmıştır. Uzun cephesinde yer alan fugalı tasarım boya işlemi sırasında kapatılmıştır. Ayrıca yapıya ticari fonksiyonun gereği zemin katta tabelalar eklenmiştir. Yapı, döneminin mimari tasarım anlayışını anlatan ve büyük ölçüde günümüze kadar özgün tasarım detaylarını koruyabilen nitelikli bir örnektir.

Sungur Apartmanı

Konum: Şakayık Sokak, Teşvikiye		Proje+Uygulama+Yüklenici
Özgün işlev: Konut	Yapım yılı: 1967	Kat adedi: 8

Şekil 9. Apartmanın günümüz ve yapıldığı yıllardaki görünüşü ile orijinal plan çizimi

Köşe parselde yer alan yapıda her katta tek bağımsız birim bulunmaktadır. Yapı özgün işlevi olan zemin katta ticaret ve üst katlarda konut özelliğini sürdürmektedir. Hareketli cephesi, bölmelendirilmiş geniş yatay pencereleri ile diğer Tayman Apartmanlarına benzer özellikler taşımaktadır (Şekil 9). Sungur apartmanı, mimarın en iyi korunan yapılarından biridir. Giriş holünde yer alan ve bazıları Ayhan Tayman tarafından tasarlanan aydınlatma elemanları da hala kullanılmaktadır.

Gül Apartmanı

Konum: Şakayık Sokak, Teşvikiye		Proje+Uygulama+Yüklenici
Özgün işlev: Konut	Yapım yılı: 1967	Kat adedi: 8

Şekil 10. Gül Apartmanı günümüz, maket ve geçmişteki görünüşleri

Gül Apartmanı, hareketli kütle tasarımı, cephedeki özgün prekast balkon parapetleri, yalın güneş kırıcıları ve metal korkulukları ile dönemine ait geç modern mimarinin nitelikli bir temsilcisi konumundadır (Şekil 10). Yapı özgün fonksiyonuna uygun biçimde konut olarak kullanılmaktadır. Gül apartmanı her katta iki birim bulunduğu, 1-5 ve 5-10 katları arasında değişen bir plan şemasına sahiptir. Çatı katı terası peyzaj izlerinin devamı niteliğinde dubleks konut biçiminde tasarlanmıştır. Günümüzde apartmanın çatı katındaki niteliksiz ekler, cephede değişen doğramalar ve görsel bütünlüğü bozan elemanlar (klima, anten vb.) ile apartmanın bütünlüğü ve özgünlüğü kısmen yitirilmiştir. Benzer şekilde cephedeki betonarme güneş kırıcıların büyük bir kısmı yok olmuştur.

Tayman Apartmanı (Fenerbahçe)

Konum: Şakayık Sokak, Teşvikiye		Proje+Uygulama+Yüklenici
Özgün işlev: Konut	Yapım yılı: 1967	Kat adedi: 8

Şekil 11. Tayman günümüz ve geçmişteki görünüşleri ile değişen doğrama detayları

Gül Apartmanı ile aynı sokak üzerinde bulunan Tayman Apartmanı (Şekil 11) ise dinamik cephesi, sağır ve saydam yüzey dengesi, değişen plan tipolojisi, kullanılan malzeme biçimi gibi birçok açıdan Gül Apartmanı ile benzer özelliklere sahiptir. Her katta iki birime sahip Tayman Apartmanı'nda, tasarımı Ayhan Tayman'a ait olan çeşitli iç mekan (mutfak, banyo vb.) düzenlemelerinin olduğu görülmüştür. Tayman Apartmanı cephede görülen balkon kapatmaları, orijinal materyallerin değiştirilmesi, çatıda niteliksiz eklentiler gibi koruma açısından da Gül Apartmanı ile benzer sorunlara sahiptir.

Damla Apartmanı

Konum: Şakayık Sokak, Teşvikiye		Proje+Uygulama+Yüklenici
Özgün işlev: Konut	Yapım yılı: 1967	Kat adedi: 8

Şekil 12. Apartmanın günümüz ve geçmişteki görünüşü ile cephede orijinal detaylar

Damla Apartmanı Tayman'ın brütalist stilinin açıkça okunduğu örneklerden biridir. Her katta bir dairenin bulunduğu apartman özgün işlevine uygun biçimde konut olarak kullanılmaktadır. Sokak üzerindeki cephede görülen özgün tasarım, cepheye yapılan çeşitli müdahaleler sonucunda büyük zarar görmüştür. Cephedeki metal güneş kırıcıların büyük bir kısmı orijinal olarak varlığını sürdürmektedir. Apartmanın giriş katında yer alan sadece kolonların bulunduğu açık mekan depreme karşı önlem olarak kapatılmıştır.

4. SONUÇ

1950'li yıllarda ekonomik ve sosyal alanda yaşanan değişimler sonucu kentleşme hızı ve apartmanlaşma sürecinin ivme kazandığı görülmektedir. Bu yıllarda kentin genel dokusunu oluşturan apartman tipolojisinde hızlı ve ucuz üretimi sağlamak için kimliksiz, sıradan ve birbirinin aynısı olan çok sayıda örnekler üretilmiştir. Bu yapıların yanı sıra inşa edilen özgün yapım sistemi, malzeme, detay çözümleri ve biçim özelliklerine sahip nitelikli mimari değere sahip örnekler ise günümüzde yıkılma tehlikesi yaşamaktadır. Tarihselliğinin ve sahip olduğu özgün değerlerinin henüz kabul görmemesi nedeniyle 20. yüzyıl modern sivil mimarisinde yaşanan belgeleme ve koruma sorunu döneminin önemli temsilcisi olan Ayhan Tayman yapıları için de geçerliliğini korumaktadır. Oysa temelinde modernleşme ideolojisini barındıran apartmanlar toplumun sosyal, ekonomik ve kültürel yaşamını mekana yansıtması nedeniyle belge ve anı değerine sahiptir. Genellikle iyi korunmuş ve özgün değerlerini günümüze taşıyabilmiş olan Tayman apartmanları hala kullanılabilir olmaları nedeniyle işlevsel ve ekonomik özelliklerini korusa da Fenerbahçe'de yer alan apartmanların yakın zamanda kentsel dönüşüm kapsamında yıkılması söz konusudur. Koruma alanındaki yasal düzenlemelerin yetersizliği ve yıkım çalışmalarının, nitelikli modern sivil mimari örneklerinin tespit edilmesi sürecinden daha hızlı işliyor olması nitelikli örnekleri yitirmemize neden olmaktadır. Bu kapsamda yasal düzenlemelerin yeniden yapılandırılmasının yanı sıra alınabilecek bazı önlemler ve uygulamalar da bulunmaktadır:

- Apartmanlara yönelik gerekli dayanıklılık testleri neticesinde depreme karşı güçlendirme çalışmaları yapılmalıdır. Böylelikle kentsel dönüşüm ve deprem nedenleri öne sürülerek yapılan yıkımlar engellenebilir.

- Apartmanların düzenli olarak bakımının ve gerekli onarımlarının yapılması sağlanabilir (Tayman-Hersek Apartmanlarında düşen cephe elemanlarının ve Gül Apartmanında güneş kırıcıların onarılması gibi).
- Günümüz koşullarında ortaya çıkan veya değişen ihtiyaçlara göre yapılacak müdahalelerde apartmanın özgün nitelikleri esas alınarak ortak kararlar belirlenebilir (Fenerbahçe Tayman Apartmanı'nda her katta farklı doğrama ve balkon kapatma örneklerinin yapının özgün tasarımına uygun hale getirilmesi, Teşvikiye bölgesindeki apartmanlarda ticaret işlevine dönüşen birimlerde yapının nitelikli özelliklerinin korunması gibi).
- Apartmanlardaki gereksiz ve sadece kâr amacıyla yapılmış ekler kaldırılabilir (Teşvikiye ve Fenerbahçe'de örnekleri bulunan kapalı alana dönüştürülen çatı teraslarının özgün haline dönüştürülmesi gibi).
- Yeniye duyulan ilgi yerine kullanıcıların sahip oldukları değerlerin farkında olmasını sağlayacak bilgilendirme çalışmaları yapılarak sahiplenme duygusu ile koruma sağlanabilir.

TEŞEKKÜR

Araştırma sırasında Ayhan Tayman'ın arşivini bize açan ve bazı alan çalışmalarında bize eşlik eden ***Nazlı Tayman***'a ve İTÜ Mimarlık Fakültesi'nde yürütücülüğünü yaptığı Conservation of Modern Architectural Heritage adlı doktora dersi kapsamında bu araştırmayı yapmamıza olanak sağlayan ***Yrd. Doç. Dr. Sakine Yıldız Salman***'a teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

[1] ICOMOS Türkiye (2013). Mimari Mirası Koruma Bildirgesi.
[2] Bozdoğan, S. (2002). Modernizm ve Ulusun İnşası. İstanbul: Metis.
[3] Aslanoğlu, İ. (2001). Erken Cumhuriyet Dönemi Mimarlığı 1923-1938, Ankara: ODTÜ Mimarlık Fakültesi Yayınları,.
[4] Tanyeli, U. (2004). İstanbul 1900-2000 Konutu ve Modernleşmeyi Metropolden Okumak, İstanbul: Akın Nalça Kitapları 2.
[5] Bozdoğan, S., Kasaba, R. (1998). *Türkiye'de Modernleşme ve Ulusal Kimlik*, İstanbul: Türkiye Ekonomik ve Toplumsal Tarih Vakfı Yayınları.
[6] Özgönül, N. (2011). Evrensel ve Ulusal Değerler Bağlamında Cumhuriyet'in Mimari Mirasını Koruma Nedenleri. Emre Madran, Ali Haydar Alptekin (Ed.) Cumhuriyet'in Mimarlık Mirası içinde (s. 97-103). Ankara: TMMOB Mimarlar Odası.

KORUMA UYGULAMALARINDA MALZEMENİN TEMEL ÖZGÜNLÜK KRİTERLERİNDEN BİRİ OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

MEHMET ULUKAN[1]

ÖZET

Kültürel mirasın korunması, modern bir olgudur. Mimari korumada özgünlük kavramının ele alındığı 1964'de Venedik'te yapılan II. Mimarlar ve Teknisyenler Toplantısı'nın sonuç bildirgesinde; özgünlük kavramının temellerinin milattan önceye, hatta ilk insanın var olduğu zamana kadar gittiği belirtilmektedir. Antik çağdan günümüze tarih boyu yaşamış tüm insan toplulukları, bırakmış oldukları eserleri "gerçeklik, hakikilik" boyutunda ele almış, çağın teknolojisini kullanarak bu mirası korumaya çalışmışlar, böylece sahip olunan kültürel mirasın sonraki nesillere en doğru şekilde aktarılmasını amaçlamışlardır.
Bu çalışmada; özgünlük kavramı ele alınarak, kısaca tarihsel süreçte geçirdiği evrime ve kavramın mimari korumadaki önemine değinilmektedir. Temel özgünlük ölçütleri olan malzeme, form ve yapım tekniğinin önem ve koruma bilimi açısından değerlendirmesi yapılmakta, sayısal analiz yöntemlerinden faydalanılarak, önem derecesi saptanmaya çalışılmaktadır. Bu verilerden de yararlanılarak, tarihi yapıların özgünlükleri ile en iyi şekilde korunabilmeleri için malzeme ölçütünün önemine vurgu yapılmakta, elde edilen verilerden yola çıkılarak iyi bir koruma uygulamasının, onarımda kullanılacak malzeme yönünden değerlendirmesi yapılmaktadır.

Anahtar Sözcükler: Tarihi yapı, yapı malzemesi, özgünlük, restorasyon

[1] NİĞDE ÜNİVERSİTESİ, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Kampüs, Niğde; Tel: (0388) 2254530; mulukan@nigde.edu.tr

1. GİRİŞ

Mimarlık, maddeyi biçime dönüştürme sanatıdır [1]. Leonardo da Vinci, Aristo'nun Metafizik adlı eserinde geçen "eşyaların strüktürü" kavramını, varlığın iki temel bileşeni olarak "biçim, maddenin mükemmel hale gelmesi faaliyetidir" şeklinde yorumlamış ve kendi icatlarındaki biçimlenişleri "disegno" kavramı ile açıklamıştır [2].

Restorasyon ve korumada özgünlük olgusunun bugünkü anlamda ortaya çıktığı 19.yy'da restorasyon düşüncesinde ideal bir koruma yaklaşımının oluştuğu söylenemez. İngiltere'de Sir Gilbert Scott, Fransa'da Viollet-Le-Duc gibi isimler restorasyonu pürist bir yaklaşımla, tarihi yapıyı "tarihte hiç olmadığı kadar mükemmel" bir hale getirmek olarak görürken, karşı bir ekol olarak Ruskin, Morris ve yakın çizgide Brandi, "yapıların tarihsel özgünlükleri içinde korunmaları, mümkünse hiç dokunulmaması" gerektiğini savunmuşlardır. Her iki kuramın günümüz bakış açısı ve yaklaşımıyla, uç kabul edilebilecek bazı görüş ve uygulamaları içerdiği anlaşılsa da, bu kuramcıların yaklaşımları yaşadıkları dönem şartları göz önüne alındığında çığır açıcıdırlar.

2. KORUMA OLGUSUNUN GELİŞİMİ VE ÖZGÜN MALZEME

II. Dünya Savaşı sonrası Avrupa'da harabe haline gelen şehirler, birçok koruma prensibini alt üst etmiş, zarar gören, yıkılan, anıtsal yapıların rekonstrüksiyonlarının yapılması, her savaş sonrasında olduğu gibi, toplumun psikolojisini düzeltme adına bir gereklilik olarak ortaya çıkmış ve çokça rekonstrüksiyon uygulaması yapılmıştır. Rekonstrüksiyon çalışmaları esnasında gelişen yeni teknik ve teknolojinin ölçüsüzce uygulanması sonucunda bazı anıtlar özgünlüğü yitirmiş ve bir çeşit "farazi özgünlük" [3] durumu ortaya çıkmıştır. Savaş sonrası yeniden yapım faaliyetleri ve bu konudaki yaklaşımlar 19. yy. koruma prensiplerinin yeniden ele alınarak geliştirilmesini ve bu konuda uluslararası kabul gören koruma prensiplerinin ortaya çıkmasını sağlamıştır. Yapılan kültür mirası toplantılarında, koruma sorunları, detaylı olarak ele alınmış, geçmişten edinilen tecrübelerden de faydalanılarak bilimsel restorasyon anlayışı geliştirilmiştir. Özgün yapı malzemesi, laboratuvar şartlarında test edilerek, projelendirme esasları tespit edilmiştir. Halen mimari koruma alanında kullanılan detaylı laboratuvar ve mühendislik incelemeleri aynı zamanda yapının özgünlüğünün tespiti için de önem arz etmektedir. Bazen yapı üzerinde tespit edilen bir malzemenin ne

kadar özgün olduğu sadece gözlem ile anlaşılamamakta laboratuvar testi sonrası ise özgünlük konusunda çıkarımlar yapılabilmektedir [4].

2.1 Özgünlük Bağlamında Müdahale Kararları

Tarihi yapılar ve sitlerin korunması ve özgünlüğü konusunda son iki yüzyıldır yaşanan gelişmeler yüz güldürücüdür. Ancak aynı durum tarihsel taşınabilir kalıntılar, bir bütün olarak şehir ve peyzaj için geçerli değildir. Bu alanlarda özgünlük konusu daha karmaşıktır ve bu alanda çok yol alınması gerekmektedir [5]. Koruma ve korumaya yönelik yapılan müdahaleler kaçınılmaz olarak kültürel mirasta kayıplara yol açmakta, ancak bu şekilde korunan kültürel mirasın gelecek nesillere aktarılması mümkün olmaktadır. UNESCO tarafından hazırlanan ve Venedik Toplantısı sonrası ilki 1972 yılında yayınlanan ve günümüzde de revize edilerek kullanıma sunulan Kültürel Mirası Koruma ve Uygulama Rehberi kitabında [5]; uzun yıllar boyunca geliştirilen koruma kuram ve ilkelerinden bazıları;

- yapılacak müdahalelerin geri alınabilir olması, - mümkünse gizlenebilir olması,

- yapılan müdahalelerin ileride anlaşılabilmesi için iyi bir şekilde kayıt altına alınması,

gibi prensipler anlatılmakta ve yapının özgünlüğünü bozmadan devam ettirebilmek için;

- Mümkün olduğunca **özgün malzemenin** kullanılması, - Renkte, tonda, biçim ve ölçekte özgün form ve işçilik ile uyum içinde olması, - Çağdaş eklerin özgün bünyeden daha baskın olmaması,

gibi özgün malzeme kullanımının önemine dikkat çekilmektedir.

Yazılı tarih öncesi devre veya tarih sürecinde önem arz eden bir duruma şahitlik yapmış bir objenin, sadece bu olayı hatırlatmasından mı, yoksa kendi bünyesinden dolayı mı özgün bir obje olduğu ve özgünlük değerini sadece dünya kültür mirasına aday gösterilen eserlere mi yoksa diğer anıtsal eserlere de mi uygulamak gerektiği uzun yıllar üzerinde tartışılmıştır. Bergen'de yapılan çalıştayda özgünlük ölçütleri beş madde halinde şu şekilde sıralanmıştır:

a. Malzemede özgünlük, b. Formda özgünlük, c. Teknikte özgünlük, d. Fonksiyonda özgünlük, e. Kent dokusu içinde konum özgünlüğü [6].

Daha sonra yapılan özgünlük temalı Nara Konferansı'nda bu kriterler aynen kabul edilmiş, bunlara bir de spritüal değer ve duygu/his değeri gibi metafizik bileşenler eklenmiştir [7]

Kültürel Mirası Koruma ve Uygulama Rehberi kitabının 2013 yılı baskısında [8];

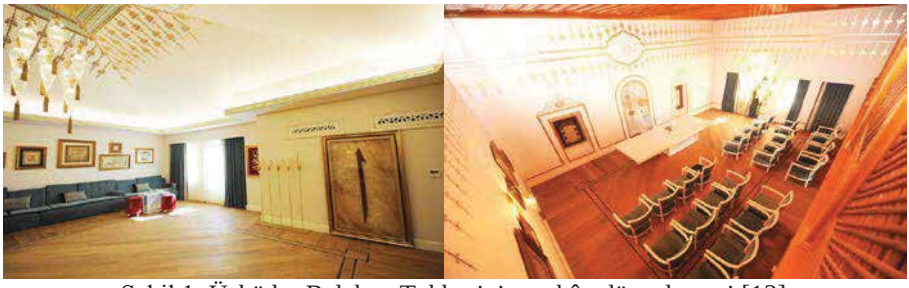
"Kültür varlığının, kültürel mirasa ilişkin değerinin anlaşılabilmesi için, güvenilir ve doğru kaynaklara ihtiyaç vardır. Bu çeşit bilgi ve anlaşıla bilirliğin temel kaynaklarından biri olan özgünlük ise; o kültürel varlığın, özgün durumuna ne kadar sadık kaldığı ve özgün karakteristiklerin ne kadar korunabildiğinin tanımıdır"

denilmektedir. Kitapta, kültür mirası listesine aday gösterilecek yapı için yerel komite tarafından varlığın özgünlük durumunun tanımlanması istenmekte, yapılacak özgünlük değerlendirmesinde, o kültür varlığında gözlenen özgünlüğün detaylıca tarif edilmesi ve her bir bileşen için özgünlük ölçütleri açısından değerlendirme yapılması koşulu getirilmektedir [8]. Bu bileşenlerden en önemlisi olan "madde ya da malzeme" kültürel varlığın somut bir özgünlük göstergesi olarak kabul edilmektedir. Sözlükte İngilizceye Latinceden geçen material kelimesinin, mater ya da mother kelimelerinden türediği "matter, substance" kelimeleri ile aynı anlamda fiziksel varlığı oluşturan maddeyi tanımladığı ifade edilmektedir [9]. Türk Dil Kurumu Sözlüğünde malzeme kelimesinin, madde kelimesi ile daha fazla örtüştüğü görülmektedir [10]. Michael Petzet, Nara Konferansı'nda malzemeyi "hatırlatıcı objeler" olarak tanımlamış, tarihi yapıları da "geçmişi hatırlatan malzeme biçimleri" olarak adlandırmıştır [11]. Mimari koruma bağlamında malzeme terimine en yakın diğer bir kelime bünye (fabric) kelimesidir. Dilimizdeki kullanımıyla bünye; sadece maddesel bileşenler değil, aynı zamanda aura, kültürel değer gibi metafizik bileşenleri de içermektedir.

Özgünlüğün asıl üç bileşeninden biri olan malzeme, üretildikleri zamanın bir ürünü olmaları ve tarihi, sosyal ya da kültürel önemlerinden dolayı değer atfedilen fiziksel biçimlenişleri oluşturmaları, en önemlisi de geçmişe ait birer belge olmalarından dolayı, en başta gelen özgünlük kriteridir. Taş/tuğla gibi uzun ömürlü ya da ahşap gibi kısa ömürlü de olsa, malzeme döneminin sosyal, ekonomik, coğrafi ve felsefi yapısını, görsel boyuta taşıyan en somut delillerdir. Kitaplar dolusu bilgi ve tarif yerine, estetik değer ile ortaya çıkan kültürel varlığın temel bileşeni olan malzeme, kültürel bir varlığı, değerli kılan başat bir faktördür. Mimari biçimlenişleri ortaya çıkaran taş, tuğla, ahşap ya da diğer yapı malzemeleri, yapıldıkları dönemde önemsiz, sıradan birer obje olsalar da, tarihsel sürece şahitlik etmeleri ve bu sürecin, sosyal, kültürel ve toplumsal önemini ortaya koyan yaşanmışlık izlerini üzerinde barındırmaları nedeniyle, yapının özgünlüğünün en somut, en kolay okunabilen kanıtıdırlar. Bu yönüyle de malzeme özgünlüğün en temel bileşenidir [12].

Tarihi yapıların malzemesi bazen uzman görüşü gerektirmeyecek şekilde özgünlüğünü açığa vuruyorsa da, çoğunlukla, üzeri örtülen, detaylı bir araştırma olmaksızın, malzemenin özgünlüğünü anlamanın mümkün olmadığı durumlarda, laboratuvar şartlarında yapılan analizler, çözümlemede yardımcı olmaktadır. Ancak uzman değerlendirmesi olmaksızın özgünlüğü anlaşılamayan bu nedenle de tarihi yapı biçimlenişlerini kullanan "sahte tarihi yapılar" büyük bir koruma sorunu oluşturmaktadırlar.

Viollet Le Duc'un "üslup birliği" yaklaşımının üzerinden neredeyse iki yüzyıl geçti. Ancak günümüzde koruma uygulamalarında benzer yaklaşımların yeniden canlandırılmaya çalışıldığı ve savunulduğu görülmektedir. Türkiye'de son yıllarda, özellikle anıtsal yapılar dışında kalan sivil tarihi yapılarda, üslup birliği anlayışına yakın çizgide onarıldıkları(!), hatta bazı uygulamalarda, daha da öteye geçilerek, tarihi yapı adına yepyeni yapıların ortaya çıktığı görülmektedir. Koruma bilgisinden yoksun insanlar tarafından göze hoş görünmesi ve kütle-cephe oranlarıyla geçmişi andıran formlarla temsil edilmesi yönüyle, bu yapılar, tarihe ve kültüre olan ilginin arttığı ve kent merkezlerinin olağanüstü değerlendiği günümüzde, sermaye gruplarının özel ilgi alanı haline gelmiştir. Dıştan eskiyi andıran bu yapılar, modern içyapısıyla çağın gereksinimlerinin de ötesine geçen bir ihtişamla rant ekonomisinin bir parçası haline gelmiştir. Aynı zamanda tarihi yapı statüsünü kazandıran koruma kurullarından aldıkları tescil kararları ile apayrı bir değer kazanmakta, ancak içinden çıkılmaz özgünlük sorunlarını da beraberinde getirmektedirler. "Tarih boyunca hiç olmadığı kadar yeni olan" bu yapılar, bu açıdan "üslup birliği" yaklaşımını hatırlatmakta, biçimsel olarak özgüne atıfta bulunsa da, özgün yapının hiç olmadığı kadar modern ve lüks halleri ile bir tür "neo" yaklaşım sergilemektedirler (Şekil 1). Tarihi bir yapı olmadıklarından dolayı "özgün tarihi yapı" olma çizgisinden uzak düşseler de özgün yapının yerleşmesini ve biçimini kullandıklarından dolayı da özgün bir tarihi yapı zannedilmektedirler.



Şekil 1. Üsküdar Balaban Tekkesi, iç mekân düzenlemesi [13].

Çoğunlukla yeni malzeme ve teknik kullanılarak yeniden inşa edilen, özgün yapıyı sadece "hayal ettiren" bu yapılar, ya özgün yapının üzerinin örtülerek makyajlanması, ya da tamamen sıfırdan inşa edilmeleri suretiyle, yanıltıcı sahte tarihi yapılar ortaya çıkarmaktadırlar. Bu yapıların gelecekteki yaşam döngülerinde nasıl bir statüye sahip olacakları ve tarihi yapı statülerinin devam edip etmeyeceği, tarihi yapı statüsü devam ederse nasıl korunacakları gibi sorunlar ciddi koruma sorunlarına neden olacağı aşikârdır.

2.2. Yaşanan Sorunlar

Günümüz restorasyon uygulamalarında, seksenli yıllarda yapılan hatalı uygulamalara benzer hatalar sıkça yapılmaya başlanmıştır. Seksenli yıllardaki restorasyon uygulamalarında, hem yapıların özgünlükleri zarar görmüş, hem de değişen koruma kanunları nedeniyle karmaşık bir hal almış hukuk problemleri de beraberinde gelmiştir. İstanbul Burgaz Ada'da bulunan Burgaz Palas oteli bu örneklerden sadece birisidir. 1973'de yapıya ilişkin alınan koruma kurulu raporunda "yapı bütün olarak korunmalıdır" kararı alınmış, koruma sınıfları ile ilgili yeni yapılan düzenleme ile yapı sınıfı A-II olarak belirlenmiştir. Bu karara bağlı olarak "yapının cephe oranları ve gabarisi korunmak şartıyla betonarme olarak yeniden yapılabilir" hükmü verilmiştir. Bu kararın ardından yeterli bir rölöve ve belgeleme olmaksızın yıkılarak betonarme olarak yeniden yapılan bina, dış cephede özgün cephe özellikleri korunarak betonarme taşıyıcı sistemle yeniden inşa edilmiş, yapının planı ise tamamen yeni bir düzenleme ile apartmana dönüştürülmüştür. Günümüze gelindiğinde ise yapıldığı tarihten bugüne geçen otuz yıl zarfında eskiyen ahşap malzeme, özgün tarihi bir yapı izlenimi vermektedir (Şekil 2).

Şekil 2: Burgaz Palas deniz cephesi (solda) ve 1930'lardaki halini gösteren fotoğraf (sağda) [14].

Burgaz Ada'nın en önemli noktası olan iskelenin hemen yanı başında konumlanan bina aynı zamanda adanın da sembolü bir yapıdır. Bugün adaya

gelen hemen her ziyaretçi tarihi bir yapı zannettiği bu yapıdan etkilenmekte, bu imaj yapının kullanıcıları tarafından da kazanca dönüştürülmektedir. Replikasyon yapının ziyaretçileri yanıltılmasının henüz bir yaptırımı olmasa ve toplum tarafından yargılanmasa da, sosyal boyutta problemler sık sık ortaya çıkmaktadır. Yapının kullanıcıları ile kamu kurumları arasında yapının bu statüsünden dolayı oluşan anlaşmazlıklar halen mahkemelerde çözüm beklemektedir.

Restorasyonda özgün malzeme kullanımının ihmalinden kaynaklanan başka bir örnek ise Ağrı'nın Doğubayazıt ilçesinde bulunan İshak Paşa Sarayı'dır. 1963 yılında tescillenen yapı 1828'de Doğubayazıt'ın Ruslar tarafından işgali esnasında oldukça tahrip olmuş, bu bozulma süreci 1925'lere kadar devam etmiştir. 1958 yılından itibaren 48 yıl boyunca yapı restore edilmiş, restorasyon sonrasında bilimsel heyetin yaptığı incelemede, yapının özgün özelliklerine zarar verildiği ortaya çıkmış, restorasyonun yeniden yapılması kararı alınmıştır.

Uygulanan çatı örtüsü, yapıdaki bozulmaları hızlandırdığı, derzlerde ve duvar sıvalarında çimento esaslı harç kullanımına bağlı olarak yapının nefes almasının engellendiği tespit edilmiştir. Nem ve nemden kaynaklı problemlere ilave olarak, drenaj çalışmasının da yapılmaması nedeniyle yapının sular altında kaldığı, özgün malzemenin yerine farklı malzemeler kullanılması sonucu, yapının özgün detaylarını önemli ölçüde kaybettiği ifade edilmiştir [15]. Bilimsel heyetin tespitleri doğrultusunda yeniden başlayan restorasyon çalışmalarında metal çatı kaldırılarak yerine ahşap iskeletli cam çatı getirilmiş, ve daha önce yapılan restorasyonlarda görülen eksiklikler tamamlanmaya çalışılmıştır (Şekil 3).

Şekil 3: Solda bir önceki restorasyonda eklenen çatı [16], sağda son restorasyonda eklenen çatı [15].

3. REKONSTRÜKSİYON/YENİDEN YAPIM VE ÖZGÜN MALZEME

Taşınmaz kültür varlıklarının özgünlüklerine en çok zarar veren uygulamalar rekonstrüksiyon uygulamalarıdır. İngilizcede "restitution, reconstitution, reinstatement" olarak isimlendirilen restitüsyon; "ilk şekline getirmek, eski şeklini yapmak, eski durumunun resmini yapmak" olarak Türkçeye çevrilmiş, Fransızca kökenli bir sözcüktür [17]. Viollet-Le-Duc'ün 1868-1874 tarihlerinde yayınlanan büyük sözlüğünde "restorasyon"u açıklarken yaptığı ilk tanımlamalar, aynı zamanda "restitüsyon" kavramının da tanımıdır [18].

Rekonstrüksiyon kavramından; deprem, yangın gibi afetler ya da savaşlar gibi yıkıcı olaylar sonucunda yok olan, harap olan yapı strüktürünün en son özgün haliyle, görsel, yazılı ya da teknik analiz belgelerine dayalı olarak yeniden ihyası anlaşılmaktadır [19]. Rekonstrüksiyon uygulamalarını; özgün malzeme ile yıkımın hemen sonrasında ve yıkımdan çok sonra özgün malzeme olmaksızın yapılan rekonstrüksiyonlar olarak iki grupta ele almak gereklidir. UNESCO tarafından 1979 yılında Avustralya'da yapılan "Kültürel Öneme Sahip Mekânlar" başlıklı toplantısının sonuç bildirisi olan ve ardından 1981, 1988 ve en son olarak 1999'da revize edilen "Burra Tüzüğü"nde, rekonstrüksiyonun ancak ayrıntılı ve detaylı bir dokümantasyon ile ve özgün yapıya sadık kalınarak yapılabileceği, rekonstrüksiyonun "…mekânı bilinen daha önceki bir duruma döndürme, yapıya yeni malzemenin eklenmesi yönüyle de restorasyondan ayrılan bir uygulama" denilmektedir. Tüm uluslarca kabul edilen bir koruma kültü olarak kabul edilen bu kararların yirminci paragrafında ise; "rekonstrüksiyon ancak mekânın harap olması ya da değişime uğraması durumunda ve özgün halinin yeniden üretilebilmesine olanak tanıyacak yeterli kanıtın bulunması durumunda uygulanabilir.." denilmektedir. [20].

1945 yılında savaş uçaklarının bombardımanı ile yıkılan Almanya'nın Dresden kentindeki Frauenkirche Kilisesi bu grupta yapılan rekonstrüksiyona iyi bir örnek teşkil etmektedir (Şekil 4) [21].

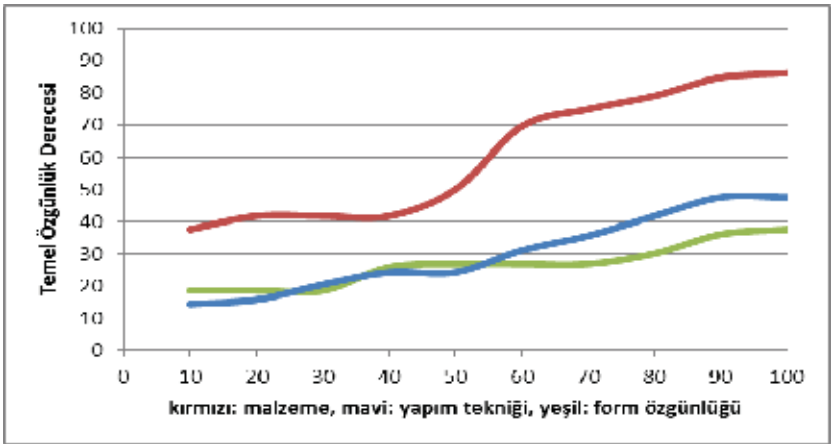
Şekil 4: Dresden Frauenkirche Kilisesi, Yıkım öncesi (1880), savaş sonrası (1967) ve günümüzdeki yeniden inşa edilmiş hali [21].

Rekonstrüksiyonlar bugün uygulanmasına sıcak bakılmayan, çok ender durumlarda izin verilmesine paralel olarak, tarih boyunca korumacı mimarlar tarafından da reddedilen bir restorasyon faaliyetidir. John Ruskin, yıkıntı halinde olan bir yapının mevcut haliyle daha özgün bir mesaj verdiğini ve bu haliyle kalması gerektiğini söylemekte ve rekonstrüksiyonlara karşı çıkmaktadır [22]. Brandi de, rekonstrüksiyonları eleştiren korumacı mimarlardandır. Brandi'ye göre rekonstrüksiyonlar, sanatçının yaratma süreçlerini ortadan kaldıran birer replika uygulamalarıdır. Aynı ocaktan alınsalar dahi, yeni taşın yapının geçirdiği tarihsel sürece şahitlik yapamayacağı, yeni yapının bu nedenle özgün olmaktan uzak olacağını, en önemlisi de sanatçının yaratma süreci tekrarlanamayacağından, rekonstrüksiyonların ruhsuz birer yapıdan öteye geçemeyeceğini söylemiştir [23].

Bu grupta ele alınan uygulamalardan bir diğeri ise; daha geniş amaçlı yeniden yapım uygulamalarıdır. Diğerlerinde olduğu gibi hedef, kültür varlığının korunması değil, ortadan kalkmış ve toplum hafızasından silinmiş olan varlıkların yeniden canlandırılması ile romantik, politik ve ideolojik, vs. gayelere hizmet edilmesidir. Zeynep Ahunbay'ın ifadesi ile bunlara verilebilecek en güzel yakıştırma "hortlatma" olmalıdır [24]. Amaç ne olursa olsun, bu tür uygulamalar, toplumsal, siyasi ve kültürel bağlamda büyük problemler oluşturmuş ve yapılan uygulama, koruma çalışmasının ötesine geçerek büyük sorunlara yol açmıştır (Taksim Topçu Kışlası rekonstrüksiyonu projesinde olduğu gibi). Özellikle kültürel varlığın ortadan kalkmasının ardından uzun yıllar geçen rekonstrüksiyon uygulamaları, küçük ya da büyük, toplumsal ya da bireysel problemlere neden olduğu gibi, en önemlisi de özgünlük açmazına yol açmaktadır. Belirtilen çok özel durumlar dışında rekonstrüksiyona başvurulmaması, eğer yapılacaksa da temel özgünlük kriterlerinden olan özgün malzeme, teknik ve biçime

maksimum seviyede uyulması, göz ardı edilmemesi gereken temel prensiplerden olduğu bir kez daha ortaya çıkmıştır.

Özgünlük bileşenlerinin mimari koruma açısından önemine dikkat çeken bu örneklerin sayısını arttırmak mümkündür. Özellikle özgün yapı malzemesinin kültür varlığı açısından vazgeçilmez bir unsur olduğunu vurgulayan onlarca kültür mirası toplantısını bu bağlamda değerlendirmekte yarar var. Uzman koruma mimarlarının değerlendirmelerini esas alarak hazırlanan bulanık mantık yöntemi ile özgünlük değerlendirmesi modelinden elde edilen veriler grafiksel olarak da özgün yapı malzemesinin önemini açıkça göstermektedir. Aslında temel özgünlük bileşenleri olarak kabul edilen malzeme, form ve yapım tekniği özgünlüğü birbirleri ile girift bir ilişkiye sahiptir. Özgün malzeme olmaksızın özgün yapım tekniği ve biçimden de bahsedilemez. Ancak bu üç ölçütten yapım malzemesinin, özgünlük diğer bileşenlerine göre daha baskın bir öneme sahip olduğu grafikten de görülebilmektedir [25] (Tablo 1).



Tablo 1: Temel özgünlük derecesi değerlendirmesinde tespit edilen rakamlara göre özgünlük bileşenlerin derecelerinin TÖD değişimine etkileri (kırmızı: malzeme, mavi: yapım tekniği, yeşil: form özgünlüğü. Her bir kriter değerlendirilirken diğer iki değer sabit tutularak hazırlanmıştır Malzeme:10, Form:95, Yapım Tekniği:75) (Mimari koruma uzmanlarının değerlendirmeleri esas alınarak hazırlanmıştır)

4. SONUÇ

Yapı malzemesinin özgünlüğünün mimari koruma alanındaki önemi son derece fazladır. Tarihi yapıların korunmaları ve restorasyonlarında başarının göstergelerinden biri olarak, malzeme özgünlüğünün evrensel koruma ilkelerine uygun korunmuşluğu gösterilebilir. Bu nedenle mimarlığın diğer alanlarından farklı olarak, özgün malzemenin neredeyse kutsandığı mimari korumada, özgün malzemenin olmadığı ya da yeterince önemsenmediği, koruma ilkelerine göre bakım, onarım ve sağlamlaştırmanın yapılmadığı, dolayısıyla yapı özgünlüğünün sürdürülmesinin sağlanamadığı hiç bir restorasyon çalışmasının doğru olduğu kabul edilemez ve bu çalışmaların da bir restorasyon çalışması olduğu iddia edilemez. Bu bağlamda kültürel varlığın gelecek nesillere özgün bir belge olarak aktarımlarının sağlanması amacıyla, yapının özgün malzemesi, biçimi ve yapım tekniği ile bir bütün olarak korunması, her zaman üzerinde durulması gereken temel bir ölçüttür.

KAYNAKLAR

[1] Özorhon, İ.F., (2008). *Mimarlıkta Özgünlük Arayışları: 1950-60 Arası Türkiye Modernliği*. (Yayınlanmamış Doktora Tezi), İstanbul Teknik Üniveristesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[2] Maré, E.A., (2012). Leonardo da Vinci's architectural designs as thought experiments: the sources and influence of his ideas, SAJAH, 27(1), 53-82.

[3] Hapgood S., Louf C., (2013). In Deed: Certificates of Authenticity in Art, Erişim: 01.06.2013, alındığı adres: http://saltonline.org/img/pdf/ InDeed.pdf

[4] Ahunbay, Z. (1996). Tarihi Çevre Koruma ve Restorasyon, YEM Yayınları, İstanbul.

[5] Jokilehto J., (2003). Continuity and Change in Recent Heritage, in Identification and Documentation of Modern Heritage, World Heritage Papers 5, (pp. 101-112), World Heritage Centre, UNESCO, Paris.

[6] Jokilehto J., (1985). A History of Architectural Conservation, Butterworth-Heinemann, England.

[7] Ersen A.,Ertuğrul A.D., (2009). Mimarî Korumada Otantiklik ve Bütünleme Sorunu, Restorasyon Konservasyon Çalışmaları,1, 8-16.

[8] UNESCO, (2013): Operational Guidelines for the Implementation of the World Heritage Convention, Erişim: 09.11.2013, erişim adresi: http://whc.unesco.org/archive/ opguide13-en.pdf

[9] Weekley E., (1921): An etymological dictionary of modern English, London J.Murray, UK.

[10] TDK, Resmi web sitesi, erişim tarihi: 15.08.2009, adres: http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_gts&arama=gts&guid=TDK.GTS.52a9bcba7db119.69101678
[11] Petzet, N., (1994). In the Full Richness of Their Authenticity, Nara Conference on Authenticity in Relation to the World Heritage Convention, (pp.85-101) Nara, Japan, November 1-6.
[12] Rowney, B., (2004). Charters and the Ethics of Conservation a Cross-Cultural Perspective, (Thesis of Doctorate), The University of Adelaide, Australia.
[13] Üsküdar Belediyesi, (2013). Balaban Tekkesi Web Sitesi, Erişim: 24.08.2013, alındığı adres: http://www. balabantekkesi.com/galeri/frontend-framework/foto_galeri.php#hide
[14] Nicholas V. Artamonoff Collection, (t.y.). Erişim: 22.12.2012, alındığı adres: http://icfa.doaks.org/collections/artamonoff/archive/files/0fe8283ad64e5f6d6f24a7362a2f7714.jpg
[15] Selbesoğlu, A., (2011). İshak Paşa Sarayı Restorasyon Çalışmaları, Tarihi Yapıları Koruma ve Onarım Sempozyumu (TAYKON-2011), Bildiriler Kitabı, (s.394-410), YTÜ, İstanbul.
[16] Url<http://www.tursab.org.tr/pic_lib/bigSize/resimgalerisi/135/ishak_pasa_sarayi_135_7233847.jpg> erişim tarihi17.10.2012.
[17] Hasol D., (1998). Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü, YEM Yayınevi, İstanbul.
[18] Erder C., (1975). Tarihi Çevre Bilinci, O.D.T.Ü., Ankara.
[19] Petzet, M., (2004). International Charters for Conservation and Restoration, The Athens Charter for the Restoration of Historic Monuments (1931), (pp.31-35), ICOMOS, München, Germany.
[20] UNESCO, (t.y.). Erişim:25.02.2013 alındığı adres: http://australia.icomos.org/wpcontent/uploads/BURRA-CHARTER-1999_charter-only.pdf
[21] Justin A., (2013). Frauenkirche (Church of Our Lady) Rebuilt in Dresden Germany, Erişim: 03.08.2013 alındığı adres: http://www.urbansplatter.com/frauenkirche-church-od-lady-rebuilt-dresden-germany/
[22] Arrhenius T., (2005). John Ruskin's Daguerreotypes of Venice ACSIS Nationella Forskar Konferens för Kultur Studier, Norrköping, SWEDEN, juni 13–15.
[23] Karahan A., (2010). *Ethem Paşa Konağı Rekonstrüksiyon Projesi ve İrdelenmesi*, (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
[24] Ahunbay, Z., (2012). Taksim Meydanı ve Topçu Kışlası'nın Yeniden Yapımı: Rekonstrüksiyon Tutkusu / "Hortlatılmak" İstenen Yapılar", Mimarlık, 364, 29-32.
[25] Ulukan M., (2014). *Mimari Korumada Otantiklik Üzerine Yöntem Araştırması ve İstanbul Tekkelerinde Uygulama Örnekleri*, (Yayımlanmamış doktora tezi)., İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Niğde Cullaz Sokak koruma uygulamasının kullanımda değerlendirilmesi

GEDİZ URAK[1], EMEL EFE YAVAŞCAN[2]*

ÖZET

Niğde'de tarih boyunca farklı din ve kültür guruplarının yaşamış olması mimari çevreyi zengin kılmıştır. Önemli sivil mimarlık eserlerinin bulunduğu kentte Cullaz Sokak, Alâeddin Tepesi 'nde bulunan Niğde Kalesi'nin batı yamacında, tarihi dokunun okunabildiği özgün bir sokaktır. Niğde İl Kültür ve Turizm Bakanlığı'nın 2011 yılında Bakanlığa önerdiği Sokak Sağlıklılaştırma Projesi ile bu değerli dokunun koruma uygulamaları tamamlanmıştır. Niğde ile ilgili yapılan ilk koruma uygulaması olması ile önemli bir adım olan uygulamanın kullanım sırasındaki değerlendirmesi bildiri kapsamında ele alınmıştır. Güncel, fiziksel ve sosyal analizler neticesinde geleneksel evlerin onarımdan sonra alkol, madde bağımlıları ve sokak hayvanlarının kullandığı mekânlara dönüştüğü ve koruma çalışmalarının beklenen kültürel ve sosyal faydayı sağlamadığı tespit edilmiştir. Bu ve bunun gibi alanlarda koruma çalışmalarının sürdürülebilir olması için; tüm ölçekteki planlama stratejilerinin ve projelerin birbirlerini destekleyen bütüncül bir yaklaşımla yürütülmesinin sağlanmasını amaçlayan bir alan yönetimi programı hazırlanmasının gerekliliği ortaya çıkmıştır

Anahtar Sözcükler: Niğde Cullaz Sokak, geleneksel ev, sağlıklılaştırma, kullanımda değerlendirme, alan yönetimi.

[1] Prof. Dr. Gediz URAK; Gazi Üniv. Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü; Tel: (505)7300472; gedizu@gazi.edu.tr

[2] Araş. Gör. Emel EFE YAVAŞCAN; Niğde Üniv. Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü; Tel: (544)3518020; emellefe@hotmail.com

1. GİRİŞ

Zengin kültürel ve mimari izleri bünyesinde toplayan Niğde[3] ve yakın çevresinde yer alan geleneksel konut mimarisinin[4] özgün örnekleri 19. yüzyılın sonu ve 20. yüzyıl başlarına tarihlenmektedir. Cullaz Sokak, Niğde Kenti'nin en merkezi yerinde bulunan, birbirine bitişik yapıların oluşturduğu özgün tarihi dokunun okunabildiği ender sokaklardan biridir. Geleneksel konutların sıralandığı sokakta, yapıların çoğunda Niğde ve yöresinin sivil mimarlık örneklerinin tümünde görülen özellikler mevcuttur (Şekil 1).

Şekil 1. Cullaz Sokak onarılmadan önce, 2007 (Niğde İl Kültür ve Turizm Müd.).

Tarihi yapıların yeniden kullanımı Dünya mirasımız için yerel ve ulusal yönetimler tarafından onaylanan önemli bir konu haline gelmiştir [1]. Dünyanın birçok yerinde (Atlanta, US, Kanada, Hong Kong, Kuzey Afrika, Avustralya) tarihi yapıların yeniden kullanılması, işlevlendirilmesi sürdürülebilir kalkınmada hükümetlerin esas politikaları olmuştur [2]. Cullaz Sokak da tarihi mirasımız olduğu için kültürel, tarihsel, toplumsal ve ekonomik nedenlerle kullanılmalıdır.

Onarımdan sonra büyük çoğunluğu boş durumda olan evler çoğu kez ateşe verilmiştir. Mimari, tarihi ve kültürel mirasın gelecek nesillere ulaştırılması kapsamında yok olma tehlikesiyle karşı karşıya kalabilecek bir sokak; Cullaz Sokak. Oysa sürdürülebilirliğin amaçlarından biri olan sürekli gelişmeyi başarmak için eski binalar yeniden kullanılmalı ve iyileştirilmelidir [2]. Sokak sağlıklılaştırma projelerinin parçacı uygulanması beraberinde kentle bütünleşen işlevlerin hayata geçirilememesine neden olmaktadır. Yeniden

[3] İç Anadolu Bölgesi'nde Orta Toroslar içinde yer alan Bolkarlar ve Aladağların kuzeyinde kalan Niğde İli, batıda Konya ve Aksaray, doğuda Kayseri, kuzeyde Nevşehir, güneyde ise Mersin ve Adana illeri ile komşudur.

[4] Niğde merkezde tescilli sivil yapı sayısı 108'dir (Nevşehir Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Bölge Kurulu, 2014).

kullanım bu tip tarihi yerlerin unutulma risklerini azaltır ve tarihi yapıların restorasyon yoluyla yeniden canlanmalarına sebep olur [3]. Onarımı yapılan fakat geleceğe dair yeniden kullanım politikası güdülmediğinden bugün kullanım dışı kalan Cullaz Sokak için yapılan yatırımlar amacına ulaşamamıştır. Eski yapıların şehir merkezlerine yakın ve ulaşımlarının kolay olması onların yeniden kullanım için avantajlı olduğunu göstermektedir [2]. Cullaz Sokağın da bu nitelikleri taşıması; ekonomik, çevresel ve sosyal yararlar elde ederek korunması için önemli bir fırsattır.

2. CULLAZ SOKAĞIN TARİHİ VE MİMARİ ÖZELLİKLERİ

Niğde'de geleneksel dokuyu yansıtan yerlerden biri, kent merkezi ile oldukça iç içe olan Eskisaray Mahallesi, bugünkü adı ile Sungur Mahallesi'dir. Niğde Kalesi'nin batı yamacında kalan, Akmedrese yakınlarındaki bu bölgede yer alan geleneksel konutların yoğunlaştığı Cullaz Sokak; 19. yüzyıl öncesinde de konutları barındırmaktadır, fakat sokaktaki cami ve çeşmenin 18. yüzyıl sonunda yapılmış olması ve konutların yapım tarihinin 19. yüzyılı göstermesi ile bu bölge 19. yüzyıl ve Cumhuriyet Dönemi'ne tarihlendirilmektedir [4].

U biçiminde olan sokakta evler bir veya iki katlı olup, avlulu ve avlusuz olanları mevcuttur (Şekil 2). Tek katlı konutlarda yaşama mekânları, servis mekânları, depo, ahır gibi hacimler tüm kata yayılarak geniş bir alanda çözülmüştür. İki katlı evlerde ise üst kat tamamen yaşama mekânlarına ayrılmış, servis mekânları avluda ve zemin katta düzenlenmiştir. Genellikle üst katlar yaşama mekânlarına ayrıldığı için zemin kat planı, üst kata göre farklıdır. Evlerin plan şeması binanın arazi içindeki konumuna, avlu ya da bahçesine, oda sayılarına, servis mekânlarına ve sofanın konumuna göre şekillenmiştir. Tavan yükseklikleri 4 m'nin üzerinde tutularak, mekânlarda ferahlık sağlanmıştır. Yaşama mekânlarında dolap, yüklük, niş gibi mimari elemanlar bulunmaktadır. Ahşap tavanlar ve diğer mimari elemanlar konutlarda mekânı zenginleştirici süsleme unsurlarıdır. İçerisinde büyük bir ocağın bulunduğu, genellikle bahçede düzenlenen tandır evlerinde ekmek ve yemek pişirme işlevi gerçekleşmektedir.

Geleneksel Niğde Evleri; toplum yaşantısı ve aile mahremiyetinin önemsendiği, içe dönük bir plan şeması gösterir. Zemin katta, sokak ilişkisini azaltmak için az sayıda pencere açılmış ya da zeminde cephe açıklıkları avlu ve bahçe yönünde yoğunlaşmıştır. Bu anlayışla avlu

duvarları yüksek tutulmuştur [5]. Yüksek avlu duvarları sokakta bütünlüğü sağlamıştır. Özenli kesme taş işçiliğinde gösterilen ustalıkla etkili cepheler elde edilmiştir. Avlu kapıları ve duvarları sokak boyunca devam eden siluetin güçlü elemanlarıdır Avlu kapıları üçgen alınlıklı, geometrik formlu niş üzerine oturtulmuştur. Bu kapılar sokak boyunca devam eden siluetin güçlü elemanlarıdır (Şekil 2).

Şekil 2. Cullaz Sokak onarımdan önce (solda), (2007, Niğde İl Kültür ve Turizm Müd.) ve onarımdan sonra (sağda), (2014, YAVAŞCAN E.E.).

3. CULLAZ SOKAK SAĞLIKLAŞTIRMA PROJESİ

Cullaz Sokak için geçmişe baktığımızda herhangi bir koruma amaçlı girişimde bulunulmamış, alandaki yapılaşmalar ile ilgili önlem alınmamıştır. Bu sebeplerle Cullaz Sokak'ta ve yakınlarında, belediye tarafından ruhsatlandırılan dört katlı betonarme apartmanlar vardır (Şekil 3). Niğde Belediyesi tarafından 2011 yılında Cullaz Sokak için revizyon uygulama imar planı yaptırılmıştır.[5] Bu planda yaya ve taşıt yolları düzenlenmiş, planlama alanı içerisinde konut + ticaret alanlarına yer verilmiştir. Tescilli sivil mimarlık yapılarının, koruma bölge kurulunun uygun görüşü alınarak, konut, sosyal-kültürel ve ticari amaçlı olarak işlevlendirilebileceği plan notunda yer almaktadır. Alan içerisindeki yapılaşma şartı da bitişik nizam, üç kat olarak belirlenmiştir.

Tarihi değerlere sahip sokak için 2006 yılında Niğde İl Kültür ve Turizm Bakanlığı'nın Bakanlığa önerdiği Sokak Sağlıklaştırma projesi için İl Özel İdare tarafından ihale yapılmıştır. İhaleyi alan firma tarafından 2008 yılında başlanan çalışmalar 2011 yılının bahar aylarında tamamlanmıştır.

[5] Cullaz Sokak revizyon imar planı 04.03.2011 tarih ve 38 no'lu meclis kararı ile yürürlüğe girmiştir. Planlama alanı yaklaşık 1 hektar büyüklüğündedir.

Şekil 3. Cullaz Sokak içerisinde ve yakınlarındaki ruhsatlandırılmış apartmanlar (2014, YAVAŞCAN E.E.).

Niğde Kenti'nde koruma konusunda sivil yapı bazında atılan önemli adımlardan biri olan Cullaz Sokak'taki geleneksel konutların sağlıklaştırma çalışmalarının, tarihi dokunun eski değerinin canlandırılması, aynı zamanda "tarih"in ortaya çıkarılması, okunabilir, görülebilir, algılanabilir hale getirilmesi [6] bağlamında bundan sonraki uygulamalara örnek olabilecek bir pilot uygulama olması amaçlanmıştır. Dolayısıyla Cullaz Sokak Sağlıklaştırma çalışmaları kent için büyük önem taşımaktadır. Doku içerisinde 11 adet tescilli yapı, 12 adet geleneksel yapı ve 8 adet yeni yapı bulunmaktadır (Şekil 4).

4. CULLAZ SOKAĞIN BUGÜNKÜ DURUMU VE İŞLEVLENDİRİLEMEMESİ

Sokak yerinde incelenmiş ve bugünkü durumunun analizleri yapılmıştır. Temel veriler, yapı nitelikleri, işlev ve yapılara uygulanan müdahalelerin gösterildiği paftalar hazırlanmıştır (Şekil 4, 5). Geleneksel Niğde Evleri'nin örneklerini barındıran ve şehrin merkezinde yer alan Cullaz Sokak'ta bulunan evler için onarım çalışmalarının olumlu yönleri vardır. Ancak bu sokak için beklenen umutların gerçekleştiği söylenemez. Sokakta bulunan konutların onarılmasının ardından şehrin merkezinde yer alan sokağın kullanım dışı kalması birçok problemi beraberinde getirmiştir. Sokak bir yandan cepheleri onarılarak görsel olarak harap durumdan kurtulurken, bir yandan da terkedilmiş sokak konumuna gelmiştir (Şekil 5).

Şekil 4. Cullaz Sokak baz pafta ve nitelik paftası
Şekil 5. Cullaz Sokak işlev paftası ve müdahale paftası

Kullanımdaki yapılar sokağın güney ucundan başlayarak incelendiğinde; 29 numaralı yapının Niğde Valiliği Geleneksel Desenler Sergi Evi, 11 numara ise Gazeteciler Cemiyeti olarak kullanıldığı belirlenmiştir. Bu yapılar 2015 yılında Niğde Üniversitesi tarafından satın alınmıştır (Şekil 6).

Şekil 6. Cullaz Sokak No: 29- Niğde Gazeteciler Cemiyeti ve No: 11 Geleneksel Desenler ve Sergi Evi (2014, YAVAŞCAN E.E.).

18 numara, Niğde Ahiler Kalkınma Ajansı tarafından kullanılan yapı da 2015 yılı başlarında Niğde Üniversitesi tarafından satın alınmıştır (Şekil 7).

Şekil 7. Cullaz Sokak No: 18-Ahiler Kalkınma Ajansı girişi ve içi (2014, YAVAŞCAN E.E.).

Bu yapıların devamındaki Cullaz Mescidi aktif olarak kullanılmaktadır (Şekil 8).

Şekil 8. Cullaz Mescidi onarımdan önce ve sonra (2014, YAVAŞCAN E.E.).

Niğde Üniversitesi tarafından 2014 yılında Cullaz Sokakta bulunan Göncüler Konağı satın alınmıştır. Daha önce cepheleri sokak sağlıklaştırma çalışmalarında onarılan konak bir kaç kez yangın geçirmiştir. (Şekil 9). 2014 Nisan ayında restorasyon çalışmalarına başlanılan konak, üniversiteye ait uygulama oteli olarak 2015 yılında teslim edilmesi beklenmektedir. Bu girişim Cullaz Sokak için olumlu bir gelişmedir.

Cullaz Sokak'ın devamı gibi olan Karahafız Sokaktaki 18 numara, 2012 yılında, Mimarlar Odası tarafından Niğde İl Özel İdare'sinden kiralanmıştır (Şekil 10). Niğde Üniversitesi'nin satın aldığı yapı, 2015 Şubat ayında boşaltılmıştır.

Şekil 9. Yakılarak zarar verilen Göncü Konağı (2014, YAVAŞCAN E.E.).
Şekil 10. Cullaz Sokak'taki 2015 yılında boşaltılan Mimarlar Odası (2014, YAVAŞCAN E.E.).

Sokakta bunlardan başka 4 hanenin yaşadığı geleneksel konut bulunmaktadır. Şekil 4'de de gördüğümüz üzere diğer yapılar boştur.

Sokakta yaşayan aile sayısı oldukça azdır. Bunlardan biri, 13 numarada oturan Sabri Açıkgöz, Cullaz Sokak hakkında: ' 47 doğumluyum ben, 20 yıldır bu sokakta oturuyorum. Boyalıydı bizim avlu duvarı onu düzelttiler sadece. Evi onarmadılar ama bak bu onarılan evlerin hepsinin çatısı aylarca aktı. Bizim memlekette çatı önemli kızım, çatı en önemli! Baliciler, tinerciler mesken tuttu buraları. Ahşap kapıları kırdılar boş evleri mahvettiler. Sonra demir kapılar yapıldı boş evlere, ama bu da önleyemedi eve girmelerini. Yaktılar, yıktılar buraları. Alt yapıda da sorun var. Bu taşları döşediler sokağa. Bizim evin önünde ayda bir su borusu patlar. Hanıma her gün yalvarıyorum, köyümüze geri dönelim diye. O kabul etmediği için hala burda oturuyoruz. Yoksa ben durmam buralarda. Tabi apartman gibi değil buralar. Bak yünümüzü yıkadık, serdik rahatça. Değişecek sandık biz sokağı. Herşey değerli olcak sandık. Ama belki üniversite değiştirir burayı. Burdaki konağı satın aldı, belki değişir sokak, güvenli olur.' demiştir (Şekil 11).

Şekil 11. Cullaz Sokak 13 numarada yaşayan Sabri Açıkgöz (2014, YAVAŞCAN E.E.).

Cullaz Sokaktaki en önemli problemlerden biride doku içerisinde kanalizasyon olmaması, yapıların bazılarında içme suyu bağlantılarının olmaması ve diğer altyapı hizmetlerinin bulunmamasıdır. Sokak sağlıklaştırma çalışmaları ile alt yapı, elektrik, su gibi teknik donatılar alana eklenmiştir. Ancak tam anlamıyla alt yapı çalışmalarının düzgün yapılmaması sebebiyle sokakta borular sık sık patlamakta, tesisatlar arızalanmaktadır. Alt yapı sorunları yüzünden sokağa döşenen Arnavut kaldırımları da zarar görmektedir.

Sokaktaki konutların özgün çatıları düz damdır. Ancak eğimi dikkate alınmadan, çatılar Marsilya tipi kiremit, beton ya da oluklu sac ile kaplanmıştır. Sokak sağlıklaştırma çalışmaları ile yapıların çatısı özgün hale getirilmeye çalışılarak düz dam olarak teslim edilmiştir (Şekil 12). Ancak karasal iklime hâkim Niğde'de bu çatılar iyi çözülmediği için sorunları beraberinde getirmiştir. Sağlıklaştırma çalışmaları sonrası çatılar akmıştır. Özellikle pencere denizlik altlarından ve çatılardan taşlar su almış, renkleri bozulmuş ve yapılarda strüktürel anlamda zayıflamalar başlamıştır. Taş duvar derz açılmaları, çıkmaların yapılardan ayrılması da güçlendirmelerin gerektiği gibi yapılmadığını göstermektedir (Şekil 13).

Şekil 12. Çatısı düz dam yapılan evler (2014, YAVAŞCAN E.E.).
Şekil 13. Derz boşalması, strüktürel zayıflama (2014, YAVAŞCAN E.E.).

Onca onarım çalışmalarının ardından sokaktaki hemen hemen her evin cephesine yazılar yazılmıştır (Şekil 14). Çoğunun cam ve çerçeveleri kırılmış, bakımsızlık nedeniyle yapılar yıpranmıştır. Cullaz Sokaktaki en önemli problemlerden biri sokağın işlevlendirilememesidir. Yapıları sadece fiziksel olarak tamir etmenin bir işe yaramadığını Cullaz Sokak örneği göstermiştir.

Şekil 14. Cephelere yazılan yazılar (2014, YAVAŞCAN E.E.).

Restorasyon çok yönlü bir kavramdır. Eski yapıların geri dönüşümü başlangıçta amaçlanan koruma hareketinin en önemli yönüdür [3]. Koruma insan yapısı çevrenin tümünü kapsayacak şekilde değerlendirilmeli ve çevrenin tüm özellikleriyle toplumun maddi, fizyolojik ve simgesel gereksinmelerine yanıt vermelidir [7]. Cullaz Sokağı koruma çalışmalarının amacına ulaşabilmesi için ilk hedeflerden biri bu sokağın yeniden kullanımı için doğru işlevlerin araştırılması olmalıdır.

Yeniden kullanım binaların ekonomik çevresel ve sosyal performansını iyileştirmek için kullanılan bir yöntem olarak tanımlanmıştır [8]. Yeniden işlevlendirme, mevcut yapıların tarihi birikimleri ve gelecek arasında bir tasarım geliştirmeyi içerdiği için titizlikle uygulanması gereken bir sorunsaldır. Restorasyon ne kadar önemliyse doğru işlevlerle, yapıların yeniden kullanımı da o kadar önemli olmaktadır. Binaların yeniden kullanımı tarihsel alanların geliştirilmesini sağlayan ve tarihi dokunun ömrünün uzatan bir yaklaşımdır. Kültürel ve tarihi yapıların sürdürülebilirliğini sağlarken yapıların görecekleri zararları sınırlandırmaktadır [3].

Yeniden kullanım ekonomik ve çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlamanın yanında sosyo-kültürel sürdürülebilirlik için de artı değer taşımaktadır. Kültürel anlamda bir birikimin gelecek kuşaklara aktarılması toplumsal bir sorumluluk ve ilerleme için bilinçli bir gereklilik olarak benimsenmektedir [7]. Tarihi yapıların yeniden kullanımında verilecek yeni fonksiyonun,

yapının konumu, mekânsal özellikleri ve çevresi ile bağdaşması ve topluma sosyal, ekonomik ve kültürel açıdan faydalı olması gereklidir. Tüm dünyada önemli bir yer tutan yeniden kullanım kavramı, Cullaz Sokağın da ancak yeniden kullanım ile hayata döndürülebileceği gerçeğini bir kez daha gündeme getirmiştir. Cullaz Sokak için gerekli araştırmalar yapılmalı ve yeniden kullanımı için çağdaş korumanın yönetsel boyutu olan alan yönetimi ile koruma ve yönetim kavramları bir arada ele alınmalıdır. Tarihi bir alanı özelliklerini yitirmeden koruyabilmek disiplinler arası bir çalışma, iyi bir örgütlenme, maddi kaynak ve duyarlı bir kamuoyu desteğini, koruma sürecinin iyi yönetimini gerektirmektedir [9]. Bu sebeplerle Cullaz Sokak için tüm katmanların; bireylerin, sivil toplum örgütlerinin ve özel sektörün katıldığı, korumada etkin karar vermeyi sağlaması planlanmalıdır. Sokak için alan yönetimi ile yeniden kullanım problemi çözülmelidir.

5. SONUÇ

Cullaz Sokak için koruma kavramının çok yönlü olduğu dikkate alınmadığından gerekli araştırmalar, anket çalışmaları, yönetim planları yapılmamış, cephe ve çatıların onarımı ile tarihi alanın korunması amaçlanmıştır. Teknik sorunlar ortaya çıkmış, çatılar akmış, alt yapı yetersiz kalmıştır. Eski fotoğraflardan da anlaşıldığı üzere (Şekil 1, 2, 8) sokağın müdahaleye ihtiyacı olduğu açıktır. Sağlıklaştırma çalışmaları mutlaka yapılmalıdır. Ancak değerlendirme, geliştirme, kullanma ve ekonomik fayda sağlama eylemlerini içeren çağdaş koruma yaklaşımları ile tarihi alanların yaşatılarak, uygun işlevlendirme ile yeniden kazanılması amaçlanmalıdır. Bu bağlamda, Cullaz Sokak için de bir alan yönetimi planının yapılması öncelikli olmalıdır. Çok aktörlü koruma çalışmaları, Cullaz Sokak için yasal yönetsel ve finansal açıdan organize edilerek sürdürülmelidir. Halkın katılımı da sağlanmalıdır ki doğru işlevler verilebilsin. Bu çabalar sadece Cullaz Sokağın onarım çalışmaları bitinceye kadar devam etmemelidir. Görüldüğü üzere Cullaz Sokak onarılmış ve kendi haline bırakılmıştır. Sokak günümüzde, madde bağımlılarının yaşadığı mekânlara dönüşmeye başlamıştır. Onca yatırım yapılmasına rağmen, sokak hızlı bir şekilde yok olabilme tehlikesi altındadır. Yetkililerin, yöneticilerin bu duruma acilen müdahale etmesi gerekmektedir. Hâlbuki bu çalışmalar uygulanmanın izlendiği ve yeniden değerlendirildiği geri dönüşümlü bir süreç içerisinde devam etmelidir.

Cullaz Sokak'taki yapıların günümüz yaşantısının gereksinimlerine yanıt verecek şekilde planlanarak aktif olarak kullanılması gerekmektedir. Bu konuda Niğde Üniversitesi'nin girişimleri umut vericidir. Sokaktaki Göncü Konağı için turizm ve uygulama oteli çalışmaları devam etmektedir. Aynı zamanda 2015 yılında, sokaktaki kullanılan diğer dört yapı üniversite tarafından satın alınmıştır. Bu yapılar için de aynı işlev düşünülmektedir. Üniversitenin sokak için işlev sorununu kent için çözme yolunda çalışmalara başlaması diğer geleneksel yapılar için domino etkisi gösterecek önemli yaklaşımlar olarak dikkat çekicidir. Diğer yapılar için de sokağa yeniden hayat verecek işlevler çok iyi araştırılmalı, üst ölçek planlar ve programlar ile örtüşebilen, Kapadokya Bölgesi ile ilgili tüm planlama stratejisinin ve projelerin birbirlerini destekleyen bütüncül bir yaklaşımla yürütülmesini sağlayabilecek bir alan yönetimi kapsamında çalışmalar yapılmalıdır. Cullaz Sokak'taki yapıların sürdürülebilir ve yaşanılabilir kılınması adına;

- Alanın tanımlanması ve analizi, alanın önemi ve değerlerinin belirlenmesi,
- Yönetim çerçevesinin ve yönetim politikalarının oluşturulması,
- Uygulama, izleme, değerlendirme ve eğitim süreçlerinin tanımlanması

Şarttır.

KAYNAKLAR

[1] Wang, H.-J., Zeng, Z.-T. (2010). A multi-objective decision-making process for reuse selection of historic buildings, E*xpert Systems with Applications*, 37, 1241-1249.

[2] Langston, C., Wong, F.K.W., Hui, E.C.M., Shen, L.-Y. (2008). Strategic assessment of building adaptive reuse opportunities in Hong Kong, *Building and Environment*, 43, 1709-1718.

[3] Yıldırım, M., Turan G. (2012). Sustainable development in historic areas: Adaptive re-use challenges in traditional houses in Sanliurfa, Turkey, *Habitat International*, 36, 493-503.

[4] Özdaş, G. (2007). *Modernleşme Sürecinde Niğde'de Mimari Çevre ve Kentsel Dönüşümler*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Erciyes Üniversitesi. (s.59). Kayseri.

[5] Altuner, E. (1998). *Niğde Aşağı Kayabaşı Mahallesi Tarihi Yerleşim Dokusunun İncelenmesi ve Koruma Geliştirme Önerisi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.

[6] Koçu, R. Ekrem. (1966). *Artin Ağa (Kazaz)*, *İstanbul Ansiklopedisi, C.2*, (s.1071). İstanbul.

[7] Aydın, D., Okuyucu Ş. Ebru. (2009). Yeniden Kullanıma Adaptasyon ve Sosyo-Kültürel Sürdürülebilirlik Bağlamında Afyonkarahisar Millet Hamamının Değerlendirilmesi, *Megaron*, C.1, S.2, 1-14.
[8] Bullen, P.A., Love, P.E.D. (2010). The rhetoric of adaptive reuse or reality of demolition: Views from the field, *Cities*, 27, 215-224.
[9] Ahunbay, Z. (1999). *Tarihi Çevre Koruma ve Restorasyon*, (2. Baskı). İstanbul.

Kızılötesi ısıl görüntüleme ile yüzey suyu akaçlama düzeneklerinin incelenmesi – Ağzıkarahan örneği

AYŞE TAVUKÇUOĞLU[1]*,, ARDA DÜZGÜNEŞ[2],
EMİNE N. CANER-SALTIK[3], ŞAHİNDE DEMİRCİ[4]

ÖZET

Bir 13. yy. kervansarayı olan Aksaray'daki Ağzıkarahan'ın yüzey suyu ve yeraltı akaçlama düzenekleri, gezleme (nivelman) ve kızılötesi ısıl görüntüleme yöntemleri ile tahribatsız olarak incelenmiş; yapının özgününde herhangi bir yüzey suyu akaçlama düzeneğinin olup olmadığı; varsa da bunun bugünkü durumu araştırılmıştır. Yetersiz ve ters yönde eğimlerden dolayı yüzey suyunun yapı çevresinde tutulduğu görülmüş; zemin ve duvarlardaki nem dağılımı saptanmış; ve zeminin yüksek bir su emme yetisi bulunduğu belirlenmiştir. Yüzey suyunu birikinti oluşturmaksızın yapıdan uzaklaştırabilecek önlemler ve yapıya özgü bazı bakım süreçleri tanımlanmıştır.

Anahtar Sözcükler: Kızılötesi Isıl Görüntüleme, Nivelman, Tahribatsız İnceleme, Yüzey Suyu Akaçlaması, Ağzıkarahan

[1] Doç. Dr., ODTÜ, Mimarlık Bölümü, Yapı Bilimleri Lisansüstü Programı, ODTÜ Malzeme Koruma Laboratuvarı, Ankara; Tel: 0312 2106220; aysetavukcuoglu@yahoo.com
[2] Prof. Dr., Çankaya Üniversitesi, İç Mimarlık Bölümü, Ankara; Tel: 0312 2844500/228; ardaduzgunes@cankaya.edu.tr
[3] Prof. Dr., ODTÜ, Mimarlık Bölümü, ODTÜ Malzeme Koruma Laboratuvarı, Ankara; Tel: 0312 2102229; canersal@yahoo.com.tr
[4] Prof. Dr., ODTÜ, Kimya Bölümü, Ankara; Tel: 0312 2103214; sahinde@metu.edu.tr

1. GİRİŞ

Tarihi yapıların çoğunun yüzyıllar boyu zorlu iklim koşullarına göğüs germiş olmalarına karşın bugüne dek 'iyi' durumda kalabilmiş olmaları dikkat çekicidir. Buna getirilebilecek açıklamalardan biri, hem üzerlerini örten çatılarında, hem de yakın çevrelerindeki zeminde, iyi düşünülüp kurulmuş yağmursuyu akaçlama düzenekleri ile zamanında donatılmış olmalarıdır. İçlerinde yaşanır oldukları devrelerde bile belli bir bakım görmeksizin uzun süre çalışır durumda kalamayacakları açıktır. Aradan geçen zaman içinde bakımsızlık nedeniyle akaçlama düzeneklerinin iyiden iyiye iş göremez duruma gelmeleri, yapılarda nem sorunlarına ve özellikle taş anıtlarda son derece ciddi bozulmalara neden olmaktadır.

Söz konusu bozulmaların daha da ilerlememesi ve oluşmuş olanların düzeltilebilmesi için yapılacak onarım ve(ya) iyileştirme çalıştırmaları kapsamında yapıdaki nem sorrunlarının giderilmesi; dolayısıyla akaçlama düzeneklerinin mevcut durumlarının iyi anlaşılması gereği vardır. Buradaki en büyük engellerden biri ise, bu düzeneklerin varolan durumlarını binanın kendine zarar vermeksizin görsel olarak saptanmasında çekilen zorluktur. Bu engelin aşılabilmesi için de bu tür incelemelerin dolaylı yollardan yapılabilmesine olanak veren yöntemlerin geliştirilmesine gerek olduğu açıktır.

Bugüne kadar daha çok yakıt ve(ya) güç (energy) sakınımı ile ilgili konularda yapıları incelemekte kullanılan kızılötesi (infrared: IR) ısıl görüntüleme (thermography) yöntemi, bu çalışmada uygulanabilecek bu dolaylı yollardan biridir [1,2]. Bu yöntemle, malzemelerin ısıl yayıntıları (radiation) ölçülerek ve belli eşik değerlere göre renkli ayırt edilerek incelenen alanın yüzey sıcaklık dağılımını gösteren ısıl haritaları üretilebilmektedir. İncelenen alanın bünyesinde barındırdığı nemin ısı iletkenliğini artırması, boşlukların olması durumunda ısı iletkenliğini azaltmasından ötürü oluşan sıcaklık farklılıkları ısıl haritalarda analiz edilebilmekte ve böylece, duvar kesiti içinde veya yeraltında bulunan herhangi bir su birikintisi, yolu veya akar düzeneği saptanabilmekte; bu düzeneklerdeki sızıntılar veya bu sızıntılardan kaynaklanan toprak aşınmalarıyla oluşan yeraltı boşlukları belirlenebilmekte; kısacası konu ile ilişkili tüm sorunlu bölgeler açıkça ortaya çıkarılabilmektedir [1-4].

Kızılötesi ısıl görüntüleme (KÖIG), belli bir kaynaktan gelen güçle oluşkun ısının yüksekten düşüğe doğru aktığını varsayan fizik kuramına

dayanmaktadır. Açık arazide bu kaynak gündüzleri güneşin kendisiyken, gün batımından sonra, böylece gün boyu ısınmış olan yeryüzü, yani topraktır. Toprak yüzeyin nihai sıcaklığı ise alt katmanların ısıl özelliklerine bağımlıdır. Dolayısıyla KÖIG, yüzeylerdekinin yanı sıra, yeterli süre ve düzeyde ısınmış olmaları durumunda, derinlerden gelen farklılıkları ve(ya) buralardaki sorunlu bölgeleri de belirlemiş olmaktadır. Benzer yolla ısınmış olan bina yüzleri için de aynısını söylemek mümkün olduğundan, oluşan ısıl farklılıklar okunarak duvar iç katmanlarındaki durum da saptanabilmektedir [1].

Bu çalışmada bir 13. yy kervansarayı olan ve Aksaray İl sınırları içinde bulunan Ağzıkarahan ele alınmış (Şekil 1) ve yapıda özgün bir yüzey suyu akaçlama düzeneğinin bulunup bulunmadığı; bulunuyorsa da buna ilişkin sorunlu bölgeler ve bu sorunlara yol açmış olabilecek nedenler araştırılmış, bu sorunların giderilmesi ve yeniden oluşmaması için ne gibi önlemlerin alınması gerekeceği konusunda bazı öneriler ortaya konmuştur [5,6].

Şekil 1. Ağzıkarahan giriş cephesinden genel görünüş [5,6]

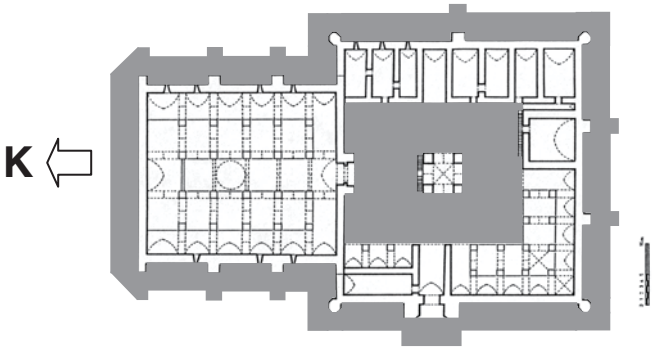
2. MALZEME VE YÖNTEM

Ağzıkarahan; biri kare planlı yarı açık mekan, diğeri dikdörtgen planlı kapalı mekan olmak üzere, iki bölümden oluşmaktadır. Yarı açık mekanın ortasında kare planlı bir "köşk mescid" bulunmaktadır (Şekil 2). Yapının duvar yüzleri içerde ve dışarıda kesme tüf taş örgü olup arası moloz taş dolgudur. 1977 yılında Vakıflar Genel Müdürlüğü tarafından onarılmış olan yapıda, parapetlerin büyük bir kısmı ve bazı duvarların alt kısımları yeni taş malzeme ve harç ile onarılmış; avlu kısmen iri çakıl ile kaplanmıştır [7].

Yapının yakın çevresindeki zemin doğal toprak örtüsünü korumakta olup kısmen otlar bürümüş bölgeleri dışında herhangi bir malzeme ile kaplı değildir. Avlu ise, kısmen taş ve çakıl kaplıdır. Yapının 10m kadar batısından Aksaray-Nevşehir şehirlerarası kara yolu geçmektedir; diğer yönlerde ise kümes ve ahırlar ile çevrilidir.

Çalışmada yapının ve yakın çevresinin belirgin özellikleri görsel olarak belgelenmiş; alanının yüzey biçim (topography) yapısını ortaya çıkarmak amacıyla gezleme (nivelman) yapılmış; bu ölçümlere dayanılarak yüzey eğimleri ve çukur alanlarını gösteren bir plan oluşturulmuştur (Şekil 3). Bu plan, zeminin göllenme olasılığı bulunan sorunlu bölgelerini, yüzey eğimlerini ve su akış yönlerini göstermektedir. Aynı çalışma alanı, zemine komşu duvarlar ile birlikte ısıgören (thermovision) kamera ile taranarak, nemli bölgeler ve toprakta gömülü ve duvar kesitinde herhangi bir akar hattının bulunup bulunmadığı araştırılmış; yukarısında çörtenlerin konumlandığı duvar dipleri ise çok daha ayrıntılı olarak incelenmiştir. Nemli bölgeler zemin eğimleri açısından göllenme olasılığı bulunan bölgeler ile karşılaştırılmış, bu bölgelerin ısıl görüntülerinde tespit edilmiş olan soğuk ve(ya) sıcak alanlar herhangi bir akar hattının varlığı açısından değerlendirilmiştir.

Gezleme çalışması, yapıyı çevreleyen 4m'lik alan ve avlunun tüm zemin alanı üzerinde yapılmıştır (Şekil 2). Bu alan, yapının yakın çevresinde herhangi bir "zemin eğimleri düzenlemesi"nin olup olmadığını gösterebilecek yeterlikte kabul edilmiştir [8]. Tüm kot okumalarında "Wild" marka gezleme aygıtı (nivo) ve mira; yatay mesafe ölçümlerinde ise çelik metre kullanılmıştır.



Şekil 2. Yapı çevresi ve avluyu kapsayan çalışma alanını gösteren plan [5,6].

Isıl haritaların üretilmesi için "AGEMA" marka 550 model ısıgören kamera ile çalışılmış; hassas ölçümler elde edebilmek amacıyla ortam sıcaklık, bağıl nem, hedef alanına uzaklık ve yüzey yayınım değerleri girdi olarak kameraya önceden verilmiştir. KAIG, Mayıs ve Eylül aylarında gün içinde ve güneş battıktan sonra yapılmış; elde edilen görüntüleri, yüzey durumları gözönüne alınarak farklı sıcaklık aralıklarında analiz edilmiş ve bu analizler için IRwin 5.1 yazılımı kullanılmıştır.

Zeminin yüzey koşulları su tutuculuk özellikleri bakımından da incelenmiştir. Yüzeylerin boşalma (akma dağılma) katsayısı, yüzey üzerine düşen sudan ne kadarının emilmeksizin akıp gittiğini gösterir ve bu katsayı zeminden akacak yüzey suyu debisinin hesaplandığı formüllerde kullanılan bir katsayıdır [9]. Standartlarda bu katsayı, sıkıştırılmış toprak için "0,5", kum ile sıkıştırılmış taş kaplama zeminler için "0,4 - 0,5" arası, çakıl kaplı zeminler için ise "0,2 – 0,3" arasında verilmektedir [9-13].

3. BULGULAR VE DEĞERLENDİRME

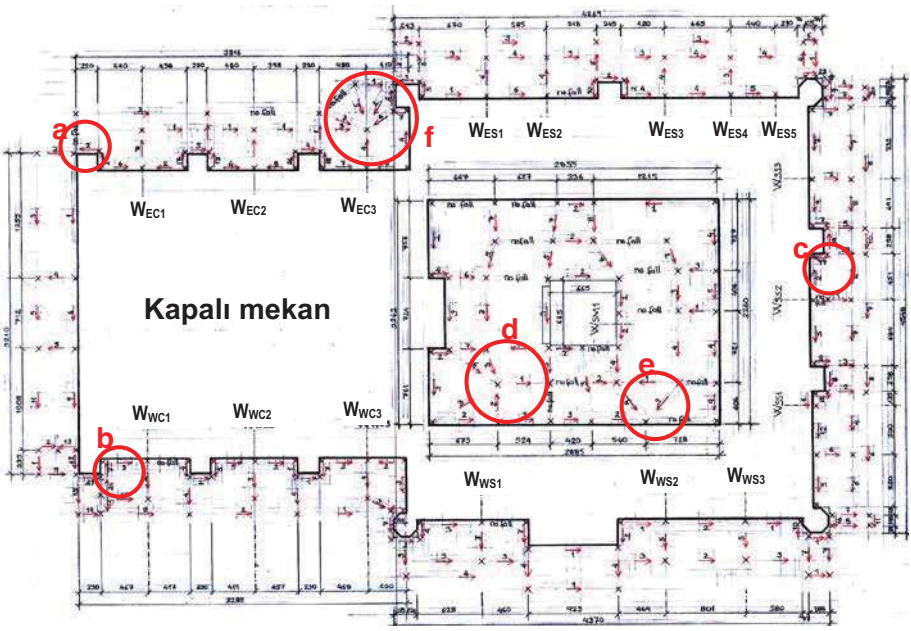
Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, "yüzey eğimlerindeki sorunlar", "yer altı akaçlama düzeneğinin varlığı" ve "kullanılan KÖIG yönteminin çeşitli yönlerden irdelenmesi" başlıkları altında değerlendirilmiştir.

3.1. Yüzey Eğimlerindeki Sorunlar

Gezleme çalışması sonuçlarına göre, yapının yakın çevresindeki yüzey suları, yüzey eğimleri ile yapıdan uzaklaşmaktadır. Yapının oturduğu arazide kuzeydoğudan güneybatıya doğru %7,0'lik bir genel eğim, avluda ise aynı yönde % 3,8'lik bir genel eğim bulunmuştur. Yapıyı çevreleyen alanda, su akış yönlerini oluşturan zemin eğimleri çoğunlukla yapıdan dışarıya doğru olup, % 0 ile % 27 arasında değişmektedir (Şekil 3). Ancak, yüzey suyu akış şeması, yetersiz ve ters eğimler ve bunların sonucu oluşan göllenme alanlarını ortaya çıkarmış; şu anki durumuyla yüzey suyu akış düzeninin çevre suyunu yapının yakın çevresinden boşaltabilecek uygunlukta olmadığı anlaşılmıştır.

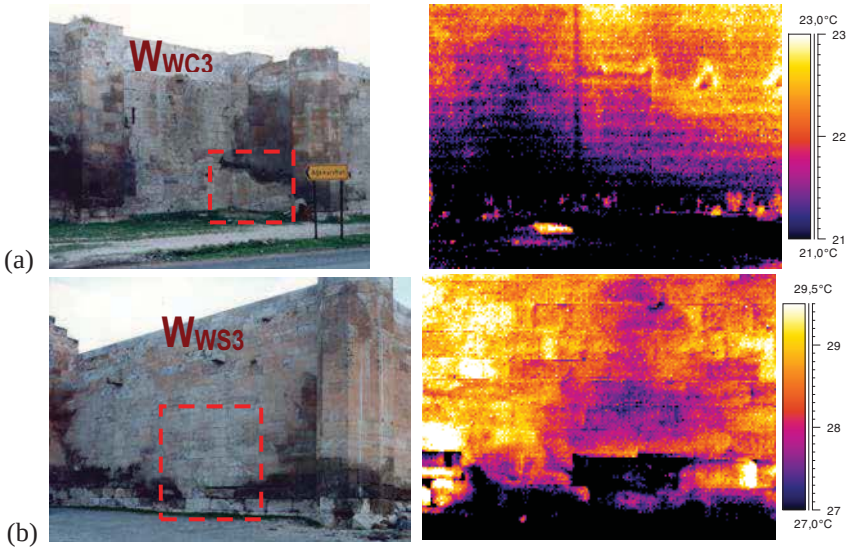
Eğimler, yüzey suyunu yapıdan uzaklaştıracak yeterlikte değildir; kaplanmamış zeminler için önerilen yüzey eğimi yapıdan dışarıya doğru en az %5 olması gerekirken [8], yapıda çoğu yerde bu eğim, bu değerin altındadır. Yüzey eğimleri açısından sorunlu olan bölgeler aşağıda sıralanmıştır:-

- Yapının doğu ve batısındaki payandaların kuzey duvarlarına değen toprak zeminde ya hiç eğim yoktur ya da ters yönde eğimler yani yapı duvarlarına doğru eğimler tespit edilmiştir (Şekil 3).
- Yapının kuzeydoğu ve kuzeybatı köşelerinde (Şekil 3, a ve b alanları) ve güney duvarında batı köşesinden itibaren üçüncü payandanın batı köşesinde (Şekil 3, c alanı), sıkıntı yaratacak düzeyde %24 hatta %99'a varan ters yönde eğimler belirlenmiştir. Bu alanlarda sonradan çukur kazılmış olabileceği düşünülmektedir.
- Birçok yerde zemin, çörtenlerden boşalan yağmur sularının aşındırması sonucu doğal bir zemin eğimine ulaşmış görünmektedir. Örneğin, yapının kapalı kısmına ait doğu duvarı boyunca yağmur suyunun döküldüğü çörten diplerinde zeminin çukurlaştığı ve buralarda toplanan suyu eğimi yetersiz olan yakın çevresine ulaştıran yolların oluştuğu belirlenmiştir (Şekil 3, W_{EC1}, W_{EC2}, W_{EC3}).
- Avlunun kuzeybatı ve güneybatısında (Şekil3, d ve e alanları) ve yapının kapalı bölgesine ait doğu duvarının güney ucunda (Şekil 3, f alanı) su birikintisi oluşturacak çukur alanlar bulunmuştur.



Şekil 3. Yapının yakın çevresi ve avludaki eğimler ve su akış yönlerini gösteren yüzey suyu akış şeması [5,6]

Yapı duvarlarının yukarıda bahsettiğimiz ters yönde eğimli ve(ya) eğimsiz zeminlere bitişik alt kısımları, ısıl görüntülerde soğuk ve nemli bulunmuş (Şekil 4a); çörtenlerin dibinde ise, yetersiz yüzey eğimlerine sahip zeminlere bitişik duvarlarda saptanan nemin çörtenlere doğru tırmanmakta olduğu anlaşılmıştır (Şekil 4b).



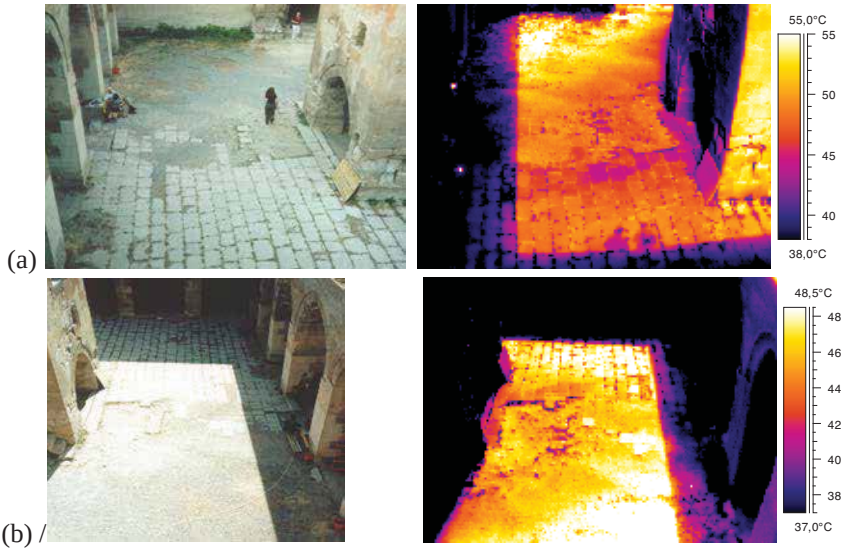
Şekil 4. Batı cephesinden kısmi görünüşler (solda); ve çerçeve içindeki alanların ısıl görüntüleri (sağda) [5,6]: (a) Ters yönde eğimler nedeniyle (su akışı duvara doğru) diplerinde göllenme sorunuyla karşı karşıya kalmış duvarların alt kısımları soğuk ve nemli bulunmuştur; (b) Çörtenlerin dibinde yetersiz yüzey eğimlerine sahip zeminlere bitişik duvarlar soğuk ve nemli bulunmuş, bu bölgelerde nemin çörtenlere doğru tırmanmakta olduğu görülmüştür.

3.2. Yeraltı Akaçlama Düzeneğinin Varlığı

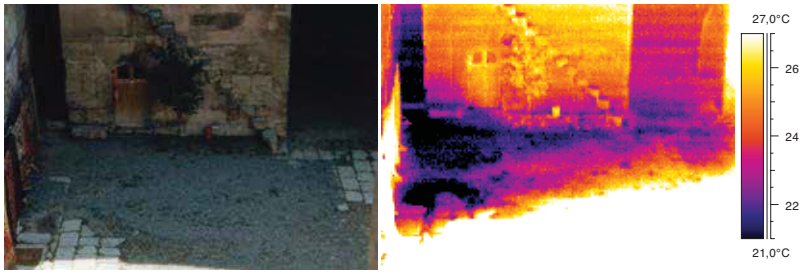
Yapının yakın çevresi ve avlu zemini su tutuculuk özelikleri açısından değerlendirilmiş, zeminin boşalma katsayısının 0,2 ile 0,5 arasında olabileceği saptanmıştır [9,12,13]. Bu değerler, zeminin yüksek bir su emme yetisinin olduğunu ve eğimi su boşaltımına imkan vermeyen yerlerde, suyu doğrudan bünyesine alacağını göstermektedir. Yapı temelini saran toprağın çok geçirimli olması durumunda herhangi bir akaçlama düzeneğine ihtiyaç olmayabilir, ancak herhangi bir seviyede daha az geçirimli ve geçirimsiz bir katmanla karşılaşılıyor ise yer altı akaçlama düzeneğinin olması gerekir [3]. Konunun açığa kavuşması için yani, yapı temelini saran toprağın ne kadar hızlı ve ne derece derinlere suyu geçirebildiği ve suyun kılcal olarak ne

kadar yükselebildiğini anlamak için, toprağın su geçirimlilik ve kılcal su emme özelliklerini belirleyecek arazi çalışmaları ve laboratuvar analizleri yapılmalıdır.

Bu yapıda toprakaltı drenaj sistemi var idiyse bu sistemin yapı çevresinde artık çalışmadığı, avluda ise bu sistemin kısmen işgörür durumda olduğu görünmektedir. Uzun süreli göllenme olasılığı bulunan ve bu nedenle soğuk olması beklenen avlunun kuzeybatı ve güneybatı köşelerindeki çukur alanlar, ısıl görüntülerde sıcak yüzeyler olarak tespit edilmiştir (Şekil 3, d ve e alanları, Şekil 5). Ancak, avlunun güneydoğusundaki eğimsiz alan ise avlunun en soğuk bölgesi olarak görüntülenmiştir (Şekil 6). Bütün bu bulgular, avlunun güneydoğusu dışında kalan diğer bölgelerde yüzey sularının iyi akaçlandığını göstermiştir.

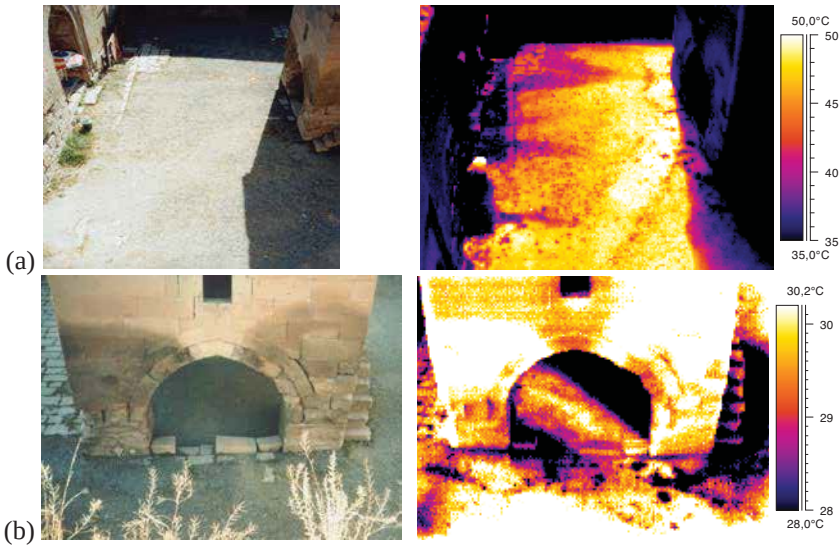


Şekil 5. Avlunun kuzeybatı köşesi (sol üstte) ve güneybatı köşesi (sol altta); ve ısıl görüntüleri (sağda) [5,6]: Uzun süreli göllenme olasılığı bulunan ve bu nedenle soğuk olması beklenen avlunun kuzeybatısı ve güneybatısındaki çukur alanlar, ısıl görüntülerde sıcak yüzeyler olarak tespit edilmiştir.



Şekil 6. Avlunun güneydoğu köşesi (solda); ve ısıl görüntüsü (sağda) [5,6]: Avlunun güney-doğusundaki eğimsiz alan avlunun en soğuk bölgesidir.

Isıl görüntülerde, arazinin genel eğimi olan kuzeydoğu-güneybatı yönüne paralel ve köşk mescide saplanıp altında devam eden toprak altında sıcak bir hat tespit edilmiştir (Şekil 7). Bu bulgu, köşk mescidin altında bir çeşmenin varolduğu genel kanısını destekler nitelikte olup [14] yapının 2km kuzeydoğusunda bulunan Höyük bölgesindeki bir su kaynağından yapıya su taşındığı varsayımını da güçlendirmektedir [7]. Saptanmış olan toprak altındaki bu akar yol, özgün bir su taşıma sisteminin ya da genel arazi eğimine uyumlu bir akaçlama düzeneğinin bir parçası olabilir.



Şekil 7. Avlunun doğu tarafındaki zeminin görünüşü (sol üstte) ve Köşk mescidin alt kısımlarının batıdan görünüşü (sol altta); ve ısıl görüntüleri (sağda) [5,6]: (a) Avluda kuzeydoğu-güneybatı yönünde, genel arazi eğimine paralel ve köşk mescide saplanıp altında devam eden, ısıl görüntülerde sıcak bir iz olarak görünen, toprak altında bir kanal tespit edilmiştir.

3.3. KÖIG Yönteminin Değerlendirilmesi

Yüzey suyu ve yeraltı akaçlama düzeneklerinin incelenmesinde KÖIG ve gezleme yöntemlerinin birlikte kullanılması yararlı olmuştur. Bu çalışmalardan elde edilen veriler birarada değerlendirilmiş; yüzey suyu akış düzeni ile zemin yüzeyinde ve(ya) toprak altındaki kuru/nemli bölgeler arasındaki ilişki irdelenebilmiştir. Örneğin, beklenmedik şekilde sıcak olarak tespit edilmiş olan avludaki çukur bölgeler buralardan yüzey suyunun etkin biçimde boşalabildiğini (Şekil 5), soğuk olarak tespit edilen ters yönde eğimli zeminler ise buralardan yüzey suyunun boşalamadığını çok net göstermiştir (Şekil 4, Şekil 7).

KÖIG, arazide belirli aralıklarla ve beraberinde yüzey sıcaklık ve nem ölçümleriyle desteklenmiş bir çalışmayı gerektirir. Çalışılan alanlar, yüzey koşullarını gösteren fotoğraflar ya da haritalar ile önceden belgelenmelidir. Malzeme farklılıkları, gölgede kalmış alanlar ve(ya) gözle görülen yüzey bozuklukları gibi zemine ait yüzey farklılıkları, alt katmanlar ile ilgili yorumlarda belirsizliklere yada yanlış yorumlara neden olabileceğinden, bu tür yanıltıcı koşulları önceden fark edebilmek ve bu bilgiler doğrultusunda analizleri yapabilmek için bu tür belgelemelere gereksinim vardır.

KÖIG ile mevcut koşulları göz önünde bulundurularak farklı sıcaklık aralıklarında daha hassas analiz yapılabilmekte; yüzey altı tabakalarındaki farklılıklar, nihai yüzey sıcaklıklarını gösteren ısıl haritalarda görünebilmektedir. Tüm yaz süresince ısınan zeminden akşam üzeri alınan ısıl görüntüler, derinlerde bulunan farklılıkları gösterebilmektedir. Yöntemin sınırlı bir zaman diliminde kullanılmış olması, taş ve zemin yüzeylerin ancak nitel olarak değerlendirebilmesini sağlamıştır. Isıl haritalarda saptanmış olan bazı olağandışı lekeler (anomaliler), -örneğin avlunun batısında, güneybatıya doğru uzanan ve zemin eğimleri yönünde kaybolan soğuk iz (Şekil 5a)-, bu bölgelerin daha ayrıntılı analizini gerektirmektedir. Bu tür bölgelerin KÖIG ile nicel analizler yapılarak incelenmesi ve bu analizlerin yer altının radarla taranması gibi diğer bazı tahribatsız yöntemlerle birlikte desteklenmesi önerilmektedir.

Yüzeydeki ve toprak altındaki akar yolların belirlenebilmesi için çalışma alanının KA görüntüleri, yağmurdan iki veya üç gün sonra tekrar alınmalıdır. Böyle bir çalışma, zeminin kuru ve ıslak durumlarını karşılaştırarak daha kapsamlı değerlendirme yapma imkanı verecektir.

4. SONUÇ

Ağzıkarahan yapısının, sekiz yüzyılı aşkın bir süreden günümüze 'iyi' durumda ulaşabilmiş olması, uzun bir zaman süresince işlevini yitirmemiş ve iyi düşünülmüş bir yüzey suyu ve(ya) yeraltı akaçlama düzeneğine sahip olmuş olmasını gerektirir.

Yapının yüzey suyu akaçlaması, yakın çevresindeki yüzey eğimleri ile sağlanmaktadır. Ancak, yetersiz ve ters yönde eğimler sebebiyle yüzey suyu akaçlama düzeneği işlevini kaybetmiştir. Bakımsızlık nedeniyle işlevini kaybettiği anlaşılan bu düzeneğin olağan bazı önlemlerle yeniden işlevini kazanabileceği anlaşılmıştır. Yapı çevresinde ve duvar diplerinde göllenmeleri ortadan kaldırmak için yapıdan dışarıya doğru en az % 5'lik eğimlerle ve su akışının dışarıya doğru yönlendirildiği bir zemin düzenlemesi yapılmalıdır. Çörtenlerden boşalan suyun zeminde sebep olacağı aşınmaları azaltabilmek için buraya düşen suyun daha dik eğimlerle yapıdan dışarı doğru yönlendirilmesi gerekir. Zaman içerisinde zeminin bozulmasıyla oluşabilecek göllenme sorununun ortadan kaldırılması için yapı çevresine belirli aralıklarla bakım yapılmalı, her zaman bu bakımlarda çörten diplerine özen gösterilmelidir.

Avlunun büyük kısmında yağmur suyunun iyi boşaltılabiliyor olması toprak altında bir akaçlama düzeneğinin varlığını ve halen bu düzeneğin çalışmakta olduğu ihtimalini destekliyor olsa da, bu düzenek dış duvarları saran yakın çevrede işlevini tamamen kaybetmiş görünmektedir. Tüm yüzey suyu akaçlama düzeneğine katkıda bulunan toprakaltı ögelerin tespiti ve hangi durumda olduklarının belirlenmesi için KÖIG ile birlikte toprak altının yer radarıyla taranması gibi diğer bazı tahribatsız arazi çalışmalarına ihtiyaç vardır. Ayrıca, zeminin ıslak ve kuru koşullarının karşılaştırılması için bu arazi çalışmalarının yağmurdan iki üç gün sonra arazide uygulanması gereklidir. Böylece zemindeki ve toprakaltındaki su akış yönleri, yolları ve bulundukları koşullar ayrıntılı olarak belirlenebilir.

TEŞEKKÜR

Gezleme çalışmasında katkılarından dolayı ODTÜ Mimarlık Bölümü Fotogrametri Laboratuvarı ve fotogrametri uzmanı Sn. Kemal Gülcan'a; arazide yapılan kızılötesi ısıl görüntüleme çalışmasında hiçbir teknik yardımı esirgemeyen İZOCAM firması, Teknik Pazarlama Müdürü Sn. Dr. Kemal

Gani Bayraktar ve uzmanları Sn. Tahsin Karasu ve Sn. Seçkin Canoğlu'na; arazi çalışmalarındaki desteğinden dolayı Sn. Burak Tavukçuoğlu'na; Ağzıkarahan'ın 1/50 ölçekli rölöve çizimlerini kullanmamıza izin verdikleri için Vakıflar Genel Müdürlüğü'ne teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

[1] Grinzato, E., Vavilov, V. & Kauppinen, T. (1998). Quantitative Infrared Thermography in Buildings. *Energy and Buildings, 29,* 1-9.

[2] Titman, D., J. (2001). Applications of Thermography in Non-Destructive Testing of Structures. *NDT & E International,34,* 149-154.

[3] Massari G. & Massari, M. (1993). *Damp Buildings, Old and New*. Rome, ICCROM.

[4] Wirahadikusumah, R., Abraham, D.M., Iseley, T. & Prasath, R. K. (1998). Assessment Technologies for Sewer System Rehabilitation. *Automation in Construction, 7,* 259-270.

[5] Tavukçuoğlu, A. (2001). *A Study on the Maintenance of Stone Monuments In Relation To Dampness Problems.* Yayımlanmamış Doktora tezi, ODTÜ, Mimarlık Bölümü, Ankara.

[6] Tavukcuoğlu, A., Düzgüneş, A. Caner-Saltık, E. N., Demirci, Ş. (2005). Use of IR thermography for the assessment of surface water drainage problems in an historical building, Ağzıkarahan (Aksaray), Turkey. *NDT & E International, 38,* 402–410.

[7] Esin, U. (1990). *Aksaray İli Tarihsel ve Kültürel Çevreyi Koruma ve Değerlendirme Projesi (Aksaray Projesi)*, Yayımlanmamış 2. Ön Rapor, Vakıflar Genel Müdürlüğü Arşivi, Ağzıkarahan dosyası.

[8] Rose, W. B. (1994). Recommendations for Remedial and Preventive Actions for Existing Residential Buildings. *Moisture Control in Buildings,* ss.359-370, H. R. Trechsel (Derleyen), Philadelphia, PA: ASTM.

[9] TSE. (1988). *TS 826/Aralık 1988-Binalarda Pis Su Tesisatı Hesaplama Kuralları – Rules For The Calculation of Waste Water, Installation Rules.* Ankara: TSE.

[10] Hall, F. (1995). Flow in Drains and Open Channels, Sewage Disposal. *Building Services and Equipment* (3rd ed.), ss. 21-32, Cilt 3. UK: Longman Scientific & Technical.

[11] Hall, F. (1996). Drainage Below Ground. *Building Services and Equipment* (3rd ed.), ss. 79-112, Cilt 1. UK: Longman Scientific & Technical.

[12] ISISAN. (1997). *"Bölüm 6 – Pis Su Tesisatı"*, Sıhhi Tesisat – Isısan Çalışmaları No: 147, ss. 133-174, İstanbul: Isısan.

[13] Köktürk, U. (1994). *Sıhhi Tesisat El Kitabı, Cilt II – Proje Hesapları.* İstanbul: Renk – İş Ofset.

[14] Tükel Yavuz, A. (1997). The Concepts That Shape Anatolian Seljuq Caravanserais. *Muqarnas, 14,* 80-95. Leiden, Brill.

BELGELERE VE MALZEMEYE DAYALI OLARAK TAMAMLANANAN GELENEKSEL DİYARBAKIR EVİ ÖRNEĞİ[1]

EMİNE EKİNCİ DAĞTEKİN[2],

ÖZET

Diyarbakır geleneksel ev planının şekillenmesinde en önemli etken iklim olduğu için evlerde yazlık, kışlık gibi mevsimlik bölümlerle karşılaşılır. Bütün bu bölümler evin merkezini oluşturan avlunun iki üç veya dört etrafını çevreler. Avlu etrafındaki odalar ve eyvandan oluşan, bazalttan yapılmış, tek veya iki katlı geleneksel Diyarbakır evlerinin büyük bir kısmı son yıllarda daha yoğun fiziksel bozulmaya uğramıştır.

Bu çalışma ile özgün biçimini büyük oranda kaybeden geleneksel bir Diyarbakır evinin belgelere dayalı olarak, yöresel biçim ve malzeme ile tamamlama yöntemine gidilerek yapıların mekansal dizgelerinin yeniden oluşturulabileceği ve bu yöntemle yok olan diğer evlerin, kimliksiz yüksek katlı konutlara dönüşmeden, geleneksel sokak dokusuna katkı sağlanabileceği sunulmaya çalışılmıştır.

ANAHTAR SÖZCÜKLER: Diyarbakır evi, koruma, rölöve, restitüsyon, restorasyon, malzeme kullanımı.

---

[1] Bu çalışma da söz konusu olan yapı Emine Ekinci Dağtekin'in danışmanlığında yapılan ve DKVTVKBK tarafından onaylanan projelerden geliştirilerek hazırlanmıştır.

[2] Dicle Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü eminedagtekin@hotmail.com

1. GİRİŞ

Diyarbakır konut dokusu kenti surlarla çevreleyen sınırlı alan içerisinde topoğrafyaya uygun olarak gelişmiştir. Diyarbakır kentinin mekansal gelişimi ve dönüşümü 19. yüzyıla kadar sur içinde olmuştur [1,2]. Tanzimat ile 1868 sonrası Sur dışında yapılan yapılar ile sur dışında da yapılaşma başlamıştır. Suriçi Bölgesi, kentsel sit alanı olarak toplamda 158 hektardır. Alan toplam 15 mahalleden oluşmakta, nufusu 70.000'dir [3].

Türkiye'de 1945'den itibaren tarım sektöründen sanayi sektörüne geçişlerin yaşandığı dönemlerde nufus hareketliliği ve beraberinde yer değişimlerde başlamıştır. Diyarbakır Sur İçi bu yıllardan itibaren başlayarak 1980'li yıllara kadar kırsal alandan gelenlerin Sur İçi Bölgesine, Sur İçi'de yaşayanların'da Sur dışına yerleşimlerine tanık olmuştur. 1990'da bölgede güvenlik sürekli bir yer değişimine maruz kalmıştır. 1990 yılından sonra Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yaşanan güvenlik sorunları bölgedeki kırsal göçü daha da hızlandırmıştır Yoğun göç ile bu dönemde gelen insanlar altyapısı hazır ve birkaç aileyi barındırabilen Sur İçi geleneksel evlerini tercih etmişlerdir.

Yaşanan göçlerde öncelikle Sur İçi'nin seçilmesinin nedeni, gerek evlerinin nicel anlamda diğer evlerden büyük olması gerekse Ali Paşa ve Cevat Paşa mahallerinde yeni inşaat yapılmasına müsait boş alanların yeni inşaat yapımına olanak sağlaması olmuştur. Bu dönemde gelen ailelerin ihtiyacı çerçevesinde geleneksel evlerde kat artışı, bölünme gibi fiziksel erozyona uğrayan geleneksel evler hızlı bir şekilde bozulma ve yok olma süreci yaşamıştır. Ayrıca, geleneksel konutlarından ayrılan ancak herhangi bir kullanıma vermek istemeyen ev sahipleri ise boşaltıkları evlere sahip çıkamayınca, zamanla kısmen veya tamamen yok olmalarına neden olmuştur.

Suriçi Bölgesi'nde fiziki parçalanma ve bozulma, kat ilaveleri, yıkıp yerine çok katlı binaların yapılması, bazı anıtsal yapılarla sokak dokusunun ve çok sınırlı geleneksel ev tipinin kalmasına ve Sur İçi'nin sadece ticari anlamda kullanılmasına neden olmuştur [4].

Bu çalışma kapsamında incelenen yapı 19. yüzyılda yapılan geleneksel bir Diyarbakır evi örneği olup, Sur İçi'nde kentin Urfa Kapı'ya açılan artelli üzerinde yer almaktadır. İnceleme yapıldığı dönemde yapının

üçte birlik bölümü günümüze ulaşmıştır. Geri kalan bölümleri yok olmuştur. 2005 yılında yapı sahipleri olan Derya ve Muhterem Elibol kardeşlerin, Kültür Bakanlığı'na yaptıkları müracatlar sonucu proje teşvik programı çerçevesinde hibe programına dahil edilen evin, mevcut durumunun belgelenmesi sağlanmıştır.

Bu çalışmada, yapının mevcut durumunun tespiti, bozulmalar ve yok olan bölümler için yazılı, çizili ve görsel belgelerle karşılaştırma çalışma yapılarak özgün durumunun tespit edileceği yöntem kullanılmıştır. Rölöve çalışması için öncelikle kuzey ve doğu yönlerinde yapılan kısmi temizlik çalışmaları ve arşiv taramaları sonucu ulaşılan bilgi ve belgeler ile yapının restütüsyon çalışması yapılarak restorasyon projesine zemin hazırlanmıştır. Yapının günümüze ulaşan kısmı geleneksel ölçüm yöntemi olan el ile ölçüm ve total station ile yapılmıştır. Elde edilen ölçümler otocet programlı bilgisayarlarda dijital ortamda çizilmiştir. İkinci aşamada yapı her yönden detaylı bir biçimde fotoğraflanmış. Üçüncü aşama bütüncül bir proje oluşturulması için yıkılan yok olan bölümlerin tamamlanmasına yönelik yazılı, görsel ve sözlü bilgilere ulaşmak için kaynak taramaları yapılmış, dördüncü aşamada herhangi bir bilgiye ulaşılamayan kısımlar için günümüze ulaşan geleneksel Diyarbakır evlerinden yararlanılmıştır.

1. Diyarbakır Evleri Genel Özellikleri

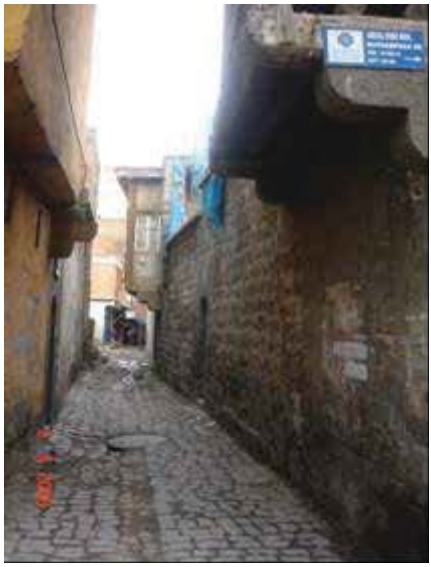
Yaklasık 7500 yıllık geçmise sahip Mezopotamya ve onun önemli bir yerlesmesi olan Diyarbakır kenti, çevresini saran sur ve burçlar ile günümüze ulaşan ender ortaçağ yerleşim alanlarından biridir [5,6].

Kent iç ve dış kale olmak üzere iki kaleden oluşmaktadır. Kale kentin ilk kurulduğu dönemlerden günümüze değişmeyen, kenti dış dünyaya bağlayan kapılar yer almaktadır. Bunlar, İç kale saray kapısı ile dış kaleye, dış kale ise Urfa, Mardin, Harput ve Dicle Kapılarıdır. Diyarbakır'ın 1950'li yıllara kadar sur içinde gelişmesi sınırlı bir alanda yerleşimin biçimlenmesine neden olmuştur. Sıcak bir iklime sahip olan kentin gerek yerleşimde sınırlı bir alanda olması gerekse iklimsel faktörler yapıların bitişik nizamda ve organik sokak dokusu içerisinde biçimlenmesine neden olmuştur. Dar sokaklar dışa kapalı evlerin duvarları ile gölgelenmekte, kuzey rüzgarını alacak şekilde kuzey güney doğrultuda en fazla iki parsel olacak şekilde ilerlemektedir. Sokaklar dar ve niş olacak şekilde düzensiz bir düzlemde olmasına rağmen

avlu dik veya dike yakın açılarda avlunun dörtgen formda olmasına özen gösterilmiştir [7].

Şekil 1. Diyarbakır'ın Türkiye Haritasında Yeri

Şekil2.Diyarbakır Uydu Resmi



Şekil 3-4. Diyarbakır Sur İçi Sokak Dokusu (Tahtalı Kastel Sokak, Abdal Dede mahallesi)

Diyarbakır evlerine sokaktan basık kemerli bir kapı ile girilmektedir. Sokaktan doğrudan evin içine geçilmez. Kapıdan bir aralık vasıtası ile avluya geçilir. Avlu açık mekan olup tüm mekanlar buraya açılır. Evler; açık mekan olan avlu, yarı açık mekan olan eyvan ve oda, aralık, mutfak, banyo ve kiler gibi kapalı mekanlardan oluşmaktadır.

Şekil 5-6. Sokak Kapısı Girişi Örneği (Hüsrev Paşa Sokak No:1, Binici Sokak No:16)

Diyarbakır geleneksel konutlarında yaşam, zemin katta avlu çevresinde odaklamıştır. Zemin kat günlük yaşamın geçtiği odalar ve servis birimlerinin bir açık avlu çevresinde konumlandığı birimlerden oluşur. Çoğu evde bodrum kat mevcuttur. Bodrum kat genellikle birkaç basamak yükseltilmiş eyvanın altında yer almaktadır [8].

Avlu evin merkezi olup yarı açık ve kapalı mekanlar avlu çevresinde şekillenmiştir. Plan tipleri de avluya göre biçimlenmiştir. Avlu içinde havuz, ağaç ve çiçekler için mutlaka yer [9]. Avlu, siyah renkli ve gözenekli olan yöresel bazalt taslarla döşenmistir. Siyah bazalt tasların monotonluğunu kırmak için avlu cephelerinde beyaz kalker taşları ve cas malzeme ile süsleme yapılmıştır

Evin yarı açık alanını oluşturan eyvan, üç tarafı kapalı, sadece avluya bakan tarafı açık bir , iki veya üç kemerle geçilen yazlık mekandır. Eyvan, yazın kullanılacak şekilde kuzeye ve doğuya yönlendirilir.
Diyarbakır evlerinde, odalar kullanıcıların sosyoekonomik yapısına ve nufusuna göre değişmekte ancak her durumda avluya açılmasına önem verilmiştir. Odalara avludan veya avluya bakan bir aralıktan ulaşılır. Aralık, avluya açılan kemerli girişe sahip eyvan gibi üçtarafı kapalı bir mekan olup, avludan direk açılmayan odalara ulaşılır.

Şekil 7-8. Eyvan Örnekleri (Lalebey MahallesiNo:10 Sülüklü Sokak No:1

Şekil 9-10. Aralık Girişleri Ve Bodrum Örneği (Lale Bey Mah. No:10 Özdemir Mah Sabuncu Sok

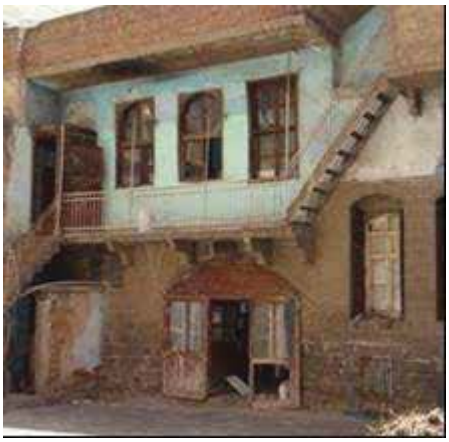
Şekil 11-12. Aralıktan Girilen Odalar (Binici Sokak No:16)

Bodruma avludan veya mutfaktan ulaşılır. Avluya bakan 40-60 cm yüksekliğinde pencereleri ile havalanan mekan kuzey yönde ve eyvan

veya aralıkların altı kullanılarak oluşturulan mekanlardır. Genellikle kuzey ve doğu yönlerinde konumlanan bodrumlar, yazın sıcak günlerinde bir soğuk hava deposu işlevi görmektedir.

Şekil 13-14. Bodrum Örneği (Karaozan Mah. No:6, Esma Ocak Evi)

Mutfak avlu ile aynı kodda olup geniş kemer açıklığı ile ulaşılan mekandır. Mutfakta bitişik yapı duvarına ortak duvarda bulunan üç, dört bölmeli ocak yemek pişirmek, su ısıtmak amacı ile yapılmıştır.



Şekil 15-16. Avludan Mutfak Girişi Ve Ocak (Prinçiler Sok No:8 Binici Sok No16

Diyarbakır evleri; son 60 yılda yaşanan toplumsal ve fiziksel nedenlerden dolayı bozulmakta ve zamanla yok olmaktadır. Kentte

yaşanan göç olayları sonucunda sur içindeki bos konutlara yerlesen aileler ekonomik açıdan yoksul ailelerdir. Sur içinde yer alan evlerin yeni sahipleri olan bu aileler; evleri kendi ihtiyaçları ve ekonomik yapıları dogrultusunda onararak, konut dokusunda mekansal bozulmalara neden olmuslardır. Yerel yönetimler; 1980 li yıllada hızlı nüfus artısı gösteren kentte, konut ihtiyacını kolay yoldan karsılayabilmek düsüncesiyle geleneksel evlerin yıkılarak yerlerine çok katlı konutların yapılmasına göz yummuşlardır. Alınan bu kararlar, beraberinde eski kent ve yapı ölçeginde bozulmalara neden olmustur [10,11].

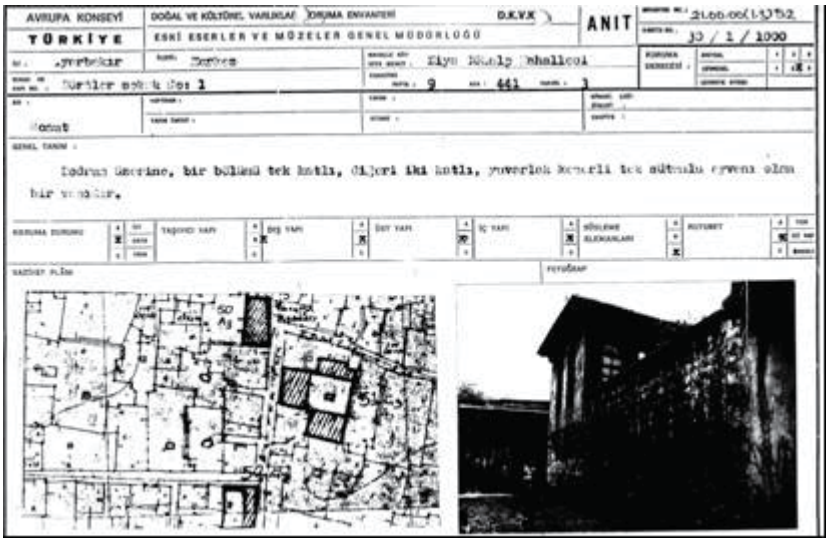
3. Rölöve Çalışması 9 Pafta 441 Ada 3 Parselde Yer Alan Geleneksel Diyarbakır Evinin Mevcut Durumu

Diyarbakır Sur İçi 9 pafta 441 ada 3 parselde bulunan tescilli yapı, Ziya Gökalp Mahallesi, Dörtler Sokak no:1 de konumlanmaktadır. Yapı kuzey ve doğusundan geçen iki sokağın kesiştiği parselin köşesinde yer almaktadır. Yapı, avlulu, eyvanlı, kemerli pencereleri ile doğu ve güney yönlerde iki kanatlı yapılmış olup, Diyarbakır mimarisinin bütün özelliklerini taşımaktadır.

Yapının çevresi eski yeni doku karışımıdır. Taşınmazın 50 m güneybatısında Behram Paşa Camii ve Mimarlar Odası evi bulunmaktadır. Yapı, geleneksel Diyarbakır evleri mimari ozelliğine gore bir avlu çevresinde bodrum + bir katlı ve duz damlı olarak insa edilmistir. Dikdortgen planlı avlunun doğusunda ve güneyinde yerleştirlen mekanlar ile L Plan tipinde yapılmıştır. Yapının kuzeydoğu köşesinde yer alan zemin+1 katlı bölüm günümüze ulaşmıştır.

Dörtler Sokağına bakan cepheden basık kemerli bir kapıdan, dikdörtgen, geniş bir avluya girilir. Avlunun kuzeyinde doğu ucundaki alt kat mutfak, banyo ve hela, üst kısmı ise baş oda

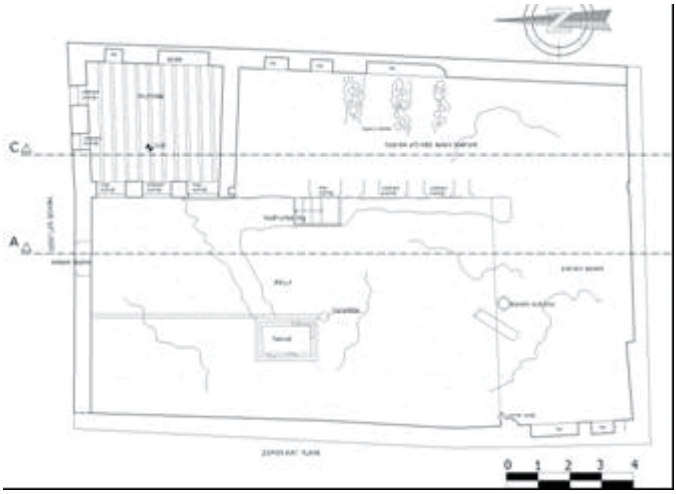
olarak yapılan oda dışında diğer bölümler (eyvan, aralık, ve odalar) bakımsızlık, terk ve doğa kaynaklı olarak yok olmuş.



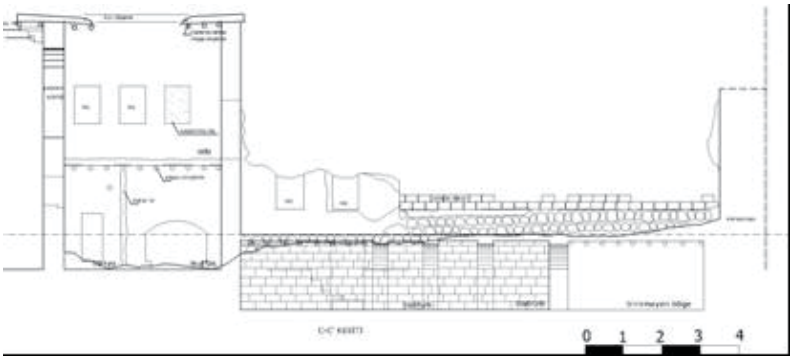
Şekil 17. Yapı tescil fişi ve yapının 1999 yılındaki durumu [12].

Yapının sokak duvarı moloz taş, giriş kapısı ve üst kat duvarlarında düzgün kesme bazalt taş kullanılmıştır. Sokak kapısı yuvarlak kemerli olup çevresi düzgün yonu taşı kaplama taş örgülüdür. Kapı üstünde saçak izleri yer almasına rağmen günümüze ulaşamamıştır. Batı duvarı özgününde taş kaplama olmasına rağmen günümüzde bitişik yapıların yeniden yapılmasından dolayı tuğla olarak değişmiştir.

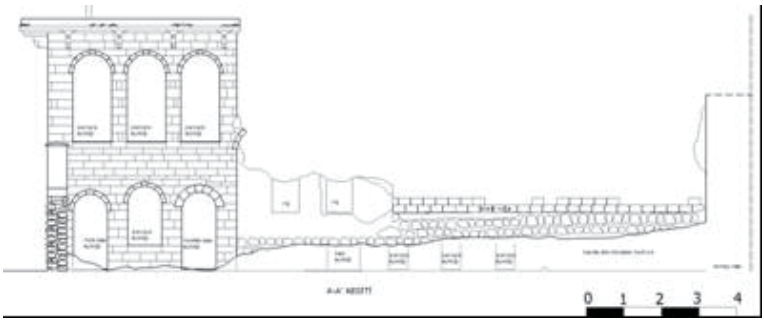
Avlu doğu cephesinde alt katta; hela kapısı, mutfak kapı ve penceresi ile aralık girişi, dört yuvarlak kemerli pencere ve eyvana bakan odanın yuvarlak kemerli kapı ve iki penceresi yer alır. Üst kattaki odanın önünde ise yuvarlak kemerli, üç pencere yer almaktadır. Bodrum pencereleri doğu cephesinde yer alır. Yapıda düzgün kesme taş ve moloz taş kullanılmıştır. Yapının ahşap kapı ve pencereleri ile demir doğramaları günümüze ulaşmamış, avluda yer alan havuz toprak ile doldurulmuştur.



Şekil 18.Zemin Kat Planı Rölöve Çizimi



Şekil 19. Günümüze Ulaşan Mekanlardan Kesit Rölöve Çizimi



Şekil 20. Avlu Doğu Cephesi Rölöve Çizimi

Eyvan kemerlerini taşıyan sütun kaidesi yerini korumakla beraber üst tarafında bulunan dairesel sutun kırılmıştır. Eyvan kemer açıklığı yıkılmıştır. Avlunun batısında eyvan duvarına bitişik yapının tuğla duvarı yer alır. Cephenin güney batı köşesinde eyvanda yer alan iki niş ile eyvan kemerinin oturduğu ayak üzerinde kemerli bir niş yer alır. Eyvan duvarı sıvalıdır.

Şekil 21-22. Sokak Kuzey Ve Doğu Cephesi

Şekil 23-24. Avlu Doğu Ve Kuzey Cephesi

1. Restitüsyon Çalışması

Yazılı ve görsel bilgiler, Diyarbakır Kültür ve Tabiat Varlıkları Koruma Bölge Kurulu'ndaki arşiv belgelerinden elde edilmiştir. Buna göre;

Yazılı belgeler: Diyarbakır sur içinde 1985'te yapılan tespit çalışmalarında yapı tescillenmiştir. Tescil fişinde yer alan yazılı bilgile yapının planı ile ilgili bilgileri içermektedir.

Görsel belgeler: Tescil fişi ve farklı tarihlerde çekilen resimler.
Karşılaştırmalı çalışmadan gelen bilgiler: Yapıda herhangi bir izi olmayan formu boyutu ve malzemesi ile karşılaştırmalı çalışma ile bilinenler tipolojik çalışma, ancak yazılı, görsel ve sözlü belgelerin desteklediği bilgilerdir.
Sözlü bilgiler ise yapıda uzun süre yaşamış olan ev sahiplerinin ikinci kuşak çocukları ve yakınları ile yapılan görüşmelerden elde edilmiştir.

Diyarbakır evleri bir avlu etrafında sıralanan mekanların, yazlık ve kışlık kullanımları ile sırlanması şeklinde oluşan bir planlama özelliği gösterir. Yapılan araştırma, inceleme ve yerinde yapılan kısmi temizlik çalışması sonucu, incelenen yapının geleneksel Diyarbakır ev planına uygun mekan dizilimine sahip olduğu görülmüştür.

Yapıya sokaktan basık kemerli demir bir kapı ile doğrudan avluya ulaşılır. Sokak cephesinde duvar, moloz taş örgülüdür Dikdörtgen planlı avluda, yapılar, avlunun güney ve doğusunda yer alan mekanlardan oluşmaktadır. Yapı kanadının doğu yönünde zemin katta hela, banyo, mutfak, bodrum, aralık ve iki oda, zemin +1 kodunda mutfak üzerine denk gelen ve aralıktan ulaşılan bir oda bulunmaktadır. Güneyde ise iki gözlü eyvan bulunmaktadır. Dikdörtgen biçiminde doldurulmuş havuz avlunun orta kısımlarına denk gelecek şekilde konumlandırılmıştır.

Restitüsyon, yapıların restorasyon kurallarına ışık tutacak, bugüne kadar geçirmiş oldukları bütün tarihi aşamalarının, yapının kendisinden ve yapı dışı kaynaklardan elde edilen bilgiler yardımıyla belirli bir mantık çerçevesinde saptanması ve tüm dönemlerini gösterir yorumunun çizilmesidir [13]. 9 pafta 441 ada 3 parselde yer alan geleneksel Diyarbakır evinin restitüsyon çalışmasındaki amaç; yapının günümüze kadar uğradığı değişiklikleri belirleyip özgün halini tespit ederek restorasyon çalışması için zemin hazırlamaktadır. Belgelere dayalı yapılan restitüsyon çalışmasında; öncelikle yapı ile ilgili kaynakların kesinlik derecelendirmesi ve kullanımının

gösterildiği Restitüsyon analizleri yapılmıştır. Bu analizlerde gösterilen kesinlik dereceleri paralelinde yapının bugünkü durumu da değerlendirilerek retorasyon önerileri oluşturulmuştur.

9 pafta 441 ada 3 parselde yer alan geleneksel Diyarbakır evinin restitüsyon çalışması yapılırken kullanılan kaynaklar ve bu kaynaklardan hangi konularda yararlanıldığı bilimsel çalışmalardan referans alınarak aşağıda maddeler halinde sıralanmaktadır [13-14-15].

A-Varlığı yapıda bulunması dolayısıyla kesinlikle bilinenler.
B-İzi olan yeri olan boyutu ve malzemesi yapıdaki diğer örneklerden gelen bilgiler.
C-Yazılı ve çizili kaynaklardan gelen bilgiler.
D-Sözlü kaynaklardan gelen bilgiler
E-Yapıda herhangi bir izi olmayan karşılaştırmalı çalışmadan gelen bilgiler
F-Mimari gereklilik; yapıda mimari yapı itibariyle olması gereken elemanlar.

Bu bağlamda elde edilen veriler aşağıda verilmiştir.

A-Varlığı yapıda bulunması dolayısıyla kesinlikle bilinenler; Günümüze ulaşan sokak kuzey duvarı ve kuzeydoğu yönünde yer alan iki katlı yapı, bodrum duvarı, eyvan sütün kaidesi, bingi, bazalt taş döşeme, ahşap kirişlerdir.
Yapılan temizlik ile bodrum için varlığı kesinlikle bilinen bilgilere ulaşılmıştır. Buna göre, yıkılan üst örtüden dolayı hafriyat altında kalan bodrumun mutfağın devamında avlunun doğu kanadında yer alan aralık ve iki odanın altında, avludan yaklaşık 1,00 m, yükseltilerek yerleştirilmiştir. Bodrum girişi aralık girişi bitimindedir. Bodrumun döşemesi 4 adet basık taş kemer ile taşıtılmıştır.

Şekil 25-26. Batı Cephesi yok olan aralık, oda ve bodrum ve İç mekan oda

Şekil 27-28. Sokak Doğu Cephesi Mutfak ve ocağı

B-İzi olan yeri, boyutu ve malzemesi yapıdaki diğer örneklerden gelen bilgiler; Kısmen yıkılan sokak doğu cephesi duvarı, aralıkta ikinci kata çıkışı sağlayan bazalt taş merdiven, mutfaktan geçilen banyo duvarı, yok olan bazalt döşeme ve ahşap kirişlerdir. Restitüsyon çalışmasında yok olan ve yeniden yapılan benzer mimari elemanlarda referans alınmıştır.

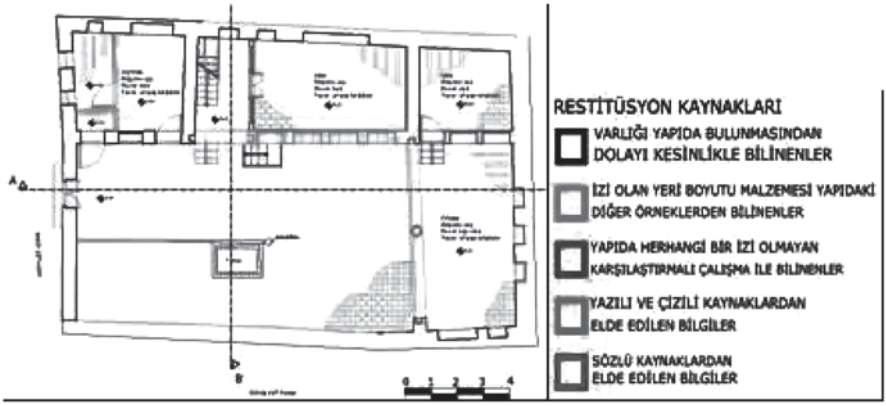
C- Yazılı ve çizili kaynaklardan gelen bilgiler; Diyarbakır kültür ve Tabiat Varlıkları Bölge Müdürlüğü'nde elde edilen yazılı ve görsel

arşiv belgelerinde elde edilen verileri kapsamaktadır. 1999 ve 2002 yıllarında çekilen resim ve yazılan raporlara göre günümüze ulaşamayan Avlu doğu cephesinde yer alan aralık ve aralıktan geçilen oda ile güney cephede yer alan iki kemerli eyvan, pencere, kapı ve demir parmaklıklar bilgilerine ulaşılmaktadır. Restitüsyon çalışmasında resimler ve yazılı anlatım yapıdan gelen izler takip edilerek boyut ve malzemeleri ile tamamlanmıştır.

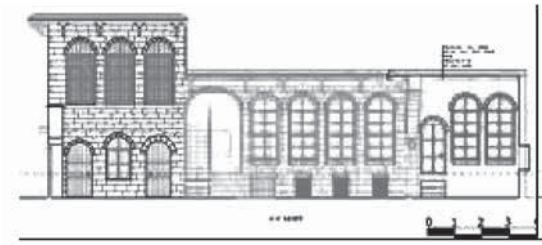
Şekil 29. Yapının 1999 yındaki durumu [12]

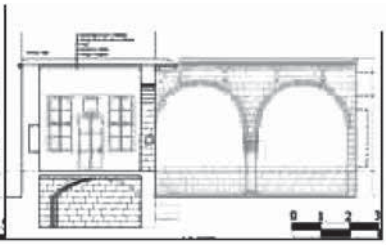
D-Sözlü kaynaklardan gelen bilgiler; Yapının ikinci kuşak kullanıcısı olan Derya ve Muhterem Elibol tarafından verilen bilgiler, yapıda güney cephedeki duvar izleri ile Diyarbakır evleri mekansal düzenlemesi paralel olduğundan sözlü bilgiler önemsenmiştir. Buna göre, avlu güneydoğu cephesinde eyvandan girilen mekan ve mekana çılan kapı ve pencereler düzenlenmiştir.

E-Yapıda herhangi bir izi olmayan karşılaştırmalı çalışmadan gelen bilgiler; Yapıda günümüze ulaşmayan kapı ve pencereler ile ilgili diğer Diyarbakır geleneksel evlerin verilerinden yararlanarak, ahşap kasa ve bölmeli kanatlar şeklinde pencereler, sokak kapısı üzerinde yer alan saçak izleri takip edilerek aynı boyutlarda olan örneklere uygun bazalt taş ve bingilere oturacak şekilde, dam örtüsünün toprak damlı olarak yapılmıştır.



Şekil 30. Zemin Kat Restitüsyon Planı





Şekil 31. A-A Kesiti Şekil. 32. B-B Kesiti

Diyarbakır Suriçi bölgesinde var olan anıtsal yapılar ve sivil mimarlık örneği yapılar ilk olarak 1980 yılında Korunması Gerekli Taşınmaz Kültür Varlığı olarak tescil edilmiştir. 1988 yılında Suriçi Kentsel Sit alanı olarak tescil edilirken, koruma yaklaşımında tek yapı koruma yaklaşımından alansal koruma yaklaşımına da geçiş yapılmıştır. Günümüzde tescilli ev sayısı 342dir [11]. Bu evlerin bir kısmı kullanılmadığından bir kısmı da farklı ailelerin kullanımında olmasından kaynaklı fiziksel bozulmalara neden olmaktadır. İncelen yapı 20 yıldır terk edilmiştir. Zamana ve bakımsızlığa bağlı olarak yapıda mekanların ve mimari elemanların yok olmasına neden olmuştur. Söz konusu yapının tüm olumsuzluğa rağmen farklı zamanlarda yapılan yazılı ve görsel belgelemelere sahip olması ve parsel boyutlarının değişmemiş olması restitüstonun yapılmasına olanak sağlamıştır. Bu durum yapının özgün durumuna kavuşturulmasına, yeniden yapım ve tamamlanmasında önemli etkenlerdir İncelen yapıda yok olan mimari ve mekansal

elemanlar, avlu ve eyvana bakan iki oda ile merdiven, döşeme, kiriş, üst örtü, metal korkuluk, niş, pencere ve kapı gibi mimari elemanların özgün formu ve boyutu ile ilgili yazılı, görsel ve sözlü bilgiler ile günümüze ulaşan evlerden karşılaştırmalı çalışma ile restitüsyon çalışması yapılmıştır. Bu bağlamda kültürel varlıkların çeşitli olağan ve olağanüstü nedenlerle, (bakımsızlık, terk, savaş, doğal afet vb) yok olması durumunda yapı ile ilgili bilgi belge dökümanlarının zaman içinde eklenerek korunması yapıların yeniden yapım. Restitüsyon ve tamalanmalarına katkı sunacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada arşivlerinden yararlanmamı sağlayan Diyarbakır Kültür ve Tabiat Varlıkları Bölge Müdürlüğüne teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

[1]. Tuncer Orhan Cezmi, 1999, "Diyarbakır Evleri" Diyarbakır Büyük Şehir Belediyesi Kültür Sanat Yayınları.
[2]. Anonim 1, 2006, Diyarbakır Nazım İmar Planı Planlamaya Geçiş Raporu Anonim 2,2011, Diyarbakır-Sur Koruma Amaçlı İmar Planı Revizyon Raporu.
[3]. http://nkg.tuik.gov.tr
Çatalbaş, F., 2012/1 "Suriçi bölgesi kentsel dönüşüm projesi ve Diyarbakır turizmine katkısı," Journal of Faculty of Theology of Bozok University. pp 47-65.
[5]. Kubat, M. C. 2001. Diyarbakır tarihi sur içi yerlesimi dönüsüm/degisim sürecinde koruma olgusu. Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü sehir ve bölge planlama anabilim dalı yüksek lisans tezi, 153s, Gebze.
[6]. Anonim 3, 2005, Gap sanayi raporu. Diyarbakır ticaret ve sanayi odası, 52 s, Diyarbakır
[7]. Erten, M. 2001, İlimiz Diyarbakır. Kare yayınları, 91s, İstanbul.
[8]. Özyılmaz H, 2007, Diyarbakır Geleneksel Konut Mimarisinde Morfolojik Analiz: Geleneksel Konutların Güncel Kullanımda Değerlendirilmesi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Doktora tezi.
[9]. Akdogan, G. 1973. Diyarbakır'ın bazı geleneksel ve tarihi bahçeleri üzerine bir arastırma. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara.
[10]. Çıtam F. B. 2007 "Diyarbakır kent dokusunun turizm ve rekreasyon kaynaklarının peyzaj mimarlıgı açısından değerlendirilmesi" Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
[11]. Anonim 4, 2012, Diyarbakır Sur İçi Koruma Amaçlı İmar Plan Açıklaması
[12]. Diyarbakır Kültür ve Tabiat Varlıkları Bölge Müdürlüğü Arşivi

[13]. Urak, G., 1996, Restorasyon Kuramları, Basılmamış ders notları, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Ana Bilim Dalı, Ankara
[14]. Madran, E. ve Özgönül, N. 2005. Kültürel ve Dogal Degerlerin Korunması. TMMOB Mimarlar Odası, 190s, Ankara.
[15].Dağtekin E., 1999, Diyarbakır Çardaklı Hamamı Restorasyonu, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans tezi.

Geleneksel Yapı Ustalığını Öğretmek: Güzel Sanatlar Fakültesinde Usta-Çırak Sisteminin Uygulanması

ÖZLEM KARAKUL[1]

ÖZET

Mimari mirasın korunması süreci, çok disiplinli bir alandır. Kültürel mirasın niteliğine ve sorunlarına bağlı olarak koruma alanında deneyimli mimar, koruma alanında uzmanlaşmış farklı disiplinler ile birlikte çalışmaktadır. Bu disiplinlerden birini temsil eden yapı ustaları, tarihi çevrelerde geleneksel yapı üretimi yanında, restorasyonlarda da önemli roller üstlenmektedir. Günümüzde, kültür varlığı olarak tanımladığımız yapıların restorasyonunda çalışacak geleneksel teknikleri bilen usta bulunamadığı gibi, geleneksel yapım tekniklerine ilişkin bilginin de yok olması tehdidi ile karşı karşıyayız. Bu bakımdan, geleneksel yapı ustalarının yapım teknikleri ile ilgili bilgilerinin kayıt altına alınması ve geleceğe aktarımı oldukça önemlidir. Bu çalışma, geleneksel yapı ustalarının bilgi ve becerilerinin yeni nesle aktarımına yönelik örnek bir uygulama olarak, "Geleneksel Mimarinin Yaşayan İnsan Hazineleri: Yapı Ustaları (GMYİH) Çalıştayı"'nı ele almaktadır. Uygulamalar, geleneksel yapı ustalarının korunması çalışmalarına katkıları yönünden değerlendirilecektir.

Anahtar Sözcükler: Geleneksel yapı ustaları, bilgi, beceri, usta-çırak ilişkisi

[1] Yrd.Doç.Dr., Selçuk Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Öğretim Üyesi

1. GİRİŞ

Tarihi çevreler, yapı ustalarının, çevresel özellikler ile kültürel pratik ve anlatımlardan oluşan yerel koşulları ele alış biçimlerinin ürünleridir (Karakul 2012). Oluşum sürecinde, var olan çevresel koşullar ve kültürel yapı, yapı ustalarının bilgi, beceri ve yöntemleriyle şekillenerek, yeni ve özgün bir senteze dönüştürülür. Farklı yörelerde, değişen çevresel koşullar ve kültürel öğelerin birliktelikleri, yerel yapı kültüründeki çeşitlilik ve zenginliklerin kaynağıdır. Bu bağlamda, yapı odaklı koruma yaklaşımları yanında, yapı ustalarının etkinlikleri, kültür içinde şekillenmiş geleneksel yapım teknikleri, ustaların bilgi, beceri, anlam ve değerlerinin de belgelenmesi ve korunmasına önem verilmelidir. Geleneksel yapı üretim sürecinde, yapı ustalarının kullandıkları yöntem, bilgi ve becerilerin usta ile çırak arasındaki aktarımı, yerel yapı geleneğinin sürekliliğini de sağlamaktadır (Marchand, 2007 and 2008). Bu nedenle, yapı ustalarının bilgi ve deneyimlerinin aktarılmasında, usta-çırak sisteminin geliştirilmesi gerekmektedir.

"Geleneksel zanaatlar", UNESCO 2003 Sözleşmesi[2]'nde somut olmayan kültürel mirasın ilişkili olduğu alanlardan biri olarak tanımlanmaktadır (Karakul 2011). Geleneksel mimaride somutlaşan yapı ustalarının bilgi ve yaratıcılıkları da, geleneksel zanaat ürünü olarak kabul edilebileceğinden, somut olmayan kültürel miras kapsamında ele alınmaktadır. UNESCO'nun somut olmayan kültürel mirası koruma çalışmalarında, geleneksel zanaat uygulayıcılarının sayılarındaki azalmanın, mirasın yaşayabilirliğine en büyük tehdidi oluşturduğu vurgulanmaktadır. Somut olmayan kültürel mirasın, yapı kültüründeki izdüşümünü oluşturan, geleneksel ustalık bilgisi, becerileri ile kültürel anlatımların korunması, uygulamanın sürekliliğini ve nesiller arası aktarımı gerektirdiğinden, yaşayan uygulayıcılar olarak yapı ustalarının bulunması, tanınması, uygulamaya ve bilgi aktarımına yönelik uygun yöntemlerin oluşturulması gereklidir. Bu bağlamda, oluşturulan "UNESCO Yaşayan İnsan Hazineleri Sistemi" içinde, yaşayan kültürel geleneklerin tanığı ve toplumların yaratıcı zekâsını temsil etmesi açısından

[2]UNESCO 2003 Sözleşmesi'nde somut olmayan kültürel miras," toplumların, grupların ve bireylerin, kültürel mirasının parçası olarak tanımladığı, pratikler, temsiller, anlatımlar, bilgi, beceri ve araçlar, objeler, sanat ürünleri ve ilişkili kültürel mekânlar" olarak tanımlanmaktadır. Mirasın belirdiği alanlar olarak, " gösteri sanatları, toplumsal uygulamalar, ritüeller ve şölenler; doğa ve evrenle ilgili bilgi ve uygulamalar ve el sanatları geleneği" belirtilmektedir.

yüksek düzeyde bilgi ve deneyime sahip ustaların tespit edilmesi ve bilgilerini yeni nesillere aktarılması için uygun örgütlenmelerin oluşturulması amaçlanmaktadır (Karakul, 2011).

UNESCO'nun Yaşayan İnsan Hazineleri Sistemi'ni oluşturması sonrası süreçte, Türkiye ulusal envanter sistemi kurmaya yönelik çalışmalara başlamıştır. Türkiye, 2006 yılında UNESCO 2003 Sözleşmesi'ne taraf olmuş; ardından, 2008 yılında, T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı, Araştırma ve Eğitim Genel Müdürlüğü, "Somut Olmayan Kültürel Miras ve Yaşayan İnsan Hazineleri Sistemi Ulusal Envanteri" oluşturulması çalışmalarını başlatmıştır. Bu çalışmalar kapsamında, yaşayan insan hazinelerini saptamada kullanılan ölçütler; "(1) ustalığını 10 yıldır icra ediyor olması; (2) sanatını usta-çırak ilişkisi ile öğrenmiş olması; (3) bilgi ve becerisini uygulamadaki üstünlüğü; (4) konusunda ender bulunan bilgiye sahip olması; (5) kişi veya grubun yaptığı işe kendini adamışlığı; (6) kişi veya grubun bilgi ve becerilerini geliştirme yeteneği (sanatının toplumla buluşmasını sağlayacak yenilikler içermesi); (6) kişi veya grubun bilgi ve becerilerini çırağa aktarma becerisi (bir çırak yetiştirmiş olması)"[3] olarak belirlenmiştir. 2010 yılında yapılan değerlendirmeler sonucunda, Ahlat yöresi taş ustası, Tahsin Kalender, yapı alanında, Yaşayan İnsan Hazineleri Ulusal Envanteri'ne yapı alanında giren ilk usta olmuştur. Türkiye'nin bugüne kadar kayıt altına alınan yalnızca bir yapı ustasının olması, konunun yapı kültürü içindeki uygulayıcılarının araştırılması alanındaki eksiklere de işaret etmektedir. Bu kapsamda, bu çalışma, geleneksel yapı ustalarının araştırılmasına yönelik gerçekleştirilen "Geleneksel Mimarinin Yaşayan İnsan Hazineleri: Yapı Ustaları (GMYİH) Çalıştayı"[4] deneyimini tartışarak, Türkiye'nin Yaşayan İnsan Hazineleri Ulusal Envanteri oluşturulmasına yönelik çalışmalara katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

---

[3]Yaşayan İnsan Hazineleri Ulusal Envanteri, http://aregem.kulturturizm.gov.tr/TR,12929/yasayan-insan-hazineleri-ulusal-envanteri.html

[4] Bu makale, daha önce hazırlanan, Özlem Karakul'un editörlüğünü yaptığı "Geleneksel Mimarinin Yaşayan İnsan Hazineleri" (Karakul, 2014) kitabında ki makalenin ve 9. Uluslararası Akdeniz Havzasında Anıtların Korunması Sempozyumu'nda sunulan bildirinin verileri kullanılarak oluşturulmuştur.

2.USTA-ÇIRAK SİSTEMİYLE GELENEKSEL USTALIKLARIN ÖĞRETİLMESİ: GMYİH ÇALIŞTAYI

GMYİH Çalıştayı, Selçuk Üniversitesi'nde 2013-2015 yılları arasında yürütülen, "Geleneksel Mimarinin Yaşayan İnsan Hazineleri: Yapı Ustaları / Koruma Yaklaşımı Olarak Usta-Heykeltıraş İlişkisinin Kurulması" (GMYİH) projesi kapsamında, usta-çırak ilişkisinin geliştirilmesine yönelik uygulama olarak 15-21 Mayıs 2013 tarihinde düzenlenmiştir. GMYİH projesinin temel amaçlarından biri, yapı ustalarının bilgi, beceri ve deneyimlerini sürdürebilmelerinin yolu olarak usta-çırak ilişkisinin geliştirilmesine yönelik yaklaşımlar geliştirmektir (Karakul 2014). Bu amaçlar doğrultusunda, geleneksel yapı ustalığını, somut ve somut olmayan yönleri ile bir bütün olarak anlamak, belgelemek, aktarmak ve korumak üzere, bir çalışma programı oluşturulmuştur. Uygulanan çalışma programının aşamalarından biri, usta-çırak ilişkisinin geliştirilmesine yönelik uygulamalar gerçekleştirmektir. Bu uygulamaların, hem ustaların bilgi ve becerilerini yeni nesillere aktarmak, hem de toplumda konuya ilişkin bir duyarlılık geliştirmesi hedeflenmiştir. Bu uygulamalardan biri olan GMYİH Çalıştayı'na restorasyon uzmanı mimar proje koordinatörü yürütücülüğünde, ahşap ve taş konusunda uzmanlaşmış yapı ustaları ile Heykel bölümü öğrencileri katılmışlardır.

Selçuk Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Heykel Bölümü atölyelerinde düzenlenen çalıştay kapsamında, yapı ustalarının bilgi ve becerilerini yeni nesillere aktarmak üzere, usta–çırak ilişkisini yeniden canlandırmaya yönelik çeşitli uygulamalar yapılmıştır. Çalıştay kapsamında, Kapadokya Bölgesi ve Konya'dan, taş ve ahşap konusunda uzmanlaşmış ustalar ile heykel bölümü öğrencilerinden oluşan üç grup, usta-çırak ilişkisi içinde çalışarak, üretimler yapmışlardır. Çalıştay süresince, tarihi yapı ve çevrelerden seçilen, geleneksel mimari eleman ve bezeme örnekleri, ustaların bilgi ve teknikleri kullanılarak, taş ve ahşap malzemelerden atölye ortamında yeniden üretilmiştir. Çalışma süreci boyunca, öğrenciler, ustaların restorasyon ve yeni yapı inşa süreçlerindeki deneyimlerini, çıraklık dönemlerini ve ustalığı öğrenme süreçlerini anlamaya yönelik, derinlemesine görüşmeler yapmışlardır. Çalıştay süreci boyunca, öğrenciler ses ve görüntü kayıtları almışlardır. Çalıştay sonunda, katılımcı usta ve öğrencilere UNESCO Türkiye Milli Komisyonu ve T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı logosu bulunan sertifika verilmiştir.

2.1. **Grup I: Tüf Taşı Ustaları ve Heykel Bölümü Öğrencileri**

İlk çalışma grubu[5], Kapadokya Bölgesi'nden, tüf taşı oyma ve biçimlendirme konusunda deneyimli üç usta ile üç heykel bölümü öğrencisinden oluşmuştur. Grup, Kapadokya geleneksel konutuna ait iki mimari elemanı gerçek ölçeğinde, kaya oyma bir yerleşim yerini ise ölçeğini küçülterek üretmişlerdir. Bilindiği gibi, Kapadokya Bölgesi'nde, geleneksel konutları oluşturan mekânlar, "oyma" ve "yığma" olmak üzere iki farklı yöntemle üretilmişlerdir (Stea and Turan, 1993; 190). Oyma yöntemiyle elde edilen tüf taşları, ikincil duvarlarda dolgu malzemesi olarak, avlu duvarlarında ve mimari eleman üretiminde kullanımlarının yanında, yapı taşı olarak da kullanılmaktadır (Karakul, 2013).

Grup ilk olarak, midye kabuğu motifleri ile dairesel şekilli rozetler içeren, bezemeli bir nişi birebir ölçeğinde yapmışlardır. Kapadokya Bölgesi geleneksel konutlarının tamamında, iç mekânlarının duvarlarında, farklı boyutlarda, farklı motiflerle süslenmiş nişler bulunmaktadır. Bu geleneksel mimari elemanın çalışılması sırasında, öğrenciler, Kapadokya geleneksel konutları ve motiflerin anlamları hakkında fikir sahibi olmuşlar, ustaların motifleri yontma tekniklerini öğrenmişlerdir.

[5] Grupta yer alan ustalar, ustabaşı Adnan Açıkgöz, Salih Yaşar, Atilla Özyürek; öğrenciler, Elif Dertli, Meryem Hüsna Çelik, Gülay Kaya'dır.

Resim 1. (Sol) Tüf taşından geleneksel teknik ve araçlar kullanılarak üretilmiş bezemeli niş (Karakul, 2013)

Resim 2. (Sağ) Tüf taşından geleneksel teknik ve araçlar kullanılarak üretilmiş bezemeli şömine (Karakul, 2013)

İkinci olarak, Kapadokya geleneksel konutuna ait geometrik motiflerle bezenmiş bir şömine, gerçek ölçeğinde üretilmiştir. Şömine üretimi sırasında, ustalar, öğrencileri eski ve özgün bir şömine taşını, yeni malzemeyle bütünlük içinde kullandırmaya yönlendirmişlerdir. Restorasyon konusunda oldukça deneyimli olan ustalar, özgün malzemenin olabildiğince kullanılmasını, olmadığı durumlarda özgünle uyumlu yeni malzemeden tamamlamalar yapılmasının gerekliliğini öğrencilere anlatmışlardır. Böylece, özgün ve yeni malzemeyi birlikte kullanarak tamamladıkları şömine üretim süreci boyunca öğrenciler, tüf taşı ustalık ve teknikleri yanında, restorasyon konusunda farklı duyarlılıklar da kazanmışlardır.

Grup son olarak, Kapadokya Bölgesi'nde, jeolojik yapının uygunluğundan dolayı oldukça yaygın olan bir kaya oyma yerleşim yerini, ölçeğini küçülterek üretmişlerdir. Bu üretim sırasında, ustaların getirmiş olduğu bir yerleşim yeri fotoğrafından yararlanılmış, tüf taşı oyma yöntemi kullanılarak 3 boyutlu peri bacası yerleşim birimi üretilmiştir.

Resim 3. Tüf taşından geleneksel teknik ve araçlar kullanılarak üretilmiş oyma yerleşim birimi (Karakul, 2013)

Tüm çalışma süreci boyunca, usta başı, diğerleriyle fikir alış verişinde bulunarak üretmeyi düşündüğü mimari elemanların genel özelliklerini tanımlamış; diğer ustalar, öğrencilere, tasarımın genel hatlarını, özel aletler kullanarak, taşa çizmeleri konusunda yardımcı olmuşlardır. Ustaların kullandığı araçlar ve yontma biçimleri, heykel bölümü öğrencilerinin atölyelerinde kullandığı tekniklerle benzerlik göstermesinden dolayı, çalışma süreci oldukça rahat bir şekilde tamamlanmıştır. Ustalar ve öğrenciler arasındaki iyi iletişim, ustaların bilgi ve becerilerini aktarımlarını kolaylaştırmıştır. Uygulamalar sırasında kullanılan başlıca aletler, "taraklı çekiç, gönye, şakül, külük, düğdülü" dür.

2.2. Grup II: Mermer Ustası ve Heykel Bölümü Öğrencileri

İkinci grup[6], mermer konusunda deneyimli, Konya'lı taş ustası ile üç heykel bölümü öğrencisinden oluşmaktadır. Grup, başlık, gövde ve kaideden oluşan bezemeli tarihi bir sütunu, küçük ölçekte üretmişlerdir. İlk olarak, usta, sütun hakkındaki görüşlerini, özellikle, başlık, gövde ve kaidenin tasarımına ilişkin fikirleri ile çizme ve yontmadan oluşan çalışma süreci hakkındaki düşüncelerini öğrencilerle paylaşmıştır. Öğrencilerle fikir alışverişi içinde kararlaştırılan sütun başlığı, İyon düzeninde; kaide ve gövde ise değişik

[6] Grupta yer alan mermer ustası, Mehmet Emin Kabakçı; öğrenciler, İbrahim Demir, Abdullah Bayru ve Yunus İrice'dir.

geometrik ve bitkisel motiflerle bezenmiş olarak planlanmıştır. Öğrenciler, ilk olarak mermer üzerine kopya kağıdıyla motifleri çizerek, üzerinden el aletleriyle oyma yöntemini uygulamışlardır. Mermer, çalışılması oldukça güç bir malzeme olmasına karşın, blokların önceden düzeltilmiş olması, çizme ve yontma süreçlerini, öğrenciler açısından kolaylaştırmıştır. Çalışmada kullanılan aletler, "madırga (çekiç) murç, çarpacak, dişli, elmas kalem, mucarta" dır.

Resim 4. (Sol) Mermer ustası, sütun başlığı konusunda çırağına bilgi aktarırken (Karakul, 2013)

Resim 5. (Sağ) Sütun başlığını mermerden yontma işlemi (Karakul, 2013)

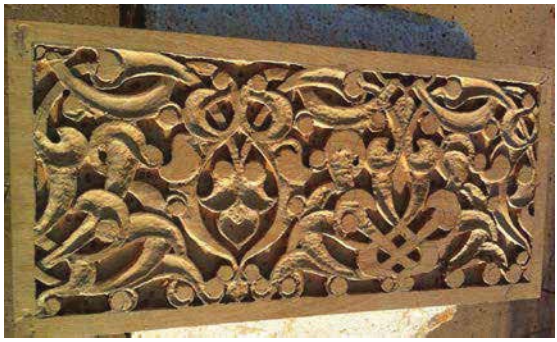
Resim 6. (Sol) Sütun kaidesi üzerine motif çizme işlemi (Karakul, 2013)

Resim 7. (Sağ) İkinci grup üretimi: Bezemeli tarihi sütun (Karakul, 2013)

2.3. Grup III: Kündekari Ustası ve Heykel Bölümü Öğrencileri

Üçüncü grup[7], ahşap ustalığında oldukça deneyimli, Konya'lı kündekari ustası ile üç heykel bölümü öğrencisinden oluşmaktadır. İlk olarak, usta öğrencilere, ahşap ustalığı ile ilgili, özellikle, "rölyef oyma"[8] denilen bezemelerin ahşaba yontulması sürecine ilişkin teknik bilgileri aktarmıştır. Çalışma süreci, geometrik desenin tasarımı ve kağıda çizimi konusunda ustayla yapılan fikir alışverişiyle başlamış; daha sonra, tasarlanan desen, ustanın yardımıyla, öğrenciler tarafından ahşap yüzeyine aktarılmıştır. Çalışmada kullanılan ahşabın cinsi kayındır. Oyma ve yontma sürecinde, "ıskarpela, el frezesi, keser, çekiç ve tokmak" gibi el aletleri kullanılmıştır.

[7] Grupta yer alan usta, Ahmet Yılçay; öğrenciler, Abdullah Gümüş, Furkan Payas ve Figen Demir'dir.
[8]Bak. http://en.wikipedia.org/wiki/Relief_carving



Resim 8. (Sol) Kündekari ustası, çırağına oymacılık bilgileri anlatırken (Karakul, 2013)

Resim 9. (Sağ) Üçüncü grup üretimi: Ahşap oyma çalışması (Karakul, 2013)

3.TARTIŞMA VE SONUÇ

Geleneksel yapı ustalarının koruma alanındaki önemli rollerine karşın, yapılan çalışmaların sayısı istenen düzeyde değildir. Bu kapsamda, konuyla ilgili yapılacak yeni çalışmalara ivedilikle ihtiyaç duyulmaktadır. Bu ihtiyacın saptanması üzerine planlanan GMYİH Projesi, geleneksel ustalık bilgisi konusunda farkındalığın artırılması ve bu bilginin yeni nesillere aktarımı konusunda güzel sanatlar fakültelerinde uygulanabilecek bir çalışma programı geliştirmiştir. Geleneksel zanaatların korunması için usta-çırak ilişkisinin geliştirilmesi yaklaşımından yola çıkan "Geleneksel Mimarinin Yaşayan İnsan Hazineleri" GMYİH Çalıştayı kapsamında, Heykel bölümü öğrencileri ile yapı ustalarının usta-çırak ilişkisi içinde yaptığı uygulamalar, güzel sanatlar fakültesi mezunlarının kültürel miras koruma ve restorasyon sürecine katılımlarına yönelik bir yöntem önerisi ortaya koymaktadır. Bu anlamda, projenin geliştirdiği yöntem önerisi, güzel sanatlar fakültelerinde ve meslek yüksekokullarında tekrarlanabilecek nitelikler taşımaktadır. Konunun farklı boyutlarıyla ilgili, yapılacak yeni çalışmalar, geleneksel yapı ustalarının bilgi, beceri ve yöntemlerinin belgelenmesi ve Türkiye'de halen yaşayan yapı ustalarının envanterinin oluşturulması konusuna öncelik vermelidir. GMYİH Çalıştayı, izlediği

yöntem ile geleneksel yapı ustalarının bilgi ve becerilerinin korunması ve geleceğe aktarımı konusunda, koruma çalışmalarına katkıda bulunmuş; konuyla ilgili toplumsal farkındalık oluşmasını sağlamıştır.

KAYNAKLAR

[1] Karakul, Ö. (2014). Geleneksel Mimaride Kültürel Anlatımların Korunması: Yaşayan İnsan Hazineleri Sistemi", *Geleneksel Mimarinin Yaşayan İnsan Hazineleri*, ed. Özlem Karakul, Ankara: Grafiker Yayınları, 13-36.

[2] Karakul, Ö. (2014). An integrated methodology for the conservation of traditional craftsmanship in historic buildings. *9th International Symposium on the Conservation of Monuments in the Mediterranean Basin*, 3-5 Haziran 2014, ODTÜ, Ankara

[3] Karakul, Ö. (2013). *A Holistic Approach to Historic Environments: Integrating Tangible and Intangible Values*, Germany: Lap Lambert Academic Publishing.

[4] Karakul, Ö. (2012). Re-Creating Local Building Technology As A Way For Conserving Intangible Cultural Heritage, ICONARCH 1, International Congress of Architecture-I, 15-17 November, Konya

[5] Karakul, Ö. (2011). A Holistic Approach to Historic Environments *Integrating Tangible and Intangible Values Case Study: İbrahimpaşa Village in Ürgüp*, METU., Department of Architecture, Graduate program of restoration, PhD Thesis.

[6] Marchand, T. (2007). Crafting Knowledge: The Role of 'Parsing and Production' In the Communication of Skill-Based Knowledge among Masons, *Ways of Knowing: Anthropological Approaches to Crafting Experience and Knowledge*, ed. Mark harris , New York: Berghahn Books, 181-202.

[7] Marchand, T. H. J. (2008). Muscles, Morals and The Mind: Craft Apprenticeship and The Formation of Person, *British Journal Of Educational Studies*, *vol.56*, no:3, p.245-271

[8] Stea, D., Turan, M. (1993). *Placemaking Production of Built Environment in Two Cultures*. Great Britain.

[9] *Convention for the Safeguarding of the Intangible Cultural Heritage*. 32nd Session of the General Conference. September 29- October 17. Paris. Retrieved December 23, 2004, from http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001325/132540e.pdf)

[10] UNESCO Yaşayan İnsan Hazineleri Sistemi http://www.unesco.org/culture/ich/index.php?lg=en&pg=00061

[11] Türkiye'nin Yaşayan İnsan Hazineleri Ulusal Envanteri http://aregem.kulturturizm.gov.tr/TR,12929/yasayan-insan-hazineleri-ulusal-envanteri.html

Anadolu Selçuklu ve Osmanlı dönemi darüşşifalarında uygulanan çatı akaçlama sistemleri

GÜLŞEN DİŞLİ[1*], ZÜHAL ÖZCAN[2]

ÖZET

Bu çalışma ile Anadolu Selçuklu döneminden dört adet ve Osmanlı döneminden sekiz adet olmak üzere günümüzde kısmen ya da tamamen ayakta kalabilen darüşşifalarda daha önce bilimsel olarak araştırılmamış ve unutulmaya yüz tutmuş olan çatı akaçlama sistemleri, arazi tespit çalışmaları ve kaynak araştırmaları ile incelenmiş ve bu sistemlerin çalışma prensipleri ve teknolojik gelişmeleri araştırılmıştır. Çalışmada öncelikle belgeleme, analiz ve değerlendirme aşamalarını kapsayan çalışma yöntemi ile veriler toplanarak sunulmuştur. Yapılan bu araştırma ile modern hastane yapılarının ve buna bağlı tesisat sistemlerinin gelişmesiyle birlikte, araştırma kapsamında incelenen darüşşifaların özgün işlevlerini yitirerek, işlevsel ve fiziksel değişim, bozulma ve terkedilmelere maruz kaldıkları tespit edilmiştir. Zamanın teknolojisi, bölgenin iklim ve çevre koşulları ve bölgede bulunan mevcut malzemeler darüşşifalarda uygulanan çatı örtü tipleri, tasarımı ve akaçlama sistemlerinin gelişimi açısından belirleyici faktörler olmuş, Anadolu Selçuklu dönemi darüşşifalarında içte tonoz ya da kubbe ile örtülü olan mekânların üstte toprak ya da taş kaplı düz dam ile örtüldüğü, Osmanlı döneminde ise kubbe uygulamasının yaygınlaştığı gözlenmiştir.

Anahtar Sözcükler: darüşşifa, çatı akaçlama, Selçuklu/Osmanlı dönemi

[1] T.C. Başbakanlık Vakıflar Genel Müdürlüğü, Sanat Eserleri ve Yapı İşleri Daire Başkanlığı, Milli Müdafaa Cad., 06100, No: 20/11 Kızılay Ankara; Tel: (0312) 415 5251; disli001@umn.edu.
[2] Atılım Üniversitesi, Güzel Sanatlar Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, Kızılcaşar Mah., 06830, Incek, Ankara; Tel: (0312) 586 8578; zuhal.ozcan@atilim.edu.tr.

1. GİRİŞ

Darüşşifalarda çatı akaçlama sistemlerini belirlemek amacıyla öncelikle bu sistemlerin tarihsel gelişimi incelenmiş ve araştırma kapsamında incelenen Anadolu'daki darüşşifa yapılarında yerinde yapılan tespitler ile bu yapılardaki özgün çatı akaçlama sistemleri tespit edilmeye çalışılmıştır. Böylece çatı akaçlama sistemlerinin tarih içinde gösterdiği gelişim ve değişimler incelenerek, Anadolu Selçuklu ve Osmanlı dönemindeki benzerlik ve farklılıklar araştırılmış ve çatı akaçlama sistemleri için koruma önerileri geliştirilmiştir.

Tarihi yapılarda çatı akaçlama sistemleri üzerine yapılan çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bunlardan Aksaray'da yer alan Ağzıkarahan, çatı akaçlama sisteminin yeterliği açısından değerlendirilen yapılar arasındadır [1]. Ankara, Şengül Hamamı da çatı akaçlama sistemindeki hatalar ve sistemin yeterliği açısından kapsamlı olarak çalışılmıştır [2-5]. Anadolu'da tarihi çatı tiplerinin incelendiği araştırmalar da mevcuttur. Seçkin Anadolu'daki toprak damlı evler üzerine bir çalışma yapmış, Oğuz da Anadolu'da karşılaşılan düz damları detayları ile araştırmıştır [6-7]. Ancak yapıların çoğunda özgün çatı ve akaçlama sistemlerinin değiştirilmiş olması tarihteki ve darüşşifalardaki çatı akaçlama sistemlerinin tespitinde güçlüklere neden olmuştur.

Çatı akaçlama sistemlerinin tasarımında önemli olan iki unsur; yağmur suyunun hızla ve eşit bir şekilde çatı yüzeyinden boşaltılması ve yağışın ardından çatı yüzeyinde lokal göllenme riskinin önlenmesidir. Suyun hızlı ve eşit boşaltımı ise; çatıdaki düzgün yüzey tesviyesi, çatı akaçlama sistemindeki yeterli boşaltım kapasitesi ve uygun çatı örtü malzemesinin seçimine bağlıdır [1]. Yağmur suyunun, çatının yüksek noktalarından boşaltım elemanlarına doğru doğrudan akışını sağlayabilmek için, yeterli bir çatı yüzeyi tesviyesinin sağlanması gereklidir. Yine, özellikle de kısa süreli yoğun yağmurlarda, çörten, yağmur iniş borusu ve oluğu vb. yağmur suyu boşaltım elemanlarının kapasitelerinin, yağmur suyunu toplama, çevreleme ve boşaltma için yeterli olması önemlidir. Seçilen çatı örtü malzemesinin de, detay ve malzeme karakteristiği açısından çatı strüktürü ile uyumlu olması, aynı zamanda da hâkim iklim koşullarına karşı dayanaklı olması gereklidir [1, 3]. Çatı akaçlama sistemleri, yapıların çatı örtü şekillerine göre değişiklik göstermektedir. Son kat tavanından başlayarak, son koruyucu katmana kadar bir bütün oluşturan çatı örtüsü, yapıyı, yağışlardan, rüzgârdan, güneşten ve diğer dış etkenlerden koruyan bir yapı elemanıdır.

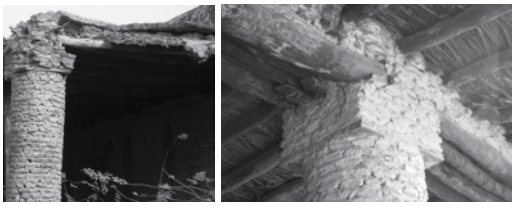
Anadolu'da kullanılan başlıca çatı örtü tipleri; taş, metal vb. malzeme ile kaplı düz dam, toprak düz dam, kırma çatı, beşik çatı, kubbe, tonoz ve külah olarak değişmektedir.

Az eğimli ya da eğimsiz damlara düz dam adı verilmektedir. Düz damlarda çatı akaçlaması, duvar yüzeyinden dışarı çıkıntı yapan çörtenlerle ve parapetlerle sağlanmaktadır. Parapetler damdan gelen yağmur sularının, duvar yüzeyini bozmaması veya bölgesel ihtiyaçlar için dam kenarının yükseltilmesi ile oluşturulan duvarlardır. Suyun belli bir yerden akıtılması için çörten yapıldığında ise çörten ağzı parapet duvarından biraz uzakça bir noktadan başlamakta ve böylece çörten suyunun duvardan uzak bir noktaya akıtılması sağlanmaktadır. Çörten sayısı ve boyutları, dam yüzeyinin büyüklüğüne göre değişmektedir. Düz toprak damlarda akıntı yönleri, yağmur suyunun çörtenlere ulaşabileceği şekilde düzenlenmektedir. Çörtenler çoğunlukla U şeklinde ve taş ya da pişmiş topraktan yapılmıştır. Gargoyle adı verilen ve genelde aslan vb. hayvan başı şeklinde dekoratif çörtenler de mevcuttur (Şekil 1).

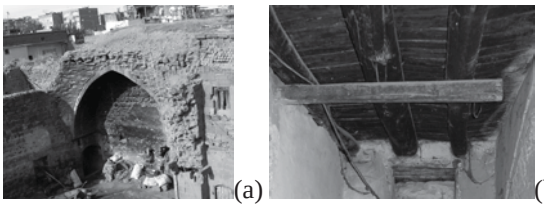
Şekil 1. Kıbrıs, Lefkoşa, Bedesten (St. Nicholas Kilisesi) gargoyle örneği [11].

Anadolu'da kerpiç köy evlerinin çoğunda ve yine taş yapılarda toprak düz dama fazlaca rastlanmaktadır. Bu damların üstü toprakla örtülmeden önce kalın ahşap kirişlerden meydana gelen, genelde biçilmemiş, ahşap, yuvarlak tavan kirişlerinin üzeri, ağacın ince dalları, saz demetleri, mısır sapı, çatı altı ahşap kaplama tahtası, ardıç kabukları, çalı, yonga, hasır vb. malzemelerle kaplanmakta ve toprak, bu malzemelerin üzerine serilmektedir [7] (Şekil 2, Şekil 3). Dama serilen toprak; killi kum, kalın toprak, ince toprak ya da taşlı kum olabilmektedir. Toprak damın meyilli olması halinde, saz demeti ve sair malzeme de eğime uygun olarak döşenmekte ve daha sonra toprak serilmektedir. Bazen de toprak damlarda toprağın tecrit kabiliyetini artırdığından toprak, cürufla karıştırılmaktadır. Anadolu'da pek çok yapıda dama serilen toprak, hafif ve gözenekli bir volkanik taş çeşidi olan ponza taşı ile karıştırılmakta, böylece hem ısı hem de su tecridi sağlanmaktadır [8].

Kubbeli üst örtüde ise, üzerindeki toprak örtünün akmaması için moloz taş kasnak yapılmaktadır. Kubbeler arasındaki toprak örtüde az eğimli dereler yapılarak, yağmur ve kar sularının bu derelerden akması ve çevre duvarlarda yerleştirilen çörtenlere yönlendirmesi sağlanmaktadır [8]. Eğimli damlarda akaçlama doğrudan mevcut eğimden faydalanılarak sağlanacağından, toprak kalınlığı da yarıya inmektedir. Suyu içine çeken düz toprak damlarda bile belli bir eğim verilerek yağmur suyu akaçlaması sağlanmaktadır. Hatta bazı durumlarda suyun çatıdan daha kolay boşaltılmasına yardımcı olmak ve toprakta suyun neden olabileceği erozyonu en aza indirmek için toprak tabakasının üstü, 4-5 cm kalınlığında samanla karıştırılmış killi toprak tabakası ile sıvanmaktadır. Yine, düzenli aralıklarla bu toprak damlar, "loğ" veya "yuğğa" adı verilen bir çeşit taş veya ahşap merdane ile yuvarlanarak sıkıştırılmaktadır (Şekil 4) [7]. Damdaki toprağı sıkıştırmanın bir diğer yöntemi ise toprağı dövmektir. Genelde yağmurdan sonra evlerin damlarındaki toprak, "tohaç/tokaç" adı verilen bir çeşit ahşap tokmakla dövülmektedir [7].



Şekil 2. Yemen, Hudeyde, Babel Fakih kalesi ahır bölümünde ahşap kirişleme üzeri kamış örtülü toprak dam detayı (sonradan şap ile kaplanmış) [11].



(a) (b)

Şekil 3. Diyarbakır, Şehzade Konağı'nda toprak kaplı dam alanından bir görünüş (a) ve bir tavan detayı (b) [11].

Şekil 4. Kayseri, Gesi'de, Eğribucak Sokağı'nın bir kenarında irili ufaklı dizilmiş dam yuvakları [9]

Üzeri kiremit veya benzeri bir malzeme ile örtülü beşik veya kırma çatı yapıldığında genelde tavan kirişlerinin uzatılmasıyla yapılan saçaklar aracılığı ile akaçlama sağlanmaktadır. Yine, gizli dere ve oluk da bu tür çatılarda uygulanan bir akaçlama düzeneğidir. Bazen de beşik ya da kırma çatılarda, saçak seviyesindeki son sıra alaturka kiremit örtünün dışa doğru uzatılmasıyla da saçak oluşturulmakta böylece yağmur suyunun çatıdan boşaltılması sağlanmaktadır (Şekil 5). Gordion'da da benzer bir uygulama pişmiş topraktan özel şekiller verilerek imal edilen çatı kiremitlerinde gözlenmiştir. Oluk şeklinde tasarlanan bitiş bölümleri sayesinde bu kiremitler bir bakıma çatıdan uzatılan çörtenler gibi işlev görmüştür (Şekil 6) [10]. Üst örtünün kubbe ve külah olması durumunda en yaygın akaçlama düzeneği taş korniş ya da tuğla kirpi saçak uygulamasıdır. Anadolu'da Selçuklu döneminde kubbeli satıhların bile, su sızıntılarını önlemek amacıyla, kiremitle örtülü bir ahşap çatı tarafından muhafaza altına almak için zaman zaman kırma çatı ile kaplandığı bilinmektedir [7].

Şekil 5. Kırım, Kırkyer'de Hanike Hanım Türbesi'nde alaturka kiremit örtünün uzatılmasıyla oluşturulan saçak [11]

Şekil 6. Gordion'da pişmiş topraktan imal edilen çatı kiremitlerinin şematik çizimi (a) ve görünüşü (b-c) [10]

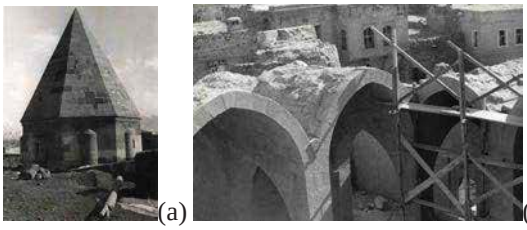
2. DARÜŞŞİFALARDA ÇATI AKAÇLAMA SİSTEMLERİ

Araştırma kapsamında incelenen Anadolu Selçuklu ve Osmanlı Dönemi darüşşifa yapıları günümüze kadar çok fazla onarım geçirdiğinden çatı örtü tipleri ve akaçlama elemanları da bu onarımlar esnasında büyük oranda değiştirilmiştir. Bu nedenle de özgün çatı örtüleri ve akaçlama elemanlarını belirlemek için çoğunlukla tarihi bilgi ve belgelerden faydalanılmıştır.

Araştırma kapsamında incelenen darüşşifalarda gözlemlenen akaçlamaya yardımcı özgün çatı tipleri; düz dam, düz toprak dam, kubbe ve tonozdur. Akaçlamaya yardımcı çatı elemanları ise taş korniş, kirpi saçak, parapet ve çörten olarak tespit edilmiştir.

2.1. Selçuklu dönemi

Tonoz, kubbe gibi kâgir örtülü 13.-14. yüzyıl Anadolu Selçuklu dönemi darüşşifalarında çoğunlukla toprak dam üst örtüye rastlanmaktadır. Akaçlama da çörtenlerle sağlanmıştır. Günümüzde kurşun üst örtü ile kaplı Kayseri Gevher Nesibe Sultan Darüşşifası ve Tıp Medresesi'nde, odalarda beşik tonoz örtü ve türbede sivri konik külah örtü mevcuttur ve akaçlama, çörten, taş korniş ve parapetlerle sağlanmaktadır. Damın çevresindeki parapet, kesme taşlardan yapılmıştır. Yapıya ait tarihi fotoğraflardan damın, Selçuklu yapılarında sık rastlanan bir uygulama olan toprakla örtülmüş olduğu, kışın karlarının küründüğü ve yağmurlu mevsimlerde sertleştirmek için toprağın yuvaklandığı anlaşılmaktadır (Şekil 7). Gerek yıkılma ve gerekse rüzgâr, damın toprağının tamamen kaybolmasına sebep olmuş, onarımlar esnasında da önce taş sonra da kurşun kaplanarak özgün örtü yok olmuştur. 20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren yapılan onarımlarda Kayseri'deki Selçuklu yapılarında, damlarda 2,00 m kalınlığındaki toprak örtü kaldırılmaya başlanmış ve yerine geçmeli düz yonutaşı kaplaması uygulanmıştır. Şiddetli kış şartlarının yaşandığı Kayseri'de eriyen kar ve yağmur sürekli olarak da buharlaştığından bu 2,00 m kalınlığındaki toprağı nem aşamamaktadır. Gevher Nesibe Sultan Darüşşifası ve Tıp Medresesi'nde de toprak dam indirilmiş ve yerine su geçiren tek kat yonutaşı kaplaması yapılmıştır [12]. Bu da zaman içinde tonoz tavanlarda akıntıya neden olmuştur. 2010 yılında tamamlanan son onarım sonrasında da çatıdan akıntı devam etmektedir.


(a) (b)

Şekil 7. Kayseri Gevher Nesibe Sultan Darüşşifası toprak dam örtüyü gösteren tarihi bir fotoğraf- toprağı sıkıştırmak ve sertleştirmek için kullanılan ahşap "loğ" da damda mevcuttur (a) ve damda toprak örtünün altındaki taş kaplama (b) [13]

Sivas I. İzzettin Keykavus Darüşşifasında da damdaki toprak kaplama 1962 yılında Vakıflar Genel Müdürlü tarafından yaptırılan bir onarım esnasında kaldırılmış, 1964-1966 yılları arasında ise kesme taş malzeme ile kaplanmıştır [13]. Sonraki bir dönemde saç malzeme ile örtülen çatı, günümüzde kurşun kaplıdır. Çatı akaçlama ise çevre duvarlardaki çörtenlerle sağlanmaktadır. Yapıya ait tarihi çatı üst örtüsünü gösteren fotoğraflar Şekil 8'de verilmiştir.

Şekil 8. Sivas, I. İzzettin Keykavus Darüşşifasına ait tonoz üst örtüyü gösteren tarihi fotoğraflar (fotoğraf çekim yılı bilinmiyor) [13]

1940-45 yılları arasında 2. Dünya Savaşı yıllarında Divriği Ulu Camii İstanbul, Milli Saraylar'dan getirilen eşyalar için depo görevi görmüştür. Bu nedenle de damdan gelebilecek her türlü akıntıyı önlemek amacıyla 1940 yılında onarıma başlanarak damdaki toprak kaldırılmış, caminin kargir örtüsü ortaya çıkarılmış, tonoz ve kubbeler arasındaki boşluklara küp ve künkler doldurulmuş ve üzerine Kayseri'den getirilen bimis toprağı örtülerek sıkıştırılarak düzeltilmiştir (Şekil 9) [14]. Bunun üzerine de grobeton ve şap yapılmış, geçici tecrit maddesi de izole edilmiştir. Bu dönemde cami damının sal taşları ve kurşun ile kaplanması da düşünülmüş, ancak ödenek yetmemiştir. 1945 yılında cami ve darüşşifanın damları ilk kez kurşunla, 1964 ve 1965 yıllarında taşla kaplanmış, 1967 yılında ise saç kaplama birer çatı yapılmıştır. 1991-1993 yılları arasında yapılan bir onarımla saç kaplama kurşun kaplama ile yenilenmiş, 2000 yılında ahşap saçaklar uzatılmış, kurşun kaplama tekrar yenilenmiştir [14]. Günümüzde, kurşun kaplamalı ve ahşap saçaklı çatıdan, çörten ve yağmur oluğu ve iniş borusu ile akaçlama sağlanmaktadır.

Şekil 9. Divriği Ulu Cami ve Darüşşifası üst örtüsünün 1953 yılındaki hali [13]

Amasya Anber Bin Abdullah Darüşşifasında ise damın özgün halde çıplak ya da harçla kaplı olduğu, damdaki yağmur suyunun da kuzey ve güney duvarlarındaki çörtenler aracılığı ile boşaltıldığı düşünülmektedir [15].

2.2. Osmanlı dönemi

Osmanlı dönemi darüşşifalarında ise en çok uygulanan çatı tipi kubbedir. Kubbe üst örtü ve üzeri kurşun ya da alaturka kiremit kaplama uygulamasının gözlendiği çatılarda, akaçlama; taş çörtenler, tuğla kirpi saçak ve taş korniş ile sağlanmaktadır. 1649 tarihli Bursa mahkeme sicillerine göre, ilk Osmanlı darüşşifası olan Bursa Yıldırım Bayezid Darüşşifasının tamiri için tahta, kiremit, kum, kireç, çivi vb. malzemelerle işçilik dâhil 16.150 akçe harcandığı bilinmektedir. Buradan, darüşşifanın 17. yüzyılda çatı üst örtüsünün kiremit kaplı olduğu anlaşılmaktadır. Yine, yapının çatısının ve saçaklarının tamir ihtiyacı ile ilgili 1618 ve 1671 tarihli mahkeme sicil kayıtları mevcuttur [16]. Osmanlı dönemi darüşşifalarında çörtenler taş malzemeden imal edilmiş, üzeri kurşun kaplı kubbeli çatı yüzeylerinde eğimli alanlar oluşturularak akıntının çörtenlere doğru yönlenmesi sağlanmıştır (Şekil 10a).

Çatının tamamen yenilenmesi ya da ortadan kaldırılması nedeniyle yerinde yapılan tespitlerde özgün üst örtünün belirlenemediği darüşşifalarda, külliyedeki diğer yapılarda gözlenen çatı tipleri ve akaçlama sistemleri dikkate alınarak darüşşifalardaki özgün sistemlere ulaşılmaya çalışılmıştır. Örneğin Atik Valide Darüşşifasında üst örtü tamamen ortadan kaldırılarak ikinci kat inşa edilmiştir. Ancak külliyenin diğer birimlerinde özgün kubbeler ve çörtenler halen mevcuttur. Atik Valide Külliyesi'nde gözlenen bir akaçlama detayı ise pişmiş topraktan inşa edilen yağmur iniş borularıdır (Şekil 10b ve Şekil 10c). Darüşşifada böyle bir sistemin mevcudiyeti bilinmemektedir ve diğer külliyelerde de sık karşılaşılan bir durum değildir.

(a)

(b)

(c)

Şekil 10. Haseki Darüşşifasında çatı yüzeyinde akaçlamanın sağlanması için eğimlerin çörtenlere yönlendirildiği bir görünüş (a) ve Atik Valide Külliyesinde pişmiş toprak yağmur iniş boruları [11, 13]

Süleymaniye Darüşşifasında kubbe ve tonoz üst örtü ile taş korniş ve çörtenlerle akaçlama sağlanmaktadır. Manisa Hafsa Sultan ve Bursa Yıldırım Bayezid Darüşşifalarında ise kubbe ve kırma çatı, kiremit üst örtü ile kaplanmıştır. Bayat, Manisa Hafsa Sultan Darüşşifasının çatı üst örtüsünün özgününde kurşun kaplı olduğunu bildirmektedir. 1077 H. /1666 M. tarihli Manisa Mahkeme Şer'iyye sicillerinde yapının kubbe örtüsünün kaplanması için gerekli olan 18.000 okka kurşun için 27.000 akçe gerektiği yazılıdır [17]. Bursa Yıldırım Bayezid Darüşşifası günümüze kadar çok sayıda onarım geçirmiş ve çatı üst örtüsü büyük oranda değişmiştir. Günümüzde kurşun kaplı üst örtünün özgün çatı tipolojisi Sedat Çetintaş'ın çizimlerinden ve yapıya ait tamir kayıtlarından faydalanılarak yapılmıştır. Çetintaş'a ait bir gravürde yapının çatısı kubbeli olarak gösterilmiş, taş kornişlerle sağlanan akaçlama, tuğla kirpi saçak olarak yorumlanmış ve 1649 yılına ait bir tamirat kaydında oda saçaklarının ve eczanenin kubbesinin tamir edilmesi gerektiği belirtilmiştir [16, 18]. Atik Valide Darüşşifasında özgün üst örtü günümüzde tamamen yok olduğundan, odalardaki kubbe geçiş izleri, külliye içindeki diğer yapıların üst örtüleri ve yapıya ait tarihi fotoğraf ve illüstrasyon çizimleri dikkate alınarak özgün akaçlama elemanları ve akaçlamaya yardımcı çatı tipleri belirlenmeye çalışılmıştır [19]. Külliyenin imaret ve kervansaray bölümünde dışta tuğla kirpi saçak ve iç avluya bakan bölümlerde taş korniş ve çörtenlerle akaçlama sağlanmaktadır. Darüşşifa bölümünde de üst örtü olarak kubbe ve tonoz kullanıldığı ve çatı akaçlamanın korniş ve çörtenlerle sağlandığı anlaşılmaktadır. Hamam bölümünde ise kubbe üst örtüsü sonradan eklenen ahşap bir çatının içinde gizlenmiş günümüzdeki restorasyon çalışmalarında ise bu çatı kaldırılmıştır.

3. ÇATI AKAÇLAMA SİSTEMLERİNİN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ

Tarihi yapılarda çatı örtü tipleri ve tasarımı bölgenin iklim şartlarından ve bölgede bulunan mevcut malzemelerden son derece etkilenmiştir. Benzer bir durum darüşşifa yapıları için de geçerlidir.

- Anadolu Selçuklu dönemi darüşşifalarında üst örtü olarak iç mekânda odaların üstünde tonoz ve dış mekânda tonoz üzerinin toprak ya da taş ile kaplandığı düz dam uygulaması gözlenirken, Osmanlı döneminde iç ve dış mekânda odaların üstünde kubbe uygulaması yaygındır. Anadolu Selçuklu dönemi darüşşifalarında kubbe ya hiç kullanılmamış ya da çok sınırlı yerlerde kullanılmıştır. Osmanlı

döneminde ise tonoz kullanımı çok sınırlı sayıdaki mekânda gözlenmiştir. Kubbelerin kurşun ya da kiremit malzeme ile kaplanması da Osmanlı döneminde yaygındır.

- Anadolu Selçuklu dönemi darüşşifalarında türbe mekânının üst örtüsü külah olarak düzenlenmiş ve düz damın etrafı genelde taş parapetlerle çevrelenmiştir. Osmanlı dönemi darüşşifalarında ise külah üst örtüye rastlanmaz. Parapetlerin yerini de çoğunlukla taş korniş almıştır. Çörten, korniş, saçak ve çatı eğimi çatı yüzeyinde toplanan yağmur ve kar sularının çatıdan uzaklaştırılmasında kullanılan temel unsurlar olmuştur [20]. Ancak yapıların farklı dönemlerde geçirdikleri restorasyonlarda, günümüzde Anadolu Selçuklu dönemi darüşşifalarında gözlenen toprak üst örtü kaldırılarak dam, tuğla ya da kurşun malzeme ile kaplanmış, parapet ve kornişlerin yerini ise saçak ve metal yağmur iniş borusu ve oluğu almıştır. Bu nedenle özgün çatı örtüsüne ancak kısmi olarak geçmiş dönem arşiv kayıtlarından ulaşılabilmiştir. Osmanlı döneminde ise kısmi yenilemeler mevcut olsa da özgün üst örtü pek çoğunda günümüzde de mevcuttur. Çatı akaçlama yardımcı elemanlarından çörten her iki dönemde de akaçlamadaki temel eleman olmuş, yapı duvarlarında belirli aralıklarla yerleştirilerek suyun çatıdan uzaklaşması sağlanmıştır [20](Tablo 1).

4. KORUMA ÖNERİLERİ VE SONUÇ

Yapılarda en çok değişikliğe uğrayan sistemlerden biri çatı akaçlama sistemi ve elemanlarıdır. Araştırma kapsamında incelenen darüşşifaların çoğunda tamamen değiştirilen üst örtünün arşiv kayıtlarından ve yapının külliyenin bir parçası olması halinde külliyenin diğer birimlerinden faydalanılarak restitüsyon denemeleri yapılmalıdır. Böylece, özgün kubbe, tonoz vb. çatı formu ile çörten, saçak ve kornişler tespit edilmeli ve odalarda kapatılan ocaklar ve yıkılan bacalar yeniden yapılmalıdır. Mekânın ısıtılması ve havalandırılmasında oldukça etkili olan bacaların da arşiv kayıtlarından ve yerinde tespit çalışmalarında özgün uzunluklarının belirlenmesi de öneriler arasındadır. Örneğin, Bursa Yıldırım Bayezid Darüşşifasında odalara eklenen asma tavanlardan dolayı içteki özgün kubbeler tamamen kapatılmıştır. Söz konusu uygulama sadece yapının mimari özgünlüğünü etkilemeyip, kapatılan ocak ve baca yerleri ile birlikte iç mekânın havalandırılmasında da doğal havalandırma sistemini olumsuz etkilemiştir.

Tablo 1. Anadolu Selçuklu ve Osmanlı Dönemi darüşşifalarında çatı akaçlama sistemleri/elemanlarını gösteren tablo

Yapının Adı	A-Akaçlamaya Yardımcı Çatı Tipleri																B-Akaçlamaya Yardımcı Çatı Elemanları															
	Düz dam				Kubbe				Tonoz				Külah				Korniş				Saçak				Parapet				Çörten			
Gevher Nesibe D. ve Tıp Medresesi	■								■				■				■								■				■			
I. İzzeddin Keykavus Darüşşifası	■				■				■				■												■				■			
Melike Turan Darüşşifası	■				■				■				■				■								■				■			
Anber Bin Abdullah Darüşşifası	■								■								■								■				■			
Yıldırım Darüşşifası					■				■												■										■	
Fatih Darüşşifası							■				■								■											■		
II. Bayezid Darüşşifası					■				■								■															
Hafsa Sultan Darüşşifası					■																■											
Haseki Sultan Darüşşifası					■				■								■															
Süleymaniye Darüşşifası					■				■								■												■			
Atik Valide Darüşşifası					■						■							■												■		
Sultan I. Ahmed Darüşşifası					■				■									■														■
Ara Toplam	4	0	0	0	9	0	1	0	9	0	2	0	3	0	0	0	6	2	1	0	2	0	0	0	4	0	0	0	5	2	1	1

Restitüsyon bilgi kaynakları;
- varlığı yapıda bulunması dolayısıyla kesin olarak bilinenler,
- yapıda izi olmayan, varlığı ve özellikleri yapıdaki/külliyedeki diğer örneklerden tespit edilen bilgiler,
- yapıda izi olmayan, varlığı yazılı, sözlü ve görsel kaynaklardan tespit edilen bilgiler,
- yapıda izi olmayan, varlığı tarihte ve yörede gözlenen tesisat sistemleri dikkate alınarak edinilen bilgiler

Bu nedenle restorasyonlar esnasında günümüz eklentileri söz konusu olduğunda, yapının pasif doğal tesisatını ve mimari özelliğini bozmayacak çözüm önerileri aranmalıdır.

- Özgün çatı akaçlama elemanlarının kesin olarak belirlenebilme oranı %71'dir. Geri kalan oranı kesin olarak belirlemeye yönelik arşiv kayıtları büyük önem taşımaktadır. Yine, özellikle çörtenlerle akaçlamanın sağlandığı yapılarda, çörtenlere eşit yağmur/kar suyunun iletilmesi ve lokal göllenme ve ters akıntıları önlemek için çatı akaçlama hesapları yapılmalıdır. Tüm Selçuklu dönemi darüşşifalarında çörtenler tespit edilebilmiştir. Osmanlı döneminden Edirne II. Bayezid, Haseki Sultan ve Süleymaniye Darüşşifalarında özgün kornişler bellidir ve diğer benzer dönem yapılarında örnek teşkil etmeleri muhtemeldir. Araştırma kapsamında incelenen Anadolu Selçuklu ve Osmanlı dönemi darüşşifalarında tespit edilen her bir tesisat sisteminin güvenilirlik derecesine göre çözümlemesi Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Anadolu Selçuklu ve Osmanlı dönemi darüşşifalarında tesisat sistemlerinin çözümlemesinden elde edilen sonuçlar

Tesisat Sisteminin Adı	Tesisat sistemi/yardımcı elemanı	Tesisat sistemlerinin güvenilirlik derecesine göre çözümlemesi			
		Varlığı kesin olarak bilinenler	İzi olmayan, külliyedeki diğer yapılardan tespit edilenler	Varlığı yazılı ve görsel kaynaklardan tespit edilenler	Tarihte ve yöredeki tesisat sistemlerinden belirlenenler
Çatı Akaçlama	Korniş	■ (6)	▲ (2)	◆ (1)	0
	Saçak	■ (2)	0	0	0
	Parapet	■ (4)	0	0	0
	Çörten	■ (5)	▲ (2)	◆ (1)	● (1)
	Ara Toplam	17 (%71)	4 (%17)	2 (%8)	1 (%4)

- Arşiv ve yerinde tespit çalışmaları ile yapıların özgün çatı formu ve akaçlama elemanları, özgün çörten sayısı ve yerleri ile hasar durumu ve işlevselliği netleştirilmeli, ancak kapsamlı restitüsyon çalışmaları, hasar ve bozulma nedeni ve akıntı kaynağının tespitinin ardından herhangi bir müdahalede kararı verilmelidir.
- Tablo 1'de verilen başlıca çatı akaçlama elemanlarının onarımı ve restorasyonu esnasında, özgün elemanların mümkün oldukça korunarak yeniden işlerlik kazanması hedeflenmelidir. Özgün

elemanların kullanımının mümkün olmadığı durumlarda mevcut örneğine uygun detay ve malzeme ile yenilenmelidir.

- Çörtenlere suyun kontrollü düşüşünü sağlayan çörten zinciri takılmalı ve çörtenlerin çatı birleşim yerlerinde belirli aralıklarla temizliği yapılmak üzere tel kafesler yerleştirilerek kum vb. birikintilerin çörten ağız ve iç kısımlarını tıkaması önlenmelidir.
- Çatı yüzeylerinde lokal göllenme ve ters akıntıları önlemek için gerekli yerlerde horasan tesviye yapılarak eğimin çörtenlere ve/veya çatı akaçlama elamanlarına doğru yönlendirilmesi sağlanmalıdır.
- Çatı akaçlama elamanları ve çatıların ömrünün uzatılması için düzenli ve planlı bakım ve temizlikleri yapılmalıdır.

Yukarıda özetlenen başlıca koruma önerileri ile araştırma kapsamında incelenen darüşşifa yapılarında çatı akaçlama elemanlarının mimari karakteri ve fiziksel bütünlüğünün korunması sağlanabilecektir.

TEŞEKKÜRLER

Bu bildiri "Anadolu Selçuklu ve Osmanlı Darüşşifalarında İşlevsel Sistemlerin ve Koruma Ölçütlerinin İrdelenmesi" başlıklı doktora tezinin bir parçası olup, yazarlar tezin geliştirilmesine katkı sağlayan Prof. Dr. M. Can Hersek ve Prof. Dr. Z. Gediz Urak'a teşekkürü borç bilirler.

KAYNAKLAR

[1] Tavukcuoglu, A., Duzgunes, A., Demirci, S., Caner-Saltik, E. (2006). The Assessment of a Roof Drainage System for an Historical Building. *Building and Environmen*, 42 (7), 2699-2709.

[2] Disli, G., Tavukcuoglu, A., Tosun, L., Grinzato, E. (2008).The Assessment of Roof Drainage System of a Historical Turkish Bath: Sengul Hammam. *11th DBMC International Conference on Durability of Building Materials and Components (DBMC)*. Istanbul, Turkey, 1287-1297.

[3] Disli, G. (2008). *An Investigation on the Water Supply and Drainage Systems of Historical Turkish Baths*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.

[4] Disli, G., Tavukcuoglu, A., Tosun, L. (2008). Ankara Sengul Hamami'ndaki çatı akaçlama düzeneğinin tahribatsiz yöntemlerle incelenmesi. *30. Uluslararası Kazı, Araştırma ve Arkeometri Sempozyumu, 24. Arkeometri Sonuçları Toplantısı*. Ankara, Türkiye, 279-298.

[5] Disli, G., Tavukcuoglu, A., Tosun, L., Grinzato, E., Caner-Saltik, E. N. (2007). Rainwater drainage system investigation of an historical hammam by using non-destructive methods. *Water and Cultural Heritage, Proceedings of 7th International Symposium on Conservation of Monuments in the Mediterranean Basin*. Orleans, France, 153-165.
[6] Seçkin, Y. Ç., Seçkin, N. P. (2013). Landscaping for earth-sheltered housing: A study on mud-roofed houses in Anatolia. *ITU A|Z*, 10(2), 81-93.
[7] Oğuz, B. (2001). *Türkiye Halkının Kültür Kökenleri 3- İnşa, Isıtma ve Aydınlatma Teknikleri*. İstanbul: Anadolu Aydınlanma Vakfı Yayınları.
[8] Önge, Y. (1995). *Anadolu'da XII-XIII. Yüzyıl Türk Hamamları*. Ankara: Vakıflar Genel Müdürlüğü Yayınları.
[9] İmamoğlu, V. (2010). *Gesi Evleri: Mimar Sinan'ın Yetiştiği Yöredeki Köyler ve Geleneksel Evler*. Kayseri: Kayseri Büyükşehir Belediyesi Yayınları.
[10] Gelendinning, M. R. (1996). A Mid-Sixth-Century Tile Roof System at Gordion. *The Journal of The American School of Classical Studies at Athens*, 65(1) 99-119.
[11] Dişli, G. (2015). Amasya, Bursa, Edirne, İstanbul, Kayseri, Manisa ve Sivas'taki darüşşifaların 2011, 2012, 2014 yılı fotoğrafları, 2010 yılı Kıbrıs ve Yemen ve 2012 yılı Kırım envanteri dizini. Ankara: Yazara ait Arşiv.
[12] Köker, A.H. (1991). Erkilet Hızır İlyas Ferahabat Senatoryumu. *Selçuklu Gevher Nesibe Sultan Tıp Fakültesi (Tıp Mektebi) (1206), Gevher Nesibe Sultan Adına Düzenlenen Selçuklu Gevher Nesibe Sultan Tıp Fakültesi Kongresi*. Kayseri, Türkiye, 43-46.
[13] Amasya, Bursa, Edirne, İstanbul, Kayseri, Manisa, Sivas ve Tokat illerindeki darüşşifalara ait vakfiye, fotoğraf, teknik çizim ve idari raporlar dizini (2012). Ankara: Vakıflar Genel Müdürlüğü Arşivi.
[14] Önge, Y. (1978). *Divriği Ulu Camii ve Darüşşifasında Günümüze Kadar Yapılmış Olan Onarımlar, Değişiklikler ve İlaveler, Divriği Ulu Camii ve Darüşşifası*. Ankara: Vakıflar Genel Müdürlüğü Yayınları.
[15] Urak, G. (1994). *Amasya'nın Türk Devri Şehir Dokusu ve Yapıların Analiz ve Değerlendirilmesi*. (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.
[16] Çetin, O. (2006). *İlk Osmanlı Hastanesi, Bursa Yıldırım Darüşşifası (Bursa Mahkeme Sicillerine Göre)*. İstanbul: Göz Nurunu Koruma Vakfı Yayınları.
[17] Bayat, A. H. (1978). *Manisa Mesir Bayramı ve Darüşşifası*. (Yayımlanmamış İhtisas Tezi). Ege Üniversitesi, İzmir.
[18] Çetintaş, S. (1952). *Türk Mimari Anıtları Osmanlı Devri, Bursa'da Murad I. ve Bayezid I. Binaları*. İstanbul: Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları.
[19] Uludağ, O. Ş. (2010). *Osmanlılar Devrinde Türk Hekimliği*. Esin Kahya(Ed.). Ankara: Türk Tarih Kumru Yayınları.
[20] Disli, G. (2014). Sustainability of Historic Building Systems: Anatolian Seljuk and Ottoman Hospitals. *APT Bulletin: Journal of Preservation Technology*, 45(4), 45-51.

Havalimanı terminal yapılarında depreme karşı dayanım için kullanılan sismik izolasyon teknolojisi

NUR BANU ÖZDEMİR[1*], ASENA SOYLUK[2]

ÖZET

Meydana gelen depremler ulaşım yapılarında özellikle havalimanlarında, yapıların değerli ve yüksek maliyetli olması sebebiyle büyük ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Bu bağlamda günümüzde inşaat teknolojisinde ki en yeni gelişme sismik izolasyon teknolojisidir Bu çalışmada Türkiye'de yüksek deprem riski taşıyan birinci derece deprem bölgelerindeki havalimanı yapıları incelenmiştir. Özellikle deprem etkilerini azaltmak amacıyla kullanılan sismik izolasyon sistemleriyle inşa edilen yapıların tasarım esasları ve yapım teknolojileri ele alınmıştır. Literatür taraması baz alınan ve mevcut örnekler incelenerek hazırlanan çalışmanın; mimarlık ve mühendislik açısından önemli bir bilgi kaynağı olacağı düşünülmektedir. Çünkü havalimanı gibi bina önem kat sayısı yüksek olan ve geniş açıklıklar geçilmesi gereken yapıların üst yapısında çatlak bile oluşturmayan pasif sismik koruma sistemlerinin kullanımı çok fazla bilinmemektedir.

Anahtar Sözcükler:Havalimanı terminal yapıları, deprem teknolojileri, sismik izolatör, deprem bölgeleri

[1] Gazi Üniversitesi Mimarlık Bölümü ve Şehir ve Bölge Planlama Bölümü Yüksek Lisans Öğrencisi,Eti Mahallesi No:5 Maltepe\Ankara; Tel: (0537)2416337; bozdemir_91@hotmail.com

[2] Gazi Üniversitesi Mimarlık Bölümü Öğretim Görevlisi; Eti Mahallesi No:5 Maltepe\Ankara Tel: (0530)4099044; asenad@gazi.edu.tr

1. GİRİŞ

Günümüz havalimanı terminalleri, dünya genelinde şeffaflık olgusunu benimseyen, özgün tasarıma sahip, saydam yapılardır. Bu yapılar otelleri, toplantı ve konferans salonlarıyla yeni bir kimlik kazanmışlardır. Havalimanı terminalleri gelişen teknoloji ile paralel olarak çok hızlı gelişen ve değişen yapılardır. Havaalanları özellikle deprem gibi afetlerde hiç hasar görmemelidirler. Çünkü deniz çıkışı olmayan ve karayolu bağlantıları kesilen bölgelerde yurt içinden ve dışından gelecek personel, tıbbi malzeme, beslenme ve çeşitli alanlarda yardım sağlayabilecek kritik değere sahip merkezlerdir.

Önemli deprem kuşakları üzerinde bulunan ülkemizde havalimanı terminal yapılarının büyük bir bölümü önemli fay hatlarının üzerinde yer almaktadır. Türkiye'de 47 ilde bulunan 66 havalimanının 27'sinin (yüzde 40,9) birinci, 23'ünün ikinci, 9'unun üçüncü ve 7'sinin dördüncü derece deprem bölgesinde olduğu görülmektedir. Bu nedenle 1.derece deprem bölgesi üzerindeki yapılar önemli oranda deprem riski altında bulunmaktadır.

Betonarme yapılarla başlayan havalimanı terminal yapıları mimari süreci yerini çelik, metal, alüminyum ve cam malzemenin tercih edildiği çok daha büyük ölçekli, kolayca genişletilebilen, devasal alışveriş merkezlerine, estetik ve memnuniyet verici ortamlara dönüştürmüştür. [1]

Depremler sırasında zeminde gelişigüzel dalga hareketlerinin meydana gelmesi, yapılara büyük zararlar verebilmekte ve can kayıplarına neden olabilmektedir. Depreme dayanıklı yapı tasarımında, arttırılan yapı rijitliğinin sonucunda yapı elemanlarının boyutları büyümekte ve yapı rijitliği artmaktadır. Zira sünekliliğin düşmesi yapının elastik olmayan bir özellik kazanmasına sebep olur. Ve şiddetli depremler sırasında, bu şekilde tasarlanmış olan bir yapının şekil değiştirmesi ani ve hızlı gerçekleşmektedir. Bu yapılar için istenmeyen bir özelliktir.

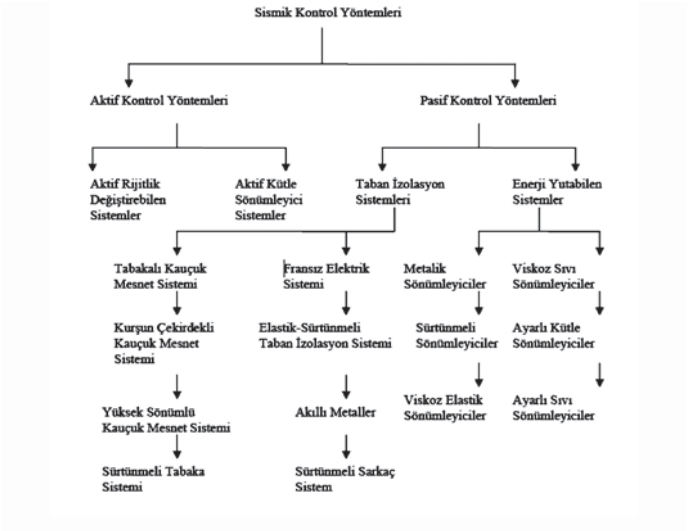
Bu nedenle depreme karşı tasarımda yeni fikirler uygulama bulmuş ve gelişmiş ülkelerde başarıyla uygulanmıştır. Sismik izolasyonun ana ilkesi; yapı ile zemin arasına, yanal rijitliği düşük elemanlar koyarak binayı depremlerin yıkıcı etkilerinden korumak ve yapının doğal titreşim periyodunu arttırmaktır. Yapı elemanlarının rijitliği küçük seçilerek, titreşim periyodu belirli aralığa getirilerek deprem etkilerini azaltmak mümkündür. Oldukça yeni bir teknik olan bu yöntem yabancı ülkelerde başarı ile

uygulanmakta ve depreme dayanıklı yapı tasarımında yeni ufuklar açmaktadır. Özellikle okul, hastane, askeri binalar, yönetim binaları vb. özel yapıların depremlerden hasar almadan kurtulması oldukça önemlidir.

2. SİSMİK TABAN İZOLASYONU

Sismik izolasyon yöntemlerinin ana fikri; yapıların dinamik özelliklerinin değiştirilerek, depremler esnasında yapıya aktarılan yüklerin ve ivmelerin indirgenmesini sağlamaktır. Söz konusu olan bu yöntemlerle yapıların periyodu, sönümü ve yer değiştirme miktarları gibi dinamik özelliklerine müdahale edilebilmektedir, yapıya deprem hareketi esnasında esneklik sağlamakta ve depremin yıkıcı etkilerinden uzaklaştırmaktadırlar. Sismik izolasyon sistemleri iki ayrı grupta incelenebilir. Aktif ve pasif izolasyon sistemleri. Pasif kontrol yöntemleri herhangi bir dış enerji kaynağına ihtiyaç duymadan enerji yutan sistemlerdir. Kauçuk esaslı izolatörler, sürtünmeli sarkaçlar, yaylar vb. sistemler bu sistemlere örnek olarak sayılabilir. Aktif kontrol sistemlerinde ise sistemde hazır bulundurulan dış enerji kaynakları kullanılarak yapıya daha önce belirlenen şekilde kontrol kuvvetlerinin uygulandığı sistemlerdir.

İnşaat teknolojisinin depreme dayanıklı yapı tasarımında kullanılacak yeni yapı kontrol sistemleri Şekil 1'deki gibi ayrılabilmektedir:[2]



Şekil 1. Sismik kontrol sistemleri sınıflandırması

Pasif kontrol sistemleri, dışarıdan herhangi bir enerjiye ihtiyaç duymadan çalışmaktadırlar. Değişken dinamik etkilere adaptasyon kabiliyeti olmayan bu sistemler çalışma prensipleri ve malzeme özellikleri itibari ile farklılıklar göstermektedir. Bu sistemler taban izolasyon sistemleri ve enerji yutabilen sistemler olarak ikiye ayrılabilmektedir. Bu çalışmada taban izolasyon sistemlerinden kurşun çekirdekli kauçuk mesnet sistemi ve yüksek sönümlü kauçuk mesnet sistem dikkate alınacağından, bu bölümde elastomerik tabanlı yataklar olarak da adlandırılan bu sistemlerden bahsedilecektir.

Taban izolasyon sistemlerinin çalışma prensibi üstyapı ile temel arasına yanal rijitliği düşük elemanlar koyarak deprem nedeniyle oluşan deplasmanların temel ile üst yapı arasında olmasını sağlamak binaya ankastre temelli durumundaki periyodundan ve deprem hareketinden daha büyük bir periyod vermektir [2].Sismik izolasyonun doğru şekilde uygulanması yıkıcı depremler sırasında bile yapıların elastik davranmalarını sağlamaktadır. Sismik izolasyonlu yapılarda rölatif kat yer değiştirmeleri sıfıra yakın olmaktadır. Ankastre mesnetli yapıda ise üst katlara doğru deplasman farkları artmaktadır.

Taban izolasyon sistemi iki ana grupta toplanabilmektedir: Elastomer esaslı sistemler ve kayıcı mesnetli izolasyon sistemleri [3].

Binalarda kullanılan sismik izolasyon birimleri genellikle aşağıdaki özellikleri içermektedir. Bunlar;

- Yüksek düşey rijitlik: Üstyapının ağırlığını bozulmadan taşıyabilmek için
- Düşük yatay rijitlik: Sismik izolasyonlu yapının frekansının eşleniği olan ankastre temelli frekansından ve pek çok şiddetli depremin baskın frekansından çok daha düşük olabilmesi için
- Düşey yük taşıyabilme
- Enerji yutumu: Sistemdeki yer değiştirmelerin kabul edilebilir düzeyde kalabilmesi ve olası bir rezonans durumunu bastırabilmek için
- Deprem sonrası yeniden merkezlenme: Üstyapının hemen hareket öncesindeki orijinal pozisyonuna geri dönebilmesi için
- Deprem harici yatay yükler (rüzgar gibi) karşısında yüksek yatay rijitlik

2.1. Elastomer Esaslı izolatörler

Taban izolasyonu sisteminde kullanılan izolatör tipleri, şekilleri, büyüklükleri ve yapıldıkları malzemeler bakımından farklılık teşkil ederler.

İzolatörlerin büyük çoğunluğu elastomer malzemeden yani doğal yada sentetik kauçuktan üretilmektedir. Elastomer malzeme kalıba kolayca dökülebildiği için istenilen şeklin verilmesi bakımından oldukça avantajlıdır. Ayrıca metallerle aderansı oldukça güçlüdür.

Kauçuk izolatörlerin çalışma prensibi; deprem dinamik yüklerini emmek suretiyle,bina salınım periyodunun artırılmasına dayanmaktadır. Bir yapının etkin salınım periyodu 0.1 ile 1 saniyelik periyot aralığındadır. Kauçuk izolatörlerle bu salınım periyodu, 2-3 saniyelik periyotlara uzar.

Yapıların statik hesaplarına göre kauçuk esaslı sismik izolatörler;
- Kolon tabanına,
- Kolon ortasına
- Kat altına olmak üzere üç şekilde yerleştirilebilir.

2.1.1. Düşük Sönümlü Kauçuk izolatörler

Doğal kauçuk, sismik izolasyonda kullanılan ilk elastomerdir. Bu özelliği ile doğal kauçuk izolatörler, diğer modellere de örnek olmuştur. Diğer elastomerlerle karşılaştırıldığında doğal kauçuğun daha yüksek mukavemete sahip olduğu görülür. En önemli özelliği uzun süre kullanım kapasitesine sahiptir. Bu sistemlerin beklenen davranışı; sistemde kullandığı sürece, zamandan ve kullanım sıklığından bağımsız olarak gösterilirler. Yorulma açısından iyi sonuçlar vermesi bu modelin avantajlarından biri sayılabilir. [4]

Hesaplanan yatay ve düşey deplasmanları karşılayabilecek kapasitedeki kauçuk esaslı sismik izolatör taban plakları yardımıyla kolon altına yerleştirilir. Kauçuk esaslı sismik izolatörlerde yatayda her yönde kayma deformasyon %150'ye yakındır. Bir izolatörde altta ve üstte olmak üzere iki adet kalın tabaka, iki tabaka arasında bir çok ince çelik levhalar mevcuttur Kauçuk malzeme bir kalıp içinde uygulanan sıcaklık ve basınç altında tek bir işlem dahilinde, volkanize edilmiş ve çelik plakalara bağlanmıştır. [5]

Düşük sönümlü doğal kauçuk mesnet modelinin bir çok faydası vardır ve yapımı basittir. Modelleme yapması kolaydır. Tasarlanan mekanik yapısı, ısıdan, zamandan ve hızdan bağımsızdır. Çok düşük sıcaklıklarda bile esnek kalabilirler. Ancak -17° C' den daha düşük sıcaklıklarda sertleşmeye baslar. Üst Sınır ise 82°C olarak tasarlanmıştır. Dezavantajı ise genelde beraber çalışan ek bir destek sönüm sistemine ihtiyaç duyulur. [6]

Tek başlarına kullanılmazlar. Kullanılan destek sistem genellikle daha detaylı bağlantı ve birleşim içeriği gerektirir. Destek sisteminin dezavantajları, bütün sistemi etkileyeceğinden aynı zamanda bu tip modellemenin de zaafı sayılabilir. Örneğin, eğer kullanılan destek sistemi metalik sönümlendiricilerden oluşuyorsa, çok yüksek devirli kullanım özelliğine sahip olmayan bu sönümlendiricilerin davranışındaki değişimlerden bütün sistem etkilenecektir. Sönümlendiricilerin çok sık kullanılması durumunda performans azalabilmektedir.

2.1.2. Kurşun Çekirdekli Kauçuk İzolatörler

Kurşun çekirdekli izolatör modeli, 1975 yılında Yeni Zelanda'da geliştirilmiş olup, Japonya ve ABD'de yaygın olarak kullanılmaktadır.

Model olarak düşük sönümlü kauçuk mesnetlere benzemektedirler. Farkı ortasında bulunan kurşun çekirdektir. Sistem yatay kuvvetlere maruz kaldığında çelik tabakalar kursun baslığı sekil değiştirmeye zorlar. Kursun çekirdeğin enerji absorve edebilme kapasitesi izolatörün yatay yer değiştirmesini azaltır. Kursun çekirdekli izolatörlerin, düşük sönümlü doğal kauçuk mesnetli izolatörlerle aynı anda kullanıldığı sistemlere sık rastlanır Kurşun çekirdeğin boyutları, başlangıç rijitliğine, yükün büyüklüğüne göre sistemin ihtiyaç duyduğu şekilde belirlenmektedir. Uygulamalarda düşük sönümlü doğal kauçuk mesnet ile kurşun çekirdekli mesnetlerin beraber kullanılmasına çok sık rastlanmaktadır. Bu tür uygulamalarda kurşun çekirdekli izolatörler iç kısımlara sönümleyici ve dış kısımlara da doğal kauçuk izolatörler dengeleyici olarak yerleştirilmektedir [7].

Bu sistemin en büyük dezavantajı, güçlü yer hareketleri sonrası kursun çekirdeğin zarar görüp görmediğinin tespit edilememesidir. Ancak bu şekilde deprem izolasyonu yapılmış yapılar 1994 Northridge ve 1995 Kobe depremlerinde çok iyi performans göstermişlerdir. Kursun çekirdekli izolatörler orta bölgede sadece bir çekirdek olacak şekilde dizayn edilebildiği gibi birden fazla çekirdekli olarak ta dizayn edilebilirler. [4]

2.1.3. Yüksek Sönümlü Kauçuk İzolatörler

İlk defa İngiltere'de bir firma tarafından, yüksek sönümlü kauçuk bileşimlerden oluşan izolatörler piyasaya sürülmüştür. Sönüm, ilave edilen ekstra kaliteli karbon blokları, yağlar, reçine ve diğer özel doldurucularla artırılarak 0,10-0,20seviyelerine yükseltilmiştir. Bu değişen özelliği dışında diğer özellikleri, üretim metotları, yapıştırma evreleri ve montaj tekniği

aynıdır. Bir diğer fark kuvvet – yer değiştirme davranışıdır. Sistemin bir avantajı da; çevredeki titreşimlerin derece azalmasında etkili olur. izolatörler yüksek frekanslı, trafik veya yer altı demir yolları kaynaklı titreşimleri yapıya ulaşmadan filtre eder. [4]

2.2. Sürtünme Tipi İzolatörler

Kayıcı mesnetli izolatörler, yer hareketi sonucu açığa çıkan enerjiyi sürtünmeyle sönümlendirme prensibi esas alınarak yapılan modellerdir. Bu sistemin teorik analizlerinde Coloumb sürtünme kabulü kullanılır. En yaygın kullanılan kayma yüzeyi malzemeleri paslanmaz çelik üzerine teflondur. Sistemin sürtünme karakteristikleri sıcaklığa, hıza, yüzey temizliğine bağlıdır.

Özel metaller kullanılarak iç bükey küresel yüzey üzerinde kayabilen mesnet elemanı bu yatay hareket sırasında binayı yükselten bir özelliği olduğundan gelen enerjiyi sönümlemekte ve deprem etkisini %80 oranında azaltmaktadır.

Kolon altına yerleştirilen sürtünme esaslı sismik izolatör, içbükey %5'lik sürtünmeli yüzeyi sayesinde tabandan gelen deprem yüklerinin yapıya %5'lik kısmını aktarır. Deprem enerjisini içbükey kısım sarkaç prensibine dayanarak yapının ağırlığını kullanarak sönümler.

2.2.1.Çapraz Doğrusal Hareket Sistemi CLB

Çapraz Doğrusal Hareket Sistemi, birbirine dik olarak konumlandırılmış 2 adet doğrusal rayın (kızağın) üzerine monte edilen, 2 adet düşük sürtünmeli ve doğrusal hareket eden bloktan oluşmaktadır. Sistem üzerinde yer alan tampon bloklar çok düşük bir sürtünme katsayısına sahip olup, çok küçük yanal kuvvetler ile dahi aktive olabilmektedir. Bu sistemin bir diğer avantajlı yanı da; basınç kuvvetlerinin yanı sıra çekme kuvvetlerine karşı da çalışabilmesidir. Bu izolatörler, kurşun çekirdekli izolatörler ve diğer sönümleyicilerle birlikte kullanılabilmektedir.

2.2.2. Çelik Bilyalı İzolatör SBB

Çelik Bilyalı İzolatör, düşük bir sürtünme katsayısı vermek üzere iki adet çelik levha arasında sıkıştırılmış çok sayıdaki bilyalardan oluşur. Bilyaların sayısı, sismik izolasyon sisteminin tasarımı sırasında, binanın söz konusu kolonundaki eksenel yükü yeterli düzeyde karşılayabilecek şekilde

ayarlanabilmektedir. Bu izolatörler, genellikle kurşun çekirdekli izolatörler ve diğer sönümleyicilerle birlikte kullanılmaktadır.

2.2.3. Fransız elektrik sistemi

Bu sistem 1970'li yıllarda Fransa da "Nükleer Güç santralleri" için geliştirilmiş bir sistemdir. Standart nükleer santral, sismik aktiviteleri yüksek bir kesimde inşa edilirse içindeki deprem etkisinde kalacak nükleer ekipmanları 0.2g max sınırında tutmayı amaçlayan bu mantıkla tasarlanmış bir sistemdir Sistem üst üste ince tabakalar halinde yerleştirilmiş neopren mesnetlerle, paslanmaz çelikle temas halinde olan kursun-bronz alaşımını birleştirir. Sürtünen yüzeyler elastomerik mesnetlerin üstüne yerleştirilmiştir. Sürtünme katsayısı, hizmet ömrü boyunca 0.2 kabul edilerek hesap yapılmıştır. Bu sistemin dezavantajı; enerjiyi sürtünmeyle emen bu sistemdeki elemanlar, değiştirilemez ve onarılamaz. Sistemde enerji tasarlanan limiti astığında yer değiştirmeler kalıcıdır Bu sistem sadece bir kere Güney Afrika Koeberg'de büyük bir nükleer santralde uygulanmıştır.

2.2.4. Elastik Sürtünmeli Taban İzolasyon Sistemi

Bu model, yüksek sürtünme katsayısına sahip teflon kaplı tabakaların yüksek dozlarda sürtünmesi sırasında oluşan problemin, bir izolatör içinde bir çok kayan ara yüzey kullanılması ile üstesinden gelmeyi amaçlar. Böylece en alttaki ve en üstteki hızlar, tabakalara ayrılır. Böylelikle her tabakaya düsen hız düşük olur. Sürtünen elamanlara ek olarak, ortada düşey yük taşımayan dengeleyici kauçuk çekirdek mevcuttur. [4]

2.2.5. Sürtünmeli Sarkaç Sistemi

Sürtünmeli sarkaç sistemi, enerji dağıtma modellerinin en yenilerinden birisidir. Tamamen geometrik yaklaşımlardan yararlanılarak yapılan modelleme, yapı sisteminin basitleştirilerek sarkaç hareketine uyarlanması ile depremden yapıya ulasan enerjinin metalik şevlerde sürtünerek kısmen ya da tamamen kaybolması prensibi esas alınarak yapılmıştır. Bu sistemin davranışı basit bir sarkaç sisteminin temel ilkelerine bağlıdır. Sürtünmeli sarkaç sistemi ile mesnetlenen yapı deprem hareketine karsı küçük genlikli sarkaç hareketi ile tepki verir. Sürtünmeli sarkaç sistemi, elastomerik sistemlerde söz konusu avantajlarının hepsine sahip olduğu gibi kauçuk izolatörlerde dezavantaj sayılacak hususları içermemektedir. Elastomerik izolatörlerin özellikle kolonlara uygulanması sırasında kauçuk bileşiminin yangına karsı korunması şarttır.

Sistemde, yapının taşıdığı yükle orantılı olan kayıcı mafsal ve temas ettiği eğrisel çelik yüzey sistemi oluşturan baslıca elemanlardır. Eğrisel yüzeyle, mafsallı kayıcının arasındaki sürtünme izolatörün sönümünü oluşturur. Bu yöntemde izolatörün rijtiliği ve yapının titreşim periyodu sürtünen eğrisel yüzeye verilen eğimle kontrol edilir. [4]

3. HAVALİMANI ÖRNEKLERİ

3.1. Atatürk Uluslararası Havalimanı terminali

İstanbul'da bulunan Atatürk uluslararası havalimanı terminali 300 milyon dolara inşa olmuş büyük bir yapıdır. 235 000 m2 arazi üzerinde kurulan havalimanının ana bölümü, 225 x 250 m2 boyutunda olup, piramit şeklinde uzay kafes çatıya sahip ve çatısında üçgen şeklinde cam pencereler bulunan bir yapıdır (Resim 2). Bu yapı Kocaeli depremi sırasında hasar görmüştür. Bu nedenle havalimanın 4 tonluk çelik çatısına sürtünmeli sarkaç mesnetler ile hareket serbestliği kazandırılmıştır. Güçlendirme tekniği olarak taban izolatörlerinin kullanılmamasının nedeni yapılan ekonomik analizler sonucu inşaatın ileri bir seviyede olmasından dolayı çok yüksek maliyete sebep olacak olmasıdır. Bu narin çatı yapısı 130 sürtünmeli sarkaç mesnetle desteklenmiştir [8]. İzolatörler 7 m uzunluğunda kolonlar ile çatı arasında bulunmaktadır. Mesnetler olabilecek 8 büyüklüğünde bir depreme karşı güvenlikle tasarlanmışlardır. Sürtünmeli sarkaç kullanılarak geliştirilen bu sistem Türkiye'deki sismik izolasyon uygulamalarının başlangıcını oluşturmaktadır.

Resim 2.Atatürk Havalimanı'nın dışarıdan görüntüsü

3.2. Antalya Uluslararası Havalimanı terminali

Temmuz 2004- Temmuz 2005 tarihleri arasında Antalya havalimanı uluslar arası dış hatlar terminalinin sismik izolasyon projesi gerçekleştirilmiştir (Resim 3). Sismik izolasyon uygulaması süresince terminal binası tüm hizmet ve fonksiyonlarına kesintisiz olarak devam etmiştir. 50 000 m2 alana sahip terminal binasında 411 adet kolon kesilerek kurşun çekirdekli kauçuk mesnet yerleştirilmiştir [9].

Resim 3. Antalya Uluslararası Havalimanı

3.3. Sabiha Gökçen Uluslararası Havalimanı

Resim 7: Sabiha Gökçen Uluslararası Havaalanı

İstanbul'un Anadolu yakasında ki hava trafiğini hareketlendiren Sabiha Gökçen Havalimanı'nda 8 şiddetindeki depreme dayanacak şekilde önlemler artırılmıştır. Sabiha Gökçen Dış Hatlar Terminal Binası, 3 bin 119 kazık üzerine oturtularak depremin etkisini azaltmak için dünyada örneği az olan bir sistem kullanılmıştır.252 kolonun her birisine, 24 adet iskele bloğuna ve viyadüklere 16 adet olmak üzere toplamda 292 adet sismik izolatör cihazı yerleştirilmiştir. Etkin fay hattı üzerinde yer alan bir ülkede yaşadıkları bilinci ile hareket edilen tasarımda uygulanan izolatörler sayesinde, deprem anında oluşan sismik yükün binaya yıkıcı bir güç aktarmayarak önemli

kısmını sönümlemektedir, böylece taşıyıcı sistemi ayakta tutarak depremin etkisini azaltmaktadır.

Yapı, değişken güç dalgalarının yaratacağı baskıdan korunmak için bağımsız hareket edebilecek biçimde tasarlanmıştır. Arup Türkiye'den Atilla Zekioğlu, söz konusu tasarımı, gelecek için bir model olarak değerlendirmektedir." Sistem, yapının geniş aralıklı hareketlenmelere uyumlu bir şekilde cevap vermesine olanak sağlayarak depremin açığa çıkardığı enerjinin yutulmasını sağlıyor. Yeni terminal binası, izolatörlerin yapının hareketlerini yumuşatıcı özelliğiyle normal koşullarda yaşayacağı sarsıntının yalnızca beşte birini hissedecektir." şeklinde belirtmektedir. [10]

4. SONUÇ

Çağdaş havalimanı terminalleri, deprem tasarım önlemleri ve estetik tasarım kurgusuna önem veren, çelik, beton ve cam malzemenin tercih edildiği, kullanıcı odaklı devasal formlardır.

Depremler sonucunda dünyada ve ülkemizde çok sayıda can kaybı ve yapı hasarı oluşmuştur. Ülkeler bazında bakıldığında bu etken oldukça yıkıcı etkilere sahiptir. Bu yıkıcı etkiyi azaltmak için uygun çözüm ise sismik izolasyondur. Ülkemizde depremden sonra hemen kullanılması gereken yapılardan, havaalanlarının bu tip izolasyon sistemleriyle güçlendirilmesi ve dünyadaki gelişmeler takip edilerek bu fikrin yönetmeliklere yerleştirilmesinin deprem kuşağında bulunan ülkemizde yapıların depreme karsı güvenliğinin sağlanmasında büyük önem taşıyacağı öngörülmektedir. Sismik izolasyon sisteminin malzemelerin pahalı olması gerekse de belli bir süre sonra yenilenmelerinin gerekmesi sebebiyle maliyete ek oluşturduğu söylenebilir. Ancak bu maliyetin, depremden sonra yapının hasar görmesi ya da göçmesinin ardından doğacak zararların göz önünde tutulduğu farz edilirse, çok büyük olmadığı görülecektir. Deprem mühendisliğinde bir çığır açan sismik izolasyon tekniğinde son on beş yılda büyük gelişmeler sağlanmıştır. Doğal bir olgu olan depreme karşı yapıların korunmasında etkili bir çözüm olan sismik izolasyon teknolojisinin uygulanması rasyonel bir yaklaşım olacaktır. Can kaybına neden olan deprem değil yapılardır. Sismik izolasyon yöntemleri kullanılarak yapıların göçebilirliği önlenebilmektedir.

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren danışmanım Öğr.Gr. Asena SOYLUK'a ,varlığını ve anlayışını her zaman yanımda hissettiğim sevgili Mustafa GÜLLE'ye ve son olarak da yaşamım boyunca her türlü maddi ve manevi desteği veren,emeklerini uğraşlarımın her alanında esirgemeyen sevgili annem Fatma ÖZDEMİR ve babam İhsan ÖZDEMİR'e en içten şükran ve teşekkürlerimi sunuyorum.

KAYNAKLAR

[1] İnternet: Havalimanı terminal binalarının IATA (uluslararası hava taşımacılığı) standartlarına göre mimari açıdan değerlendirilmesi http://www.newwsa.com/download/gecici_makale_dosyalari/NWSA-2521-2668-4.pdf

[2] Robinson, W. H., "Seismic isolation of civil buildings in New Zealand", Progress In Structural Engineering And Materials, 2: 328-324 (2000).

[3] Çağlar, C. M., "Yapılarda taban izolasyon sistemleri", Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 76-79 (2002).

[4] Demir, S., "Sismik izolasyon sistemleriyle yapıların tasarımı ve mevcut bir yapıya uygulanması", Yüksek Lisans Tezi, SÜ Fen Bilimleri

[5] Şahin, N. (2001), "Yapılarda Sismik İyileştirme İçin Sismik İzolasyonun Kullanılması ", Yüksek Lisans Tezi, ,YTÜ Fen Bilimleri

[6] Nakano Y. (1997), "Recent Seismic Retrofit Techniques of Existing RC Buildings in Japan", INCEDE Report-10, Tokyo, 1997.

[7] Kösedağ, S. B., "Yapılarda sismik izolasyon", Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 133-181 (2002).

[8] İnternet: Mceer Buffalo Üniversitesi, " Seismic Evalution and Retrofit of theAtaturk International Airport terminal building", http://mceer.buffalo.edu/publications

[9] Yılmaz, Ç., Booth, E. And Sketchley, C., " Retrofit of Antalya airport international terminal building, Turkey using seismic isolation", Fifth EuropeanConference on Earthquake Engineering and Seismology, Geneva, 1-10 (2006).

[10] İnternet: Deprem güvenliğinde son nokta :Sabiha Gökçen Dış Hatlar Terminal Binası http://www.yapi.com.tr/Haberler/deprem-guvenliginde-son-nokta-sabiha gokcen-dis-hatlar-terminal-binasi_74573.html

Kültür Merkezi Yapılarının Deprem Davranışı Yönünden İncelenmesi

HANDE AYAŞLI ÖZTÜRK[1], ASENA SOYLUK[2]

ÖZET

Türkiye, dünyanın önemli deprem kuşaklarından biri üzerinde bulunmaktadır ve bölgenin yaklaşık olarak tamamı risk altındadır. Dolayısıyla deprem hareketi ve etkilerini tekrarlı olarak yaşamaktadır. Bu da depreme dayanıklı yapı tasarımı olgusunun önemini, yaşanan depremlerle daha da artırmıştır. Özellikle insanların aynı anda yoğun olarak bulunduğu ve içerdikleri faaliyetlerin çeşitlilikleri nedeniyle özel çözümler gerektiren kültür merkezi yapılarında bu konunun önemi yadsınamaz. Farklı deprem bölgelerinde bulunan kültür merkezi yapılarının depreme dayanıklı yapı tasarımı konusunda ele alınması bildirinin konusunu oluşturmaktadır. Yöntem olarak literatür taramasından elde edilen kültür merkezi projelerinin deprem yönetmeliğindeki düzensizliklere göre incelenmesidir. Bu bağlamda 1. ve 4. derece deprem bölgeleri üzerinden seçilen 3'er kültür merkezi yapısı Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik kapsamında incelenmiş ve değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirme sonucunda karşılaştırma tabloları oluşturulmuş, aralarındaki farklılaşmaya vurgu yapılmak istenilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Kültür merkezi, yapı güvenliği, depreme dayanıklı yapı tasarımı, deprem yönetmeliği

[1]Y. Lisans Öğr., Gazi Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Eti Mah. Yükseliş Sok. No 5 Maltepe Ankara; Tel: (0505)7138994; handeayasli@hotmail.com.
[2]Öğr. Gör. Dr., Gazi Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Eti Mah. Yükseliş Sok. No 5 Maltepe Ankara; Tel: (0530)4099044; asenad@gazi.edu.tr

1. GİRİŞ

Deprem ülkesi olan ülkemizde konu her açıdan olduğu gibi mimari açıdan da büyük önem taşır. "Depreme dayanıklı yapı tasarımı" kavramı, zihinde bir yapının yürürlükteki deprem yönetmeliklerine uygun olarak tasarlanmasını, hesaplanmasını ve uygulanmasını çağrıştırmaktadır. Fakat yer ve zemin etkileri, uygun yapı biçimlenmesi, taşıyıcı sistem seçimi gibi girdilerin tasarım süreci içinde ele alındığı depreme dayanıklı mimari tasarım da en az yönetmeliklerin uygulanması kadar önemlidir. Depreme dayanıklı yapı tasarımı için aynı önemde ve aynı anda üç temel koşul bir araya getirilmelidir;

- Depreme dayanıklı mimari tasarım
- Yasa ve Yönetmeliklere uygunluk
- Nitelikli malzeme, uygulama ve denetim [1].

İhtiyaç programlarının hazırlanmasında, kültür merkezlerinin yapılacağı il ya da ilçenin nüfusu, kültürel, sosyal ve tarihi yapısı ve buna bağlı olarak ihtiyacı duyulan etkinliklerin nitelikleri belirleyici ölçütler olmaktadır [2]. Değişen şartlar doğrultusunda bünyelerinde; tiyatro, opera, bale, sinema gibi çeşitli sahne sanatlarının gösterimi ile toplantı, kongre, konferans ve seminerlere uygun çok amaçlı salonlar, sergi salonları, atölyeler, okuma salonları, çalışma salonları, kafeterya gibi sosyal mekanlar ile idari ve teknik hacimler yer almaktadır. Her biri kendi başına birer proje konusu olan farklı işlevlerdeki bu sosyal faaliyetlerin hayata geçirileceği mekanların birbiriyle ilişkili olarak tasarlanmasının ve mimari tasarım sonrasında büyük çoğunluğu deprem riski altında bulunan ülkemizde insanların yoğun olarak kullandıkları bu yapılarda büyük sayılarda can kaybını önlemek için, doğru malzemelerin, taşıyıcı sistemlerin ve dolayısıyla doğru statik ve dinamik çözümlerin seçilmesini gerektirmektedir [3]. Taşıyıcı sistemi oluşturan elemanların her birinde, deprem yüklerinin temel zeminine kadar sürekli bir şekilde ve güvenli olarak aktarılmasını sağlayacak yeterlilikte rijitlik, kararlılık ve dayanım bulunmalıdır. Depreme karşı davranışlarındaki olumsuzluklar nedeni ile yapılardaki düzensizlik durumları, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkındaki Yönetmelikte, planda ve düşey doğrultuda olmak üzere ikiye ayrılmaktadır;

Planda Düzensizlik Durumları

- A1 - Burulma düzensizliği
- A2 - Döşeme süreksizliği
- A3 - Planda çıkıntılar bulunması

Düşey Doğrultuda Düzensizlik Durumları

- B1 - Komşu katlar arası dayanım düzensizliği (Zayıf kat)

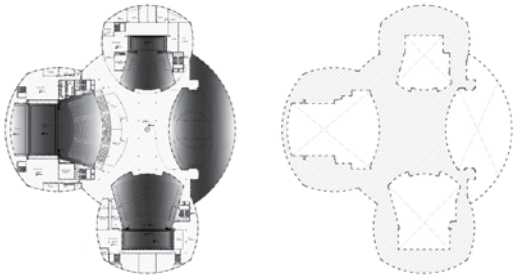
- B2 - Komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (Yumuşak kat)
- B3 - Taşıyıcı sistemin düşey elemanların süreksizliği [4].

Düzensiz binaların tasarımından ve yapımından kaçınılmalıdır. Taşıyıcı sistem planda simetrik veya simetriğe yakın düzenlenmeli ve burulma düzensizliğine olabildiğince yer verilmemelidir. Keskin rijtlikler meydana getirmemek için yapı bloklaştırılmalıdır. Herhangi bir katta zayıf kat ya da yumuşak kat durumu oluşturan düzensizliklerden kaçınılmalıdır [5]. Ancak kültür merkezi yapıları incelendiğinde, yapısal düzensizliklerin bu tür yapıların çoğunda bina kullanım ve mimari zorunluluklarından dolayı kaçınılmaz olduğu görülmektedir. Bu genel çerçevede bir sonraki bölümde örneklem bağlamında ülkemizin 1. derece (Denizli, İzmir, Bursa) ve 4. derece (Ankara, Konya, Niğde) deprem bölgeleri üzerinden seçilen kültür merkezi yapıları incelenmiştir.

2. KÜLTÜR MERKEZİ ÖRNEKLERİNİN DEPREM DAVRANIŞI YÖNÜNDEN İNCELENMESİ

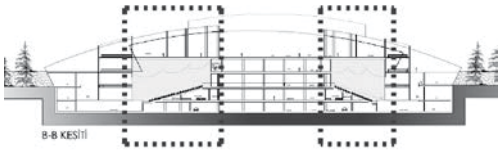
2.1. İncilipınar Kongre ve Kültür Merkezi (Denizli)

Denizli Büyükşehir Belediyesi tarafından 2013 yılında yapımına başlanan ve 2015 yılında tamamlanması planlanan İncilipınar Kongre ve Kültür Merkezi, 250 bin m² alana sahip İncilipınar Parkı içinde yer alıyor. Yaklaşık 18 bin m² oturum alanı ve 59 bin m² kullanım alanına sahip, büyük bir bölümünün toprağın altında olan yapının formunu, 500 – 1000 – 2000 kişilik konferans salonları oluşturuyor. Binada toplam 4000 kişilik konser, oyun, gösteri, prova, toplantı salonları, fuayeler, kafeterya, atölyeler, teknik hacimler, hazırlık mekanları ve kapalı otopark bulunuyor. Betonarme ve çelik taşıyıcı sistemin birlikte kullanıldığı İncilipınar Kongre ve Kültür Merkezi yapısında, parçalanmış birimlerin temelden itibaren derzlerle birbirinden ayrılarak, sistemin dinamik etkiler altındaki titreşimleri her birimin kendi içinde çözmesi sağlanmıştır. 500, 1000, 2000 kişilik salonların, büyüklükleri doğrultusunda betonarme taşıyıcı sistemli ayrı binalar halinde çözülmesi ve salon formlarında, planda simetriyi sağlayacak şekilde taşıyıcı sistemin kurgulanması ile dışarıdan bakıldığında karmaşık görünen sistemin özünde basit olduğunu söyleyebiliriz. Döşemede var olan süreksizlikler deprem yüklerinin düşey taşıyıcı elemanlara aktarılmasını güçleştirir. Yapının birinci kat planına baktığımızda, boşluk alanlar toplamının kat brüt alanının 1/3'ünden fazla olması durumu söz konusudur (Şekil 1).



Şekil 1. İncilipınar Kongre ve Kültür Merkezi projesinde döşeme süreksizlikleri

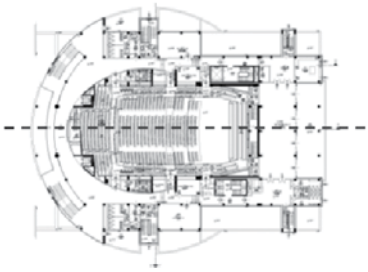
Salon birimlerinde eğimli döşeme yapısından dolayı taşıyıcı sistemde rijitlik düzensizlikleri dolayısıyla yumuşak kat oluşumları söz konusudur (Şekil 2).



Şekil 2. İncilipınar Kongre ve Kültür Merkezi projesinde yumuşak kat oluşumu

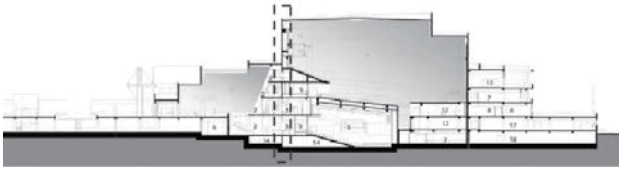
2.2. Ahmed Adnan Saygun Sanat Merkezi (İzmir)

İzmir Büyükşehir Belediyesi'nin açtığı davetli yarışma sonucunda, Tozkoparan Mimarlık'ın projeleri birinciliğe değer bulunmuş ve 2006 yılında yapımına başlanan yapı 2009 yılında tamamlanmıştır. Yaklaşık 19.000 m² oturum alanı ve 29.500 m² kapalı kullanım alanına sahiptir. İzmir'in terk edilmiş bir alanını hayata kazandırmak, kentsel iletişimi ve etkileşimi sağlamak amacıyla şekillenmiştir. Bina içerisinde iki konser salonu (1150 ve 250 kişilik), beş sanat galerisi, fuayeler, sergi alanları, açık hava performans alanları, açık ve kapalı otopark, müzik kütüphanesi, kafeterya ve teknik mekanlar bulunmaktadır. Betonarme ve çelik taşıyıcı sistemin birlikte kullanıldığı Ahmed Adnan Saygun Sanat Merkezi yapısı, ön kısmından itibaren devam eden otopark katlarından, salon katları çevrelerinden derzlerle ayrılmış ve bloklaştırılmıştır. Binayı oluşturan taşıyıcı elemanlar simetrik olarak yerleştirilmiştir (Şekil 3). Yapının kat planlarını incelendiğinde farklı geometrilerin bir arada kullanıldığını görülmektedir. Büyük salon ve galeri boşluğunun oluşturduğu boşluk alanlar döşemede süreksizliğe yol açmaktadır. Ayrıca planda çıkıntılar mevcuttur.



Şekil 3. Ahmed Adnan Saygun Sanat Merkezi projesinde simetri (+13.30 kotu planı)

Betonarme perde ve çerçeve elemanların kullanıldığı yapıda salon ve galeri bölümlerinde, özellikle salonun eğimli döşeme yapısından dolayı taşıyıcı sistemde rijitlik düzensizlikleri dolayısıyla yumuşak kat oluşumları söz konusudur. Büyük salon seyirci balkonunun eğimli döşemesini taşıyan kolonlar alt katların kirişlerine oturarak düşey taşıyıcının temelden itibaren devam etmediği ve yük aktarımında düzensizlik oluşturmasına sebep olmuştur (Şekil 4).

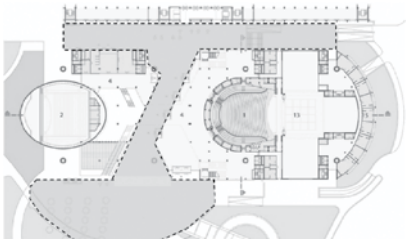


Şekil 4. Ahmed Adnan Saygun Sanat Merkezi projesinde düşey düzensizlik

2.3. Atatürk Opera ve Konser Salonu (Bursa)

Cumhuriyet Tarihi içinde sanayileşmenin sembollerinden birisi olan Merinos Fabrikası ve çevresi, Bursa Büyükşehir Belediyesi tarafından yeniden işlevlendirilerek kentin sosyal ve kültürel ihtiyacına cevap verecek biçimde projelendirilmiştir. 2 Şubat 1938'te M. Kemal Atatürk tarafından açılıp, 2000 yılına kadar işlevine devam eden Merinos Fabrikası, 2005 yılında Bursa Büyükşehir Belediyesi tarafından, bir geri dönüşüm projesi olarak ele alınmış ve 2006 yılında yapımına başlanan yapı 2010 yılında tamamlanmıştır. Fabrika Binası ve Park ile bütünleşecek şekilde tasarlanan Atatürk Opera ve Konser Salonu; içinde 1800 kişilik opera-bale-devlet senfoni orkestra salonu, 800 kişilik konferans-konser-gösteri salonu, 300 kişilik senfoni orkestra salonu, 1000 kişilik balo salonu, sergileme, kafeterya v.b. birimleri barındırmaktadır [6]. 14.800 m^2 oturum alanı ve 54.000 m^2 kapalı kullanım alanıyla Atatürk Opera ve Konser Salonu yapısında

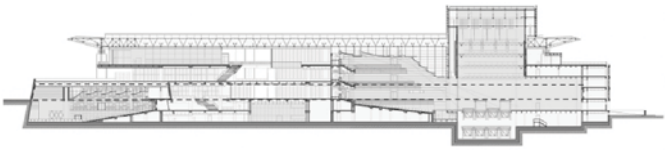
betonarme ve çelik taşıyıcı sistem birlikte kullanılmıştır. Yapı zemin katta iki kütleye ayrılarak önde bir meydan ve arada sokak olgusu yaratılmış ve girişler buradan sağlanmıştır (Şekil 5). Plan itibariyle uzun bir yapıya sahip olan bina, derzlerle ayrılmış ve bloklaştırılmıştır. Salonlar perdelerle ayrılmıştır. Ayrıca binayı oluşturan taşıyıcı elemanların dağılımı değerlendirildiğinde, simetriye dikkat edildiği görülmektedir (Şekil 6).



Şekil 5. Atatürk Opera ve Konser Salonu (zemin kat planı)

Şekil 6. Atatürk Opera ve Konser Salonu projesinde simetri ve bloklaşma (bodrum kat planı)

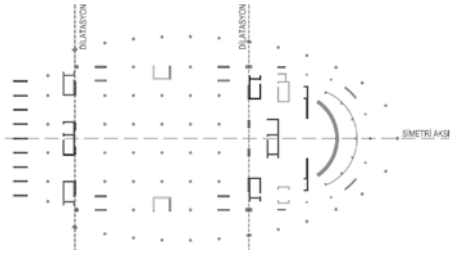
Yapının kat planlarını incelendiğinde, zemin kat planında 1800 kişilik opera salonu, ana sahne, 800 kişilik konferans salonu ve ona ait fuayedeki galeri boşluğunun oluşturduğu toplam boşluk alanların döşemede süreksizliğe yol açtığını söyleyebiliriz. Yapıda, 1800 kişilik opera salonu, ana sahne ve sofitosu, 800 kişilik konferans salonu bölümlerinde komşu katlar arasında rijitlik düzensizliği yani yumuşak kat oluşumları söz konusudur (Şekil 7).



Şekil 7. Atatürk Opera ve Konser Salonu projesinde döşeme süreksizliği ve yumuşak kat oluşumu

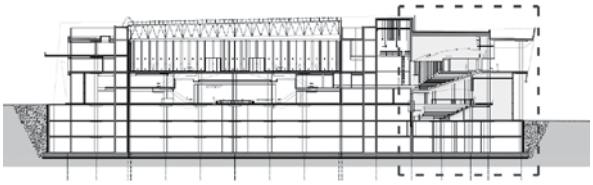
2.4. Nazım Hikmet Kültür Merkezi (Ankara)

Ankara Yenimahalle Belediyesi tarafından yapılan davetli yarışma sonucunda Atölye E Mimarlık'ın projesi uygulanmak üzere seçilmiş ve 2008 yılında inşaatına başlanan yapı, 2012 yılında hizmete açılmıştır. Yapının en önemli program parçasını yaklaşık 2.000 m2'lik bir alana sahip olan çok amaçlı salon oluşturmaktadır. Bu salonun farklı büyüklüklerde bölünebilmesi sağlanarak çok farklı sayıda etkinliğe aynı anda hizmet edebilme imkanı sağlanmıştır. Bunun dışında yaklaşık 500 kişilik bir tiyatro salonu ve 300 kişilik nikah salonu, sergi salonları ve gerekli destek ve servis alanları bulunmaktadır [7]. Toplam yedi kattan oluşan ve yaklaşık 31.000 m2 kapalı kullanım alanına sahip yapıda betonarme ve çelik taşıyıcı (çatı) sistem birlikte kullanılmıştır. Yapı temelden başlayarak derzlerle yatayda 3 parçaya ayrılarak bloklaştırılmıştır.



Şekil 8. Nazım Hikmet Kültür Merkezi projesinde simetri (1. kat planı)

Binayı oluşturan taşıyıcı elemanların dağılımı değerlendirildiğinde ise, eliptik plan şemasına sahip yapının taşıyıcı sistemi simetri göz önünde bulundurularak kurgulanmıştır. Sistemde genel olarak B.A. dairesel kolonlar kullanılmış ve perdeler bulunduğu yüzeye dik olarak konumlandırılmıştır (Şekil 8). Ayrıca yapının birinci katında, boşluk alanlar toplamının kat brüt alanının 1/3'ünden fazla olması durumu söz konusudur.

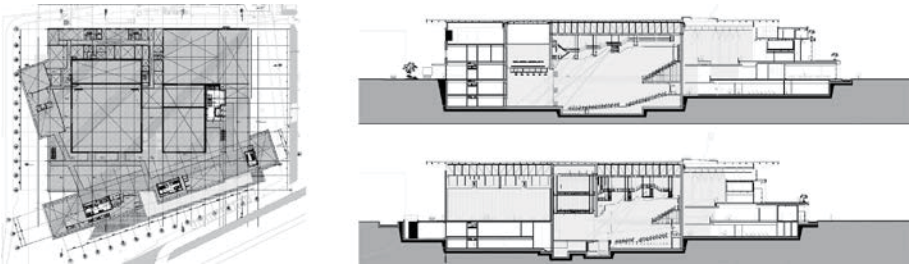


Şekil 9. Nazım Hikmet Kültür Merkezi projesinde düşey düzensizlik durumları

Tiyatro ve nikah salonlarında, eğimli döşeme yapısından dolayı taşıyıcı sistemde rijitlik düzensizlikleri dolayısıyla yumuşak kat oluşumları söz konusudur (Şekil 9).

2.5. Selçuklu Kongre Kültür Merkezi (Konya)

Konya Selçuklu Belediyesi tarafından 2012 yılında yapımına başlanan ve yapımı devam eden Selçuklu Kongre Kültür Merkezi yapısında, açık, yarı-açık ve kapalı fuaye mekanlarını paylaşan 2200 kişilik amfi formunda ve çok balkonlu kongre ve yine amfi formunda 800 kişilik tiyatro salonu ile kutlama ve çeşitli toplantıların gerçekleştirilebileceği, gerektiğinde birleşebilecek üç bölümden oluşan toplam 1000 kişilik sokak kotunda yer alan balo salonu ana mekanları oluşturmaktadır. Ayrıca restoran, kafe, dükkanlar, atölyeler ve toplantı mekanları ile kentin yoğun olarak kullanacağı buluşma ve cazibe noktası olma özelliğindedir [8]. Betonarme ve çelik taşıyıcı sistemin birlikte kullanıldığı yapı yaklaşık 32.000 m2 kapalı kullanım alanına sahiptir. Planı itibariyle derzlerle bloklaştırılmamış ve taşıyıcı elemanlar simetrik olarak yerleştirilmemiştir. Bir binanın rijitlik akslarının birbirine dik olması ve kolon ve perde duvarların asal eksenlerinin bu dik aks sistemine paralel olması istenir. Eğer bu paralellik sağlanmadıysa eğik konumlu düşey taşıyıcı elemanların iç kuvvetlerinde artış meydana gelir ve depremde hasar görme olasılığı artar. Selçuklu Kongre ve Kültür Merkezi projesinin taşıyıcı sistemde kolonlar ve perdeler belli bir aks sisteminde yerleştirilmiştir. Ancak projede taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının plandaki asal eksenlerinin, birbirine dik yatay deprem doğrultularına paralel olmaması durumu söz konusudur. Ayrıca aynı plana baktığımızda planda çıkıntılar mevcuttur ve bu çıkıntılar planda düzensizliğe sebep olmuştur.



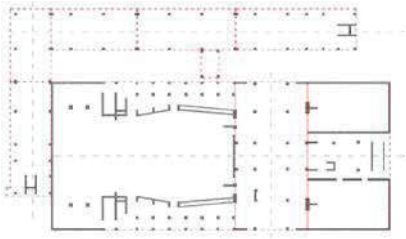
Şekil 10. Selçuklu Kongre Kültür Merkezi projesinde düzensizlik durumları

Yapının +8.80 kotunda sadece mekanik mahallerin döşemesi bulunmaktadır. Dolayısıyla boşluk alanlar toplamının kat brüt alanının 1/3'ünden fazla olması durumu ve kongre salonu, tiyatro salonu, restoran, sirkülasyon

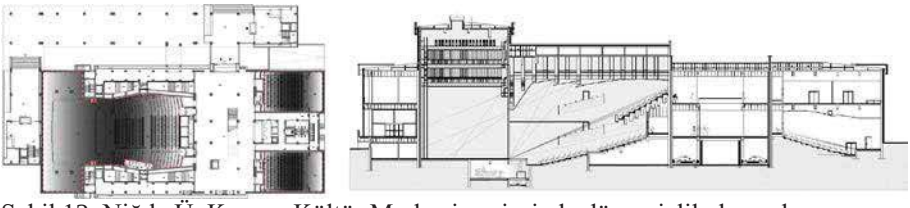
alanlarındaki geniş galeri boşlukları gibi alanlarda göreli kat ötelemesi oranını göz önünde bulundurduğumuzda, taşıyıcı sistemde rijitlik düzensizlikleri dolayısıyla yumuşak kat oluşumlarından söz edebiliriz (Şekil 10).

2.6. Niğde Üniversitesi Kongre ve Kültür Merkezi (Niğde)

2011 yılında yapımına başlanan ve 2014 yılında tamamlanan Niğde Üniversitesine ait Kongre Kültür Merkezi binası 7.900 m^2 kapalı kullanım alanına sahiptir. Üç katlı yapı; işlevsel olarak 2 birimden oluşmaktadır. Merkezde 750 kişilik çok amaçlı ana salon, seminer salonları (185 kişilik), sergi salonu ve gerekli teknik hacimler yer alırken ana kütleye sarılmış L formundaki kütlede ise, atölyeler, çalışma odaları ve idari birimler bulunmaktadır. İki kütle birbirine bir köprü ile bağlanmıştır. Betonarme ve çelik taşıyıcı (çatı) sistemin birlikte kullanıldığı yapı dilatasyonlarla parçalanmış ve bloklaştırılmıştır. Binayı oluşturan taşıyıcı elemanların dağılımı değerlendirildiğinde, elemanlar olabildiğince simetriye dikkat edilerek kurgulanmıştır (Şekil 11). Yapıda; salon ve sahne yapılarından kaynaklı, boşluk alanlar toplamının kat brüt alanının 1/3'ünden fazla olması durumu ve ana salon ve sahne bölümlerinden kaynaklı yumuşak kat oluşumları söz konusudur (Şekil 12).



Şekil 11. Niğde Ü. Kongre Kültür Merkezi projesinde simetri (1.kat planı)



Şekil 12. Niğde Ü. Kongre Kültür Merkezi projesinde düzensizlik durumları

3. SONUÇ

Mimari tasarımda ana hedef, fonksiyonellik olmakla birlikte estetik, ekonomik ve yapılara depreme karşı dayanıklılığını sağlayan form vermektir [5]. Bu çalışmada kültür merkezi yapıları, depreme dayanıklı yapı tasarımı konusunda ele alınmış ve önemli deprem kuşaklarından biri üzerinde bulunan ülkemizin, 1. ve 4. derece deprem bölgeleri üzerinden seçilen örnekler Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY) doğrultusunda incelenmiştir. Değerlendirme sonuçları aşağıdaki tabloda özetlenmiştir. (Tablo 1,2)

Tablo 1. Sonuç Değerlendirme Tablosu – Konum ve Genel Özellikler

		KÜLTÜR MERKEZLERİ / *KRİTERLER*	İnciliPınar Kongre ve Kültür Merkezi	Ahmet Adnan Saygun Sanat Merkezi	Atatürk Opera ve Konser Salonu	Nazım Hikmet Kültür Merkezi	Selçuklu Kongre Kültür Merkezi	Niğde Ü. Kongre Kültür Merkezi
KONUM VE GENEL ÖZELLİKLER	Bulunduğu il ve Depremselik Derecesi	Denizli	✓					
		İzmir		✓				
		Bursa			✓			
		Ankara				✓		
		Konya					✓	
		Niğde						✓
		Bulunduğu İlin Depremselik Derecesi						
		1. Derece	✓	✓	✓			
		4. Derece				✓	✓	✓
	Bina Tipi	Kültür Merkezi	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		Kongre Merkezi	✓		✓		✓	✓
		Konser Salonu		✓	✓	✓		
		Eğitim						✓
	Yapım Türü	Betonarme Taşıyıcı Sistem	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		Çelik Taşıyıcı Sistem	✓	✓	✓		✓	
		Çelik Çatı Konstrüksiyonu	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Arsa Alanı	Büyük (>10.000 m2)	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		Orta (5.000-10.000 m2)						
		Küçük (<5.000 m2)						
	Büyüklük	Büyük Ölçekli (>10.000 m2)	✓	✓	✓	✓	✓	
		Orta Ölçekli (5.000-10.000						✓
		Küçük Ölçekli (<5.000 m2)						
	Kat Sayısı	Dört (4)						✓
		Beş (5)	✓	✓	✓			
		Yedi (7)				✓	✓	

Tablo 2. Sonuç Değerlendirme Tablosu – Taşıyıcı Sistem Özellikleri

		KÜLTÜR MERKEZLERİ / KRİTERLER	İncilipınar Kongre ve Kültür Merkezi	Ahmet Adnan Saygun Sanat Merkezi	Atatürk Opera ve Konser Salonu	Nazım Hikmet Kültür Merkezi	Selçuklu Kongre Kültür Merkezi	Niğde Ü. Kongre Kültür Merkezi
TAŞIYICI SİSTEM ÖZELLİKLERİ	Sirkülasyon Sistem Biçimlenmesi	Doğrusal (Lineer)						
		Işınsal (Radyal)	✓					
		Kafes (Grid)			✓			✓
		Merkezi				✓		
		Şebeke (Ağ)						
		Moleküler		✓			✓	
	Bloklaşma Özelliği	Tekil					✓	
		Parçalı (Derzli)	✓	✓	✓	✓		✓
		Parçalı (Derzsiz)						
	Kolon / Perde Konfigürasyonu	Simetri var	✓	✓	✓	✓		✓
		Simetri yok					✓	
		Aks Sistemi var	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		Aks Sistemi yok						
		Aks S. paralel olmaması			✓		✓	✓
	Yatay-Düşey Düzensizlik	A2 - Döşeme Süreksizliği	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		A3 - Planda Çıkıntılar B.		✓			✓	
		B1 - Zayıf Kat						
		B2- Yumuşak Kat	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		B3 - Düşey E. Süreksizliği	✓	✓				
	Zemin Sınıfı	(A) Zemin Grubu						
		(B) Zemin Grubu						✓
		(C) Zemin Grubu				✓	✓	
		(D) Zemin Grubu	✓	✓	✓			
		Z1 Yerel Zemin Sınıfı						
		Z2 Yerel Zemin Sınıfı						✓
		Z3 Yerel Zemin Sınıfı				✓	✓	
		Z4 Yerel Zemin Sınıfı	✓	✓	✓			

Yapılan çalışma sonucunda, topraklarının büyük çoğunluğu deprem riski altında olan ülkemizde, işleyişleri ve donanımları gereği yoğun statik ve dinamik yüklere maruz kalan ve "insanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu [4]" kültür merkezi yapıları incelenmiştir. İnceleme konusu olan tüm kültür merkezi örneklerinde genellikle, programları gereği olmazsa olmaz salon ve sahne – sofit mahallerinden kaynaklı A2 (döşeme süreksizliği) ve B2 (yumuşak kat) düzensizlikleri görülmüştür. Ayrıca bu

mekanlar geniş açıklık gerektirdiği için bina tasarımlarına yön vermiştir. Tüm örnek yapıların çatılarında betonarmeye göre daha hafif, rijit ve uygulaması kolay olan çelik makas sistemler tercih edilmiştir. 1. derece deprem bölgelerinde bulunan örneklerde, betonarme ve çelik taşıyıcı sistemler birlikte kullanılarak bina ve hasar hafifletilmiştir. 4. derece deprem bölgelerinde bulunan örneklerde ise aks sistemine paralel olmayan taşıyıcı eleman ve konsol döşeme kullanımı dikkat çekmektedir.

Yere ve işleve göre yapının karakterini oluşturmak, tasarımın önemli bir kriteridir. Farklı deprem bölgelerde yer alan örnekler incelenmiş ve depreme dayanıklı yapı tasarımı açısından aralarında çok büyük farklar olmadığı görülmüştür. Fiziksel verilerin daha detaylı irdelendiği ve sağladığı imkanlar ya da getirdiği kısıtlamalar dahilinde, odak noktası olmayı ve örnek teşkil etmeyi amaçlayan kültür merkezi yapıları biçimlenmelidir. Bu konuda gelişmiş ülkelerin izlediği inşaat politikaları incelenmeli, yeni strüktürel tasarımlar araştırılmalıdır.

KAYNAKLAR

[1] Akbulut, M. T. (2005, 03). *Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı Eğitimi Yaklaşımı*. Deprem Sempozyumu, Kocaeli.

[2] http://www.ktbyatirimisletmeler.gov.tr/TR,9785/kultur-merkezleri.html Erişim Tarihi: 01.11.2014

[3] Çalık, Ç. (2012). *Dünyadan ve Türkiye'den Örneklerle Çok Amaçlı Salon Yapılarının Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı Yönünden İncelenmesi*. (Uzmanlık Tezi) Kültür ve Turizm Bakanlığı Yatırım İşletmeleri Genel Müdürlüğü, Ankara

[4] Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik. (2007). *Resmi Gazete*, 26454, 06.03.2007, *Değişiklik Resmi Gazete*, 26511, 03.05.2007

[5] Tuna, M. E. (2000). *Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı*. Ankara: Ajans Türk Basım

[6] Yılmaz, B. (Ed.). (2011). *Projeler / Yapılar 4: Kültür Yapıları*. İstanbul: YEM Yayın

[7] http://issuu.com/arkitera/docs/raf_urun_dergisi_45/106 Erişim Tarihi: 23.11.2014

[8] http://www.arkitera.com/haber/6242/tabanlioglu-mimarliktan-konyaya-kongre-merkezi Erişim Tarihi: 26.11.2014

Avrupa Birliği mevzuatları bağlamında binalarda yangın güvenliği

Yrd. Doç. Dr. SEDAT ALTINDAŞ[1]

ÖZET

Binalarda yangın güvenliği mevzuatları, kaçış yolları ile yangının bina içinde büyümesi ve yayılmasının sınırlandırılması üzerine yoğunlaşmıştır. Yangının büyümesi ve yayılması, yapı malzemeleri ve yapı elemanlarının yangına direnç ve tepki özellikleri ile ilgilidir. Ülkelerin, yapı malzeme ve elemanlarını kendi mevzuat ve standartları eşliğinde değerlendirmesi, farklı standart, sınıflandırma ve değerlendirme kriterlerinin oluşmasına neden olmuştur. Avrupa Birliği, bu farklı yaklaşımları ortadan kaldırmak, yapı malzemelerinin serbest dolaşımını sağlamak üzere bir takım teknik düzenlemeler yapmıştır. Yapı Malzemeleri Yönetmeliği olarak yayımlanan bu düzenlemede, yapılar için 7 temel gerek bulunmaktadır. Yapıyı oluşturan malzeme ve yapı elemanlarının teknik özelliklerini etkilemekte olan bu temel gereklerden ikincisi ise, binalarda yangın güvenliği ile ilgili esasları kapsayan "yangın durumunda emniyet"tir. Avrupa Birliği ülkeleri, bu temel gerek doğrultusunda, ulusal yangın mevzuatlarını AB mevzuatlarına uyumlu hale getirmektedir. Bildiride; binalarda yangın güvenliği bağlamında AB tarafından ortaya konulmuş yasal mevzuatların genel bir incelemesi ile ulusal yangın güvenliği mevzuatlarına yansımasının kısa bir değerlendirilmesi yapılacaktır.

Anahtar Sözcükler: Binalarda yangın güvenliği, Avrupa Birliği, Yapı Malzemeleri Yönetmeliği

[1] Yrd. Doç. Dr. Sedat ALTINDAŞ, Abant İzzet Baysal Ün. Müh. Mim. Fak. Mim. Böl. Gölköy Kampüsü 14280 BOLU, Tel:(0374)2541000/2648, Faks.(0374)2534558, sedat.altindas@ibu.edu.tr

1. GİRİŞ

Ülkelerin birbirinden farklı teknik düzenlemeler, standartlar ve uygunluk değerlendirme işlemleri uygulaması malların her bir ülkede piyasaya arzı için birden fazla test ve belgelendirme prosedürüne tabi tutulmasına yol açarak malların serbest dolaşımını kısıtlamakta, ticarette teknik engel oluşturmaktadır. Ticarette teknik engelleri aşmak amacıyla uluslararası alanda **mevzuat uyumu** (harmonisation), **karşılıklı tanıma ilkesi** (mutual recognition) ve **bildirim** (notification) yöntemleri kullanılmaktadır[1].

Türkiye-Avrupa Birliği (AB) arasında, 1/95 sayılı Ortaklık Konseyi Kararı (OKK) uyarınca, 1 Ocak 1996 tarihinden itibaren sanayi ürünleri ve işlenmiş tarım ürünleri ticaretinde Gümrük Birliğine geçilmiştir. Ancak bu yeterli görülmeyip, AB'nin ticarette teknik engellerin kaldırılmasına ilişkin teknik mevzuatının da ülkemizce iç yasal düzenlemelere dahil edilmesi öngörülmüştür [2]. Avrupa Birliği teknik mevzuatını **düzenlenmiş alan** ve **düzenlenmemiş alan** olarak iki başlık altında toplamak mümkündür. Düzenlenmemiş alanda, AB düzeyinde bir düzenleme yapılmamakta ve ilgili düzenlemeler üye devletlerin ulusal yetki alanına bırakılmaktadır. Bu alanda teknik engellerin ortadan kaldırılması ve malların serbest dolaşımı ulusal mevzuatlara eklenen "**karşılıklı tanıma hükmü**" ile sağlanmaktadır. Düzenlenmiş alanda ise Avrupa Komisyonu'nca hazırlanıp yürürlüğe konulmuş Komisyon ve Konsey Direktifleri gibi ortak bir mevzuat tarafından düzenlenen sektörler yer almaktadır. Bu alandaki AB teknik mevzuatında farklı yaklaşımlar bulunmaktadır. Bunlardan biri de yeni yaklaşım (New Approach) olup, her bir ürünle ilgili mevzuatın uyumu yerine, benzer malların bir arada toplanmasıyla oluşturulan mal gruplarıyla ilgili olan ve temel gerekler olarak isimlendirilen insan can ve mal güvenliği, hayvan ve bitki varlığının korunması çerçevesinde hazırlanan mevzuatın uyumlaştırılması öngörülmektedir. Temel ilkeleri şunlardır[3]:

- Mevzuat uyumu, Toplulukta serbest dolaşıma giren malların temel gerekleri karşılaması ile sınırlandırılmıştır.
- Direktiflerdeki temel gereklere karşılık gelen ürünlere ilişkin teknik özellikler uyumlaştırılmış standartlarda yer alacaktır.
- Uyumlaştırılmış standartları veya diğer standartları uygulamak isteğe bağlı olup, üretici diğer teknik belgelere de başvurabilecektir.
- Uyumlaştırılmış standartlara uygun üretilen ürünlerin temel gerekleri karşıladığı kabul edilecektir.

1. YAPI MALZEMELERİ YÖNETMELİĞİ

Yapılarda yangın güvenliği ile ilişkili konuların da yer aldığı Yapı Malzemeleri Direktifi (89/106/EEC)[4], Avrupa Birliğinin yeni yaklaşım direktifleri kapsamında yer almıştır. Bu direktifin uyumu için Bayındırlık ve İskan Bakanlığı görevlendirilmiştir. Bakanlık Direktifi "Yapı Malzemeleri Yönetmeliği (89/106/EEC) [5]" adı altında 2002 yılında yayımlamıştır. Direktif daha sonra Avrupa Komisyonu tarafından uygulanabilirliği ve güvenirliğinin artırılmasına yönelik olarak ve ortak bir teknik dile sahip olacak şekilde [6] gözden geçirilmiş ve daha üst düzey bir mevzuat olan Yapı Malzemeleri Tüzüğü (305/2011/EU) [7] adı altında yayımlanmıştır. Bunu takiben Türkiye'de Yapı Malzemeleri Yönetmeliği (89/106/EEC) yürürlükten kaldırılarak Avrupa Komisyonunun Yapı Malzemeleri Tüzüğüne(305/2011/EU) paralel hazırlanan Yapı Malzemeleri Yönetmeliği (305/2011/AB)[9] Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından 2013 yılında yayımlanmıştır. Yürürlük tarihinden önce Yapı Malzemeleri Yönetmeliği (89/106/EEC)'ne uygun olarak piyasaya arz edilmiş yapı malzemeleri bu Yönetmeliğe uygun kabul edilmiştir. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı yerine kurulan Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, yapı malzemeleri mevzuat uyumundan sorumlu olarak gerekli çalışmaları yapmaktadır [bkz. Tablo 1]

Tablo 1. Yapı Malzemeleri ile ilgili uyum tablosu[8]

AB Mevzuatı	**Karşılık Gelen Türk Mevzuatı**
Regulation (EU) No 305/2011 of The European Parliement and of The Council of 9 March 10 laying down harmonized conditions for the marketing of construction products and repealing Council Directive 89/106/EEC	Yapı Malzemeleri Yönetmeliği(305/2011/AB)
2000/147/EC, 2000/367/EC, 2003/632/EC, 2003/629/EC, 2005/823/EC, 2001/671/EC, 2000/605/EC, 96/603/EC, 2003/593/EC, 2006/673/EC, 2007/348/EC, 2003/43/EC, 2005/610/EC, 2006/213/EC, 2010/81/EU, 2010/82/EU, 2010/83/EU, 2010/85/EU, 2010/737/EU, 2010/738/EU, 2000/553/EC, 2001/671/EC, 2005/403/EC, 2006/600/EC numaralı Komisyon kararları	Yapı Malzemeleri Yönetmeliği (89/106/EEC) Kapsamında, Yapı Malzemelerinin Yangına Tepki Sınıflarının, Yapı Elemanlarının Yangına Dayanıklılığına, Çatı ve Çatı Kaplamalarının Dış Yangın Performansına Dair Tebliğ (Tebliğ No: MHG/2012-05)
Commission communication in the framework of the implementation of Council Directive 89/106/EEC of 21 December 1988 on the approximation of laws, regulations and administrative provisions of the Member States relating to construction products (2013/C 186/02)	Yapı Malzemeleri Yönetmeliği (305/2011/AB) Kapsamında Uygulanacak Teknik Şartnamelerin Yayımlanması Hakkında Tebliğ (Tebliğ No: MHG/2014-01)

Yönetmeliğin amacı, yapı malzemelerinin temel karakteristikleri ile ilgili performans beyanlarının ve malzemelere CE işaretinin iliştirilmesinin kurallarını oluşturmak ve yapı malzemelerinin piyasada serbest dolaşması ile ilgili düzenlemeleri yapmaktır. Yapılar, "**Yapı İşleri İçin Temel Gerekler**"e uygun hazırlanmalı ve ekonomik açıdan uygun bir kullanım süresi boyunca, düzenli bakım yapılma koşulu ile bu temel gerekleri karşılamalıdır[9]. Yapı malzemeleri de bu gereklere uygun olmak durumundadır. İnsan sağlığı ve güvenliği dikkate alınarak hazırlanan bu temel gerekler şunlardır:

- Mekanik dayanım ve stabilite
- **Yangın durumunda emniyet**
- Hijyen, sağlık ve çevre
- Kullanımda erişilebilirlik ve güvenlik
- Gürültüye karşı koruma
- Enerjiden tasarruf ve ısı muhafazası
- Doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı

2. YAPI MALZEMELERİ YÖNETMELİĞİNE GÖRE YANGIN GÜVENLİĞİ

Yeni yaklaşım direktifinde uyum, AB'de serbest dolaşıma giren malların temel gerekleri karşılaması ile sınırlandırılmaktadır. Yapılar için ulusal, bölgesel ya da yerel düzeyde farklı koruma seviyelerinin dikkate alınması amacıyla, temel gerekler açısından ürünlerin performanslarına ait bir takım ölçütler öngörülmüştür. Bu ve diğer ayrıntılar ise direktif kapsamında yayımlanmış açıklayıcı dokümanlarda yer almaktadır. Her bir temel gerek için hazırlanmış bu dokümanlar, uyumlaştırılmış standart oluşturmaya veya diğer teknik şartnamelerin tanınmasına yönelik olarak Yapı Malzemeleri Direktifinde ortaya konulan temel gerekleri somutlaştırmaktadır. Binalarda yangın güvenliği ile ilgili ilgili açıklayıcı doküman, "Interpretative Document Number 2: Safety in Case of Fire" adı altında Avrupa Birliği Resmi Gazetesinde yayımlanmıştır [10]. Türkiye de, "Yangın Durumunda Emniyet"inde yer aldığı Açıklayıcı Dokümanları Türkçeye çevrilerek yayımlanmıştır[11]. "Yangın Durumunda Emniyet" Temel Gereğine göre, yapılar bir yangın durumunda aşağıdaki 5 alt gereği sağlayacak şekilde tasarlanmalı ve inşa edilmelidir[4]:

- Yapının yük taşıma kapasitesi, belirli bir süre boyunca azalmamalıdır.
- Yapı içinde yangın ve dumanın oluşması ve yayılması sınırlı olmalıdır.
- Yangının etraftaki yapı işlerine yayılması sınırlı olmalıdır.

- Yapı sakinlerinin binayı emniyetli bir şekilde terk edebilmesi veya başka yollarla kurtarılabilmesi sağlanmalıdır.
- Kurtarma ekiplerinin emniyeti göz önüne alınmalıdır.

Bu alt gereklere uygun malzeme karakteristiklerine ait performans ölçütleri ve diğer konular, AB Komisyon Kararlarında duyurulmaktadır. Yapı malzemelerinin yangın performansı ile ilgili olanlar Tablo 2'de görülmektedir.

Tablo 2. Malzemelerinin yangın performansı ile ilgili AB Komisyon Kararları[12]

KONUSU	**İÇERİĞİ**		**KOMİSYON KARARI NUMARASI**
Yangın performans sınıfları	Yapı malzemelerinin yangına tepki performansı sınıfları	Yapı malzemelerinin, yangına tepki deneylerinden elde edilen veriler kullanılarak sınıflandırılması	2000/147/EC 2003/632/EC
		Elektrik kablolarının, yangına tepki deneylerinden elde edilen veriler kullanılarak sınıflandırılması	2006/751/EC
	Yapı elemanlarının yangına direnç performansı sınıfları	Yapı elemanlarının, yangına direnç deneylerinden elde edilen veriler kullanılarak sınıflandırılması	2011/232/EU 2003/629/EC 2000/367/EC
	Çatı ve çatı kaplamalarının dış yangın performansı sınıfları	Çatı ve çatı kaplamalarının, çatılar için dış yangın yayılım deneylerinden elde edilen veriler kullanılarak sınıflandırılması	2005/823/EC 2001/1671/EC
Ek test ihtiyacı olmayan malzemeler	Yangına katkı sağlamayan A1, $A1_{fl}$ ve B_{ROOF} sınıfı malzemelerin listesi	Listedeki ürünler için, test edilmelerine gerek duyulmadan yangına tepki sınıfı olarak A1 ve A1fl kullanılması	2000/605/EC 96/603/EC
		Listedeki çatı ve çatı kaplamaları için, test edilmelerine gerek duyulmadan dış yangın performans sınıfı olarak B_{ROOF} kullanılması	2001/671/EC 2000/553/EC
	Belirli yapı malzemelerinin yangına tepki performans sınıfları, (Listedeki yapı malzemeleri için test edilmelerine gerek duyulmadan beyan edilmiş olan yangına tepki sınıflarının kullanılması)		2003/593/EC, 2006/673/EC, 2007/348/EC, 2003/43/EC, 2005/610/EC, 2006/213/EC, 2010/81/EU, 2010/82/EU, 2010/83/EU, 2010/85/EU, 2010/737/EU,2010/738/EU
	Çatı ve çatı kaplamalarına ait belirli ürünlerin dış yangın performans sınıfları. (Listedeki ürünler için test edilmelerine gerek duyulmadan beyan edilmiş olan dış yangın performans sınıflarının kullanılması)		2005/403/EC 2006/600/EC

3.1. Yangın Performans Sınıfları

Yangın güvenliğine ilişkin yapı malzemelerinin karakteristikleri, yangın performans sınıfları ile ifade edilmiştir. Bu sınıflar, yapı malzemesinin ilgili yangın performansını üst ve alt değerlerle sınırlandıran seviyelerdir. Yönetmelik'te, "Yangın Durumunda Emniyet" temel gereği kapsamında yangına tepki, yangına direnç ve dış yangın yayılımı olmak üzere üç farklı performans sınıfı oluşturulmuştur.

3.1.1. Yangına Direnç Sınıfları

Yangın ve duman yayılımının sınırlandırılması ve yapının yük taşıma kapasitesinin belirli bir süre korunması, binalarda yangın güvenliğinin alt gereklerindendir. Bu gereksinimler; yapının taşıyıcı, ayırıcı vb. elemanlarının yangına karşı direnç sağlaması ile karşılanmaktadır. Yapı elemanının yangına direnç performansını karakterize eden temel kriterler yük taşıma kapasitesi, bütünlük ve yalıtımdır. Sınıflandırma için esas olan bu kriterler elemanın yapıdaki işlevi ve uygulama alanlarına göre genişletilebilmektedir [Bkz. Tablo 3] [10].

Tablo 3. Yapı elemanlarının yangına direncine ait performans kriterleri

Sembol		**Açıklama**
R	Yük Taşıma Kapasitesi	Yangın etkisi altında, yıkılmaya veya aşırı eğilmeye dayanım
E	Bütünlük	Elemanın sıcak gaz ve alev geçirmezlik dayanımı,
I	Yalıtım	Aleve maruz kalan yüzeydeki yoğun sıcaklık artışına karşı dayanım
W		Yapı elemanından yayılan ışıma kontrol edildiği zaman,
M		Yangına direnç performansı sırasında Mekanik eylemler göz önüne alındığı zaman,
C		Kapılar için kendinden kapanma söz konusu olduğu zaman,
S		Duman sızıntısı ile ilgili belli sınırlamalara sahip elemanlar söz konusu olduğu zaman,
P veya PH		Gücün sürekliliği veya sinyal vermesi dikkate alındığı zaman
G		İsli yangın direnci göz önünde bulundurulduğu zaman,
K		Yangına karşı koruma yeteneği (koruyucu kaplamalar için) söz konusu olduğu zaman,
D		Sabit sıcaklık altında dayanım süresi,
DH		Standart zaman/sıcaklık eğrisi altında dayanım süresi,
F		Güçlendirilmiş duman ve ısı havalandırıcıların işlevselliği,
B		Doğal duman ve ısı havalandırıcıların işlevselliği,

Tablo 4. Yapı elemanlarının (mekanik ve elekrik tesisat sistemleri dışında) yangına direnç performans sınıfları[12]

Yapı Elemanının İşlevi	Uygulama Alanları	Yangına Direnç Sınıfı	Sınıflandırma Standardı
Yangın ayırıcı fonksiyonu olmayan taşıyıcı elemanlar	Duvarlar, döşemeler, çatılar, kirişler, kolonlar, balkonlar merdivenler, sahanlıklar	**R**	TS EN 13501-2;
Yangın ayırıcı fonksiyonu olan taşıyıcı elemanlar	Duvarlar	**RE, REI, REI-M, REW**	TS EN 13501-2
	Döşemeler ve çatılar	**RE, REI , REI**	TS EN 13501-2
Taşıyıcı elemanları yangından korumak için malzeme veya sistemler	Yangın direnci olmayan bağımsız tavanlar (asma tavanlar)	**RE, REI, REI**	TS EN 13501-2;
	Yangın koruyucu kaplamalar, giydirmeler, levhalar, sıvalar ve siperler	**RE, REI , REI-M, REW**	TS EN 13501-2;
Taşıyıcı olmayan elemanlarla ilgili malzemeler	Bölme duvarlar	**E, EI, EI-M, EW**	TS EN 13501-2;
	Yangın direnci olan bağımsız tavanlar (asma tavanlar)	**EI**	TS EN 13501-2
	Dış cepheler ve dış duvarlar	**E, EI , EW**	TS EN 13501-2
	Yükseltilmiş döşemeler	**RE, REI, REI**	TS EN 13501-2
	Sızdırmazlık ve dolgu malzemeleri	**E, EI**	TS EN 13501-2
	Yangın kapıları ve kepenkler	**E, EI, EW**	TS EN 13501-2
	Duman kontrol kapıları	**S200 veya Sa**	TS EN 13501-2
	Konveyör ve trackbound nakil sistemleri için muhafazalar	**E, EI , EW**	TS EN 13501-2
	Servis kanalları ve şaftları (boruları)	**E, EI**	TS EN 13501-2
	Bacalar	**G** + mesafe	TS EN 13501-2
	Duvar ve tavan kaplamaları	**K1, K2**	TS EN 13501-2

Yangına direnç performansı, yapı elemanının istenen kriteri 15, 20, 30, 45, 60, 90, 120, 180, 240 ve 360 dakikalık süreler boyunca sağlamasına göre sınıflandırılmaktadır. Örneğin, 140 dakika yük taşıma kapasitesine, 95 dakika bütünlüğe ve 47 dakika yalıtıma sahip bir yapı elemanının yangına direnç performans sınıfları **R 120, RE 90, REI 30 ve EI 30** şeklinde olabilmektedir. Yapı Malzemeleri Yönetmeliği (CPR) kapsamında,

uygulama alanları ve işlevine göre yapı elemanları için gerek duyulan yangına direnç sınıfları ve ilgili standartlar ayrıntılı olarak düzenlenmiştir (Bkz. Tablo 4). Bu düzenlemede yangına direnç sınıfları birer seçenek olarak sunulmuş olup üye ülkeler kendi bölgesel şartları doğrultusunda ulusal yangın mevzuatlarına uygun olanları kabul etmektedirler. Örneğin, İngiltere [13]'de komşu parsel sınırına olan mesafe dikkate alınarak dış duvarlar için REI ya da RE istenirken, İsveç[14] ve Finlandiya[15]'da EI istenmektedir. Performans süreleri ise, kat yüksekliği, yüzeydeki açıklık oranlarına ya da yangın yükü yoğunluklarına göre değişkenlik göstermektedir.

3.1.2. Yangına Tepki Sınıfları (EUROCLASSES)

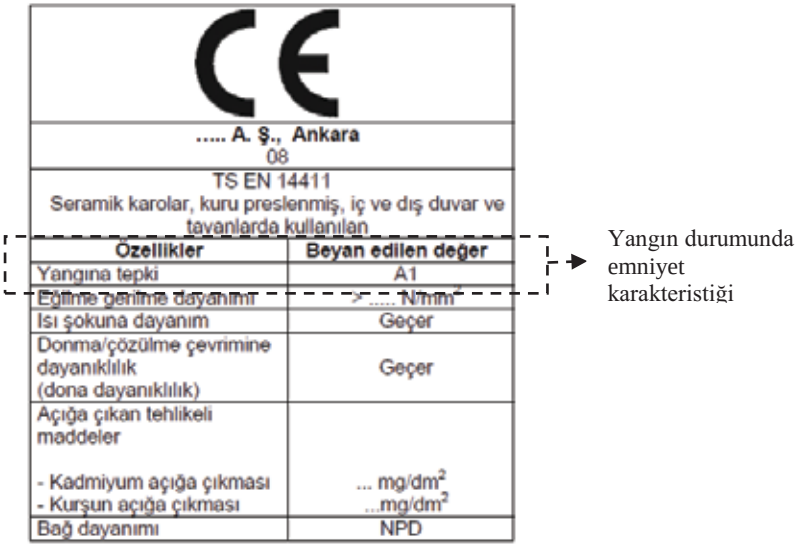
Yapılarda yangın ve dumanın oluşması ve yayılmasının sınırlandırılmasında, malzemelerin yangın durumundaki davranışı önemlidir. Belirli şartlar altında bir malzemenin yangına maruz kaldığında, parçalanması suretiyle yangına katkıda bulunarak gösterdiği davranışa malzemenin yangına tepkisi denilmektedir. Avrupa Birliği tarafından malzemelerin son kullanım koşulları dikkate alınarak Yapı Malzemeleri Yönetmeliği kapsamında yangına tepki performans sınıfları oluşturulmuştur (Bkz Tablo 5).

Tablo 5. AB Komisyon Kararlarına göre; yapı malzemelerinin yangına tepki sınıfları (Euroclasses)

Performans sınıfı	**Yangına tepki sınıfları**				**Dış yangın performans sınıfı**
Yapı Malzemeleri	Döş. dışındaki Yapı Malz.	Döşemeler için	Lineer borularda kullanılan ısı yalıtım malzemeleri	Kablolar	Çatı/Çatı kaplamaları
İlgili Avrupa Komisyon Kararları	2000/147/EC	2000/147/EC	2003/632/EC	2006/751/EC	2001/671/EC
Sınıflar	**A1**	**$A1_{FL}$**	**$A1_L$**	**A_{ca}**	**-**
	A2	**$A2_{FL}$**	**$A2_L$**		
	B	**B_{FL}**	**B_L**	**$B1_{ca}$** / **$B2_{ca}$**	**B_{roof}**
	C	**C_{FL}**	**C_L**	**C_{ca}**	**C_{roof}**
	D	**D_{FL}**	**D_L**	**D_{ca}**	**D_{roof}**
	E	**E_{FL}**	**E_L**	**E_{ca}**	**E_{roof}**
	F	**F_{FL}**	**F_L**	**F_{ca}**	**F_{roof}**
İlgili sınıflandırma standardı	**TS EN 13501-1**	**TS EN 13501-1**	**TS EN 13501-1**	**TS EN 13501-6**	**TS EN 13501-5**

3.2. Yapı Malzemesi Standartları

Yapı Malzemeleri Yönetmeliğine göre temel gerekleri karşılayan yapı malzemeleri topluluk içerisinde serbest dolaşıma girebilir. Bu malzemeler, uyumlaştırılmış standartlara ya da Avrupa Değerlendirme Esaslarına sahiptir. Uyumlaştırılmış standartlar, yapı malzemelerinin "yangın durumunda emniyet" karakteristiği ile ilgili performansının değerlendirilmesinde kullanılan kriter ve metotları da içermekte ve ilgili karakteristikler "CE" işaretlemesinde gösterilmektedir [Bkz. Şekil 1]. Yapı malzemesinin yangın güvenliği ile ilgili performansı belirlenirken, işlevi ve kullanım amacı da dikkate alınmaktadır. Bazı durumlarda aynı yapı malzemesi için "yangın durumunda emniyet" karakteristiği ile ilgili performans sınıflarında farklılaşma olabilmektedir [Bkz. Tablo 6].



Şekil 1. Yapı Malzemelerinde CE işaretlemesine bir örnek

Tablo 6. Kabloların kullanım amacına göre performans sınıflarının belirlenmesi [16]

KOMİSYON KARARI	YAPI MALZEMESİ	KULLANIM AMACI	SEVİYE VEYA SINIFLAR
2011/284/EU	Elektrik, kontrol ve bağlantı kabloları	'Yangına tepki' düzenlemelerine tabi uygulamalar için	A_{ca}, $B1_{ca}$, $B2_{ca}$, C_{ca}
			D_{ca}, E_{ca}
			F_{ca}
		Yangına dayanım' düzenlemelerine tabi olan kullanımlarda	P15 – P30 – P60 – P90 – P120 PH15 – PH30 – PH60 – PH90 – PH120

Yapı malzemesine ait uyumlaştırılmış standartlar, malzemenin üretim sürecindeki özel şartlarını göz önüne alan uygun fabrika üretim kontrolünü, performans değişmezliğinin değerlendirilmesi ve doğrulanmasına ilişkin sistemlerin uygulanması için gereken teknik detayları içermektedir. Yapı Malzemeleri Direktifinde "Uygunluk Teyit Sistemi" adı altında yer alan bu değerlendirme sistemi Yapı Malzemeleri Tüzüğünde "Performansın Değişmezliğinin Değerlendirilmesi ve Doğrulanması Sistemleri" olarak yer almıştır. Üretim sürecindeki yangın güvenlik performansını artırıcı uygulamalar, yapı malzemesinin performans değişmezliğinin farklı seviyelerde değerlendirilmesine yol açmaktadır [bkz. Tablo 7] .

Tablo 7. Alçı malzemelerin performans değişmezliğinin doğrulanması [16]

AB KOMİSYON KARARI	YAPI MALZEMESİ	KULLANIM AMACI	SEVİYE VEYA SINIFLAR	UYGUNLUK TEYİT SİSTEMİ
95/467/EC, 2001/596/EC, 2002/592/EC, 2010/679/EU	İnce laminantlı tavan elemanları ve elyaflı alçı panolar, elyaflı hazır alçı sıvalar ve birleşik malzemeleri yangına maruz kalmaya hassas yüzeye yerleştirilmiş kompozit malzemeler.	Yangına tepki düzenlemelerine tabi olan duvarlarda, bölmelerde, tavanlarda ve bu yüzeylerin kaplanmasında.	A1[1], A2[1], B[1], C[1]	1
			A1[2], A2[2], B[2], C[2], D, E	3
			(A1' den E' ye)[3], F	4

(1) Yangına tepki performans sınıfı için (yangın geciktiricilerin eklenmesi veya organik malzemelerin sınırlandırılması gibi) üretim aşamasında açıkça tanımlanabilen malzemeler.
(2) Dipnot (1)'nin kapsamı dışında kalan malzemeler
(3) Yangına reaksiyon için test edilmeye gerek olmayan malzemeler (Komisyon Kararı 96/603/EC'ye göre A1 sınıfı malzemeler gibi)

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, uyumlaştırılmış standartların numaralarını, ulusal standartlara veya uyumlaştırılmış standartlara göre yapı malzemelerinin "CE" işareti ile birlikte piyasaya arz edilecekleri zaman aralığını gösteren eşvarlık döneminin başlangıç ve bitiş tarihlerini Resmî Gazete'de duyurmaktadır.

3.3 Yangın Güvenlik Tesisatı Standartları

Yapı Malzemeleri Yönetmeliğinin kapsamı yapı malzemeleri olup binada kullanılan sabit tesisat elemanları da yapı malzemeleri kapsamında değerlendirilmektedir. Bunlar arasında yangın tesisatı önemli bir yer tutar [bkz. Tablo 8]. Yangın tesisatına ait ürün standartları, Avrupa Standardizasyon Kuruluşu (CEN) eliyle hazırlanmış, hazırlanmakta ya da revize edilmektedir.

Tablo 8. Yapı Malzemeleri Yönetmeliğinde yangın tesisatının kapsamı [16]

TESİSAT KİTLERİ	BİLEŞENLER	
Yangın algılama / yangın alarmı - Birleşik yangın algılama ve yangın alarm sistemleri /kitleri - Yangın algılama sist. /kitleri - Yangın alarm sist. kitleri - Yangın haber verme sist. /kitleri **Yangını bastırma ve söndürme** - İlk yardım hortum sist./kitleri - Kuru ve ıslak yangın söndürme musluğu (hidrant) sistemleri -Sprinkler ve su püskürtme sistemleri/ kitleri - Köpük sistemleri /kitleri - Kuru toz sistemleri /kitleri - Gazlı sistemler (karbondioksit sistemleri de dahil olmak üzere)/ kitler **Patlamayı baskılama** - Patlamayı bastıran sist. / kitler **Yangın kontrol tesisatları** - Duman ve ısı boşaltma havalandırma sist. / kitleri - Basınç diferansiyel sist./kitleri - Bağımsız duman dedektörleri/ alarmları	**Sabit bastırma ve söndürme** - Yangın muslukları (hidrantları) - Su akış dedektörleri /anahtarları - Basınç dedektörleri /anahtarlar - İniş valfleri - Giriş duman kutusu - Yangın söndürme pompaları ve pompa takımları - Başlıklar /sprinklerler /çıkışlar - Islak alarm valf tesisatları - Kuru alarm valf tesisatları - Sel alarm valf tesisatları - Çoklu kontroller - Yüksek basınçlı konteynır valf tesisatları ve bunların çalıştırıcıları - Seçici valfler ve bunların çalıştırıcıları - Elektrikli olmayan durdurma cihazları - Esnek konnektörler - Basınç ayar aletleri ve basınç düğmeleri - Mekanik tartı cihazları - Kontrol valfleri ve geri dönüşsüz valfler	**Yangın dedeksiyonu / yangın alarmı** - Duman, ısı ve alev dedektörleri - Kontrol ve gösterici cihazlar - Alarmı ileten yönlendiren cihazlar - Kısa devre izolatörleri - Alarm cihazları - Güç kaynakları - Giriş / çıkış cihazları - Manuel ihbar butonu **Patlamayı baskı altında tutma** - Dedektörler - Baskılayıcılar - Patlama sensörleri - Patlamayı azaltıcı malzemeler **Yangın kontrolü** - Duman perdeleri - Damperler - Kanallar - Motorlu vantilatörler - Doğal vantilatörler - Kontrol panelleri ve acil durum kontrol panelleri - Güç kaynakları

3. SONUÇ

Avrupa Birliği(AB)'nde binalarda yangın güvenliğinin kapsamı, Yapı Malzemeleri Yönetmeliğinin (305/2011/AB) "Yangın Durumunda Emniyet" temel gereği ile ortaya konmaktadır. Bu temel gerekle bağlantılı malzeme karakteristikleri, yapıyı oluşturan malzeme ya da elemanlara ait uyumlaştırılmış teknik şartnamelerde belirtilmekte ve yalnızca temel gerekleri karşılayan ürünler serbest dolaşıma girerek mevzuat uyumu gerçekleştirilmektedir. Bu bağlamda uygulama alanında, "yangın durumunda emniyet" temel gereğine uygun olarak hazırlanmış yapı malzemelerinin kullanım amacına doğrultusunda yapılarda kullanılmasına izin verildiği ölçüde yangın mevzuat uyumu sağlanmaktadır. AB üye ülkeler, ulusal yangın mevzuatlarında, gerekli düzenlemeler yaparak yangın güvenliği

gereğine uygun üretilmiş yapı malzemelerini kullanmaktadırlar. Türkiye de, Yapı Malzemeleri Yönetmeliği bağlamında AB tarafından istenen mevzuat uyumunu yayımladığı mevzuatlar ile yasal olarak yerine getirmektedir. Uygulamada ise binalarda yangın güvenliği ile ilgili "yangın durumunda emniyet" gereğine uygun olarak hazırlanmış malzemelerin amacına uygun kullanılabildiği ölçüde yangın mevzuat uyumu sağlanacaktır. Bu uyumun adresi ise Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmeliktir.

KAYNAKLAR

[1] "AB ve Türkiye'de Yatay Mevzuat Değişiklikleri Bilgilendirme Semineri, 16 Ağustos 2012, ANKARA", www.ekonomi.gov.tr, 2015.
[2] "Türkiye-AB İlişkileri Kapsamında Teknik Mevzuat Uyumu", www.ekonomi.gov.tr, 2015.
[3] "Avrupa Birliğinde Teknik Mevzuat Uyum Çalışmaları", www.ekonomi.gov.tr, 2015.
[4] Construction Product Directive CPD (89/106/EEC), Official Journal of the European Union(OJEU) L 40, P:92, 11.2.1989
[5] Yapı Malzemeleri Yönetmeliği, R.G., Sayı:24870, 08.09.2002
[6] "Construction Products Regulation", http://ec.europa.eu/enterprise/sectors /construction/legislation/index_en.htm, 2015.
[7] Construction Products Regulation CPR (305/2011/EU), OJEU L 88, p:5-43, 4.4.2011
[8] "Avrupa Birliği Teknik Mevzuatına Uyumda Son Durum (Haziran 2014)", www.ekonomi.gov.tr, 2015.
[9] Yapı Malzemeleri Yönetmeliği (305/2011/AB), R.G., Sayı:28703, 10.07.2013
[10] Interpretative Document Number 2: Safety in case of fire, OJEU, C 62, 28.2.1994
[11] "Yapı Malzemeleri Yönetmeliği'ne (89/106/EEC) İlişkin Açıklayıcı Dokümanlar Hakkında Tebliğ", R.G., Sayı:25537, 29.11.2004.
[12] "Yapı Malzemeleri Yönetmeliği (89/106/EEC) Kapsamında, Yapı Malz. Yangına Tepki Sınıflarına, …..Yangına Dayanıklılığına, ….Dış Yangın Performansına Dair Tebliğ", R.G., Sayı:28364, 25.07.2012.
[13] Building Regulations, Approved Document B (Fire safety), HM Government, UK, (2010).
[14] "Building Regulations BBR", Swedish Board of Housing, Building and Planning, Karlskrona, (2011).
[15] "E1 The National Building Code Of Finland", "Ministry of The Environment, Housing and Building Department, Helsinki, (2002).
[16] "Yapı Malzemeleri Yönetmeliği (89/106/EEC) Kapsamındaki Yapı Malzemelerinin Tabi Olacakları Uygunluk Teyit Sistemleri Hakkında Tebliğ", R.G., Sayı: 28365, 26.07. 2012.

Toplu konutlarının ortak kullanım alanlarında aydınlatma sisteminin seçim kriterleri ve etkilerinin incelenmesi, kayseri örneği

Z. ÖZLEM PARLAK BİÇER[1]*,ÖZLEM SÜMENGEN[2], NUR SELCEN KARAASLAN[3], SELEN ÖZTÜRK[4]

ÖZET

Çalışmada, toplu konutların ortak alanlarında, kullanılan ışık kaynakları ve aydınlatma kontrol sisteminin, kullanıcı memnuniyetine ve kullanım maliyetine etkisi incelenmiştir. Toplu konutlarda ortak kullanım alanları içerisinde yer alan düşey/yatay sirkülasyon alanları, giriş holleri ve asansörlerde bulunan aydınlatma sisteminden memnuniyet durumu, kullanıcıya yönelik yapılan anket çalışması ile incelenmiştir. Kayseri kentinde uygulanan ankette, toplu konut alanlarının seçiminde, kullanıcıların konuta yaptığı yatırım miktarının düşük, orta gelir düzeyine sahip çalışanlar ve üniversite öğrencileri olması göz önünde tutulmuştur. Bu kriterin, ortak kullanım alanlarının aydınlatma sistemine yapılan ilk yatırım ve kullanım maliyetinin belirlenmesinde önemli olduğu düşünülmüştür. Çalışmada uygulanan ankette, toplu konut ortak kullanım alanlarında kullanılan ışık kaynaklarının tipi ve mevcut aydınlatma kontrol sistemi de incelenmiştir. Çalışmanın Kayseri ölçeğinde toplu konut alanında hizmet veren firmalara, gerçekleştirecekleri konut yapım sürecinde; ışık kaynağı tipi ve aydınlatma kontrol sistemi seçiminde yardımcı olması ve mevcut toplu konutlarda ise

[1] Erciyes Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü Yapı ABD 38039 Kayseri, Tel: (352) 207 6666, parlakoz@yahoo.com, parlako@erciyes.edu.tr
[2] Erciyes Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü Yapı ABD 38039 Kayseri, Tel: (352) 207 6666, osumengen@hotmail.com
[3] Erciyes Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, 38039 Kayseri, Tel: (352) 207 6666, selcenkaraaslan@gmail.com
[4] Erciyes Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, 38039 Kayseri, Tel: (352) 207 6666, ozturkselen@windowslive.com

ışık kaynağı ve aydınlatma kontrol sistemini yenilemeyi düşünen apartman kullanıcılarına yol göstermesi beklenmektedir.

Anahtar Sözcükler: Aydınlatma Sistemleri, Kullanıcı Memnuniyeti, Toplu Konutlarda Aydınlatma,

1. GİRİŞ

İnsanlar yaşadıkları açık ya da kapalı mekânları etkileyen çevre ile sürekli etkileşim halinde bulunurlar. Yaşadıkları bu mekânları, çevrelerini ve nesneleri ilk olarak görme duyusu ile algılar ve anlamlandırırlar. Aydınlık ve gölge görsel algılamanın en önemli unsurlarındandır. Bu anlamda ışık ve ana kaynağı ışık olan aydınlatma, mekânın algılanması açısından önem kazanmaktadır. Aydınlatma, Uluslararası Aydınlatma Komisyonu (CIE) tarafından, "nesnelerin ve bunların çevrelerinin ya da bir bölgenin gereği gibi görülmesini sağlamak amacıyla ışık uygulamak" olarak tanımlanmıştır. Aydınlatma konusunda amaç, yalnızca belli bir aydınlık düzeyi elde etmek değil, aynı zamanda iyi görme koşullarını oluşturmak ve mekânın işlevine uygun olarak kullanılmasını sağlamaktır [1].

Mekânlarda görsel konfor koşullarının sağlanması için doğal aydınlatma, yapay aydınlatma ve bütünleşik aydınlatma kullanılmaktadır. Doğal aydınlatma, günışığı, güneş ışığı ve bunların atmosferde yayılması ile oluşan gök ışığının birleşimi ile oluşur. Mekânların doğal ışık kullanılarak aydınlatılması yapı kabuğundaki açıklıklar, pencereler, gün ışığı tüpleri, ışık kılavuzları vs. yöntemler aracılığıyla sağlanır. İnsanın kontrolü dışında olan doğal ışık gün içerisinde ve yıl içerisinde hacimde farklı aydınlık düzeyleri meydana getirmektedir. Bu durum mekânın algısını değiştirerek mekân kalitesini etkilemektedir-[1].

Dünyada gittikçe artan enerji ihtiyacı sonucunda; Avrupa Birliği ülkeleri tarafından Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği (2002/91/EC) yürürlüğe konmuştur. Bu yönetmelik kapsamında EN 15193 Binalarda Enerji Performansı – Aydınlatma Enerjisi Gereksinimleri standardı ile binalarda aydınlatma enerjisi tüketiminin değerlendirilmesi için bir hesaplama yöntemi tanımlanmaktadır [2]. "Türkiye için bina enerji performansı ulusal hesaplama yöntemi [3]", Avrupa Birliği Standardı'nda tanımlanan yöntem temel alınarak Türkiye koşulları için geliştirilmiştir. Türkiye için geliştirilen yöntem, EN 15193 standardında tanıtılan yöntemi esas alarak Ofisler, Eğitim binaları, Hastaneler, Oteller, Ticari binalar gibi

çeşitli tipolojilerdeki mevcut ve yeni binaların aydınlatma enerjisi performansını değerlendirmektedir. Bu standartta kapsam dışı bırakılmış olan konut binaları için de genel bir hesaplama yöntemi geliştirilmiştir [3].

Aydınlatma enerji performansının belirlenebilmesi için aydınlatma sisteminin alt bileşenlerinin bilinmesi gerekmektedir. Aydınlatma sistemi yapma aydınlatma, doğal aydınlatma ve aydınlatma kontrolü gibi temel alt bileşenlerden oluşmaktadır.

Yapay aydınlatmada ışık kaynağı olarak lambalardan yararlanılmaktadır. Aydınlatma amacıyla üretilen bir lambanın genel olarak, ışık akısı ve ışıksal verimi yüksek, enerji kullanım gideri düşük, uzun ömürlü, ilk yatırım ve kullanım maliyeti düşük, yardımcı parça gerektirmeyen, basit bir çalışma sistemine sahip, güç, biçim, büyüklük, ampul türü, vb. bakımından alternatifleri olan, gözle bakılabilir, sarsıntıya dayanıklı olması beklenir. Günümüzde genel olarak; akkor telli ve halojen lambalar, flüoresan lambalar, yüksek basınçlı cıva buharlı lambalar, yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalar, metalik halojenürlü lambalar, sülfür lambalar ve LED lambalar kullanılmaktadır. Mekânların yapay aydınlatmasını sağlamak için lambaların yanı sıra ışığın dağılımını düzenleme, süzme ya da değiştirmeye yarayan aydınlatma aygıtları da kullanılmaktadır. Aydınlatma aygıtları, kullanıldığı mekânın özellikleri, bulundukları konum, ışık dağılımı, yansıtıcı geometrik özellikleri göz önünde bulundurularak farklı biçimlerde kullanılabilirler [1].

Enerji verimliliği oldukça düşük olan akkor telli lambaların üretimi ve kullanımı 2012 yılından itibaren AB ülkelerinde yasaklanmıştır. Bu durum; ülkemizdeki kullanımı da etkilemekte olup; belirli bir zaman içinde, enerji tüketimi oldukça yüksek olan ve çevreye zararlı olduğu düşünülen bu lambaların kullanımı ülkemizde de tamamen yasaklanacaktır.

Aydınlatma tasarımı yapılırken göz önünde bulundurulması gereken bir diğer etken de aydınlatma kontrolüdür. Aydınlatma kontrolü, mekânın fiziksel özelliklerine uygun olarak doğal aydınlatma ve yapay aydınlatma için ışık kaynaklarının bir takım özelliklerinde değişiklik ya da ekler yapılarak sağlanmaktadır. Aydınlatma kontrol sistemleri, genelde yapay aydınlatma düzeninin, kullanım süresi, kullanım sıklığı ve doğal aydınlatma ile birlikte kullanılabilirliği gibi konular göz önüne alınarak yapılmalıdır. Kontrol sistemleri; lamba ve aygıtların sürekli ya da aralıklı çalışmasını veya çalışmamasını sağlayan sistemlerdir. Bu sistemler, anahtarlı ve dimmerli

sistemler olarak ikiye ayrılırlar. Kontrol sistemleri manuel ya da otomatik kumanda edilebilir. Binalarda aydınlatma maliyetinin düşürülmesi ve enerji tasarrufu elde edilmesi bakımından kontrol sistemleri büyük önem taşımaktadır [4].

Tüm mimari yapılarda olduğu gibi konutlarda da görsel konfor koşullarının sağlanması mekânın niteliğini arttıran önemli bir unsurdur. Görsel konfor için standartlarla belirlenen değerlere uygun olan doğal ve yapay aydınlatma sistemleri veya her iki sistemin bütünleştirildiği sistemler tercih edilmelidir. Bu sistemler kullanıcıların fizyolojik ve psikolojik ihtiyaçlarına cevap verecek nitelikte olmalı; enerji tüketimi minimize edilmelidir. Konutlarda salon, çocuk odası, mutfak gibi yasam alanlarında doğal aydınlatma; doğal aydınlatma yalnızca aydınlatma enerjisi tüketimini azaltmak için değil aynı zamanda fizyolojik ve psikolojik görsel konfor koşullarının sağlanması açısından da bir gerekliliktir [4].

Toplu konutlarda özel mekânların yanı sıra ortak kullanım alanlarının aydınlatılması da önemli bir konudur. Ortak kullanım alanları arasında yer alan yatay ve düşey sirkülâsyon alanlarının, bina giriş holünün, kat hollerinin aydınlatılmasında görsel konfor koşullarının sağlanması ve aydınlatma enerji tüketiminin optimizasyonu hedeflenmelidir. Ortak kullanım alanlarındaki aydınlatma sistemi; lamba tipleri, aygıtlar ve kontrol sistemleri ile bir bütün olarak ele alınmalıdır. Ortak kullanım alanları için tasarlanan sistem, bina enerji performansını artırarak iyi görme koşullarının sağlanması ile hem maliyet hem de mekânsal işlevlere uygunluk anlamında etkin bir role sahip durumdadır.

Yapı, çeşitli alt bileşenlerden oluşan bir sistemdir. Yapı bileşenlerinin hemen çoğunun üzerinde görüş birliğine varılmış teknolojik performans düzeyleri vardır. Ancak bu bileşenlerin gerçek performansları kullanım aşamasında ortaya çıkmaktadır ve performansın gerçek belirleyicisi kullanıcılar olmaktadır. Bu bağlamda mevcut çalışmada kullanıcı izlenimlerine bağlı olarak Kayseri örneğinde seçilen bölgelerdeki toplu konutların ortak kullanım alanlarında aydınlatma sisteminin seçimi ve etkileri araştırılmıştır.

Bu çalışmada toplu konut alanlarında bina içerisindeki ortak kullanım alanlarında kullanılan aydınlatma sistemleri ve bu sistemlerin yatırım ve kullanım maliyetlerinin belirlenmesine çalışılmıştır. Bu çalışmanın toplu konutlardaki ortak kullanım alanlarında aydınlatma sistemi seçimi ve

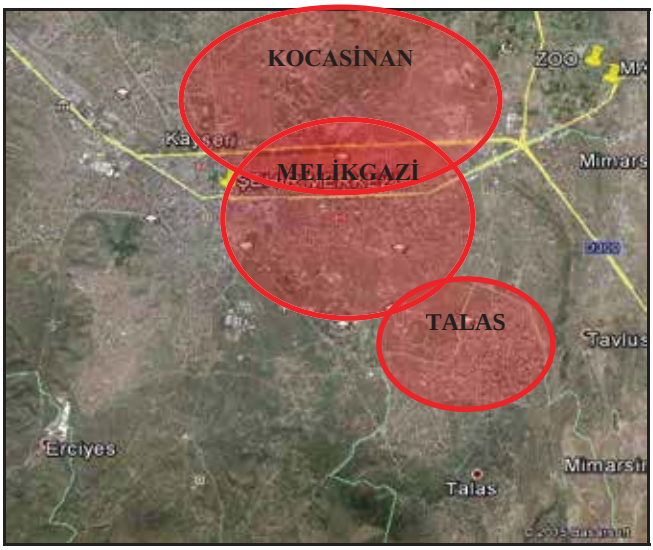
maliyetinin belirlenmesine katkı koyması ve kullanıcılarda farkındalık yaratması beklenmektedir.

2. ÖRNEKLEM ALANLARIN TANIMLANMASI

Sanayi üretiminin etkin olduğu Kayseri'de, nüfus Kayseri merkez ilçelerinde yoğunlaşmıştır. Özellikle Kocasinan, Melikgazi, Talas (Harita 1.) ilçeleri toplu konut yerleşiminin yoğun olarak bulunduğu merkezler haline gelmiştir. Bunlar içerisinde Talas'ın biri devlet diğer vakıf olan iki üniversiteye yakınlığı sebebi ile öğrenci ve üniversite personelinin yerleştiği bir alan olmuştur. Bu sebepler ile çalışmanın uygulanması için Kayseri ilinde 3 ana merkez belirlenmiştir. Melikgazi sınırları içerisinde 46 (Harita 2.), Kocasinan'da 29 (Harita 3.), Talas'ta ise 225 (Harita 4.) kullanıcıya anket uygulanmıştır. Yapılan anket sonucunda elde edilen bulgular, toplu konutların ortak kullanım alanları ve kullanıcılar bazında değerlendirilmiştir. Bulgular başlığı altında kullanıcılara yapılan anket çalışması verilmiştir. Veriler, anketteki soruların sırasına göre incelenmiştir.

Çalışmada, Kayseri'de seçilen toplu konut alanlarındaki giriş holü ve asansörlerdeki aydınlatma sistemlerinin değerlendirmesi yapılmıştır. Değerlendirme yapılırken aydınlatma sistemlerinin seçim kriterleri ve etkileri de araştırılmıştır. Ortak kullanım alanlarındaki ışık kaynakları ve armatürlerinin sayısı ve tipi binaların yapım yıllarına, binada bulunan kat sayısına göre değişmektedir. Giriş holü ve asansörün yer aldığı alanın büyüklüğü de ışık kaynakları ve armatürlerin sayısını etkilemektedir. Çalışma, Kayseri kentinin üç farklı ilçesinde yapıldığı için bina tipolojilerindeki farklılık; hol ve asansörlerdeki aydınlatma sisteminin de farklılaşmasına yol açmıştır. Kullanıcıların aylık aidat miktarları ve bu aidat miktarının ne kadarının aydınlatma giderleri için kullanıldığı da uygulanan anket ile cevap bulmaktadır. Ayrıca ortak kullanım alanlarının gün ışığından yararlanma durumu da anket çalışmasında yer almıştır ve bu doğrultuda doğal aydınlatma ile aydınlatma enerji tüketiminin ilişkisi de saptanmaya çalışılmıştır. Anket soruları 3 aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşama; binanın bulunduğu yer mahalle, yapım yılı gibi genel sorulardan oluşmaktadır. İkinci aşamada, ortak kullanım alanlarındaki aydınlatma sistemi hakkında bilgi edinilmesine, üçüncü aşamada ise ortak kullanım alanlarının bakım maliyeti konusunda kullanıcı bilinç düzeyi saptanmaya

çalışılmıştır. Ayrıca farklı yerleşimlerdeki, ortak alan aydınlatma sistemlerinin maliyet karşılaştırılması yapılmıştır. Anket, Kayseri'nin Kocasinan, Melikgazi ve Talas olmak üzere 3 ilçesinde 300 konut kullanıcısına yapılmıştır.



Harita 1. Kayseri'de çalışmaya konu alanlar [5]

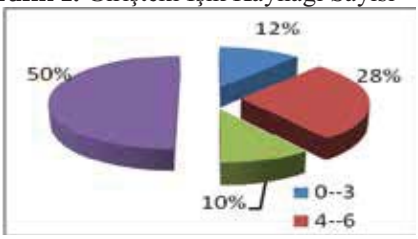
3. TOPLU KONUTLARIN ORTAK KULLANIM ALANINA İLİŞKİN KULLANICILARA YAPILAN ANKET SONUÇLARI

Anket çalışmasında incelenen binaların %10'u Kocasinan, %15'i Melikgazi, %75'i ise Talas ilçelerinde bulunmaktadır. Binaların bulundukları ilçelere göre adreslerine bakıldığında %1'inin Alparslan'da, %5'inin Bozantı-Nato'da, %26'sının Anayurt'ta, %68'inin ise diğer grubunda yer aldığı görülmektedir. Binaların yapıldığı yıla bakıldığında %20'sinin 2001-2005'te, %20'sinin 1996-2000'de, %4'ünün 1991-1995'te, %3'ünün 1986-1990'da, %1'inin 1985 öncesi-1985, %52'sinin 2006 ve sonrası dönemlere ait oldukları görülmektedir. Anket çalışması ile %1'inde 0-16 daire, %7'sinde 17-30 daire, %17'sinde 31-45 daire, %75'inde ise 46-60 daire olduğu görülmektedir. Binaların %5'inin 5-8 kata, %12'sinin 9-12 kata, %33'ünün 13-16 kata, %50'sinin 17-30 kata sahip olduğu görülmektedir. Binada hangi katlarda oturulduğuna bakıldığında ise %3'ünün 0-2

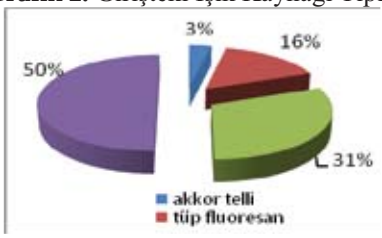
katlarında, %16'sının 3-5 katlarında, %14'ünün 6-8 katlarında, %14'ünün 9-12 katlarında, %53'ünün 13-15 katlarında oturulduğu belirlenmiştir.

Anket çalışması ile giriş holündeki ışık kaynağı sayısına da incelenmiştir ve binaların %12'sinde 0-3 adet, %28'inde 4-6 adet, %10'unda 7-10 adet, %50'sinde 16 adet ve üzeri ışık kaynağı bulunduğu saptanmıştır (Grafik 1). Girişteki ışık kaynaklarının %3'ünün akkor telli, %16'sının tüp fluoresan, %31'inin kompakt flüoresan, %50'sinin halojen olduğu belirlenmiştir (Grafik 2).

Grafik 1. Girişteki Işık Kaynağı Sayısı

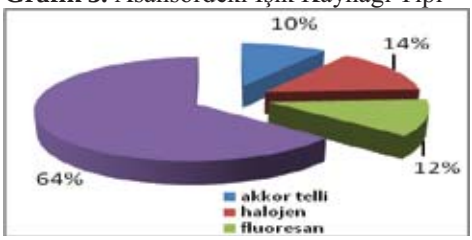


Grafik 2. Girişteki Işık Kaynağı Tipi

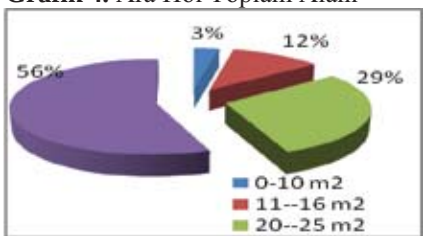


Asansördeki ışık kaynağı tiplerine bakıldığında %10'unun akkor telli, %14'ünün halojen, %12'sinin flüoresan, %64'ünün kompakt flüoresan olduğu görülmektedir (Grafik 3). Binalardaki ara hol toplam alanı çeşitlilik göstermektedir. Binaların %3'ünün 0-10 m^2 %12'sinin 11-16 m^2, %29'unun 20-25 m^2, %56'sının 30-35 m^2 alana sahip olduğu belirlenmektedir (Grafik 14).

Grafik 3. Asansördeki Işık Kaynağı Tipi

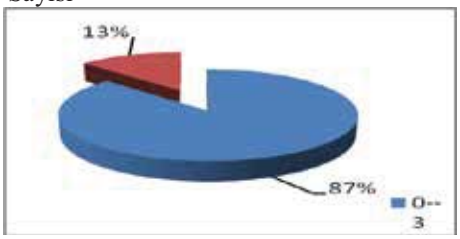


Grafik 4. Ara Hol Toplam Alanı

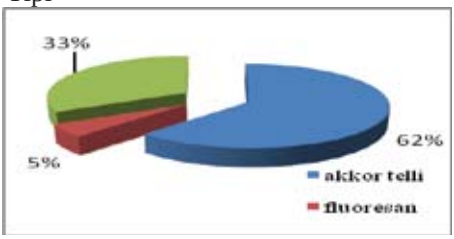


Ara hollerin %13'ünde 0-3 adet, %87'sinde ise 4-6 adet ışık kaynağı bulunmaktadır (Grafik 5). Ara hollerde bulunan ışık kaynaklarının %5'inin flüoresan, %33'ünün kompakt flüoresan, %62'sinin akkor telli olduğu belirlenmiştir (Grafik 6).

Grafik 5. Ara Holdeki Işık Kaynağı Sayısı

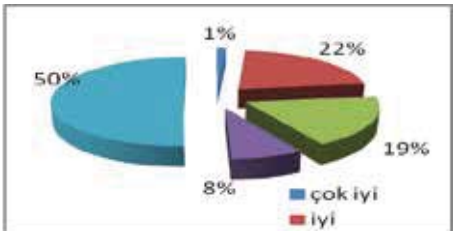


Grafik 6. Ara Holdeki Işık Kaynağı Tipi

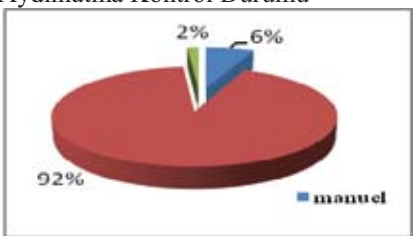


Anket çalışması ile kullanıcıların ışık kaynağından memnuniyet durumunun %1'i için "çok iyi", %22'si için "iyi", %19'u için "orta", %8'i için "kötü", %50'si için ise "çok kötü" olduğu belirtilmektedir (Grafik 7). Giriş ve asansördeki aydınlatmaların kontrol sistemi özellikleri ile ilgili olarak %2'sinin ışığa duyarlı, %6'sının manuel, %92'sinin ise harekete duyarlı olduğu belirlenmiştir (Grafik 8).

Grafik 7. Işık Kaynağından Memnuniyet Durumu

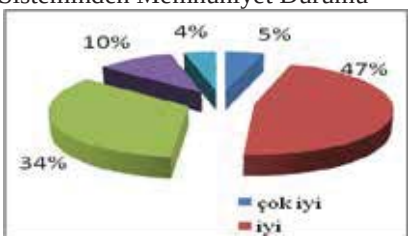


Grafik 8. Giriş ve Asansördeki Aydınlatma Kontrol Durumu

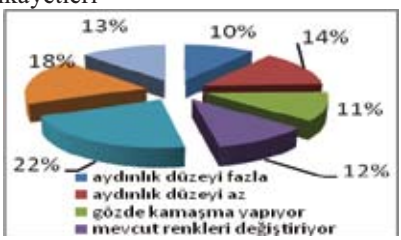


Anket çalışması ile aydınlatma kontrol sisteminden memnuniyet durumu araştırılmıştır ve kullanıcıların %5'i için "çok iyi", %47'si için" iyi", %34'ü için "orta", %10'u için "kötü", %4'ü için "çok kötü" olarak memnuniyet durumlarını bildirdiği görülmektedir (Grafik 9). Aydınlatma sistemi şikâyetlerinin %10'unun aydınlık düzeyinin fazla olması, %14'ünün aydınlık düzeyinin az olması, %11'inin gözde kamaşma yapıyor olması, %12'sinin mevcut renkleri değiştiriyor olması,%22'sinin aylık kullanım maliyetinin fazla olması, %18'inin sık arızalanıyor olması, %13'ünün çabuk ısınıp ısı yayıyor olması şeklinde olduğu belirlenmiştir (Grafik 10).

Grafik 9. Aydınlatma Kontrol Sisteminden Memnuniyet Durumu

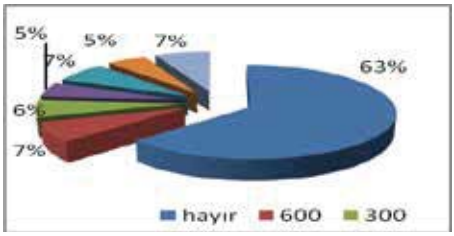


Grafik 10. Aydınlatma Sistemi Şikâyetleri

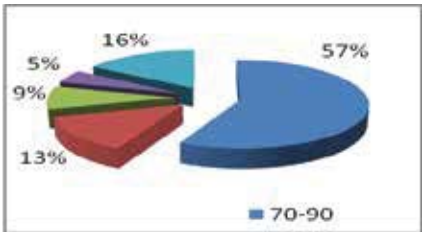


Yapılan çalışma ile kullanıcıların %63'ünün ilk yatırım hakkında bilgisinin olmadığı ve kullanıcıların %7'si 875 TL, %5'i 600 TL, %7'si 500 TL, %5'inin 350 TL, %6'sı 300 TL, %7'si 600 TL olduğunu söylemektedir (Grafik 11). Aidatların %57'sinin 70-90 TL, %16'sının 360 TL ve üzeri, %5'inin 310-350TL, %9'unun 170-300 TL, %13'ünün 100-160 TL'sinin elektrik enerjisi tüketimine harcandığı belirlenmiştir (Grafik 12).

Grafik 11. Işık Kaynağı ve Kontrol Sisteminin İlk Yatırım Maliyeti Bilgisi ve Miktarı

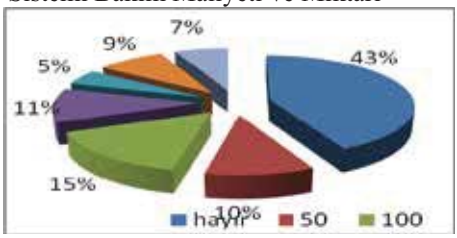


Grafik 12. Aidatların Elektrik Enerjisi Tüketimine harcanan Miktarı

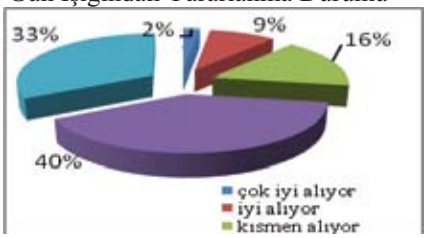


Işık kaynağı ve kontrol sisteminin bakım maliyeti konusunda kullanıcıların %43'ünün bilgisinin olmadığı belirlenmiştir ve bu konu hakkında kullanıcıların %7'si 150 TL, %9'u 200 TL, %5'i 180 TL, %11'i 120 TL, %15'i 100 TL, %10'u 50 TL olduğunu belirtmiştir (Grafik 13). Giriş ve merdiven holünün gün ışığından yararlanma durumunun binaların %2'sinde çok iyi alıyor, %9'unda iyi alıyor, %16'sında kısmen alıyor, %40'ında az alıyor, %33'ünde hiç almıyor şeklinde olduğu belirlenmiştir (Grafik 14). Giriş ve merdiven holünün gün ışığı alması ile maliyet arasında bir ilişki bulunmaktadır. Anket ile kullanıcıların bu ilişki hakkındaki bilgi durumları da araştırılmıştır ve %13'ünün çok fazla etkiler dediği, %54'ünün etkiler dediği, %16'sının fikrim yok dediği, %17'sinin ise etkilemez dediği belirlenmiştir (Grafik 15).

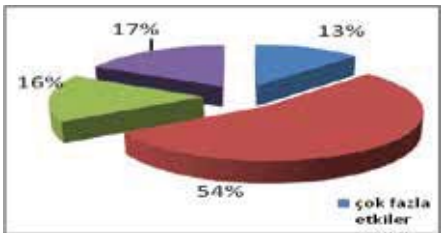
Grafik 13. Işık Kaynağı ve Kontrol Sistemi Bakım Maliyeti ve Miktarı



Grafik 14. Giriş-Merdiven Holünün Gün Işığından Yararlanma Durumu



Grafik 15. Gün Işığı Alma-Maliyet Arasındaki İlişki Bilgisi



4. TARTIŞMA

Mimari aydınlatma konusundaki çalışmalar geniş bir araştırma sahasına sahiptir. Bu alanda hastaneler, müzeler ve sergi alanları, konutlar, ticari yapılar, ofisler vb. pek çok mimari yapı özelinde araştırmalar ve incelemeler yapılmıştır. Bu çalışmaların genel konusu aydınlatmanın tasarımı, uygulanması ve kullanımı üzerinedir. Kayseri ilinde yapılan bu çalışma kapsamında ise öncelikli olarak toplu konutlarda ve konut alanlarında aydınlatma konusunda hazırlanan çeşitli araştırmalar ve makaleler incelenmiştir. Bu konuda literatürde incelenen bir çalışmada; konutlarda aydınlatma enerjisi performansı ve görsel konfor koşulları ele alınmıştır. Bu çalışma kapsamında, konut tipolojilerinin diğer binalardan farklılaştığı parametreler ve bu parametrelerin aydınlatma enerjisi tüketimine etkisi ortaya konularak; konutlardaki aydınlatma enerjisi performansının belirlenmesine ilişkin geliştirilen yöntemde karşılaşılabilecek sorunlar ele alınmıştır [6]. Bir diğer çalışmada ise toplu konutlarda enerji etkin aydınlatma tasarımı ve fotovoltaik panellerin entegrasyonuna ilişkin araştırmalar yer almaktadır. Toplu konut sitesi örneği üzerinde yapılan bu çalışmada site içindeki bloklara, farklı cephelere farklı şekilde monte edilen paneller ile elde edilen enerji miktarı, tüketimin sağlanması açısından değerlendirilmiştir [7]. Başka bir çalışmada ise Trabzon örneğinde konut yaşama mekânlarında yapay aydınlatma konusu ele alınmıştır. Çalışmada

yapay aydınlatma kavramı; yaşama mekânlarında farklı açılardan ele alınmış ve yapay aydınlatma sistemi tipolojilerinin farklılıklarını ortaya koyarak; seçilen konutlarda bir değerlendirme yapılmıştır [4].

Toplu konutlar üzerine, Kayseri özelinde, toplu konut alanlarında kullanıcı açısından çatı performansının değerlendirilmesine yönelik alan çalışması [8], toplu konut çatılarında yalıtım performansı [9] ve toplu konutlarda yapım aşamasında karşılaşılan problemlerin belirlenmesine yönelik alan çalışması [10] bulunmaktadır. Bu çalışmalar kapsamında Kayseri ili çevresinde merkez ilçeler; Mimar Sinan, Talas ve Beyazşehir'de yapılan Mim-Sin, Anayurt ve Beyazşehir ve TOKİ çok katlı konutlarındaki çatı performansı ve yapım aşaması sorunları değerlendirilmiştir.

Yapılan bu çalışmada ise Kayseri özelinde toplu konutlarda mimari aydınlatma, kullanıcı ve maliyet ilişkisi bağlamında yapılan özgün bir çalışma olması açısından önem kazanmaktadır. Ayrıca bu çalışmada; toplu konutlarda ortak kullanım alanlarındaki aydınlatma sistemi, hacimlerin günışığından yararlanma durumu ve buna bağlı olarak maliyetin değişimi ne ilişkin verilerin kullanıcıya yönelik anket çalışmaları ile belirlenmesinin kullanıcı farkındalığı yaratması açısından da önemli olduğu düşünülmektedir. Çalışmanın; konut binalarının ortak kullanım alanlarının aydınlatılması konusunda kullanıcı-maliyet-aydınlatma ilişkisi bakımından gelecekteki çalışmalara da yol göstermesi hedeflenmektedir.

5. SONUÇ

Kayseri ilinin 3 farklı ilçesinde ikamet eden konut kullanıcılarına, toplu konutların başlıca ortak alanları olarak kabul edilen asansör, giriş ve ara hollerdeki aydınlatma sistemlerine ilişkin anket soruları yöneltilerek bir saha çalışması yapılmıştır.

Yapılan anket çalışmasında yer alan kullanıcıların büyük çoğunluğu Talas ilçesinde ikamet etmektedir ve mahallelerdeki oturma yüzdeleri de birbirinden farklıdır.
Bütün sistemlerde olduğu gibi aydınlatma sistemi teknolojisi yıldan yıla gelişmektedir. Bu yüzden binalardaki aydınlatma sistemlerinin seçiminde binanın yapıldığı dönem de önemli bir veridir ve çalışmada yer alan binaların çoğunluğunun 2006 ve sonrasında yapıldığı sonucuna ulaşılmıştır.

Binaların büyük çoğunluğunun 2006 yılı ve sonrası dönemine ait olduğu sonucuna bağlı olarak binaların çoğunluğunun 17 ve üzeri kata sahip olduğu saptanmaktadır. Ayrıca anket yapılan kullanıcıların genellikle 13-15. katlarda oturdukları sonucuna ulaşılmıştır.

Binalardaki katta bulunan daire sayısına bakıldığında, genellikle bir katta 4 daire bulunduğu görülmektedir. Bu sonuca bağlı olarak kattaki daire sayısı arttıkça hol alanı büyümektedir ve ışık kaynakları sayısını da etkilemektedir. Kullanıcıların çoğunluğunun şu an bulundukları konutlarda 16 yıl ve üzeri sürelerde oturdukları belirlenmiştir. Bu durum; kullanıcıların yıllara göre aydınlatma sistemindeki değişimleri gözlemleyebilmeleri açısından, yapılan anket çalışması için olumlu kabul edilmiştir.

Binalardaki yakıt dışındaki aidat miktarının genellikle 260-350 TL olduğu saptanmaktadır. Ayrıca aydınlatma konusu kapsamında ortak kullanım alanlarının büyüklükleri de araştırılmıştır ve binaların çoğunluğunda ortak alanların yaklaşık 65-85 m^2 olduğu saptanmıştır. Ortak kullanım alanları olan giriş holü ve asansör ayrı olarak incelenerek; girişteki ışık kaynağı sayısının; anket kapsamındaki binaların yarısında 16 adet ve üzeri olduğu belirlenmiştir. Ayrıca yine binaların yarısında, giriş holünde halojen ışık kaynaklarının kullanıldığı tespit edilmiştir. Asansörlerdeki ışık kaynağı tiplerine bakıldığında ise büyük çoğunluğunun kompakt flüoresan olduğu belirlenmektedir. Ortak kullanım alanı olan ara hollerin toplam alanlarının; binaların büyük çoğunluğunda 30-35 m^2 olduğu saptanmıştır. Ara hollerde genellikle 4-6 adet ışık kaynağı bulunduğu belirlenmiştir. Burada da çoğunlukla akkor telli ışık kaynakları kullanıldığı tespit edilmiştir.

Anket çalışmasında kullanıcıların ışık kaynaklarından memnuniyet durumları da araştırılmıştır ve kullanıcıların yarısının, ışık kaynaklarını "çok kötü" buldukları bilgisi elde edilmiştir. Ayrıca giriş ve asansörlerdeki aydınlatma kontrol sisteminin türü de anket kapsamında araştırılmış olup, kontrol sistemlerinin büyük çoğunlukta harekete duyarlı olduğu saptanmıştır.

Kullanıcıların aydınlatma kontrol sisteminden memnuniyet durumlarına bakıldığında, büyük çoğunluğunun "çok iyi" şeklinde bilgi verdikleri görülmektedir. Aydınlatma konusunda kullanıcıların şikâyetleri de olmaktadır. Bu şikâyetlerin büyük bir kısmı, aylık kullanım maliyetinin fazla olduğu konusundadır. Çalışmada; ışık kaynağı ve kontrol sisteminin ilk yatırım maliyetini bilgisi ve miktarı da soru olarak yöneltilmiştir ve kullanıcıların büyük çoğunluğunun bu konu hakkında bilgisi olmadığı

sonucuna ulaşılmıştır. Konu hakkında bilgisi olanların ise genellikle 875 TL veya 600 TL olarak cevap verdikleri görülmektedir. Kullanıcıların ışık kaynağı ve kontrol sistemi bakım maliyeti bilgisine bakıldığında, büyük çoğunluğun bu konu hakkında bilgisi olmadığı görülmüştür. Bakım maliyeti hakkında bilgisi olanların ise 100 TL olduğunu söyledikleri belirlenmiştir. Günışığının özel konut hacimlerinde olduğu kadar ortak kullanım alanlarında da gerekli olduğu bilinmektedir. Binaların çoğunluğunda bu ortak alanların yeterli günışığı almadığı belirlenmiştir. Giriş ve merdiven holünün gün ışığından yararlanma durumu ile aydınlatma sistemlerinin kullanım maliyeti ilişkisi için kullanıcıların büyük bir kısmının günışığından yararlanmanın; kullanım maliyetini etkileyeceği şeklinde bilgi verdikleri görülmektedir.

Bu veriler doğrultusunda; Kayseri ölçeğinde incelenen toplu konut kullanım alanlarında yaygın olarak halojen ışık kaynaklarının kullanıldığı; enerji verimliliği yüksek olan fluoresan ışık kaynaklarının kullanımında da son yıllarda artış olduğu söylenebilmektedir. Ara kat hollerinde hala akkor telli ışık kaynaklarının kullanılması, kullanıcıların bu hacimlerde ilk yatırım maliyetini ön planda tuttukları ancak kullanım maliyetini büyük oranda etkilediğinin bilincinde olmadıklarını göstermektedir. Enerji performansı açısından harekete duyarlı aydınlatma kontrol sistemlerinin yaygın olarak kullanıldığı ve kullanıcıların, maliyet-aydınlatma kontrol sistemleri ilişkisinin bilincinde oldukları görülmektedir. Günışığı alımının; aydınlatma enerjisi tüketimine bir anlamda kullanım maliyeti ilişkisine etkisinin farkında olan kullanıcıların günışığına duyarlı aydınlatma kontrol sistemleri konusunda bilgi sahibi olmadıkları ve kullanmadıkları bilgisi elde edilmiştir.

Bu çalışma kapsamında Kayseri özelinde toplu konutlarının ortak kullanım alanlarında aydınlatma sisteminin seçim kriterleri ve etkileri incelenmiştir. Kayseri örnek alanında, toplu konutlarına yapılan bu çalışma ile konut kullanıcılarının aydınlatma sistemleri konusunda memnuniyeti ve seçim kriterleri ortaya konulmaya çalışılmıştır. Konut kullanıcılarının, aydınlatma enerji tüketimi ve enerji performansı konusundaki bilinç düzeyinin artırılarak; aydınlatma sistemi seçimlerinde etkin olmaları, yetkililere doğru yönlendirmeler yapmalarının faydalı olacağı düşünülmektedir. Yapılan bu çalışma ile bundan sonra yapılacak toplu konutlardaki ortak kullanım alanlarının aydınlatma sistemleri seçimine katkıda bulunulması hedeflenmiştir

KAYNAKLAR

[1] Okutan M., 2012 "Aydınlatmanın Tasarım, Uygulama Ve Kullanım Evreleri Üzerine Bir Araştırma", Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul

[2] prEN 15193, Energy Performance of Buildings- Energy Requirements for Lighting, CEN/TC 169, 2006, European Committee for Standardisation,.

[3] BEP-TR, 2010, Binalarda Enerji Performansı Ulusal Hesaplama Yöntemi, Ek 05-Aydınlatma, 07 Aralık 2010 Perşembe, Resmi Gazete, Sayı: 27778,

[4] Özlü K. ,2008 "Konut Yaşama Mekânlarında Yapay Aydınlatma: Trabzon Örneği", Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon

[5] İnternet, 2015, "kayseri Melikgazi, Kocasinan, Talas Haritaları", adresi: http://www.google.com/earth/, erişim tarihi: 12.02.2015

[6] Sümengen Ö. , Köknel Yener A., 2013, "Konutlarda Aydınlatma Enerjisi Performansı ve Görsel Konfor Koşulları", VII Ulusal Aydınlatma Sempozyumu Bildiriler (Kasım 2013 İzmir) Kitabı , TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası / EMO yayın No: SK/2013/552 , Syf 53-62, İstanbul

[7] Dağıtmaç S. ,2014 "Toplu Konutlarda Enerji Etkin Aydınlatma Tasarımı ve Fotovoltaik Panellerin Entegrasyonuna İlişkin Bir Uygulama Çalışması", Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul

[8] Salgın, B., Yorgancıoğlu, P., Parlak Biçer, Z. Ö., 2006, "Toplu Konut Alanlarında Kullanıcı Açısından Çatı Performansının Değerlendirilmesine Yönelik Alan Çalışması: Kayseri Örneği", Sempozyum Bildirileri, 3. Ulusal Çatı&Cephe Kaplamalarında Çağdaş Malzeme Ve Teknolojiler Sempozyumu, 17-18 Ekim, sayfa:11-19, İstanbul

[9] Parlak Biçer, Z. Ö., Salgın, B., 2012, "Kayseri'de Toplu Konut Çatılarında Yalıtım Performansı", İzolasyon Dünyası, sayı:93, Ocak-Şubat, sayfa: 34-36, İstanbul, ISSN: 1304-3749

[10] Parlak Biçer, Z. Ö., Arda, Z., Özsoy, E., Onur, B., 2011, "Toplu Konutlarda Yapım Aşamasında Karşılaşılan Problemlerin Belirlenmesine Yönelik Alan Çalışması: Erciyes Üniversitesi TOKİ Konutları", TOL Dergisi, 2010-2011/9-10, sayı: güz-bahar, sayfa: 81-89, Kayseri, ISSN: 1303-5835

Enerji etkin tasarım anlayışının yüksek yapılarda incelenmesi

DARİOUSH BASHİRİ HAMİDABAD[1]*, HASAN BEGEÇ[2]

ÖZET

Yapılar, üretim aşamalarından itibaren enerji ve kaynak tüketmekte, biyolojik çeşitliliğe zarar vermekte ve atık üretmektedir. Yapım, kullanım ve yıkım aşamalarında, büyük ölçekleri ve barındırdıkları yoğun kullanıcı nüfusu nedeni ile çevre yükleri diğer yapı tiplerine göre çok daha fazla olan yüksek yapılarının, sürdürülebilir mimarlık ilkeleri ile tasarım metotlarının geliştirilmesi, sürdürülebilirlik kavramının uygulama araştırmaları içinde önemli bir yere sahiptir. Bu bağlamda çalışma; sürdürülebilir mimarlık anlayışının, sürdürülebilir yüksek yapı yapım ilke ve yöntemlerini açıklamaktadır. Ayrıca Enerji etkin tasarım anlayışının (pasif ve aktif) özellikleri, olumlu ve olumsuz yönlerini (binanın kendi enerjisini karşılamak için kullanılacak rüzgar türbinleri, güneş kolektörleri ve/veya ısı ve güç sistemlerinin yapıya entegrasyonu, ortaya çıkacak sorunlar), yüksek yapılarda uygulanabilirliğini, yüksek yapı örneği olarak Unicradite Tower/Milano ve Agbar Tower/Barcelona yapıları üzerinden incelemektedir.

Anahtar Sözcükler: Sürdürülebilir yüksek yapılar, enerji etkin tasarım, aktif sistemler, pasif sistemler.

[1] Mimar, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tınaztepe Kampüsü Buca/İzmir 35390/Tel: (232) 453 1717 Fax : (232) 453 8787 E-Posta, Tel:(0538)2005636; darioush.bashiri@ogr.deu.edu.tr
[2] Yrd. Doç. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü, Doğuş Cad. No:229, Pk:35160, Buca İzmir, Tel: (0232)3018495; hasan.begec@deu.edu.tr

1. GİRİŞ

Çevresel sorunların temeli, 17. yüzyıldan itibaren bilim ve teknolojinin gelişmesine bağlı olarak artan ihtiyaçların karşılanması için kaynak olarak doğanın kullanılması ve 19. yüzyılın sonundaki sanayi devrimi ile yaşanan gelişmelere dayanmaktadır. Özellikle 20. yüzyılın son çeyreğinden itibaren yaşanan doğal afetler, çevre kirliliği, kendini hissettiren küresel ısınma, enerji krizi ve biyoçeşitliliğin azalması gibi çevresel sorunların giderek büyük boyutlara ulaştığı görülmektedir [1]. Günümüzde hem çevresel sorunların büyük boyutlara ulaşması hem de yenilenemeyen enerji kaynaklarının çok kısa sürede bitecek olması sürdürülebilirlik kavramı ve sürdürülebilirlik uygulanmalarını karşımıza çözüm önerisi olarak çıkarmaktadır.

İnsan ve çevre sağlığı sorunlarına bir çözüm önerisi olarak ileri sürülen sürdürülebilirlik kavramının gündelik yaşam için uygulama metotları, diğer birçok disiplinde olduğu gibi mimarlık alanında da tartışılmaktadır. Yapılar, yaşam döngüsünün (life-cycle) her aşamasında enerji kullanılmaktadır. Üretim aşamalarından itibaren enerji ve kaynak tüketmekte, biyoçeşitliliğe zarar vermekte ve atık üretmektedir. Yapılan araştırmalarda;

Dünya genelinde tüketilen enerjinin yaklaşık %40'ı, suyun %42'si, bina yapımında ya da kullanım süreçlerinde harcanmakta, küresel ısınmaya neden olan sera gazlarının %50'si, içme sularındaki kirlenmenin %40'ı, hava kirliliğinin %24'ünün, yapılarla ilişkili faaliyetlerden kaynaklandığı belirlenmiştir [2].

Sürdürülebilirlik kavramının; en bilinen tanımı Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu'nun 1987'de yayınladığı "Our Common Future" ortak geleceğimiz isimli Brundtland Raporu'nda "Bugünün ihtiyaçlarını gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama olanaklarına zarar vermeden karşılamak" olarak yapılmıştır.

2. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KAVRAMI VE YÜKSEK YAPILARDA UYGULAMALARI

Yaşadığımız çevre sürekli değişim içindedir. Küreselleşme sonucunda yaşanan gelişmeler, sosyal ve fiziksel çevreyi etkilemektedir. Hızlı gelişen ülkelerde, kontrolsüz enerji tüketimi, bütün canlılara ve ekosisteme zarar

vermekte ve dünyanın enerji kaynaklarının yok olmasına neden olmaktadır. Mimarlıkta sürdürülebilirlik kavramı, yaşadığımız çevrelerdeki enerji kullanımını en aza indirgeyecek, su ve elektrik gibi kaynakların kullanımını kontrol edebilecek, yapının sosyal ve ekonomik açıdan devamlılığını sağlayabilecek, insanların sağlık ve konforunu koruyacak bazı yaklaşımlar öngörmektedirler. Bu bağlamda, 'sürdürülebilir tasarım' ekosistemde canlı ve cansız bütün varlıkların birlikte var olmasını sağlayan ve sağlığını güven altına alan mimari çözümler bulmayı amaçlamaktadır.

Yüksek yapıların, büyük ölçekleri, neredeyse bir köy nüfusunu barındırıyor olmaları nedeniyle kente yaptığı etkiler ve çevre yükleri, diğer yapılara göre daha fazladır. Yüksek yapılar ayrıca ısıtma-soğutma havalandırma, mekanik, sirkülasyon ve aydınlatma sistemlerine gerek duyulan bu açıdan hem ilk yatırım maliyeti hem de yapının kullanımı sırasındaki maliyeti diğer binalara göre daha yüksek olan bina türleridir. Yapı üretim sektörü içinde günümüzde sayıları hızla artan yüksek yapıların, enerji ihtiyacı için önlem alınması ve sürdürülebilir mimarlık anlayışı ile tasarlanmaları gereklidir [3].

Sürdürülebilir yüksek yapı en basit tanımla, varlığının her döneminde kaynak kullanımına duyarlı, çevre kirliliği yaratmayan, kullanıcılarının sağlık ve konforunu koruyan, bu kriterleri ekonomik biçimde yerine getiren ve aynı zamanda yerel toplumun olumlu görüşlerini kazanan yapıdır [4].

Günümüzde sürdürülebilir yüksek yapı tasarımında farklı yönelimlerin olduğu görülmektedir. Bunlar, enerji etkin tasarım uygulamalarında yenilenebilir doğal kaynaklardan aktif ve pasif olarak faydalanılması ile ortaya çıkan yönelimlerdir. Bu bağlamda da sürdürülebilir yüksek yapı uygulamalarını enerji etkin tasarım uygulamalarında pasif ve aktif sistemler olarak iki ana başlık altında toplayabiliriz.

3. YÜKSEK YAPILARDA ENERJİ ETKİN TASARIM UYGULAMALARINDA PASİF SİSTEMLER

Pasif sistemler, malzeme ve iklim verilerine göre doğal kaynaklardan etkin bir şekilde faydalanıp, yapının kendisinin etkin olması olarak açıklanabilir. Binaların pasif sistem olarak gösterdikleri enerji performansı ve gerekse binadaki mekanik ve elektrik-elektronik sistemlerin enerji verimliliği, binaya ilişkin mimari tasarım parametreleriyle doğrudan ilişkilidir. Bu parametreler içerisinde en önemlileri olarak, binanın yeri, diğer binalara göre konumu,

yönü, formu ve bina kabuğu sayılabilir. Binanın enerji etkinliğinde, yenilenebilir enerji kaynaklarından yeteri kadar yararlanan pasif sistemler, herhangi bir mekanik ve elektrik sistem kullanılmadan yapı elemanlarıyla oluşturulan bir düzen olarak değerlendirilebilir.

Pasif sistemlere verilebilecek ilk örnek, 1982 yılında Cidde'de yapılan National Commercial Bank binasıdır. Binada üçgen plan şeması üzerinde avlu uyarlanmış ve boşluk alanlar gökavlu olarak kullanılmıştır. Yapının dış cephesi taşla kaplanırken gökavluya bakan cepheler camla kaplanmıştır. Gökavluların düşeydeki düzeni baca etkisi yaratarak hava hareketi sağlamakta ve binanın iç cephesindeki ısıyı 10 ºC ye kadar düşürerek soğutma giderlerinden tasarruf sağlamaktadır.

Şekil 1. National Commercial Bank, Menara Mesiniaga, Commerzbank, Swiss Re binaları [1]

İkinci örnek, Malezya Kuala Lumpur'daki Menara Mesiniaga binasıdır. T.R. Hamzah ve Ken Yeang tarafından tasarlanan bina; güneş yörüngesine göre yerleştirilerek doğal ışıktan yararlanması ve pasif ısıtma–soğutma sağlayabilmesi amaçlanmıştır. Bina tasarımındaki dikey peyzaj konsepti, binanın giriş katından başlamakta ve bina cephesinde dönen gökavlularla birlikte binanın tepesine kadar devam etmektedir.

Üçüncü örnek, Frankfurt'ta yapılmış olan Commerzbank Genel Merkez binasıdır (Şekil 1). Üçgen planlı binanın her katında yer alan üç kanatın ikisinde ofis alanları diğer kanatta ise dört kat yüksekliğinde gökavlular yer

almaktadır. Gökavlu ile hem gün ışığının binanın iç kısımlarına kadar girmesi hem de çalışanlar için dinlenme ve rekreasyon alanları sağlanmıştır. Gökavlular ayrıca binaya kendine özgü bir form kazandırmaktadır. Yapının ortasında yer alan atrium, gökavlu ve kullanılan çift cephe sistemi, binanın doğal aydınlatma ve havalandırmasına da olanak sağlamaktadır. Binada %80 oranında doğal havalandırmadan faydanılarak toplamda %30 enerji tasarrufu sağlanmaktadır.

Pasif sistemlere verilebilecek son örnek, Londra'daki Swiss Re Genel Merkez binasıdır. Bina aynı zamanda Londra'nın "ilk çevre dostu gökdeleni" olarak bilinmektedir. Dairesel plan şemasına sahip yapının katları 5º döndürülerek üst üste gelmekte ve her katta düzenlenen 6 adet boşluk bina yüksekliğince spiral formlu atriumlar oluşturmaktadır. Bu atriumlar yaz aylarında sıcak havayı baca etkisi ile yukarı yönlendirerek dışarı atmakta, doğal havalandırmayı sağlamakta, kış aylarında ise sera etkisi oluşturarak ısıtma giderlerinin azaltılmasına yardımcı olmaktadır. Ayrıca doğal aydınlatma açısından da önemli katkısı bulunmaktadır. Bina aynı boyutlardaki başka bir yüksek yapıya göre %50 daha az enerji harcamaktadır.

Yüksek yapılarda enerji etkin tasarım uygulamalarında pasif sistemler için,

- cephe ile çekirdek arasındaki mekan açıklığının az olduğunu,
- kat planlarında atrium ve gökavlu alanları gibi açık alanların olduğunu,
- açık alanların binanın yüksekliği boyunca ya sürekli ya da parçalı biçimde kurgulandığını,
- doğal havalandırma ve aydınlatmadan en fazla seviyede yararlanılmaya çalışıldığını söyleyebiliriz.

4. YÜKSEK YAPILARDA ENERJİ ETKİN TASARIM UYGULAMALARINDA AKTİF SİSTEMLER

Aktif sistemler, yapının kullanımı boyunca harcanan enerjinin fotovoltaik paneller, güneş toplaçları, su arıtma sistemleri, rüzgar türbinleri vb. sistemlerle üretilmesi ve kullanılması olarak tanımlanabilir. Aktif sistemler, mimari tasarım sırasında sürece dâhil edilmiş olup, binanın formuna ve planlamasına yön veren bina pasif tasarım sistemleri ile bütünleşik çalışması ve elde edilecek olan enerjinin maksimum seviyelere yükseltilmesi hedeflerine yönelik olarak yapılan tasarımdır.

Yüksek yapılarda enerji etkin tasarım uygulamalarında aktif sistemleri iki ana başlık atlında toplayabiliriz. Bunlar:
1. Yenilenebilir enerji üreten uygulamalar
2. Enerji tasarrufuna yönelik uygulamalar

4.1. Yenilenebilir Enerji Üreten Uygulamalar

Yenilebilir enerji, "doğanın kendi evrimi içinde, bir sonraki gün aynen mevcut olabilen enerji kaynağı" olarak tanımlanmaktadır. Güneş, rüzgâr ve jeotermal gibi doğal kaynaklar yenilenebilir olmalarının yanı sıra temiz enerji kaynakları olarak karşımıza çıkmaktadır.

Rüzgar enerjisi: Son yıllarda, yapılarda rüzgar enerjisinin kullanımı giderek önem kazanmıştır. Rüzgar enerjisi karbondioksit emisyon oranı çok düşük ve en ekonomik yenilenebilir enerji kaynaklarından biridir. Yüksek yapılarda rüzgar enerjisinden faydalanma ise rüzgar türbinlerinin kullanılması ile olmaktadır. Yapının yüksekliği arttıkça rüzgar doğrudan kesintisiz olarak yapıya temas etmekte, rüzgar hızı yükseklikle doğru orantılı olarak artmakta ve bu özelliği ile yüksek yapılarda türbinden yararlanılarak önemli miktarlarda elektrik enerjisi üretmek mümkün olmaktadır. Yüksek yapılarda rüzgar türbinlerinin uygulanmasında, tasarım aşamasında vaziyet planı yerleşimi, bina formunda rüzgar aerodinamiği, yerel rüzgar düzeni, rüzgar hızı yoğunluğu, rüzgar hızı dağılım frekansları ve hakim rüzgar yönü gibi parametrelerin dikkate alınması gereklidir [5]. Bu nedenle, her yapı için birbirinden çok farklı özellikler söz konusudur. Rüzgar türbinlerinin yüksek yapılarda kullanımına Bahreyn Dünya Ticaret Merkezi, Pearl River Tower, Lighthouse Tower ve Strata SE 1 binaları örnek olarak verilebilir (Şekil 2).

Güneş enerjisi: Yapılarda güneş enerjisinden güneş kollektörleri, fotovoltaik (PV) paneller ve binaya entegre PV (BIPV) gibi ekipmanlar kullanarak, ısı ve elektrik enerjisi üretme amacıyla yararlanılmaktadır. PV panellerin uygulanma potansiyeli az katlı yapılara oranla yüksek yapılarda daha fazladır; çünkü komşu binalardan daha yüksek olarak, doğrudan güneş ışınımı alma olanağı daha fazladır. PV lerin yapılarda kullanımına ilişkin en önemli sorun estetik ve yüksek verimlilik almak için çok miktarda PV panelinin düzenlenmesi gerekliliğidir. Bu sorunlara yönelik olarak geliştirilen Dinamik Güneş Cephesi (Dynamic Solar Facade) bu konudaki en son gelişmelerden biridir [6].

Şekil 2. Bahreyn Dünya Ticaret Merkezi, Pearl River Tower, Strata SE 1 binaları [5]

4.2. Enerji Tasarrufuna Yönelik Uygulamalar

Malzeme, su kullanımı, ısıtma-soğutma havalandırma (HVAC) sistemleri, bina otomasyon ve enerji sistemlerinde yüksek teknolojili mekanik sistemler ile enerji elde edilmesi ve/veya tasarruf sağlanmasına yönelik uygulamalardır.

Malzeme: Yüksek yapılarda kullanılan üç ana malzeme olan çelik, beton ve cam malzemede tasarrufa yönelik uygulamalardır. Malzemenin geri dönüştürülmüş ve/veya CO2 salınımının düşük olması alınabilecek tasarruf tedbirlerindendir. Yüksek yapılarda cephede çoğunlukla cam malzeme kullanıldığı için güneşin zararlı ışınlarının yansıtılarak içeri alınmamasında ve bu sayede ısıtma-soğutma havalandırma sistemlerinin etkinliğinin artmasında kullanılacak cam malzemenin özellikleri önemli bir rol oynamaktadır.

Su Kullanımı: Gri su sistemi denilen (gray-water system) gelişmiş su iyileştirme sistemlerinin kullanılması ve binanın cephe yüzeyleri ile yağmur suyunun toplanarak depolanması ve sonrasında kullanılarak tasarruf elde edilmesine yönelik uygulamalardır.

Isıtma-Soğutma Havalandırma (HVAC) Sistemleri: Binalarda her türlü iklim koşulunda ısıl konforun sağlanması için ısıtma-soğutma havalandırma (HVAC) sistemlerinin iyi kontrol edilmesi gerekir. Binalarda enerji tasarrufunun en iyi yollarından birisi, Bina Yönetim Sistemleri (BYS) ile

etkin bir HVAC kontrolü sağlanmaktır. Ancak HVAC sistemlerin kontrol stratejilerini belirlemek çoğu zaman oldukça zordur. Esas olan, ısıl konforu ve iç hava kalitesini sağlarken, enerji giderlerini en aza indirebilmektir.

Enerji sistemi: Birleşik ısı ve güç sistemleri enerjinin hem elektrik hem de ısı formunda, aynı sistem içinde birlikte üretilmesini sağlamakta olup, kojenerasyon ve trijenerasyon sistemleri olarak da bilinmektedir. Bu yöntemle aynı miktarda kaynak girdisiyle daha yüksek verimlilikte enerji üretilmektedir. Başka bir deyişle, her iki enerji formunun ayrı ayrı üretilmesi için gereken kaynak miktarıyla, bu sistem kullanıldığında daha fazla enerji üretilmektedir. Sadece elektrik üreten bir gaz türbini ya da motoruyla kullanılan enerjinin %30-40'ı elektriğe dönüştürülürken, bu sistemlerde dışarı atılan ısı enerjisi de kullanabilmekte ve verimlilik %70–90 oranına kadar çıkabilmektedir. Enerji verimliliğinin yanı sıra bu sistemlerde CO2 yayımı daha düşüktür.

5. ENERJİ ETKİN TASARIM ANLAYIŞI İLE YAPILMIŞ YÜKSEK YAPI ÖRNEKLERİ

Yüksek yapı tasarımı-sürdürülebilirlik ilişkisinin irdelenebilmesi amacıyla, çalışmada sürdürülebilir özelliklerle tasarlanmış Unicredit Tower ve Agbar Tower yapıları yerinde incelenmiş ve değerlendirilmiştir.

5.1. Unicredit Tower / Milano

Unicredit Tower	
Proje yeri	Milan Italya
İnşaat Başlangıç tarihi	2008
Bitiş tarihi	2012
Kat sayısı	33
Bina yüksekliği	217,7 m
Fonksiyon	Büro
Tasarlayıcı firma	Pelli Clarke Pelli Architects
İnşaat firması	MSC Associati
İnşaat malzemesi	Betonarme

Unicredit kulesi 2008 inşaatına başlanılmış, Arjantinli mimar Cesar Pelli tarafından tasarlanan ve Hines SGR tarafından inşa edilmiş olan bu yapı 2012'de kullanıma açılmıştır (Şekil 3). Üç gökdelen bloğundan oluşan kompleks, 217,7 m yükseklikle İtalya'nın en yüksek kulesi olan Unicredit A kulesine sahiptir. Karma işlevli yapı 7 hektarlık bir alan üzerinde konumlanmaktadır. Unicredit A kulesi yukarı doğru asimetrik biçimde daralmakta ve heykelsi sivri bir çelik antenle sonlanmaktadır. Kompleksteki diğer kuleler gibi Unicredit A kulesi de sokak düzeyinde taş kaplı olup yükseklik arttıkça taş yerine yansıtıcı cam kaplama kullanılmıştır. Yaklaşık 4000 çalışanı barındıran kompleks, 55.000 m^2 büro alanına sahiptir.[7]

Şekil 3. Unicredit A kulesi inşaat aşaması [4]

Unicredit A kulesi, Emporis inşaat veri şirketi tarafından 2013 yılında dünyanın en güzel gökdelen sıralamasında ilk 10 arasında yer alarak 8. olmuştur. Sürdürülebilir bir çok stratejiyi içinde barındıran kompleks, gelişmiş teknoloji ve malzeme kullanımı ile öne çıkmaktadır. 2013 yılında Mipim Ödülleri için aday olan kule finalist olmuş ve İtalya'nın en iyi büro projesi unvanını kazanmıştır. Unicredit kompleksinde yer alan üç kulede LEED Altın sertifikasına sahiptir. [7]

Yapının LEED sertifika değerlendirme sonuçlarında;

- % 22,5 enerji tasarrufu
- % 37,3 içilebilir su tasarrufu
- % 100 yağmur suyunun yeniden kullanılması
- % 93 kompleks atık geri dönüşümü
- % 20,5 inşaatta geri dönüşebilir malzeme kullanımı
- % 41 İnşaatta kullanılan malzemelerin geri dönüşümlü ve yerel kökenli olduğu belirlenmiştir.

Yüksek performanslı camlar, gelişmiş yapı sistemleri, yüksek verimli aydınlatma sistemleri ile kompleksin enerji tüketimi %37 oranında azaltılmıştır. Her bir binada dış hava filtreleme ve sıcaklık izleme sistemleri ile rahat bir çalışma ortamı sağlanmaktadır. Ayrıca çalışma alanlarında doğal aydınlatmadan yüzde %90 oranda yararlanılmaktadır.

5.2. Agbar Tower / Barcelona

Agbar Tower	
Proje yeri	Barcelona İspanya
İnşaat Başlangıç tarihi	2001
Bitiş tarihi	2004
Kat sayısı	35
Bina yüksekliği	144,4 m
Fonksiyon	Büro
Tasarlayıcı firma	Jean Nouvel
İnşaat firması	Brufau & A.Obiol
İnşaat malzemesi	Betonarme

Jean Nouvel yapının ana tasarım konseptini gerçekleştirirken Barcelona şehrine yakın olan Montserrat dağından esinlenmiştir. Standart mimari şekillerden farklı olduğu için yerli halk tarafından “el supositorio” (fitil) veya “l'obús” (kabuk) olarak da isimlendirilmektedir. 2001 yılında inşaatına başlanan yapı 2004 yılında tamamlanmış, 2006 yılında uluslararası en iyi yüksek yapı (International High-Rise Award IHA) ödülünü kazanmıştır.

Yapı; birbirine temas etmeyen iki konsantrik oval beton silindirden oluşmaktadır. Dış silindir cam ve çelikten oluşarak yapıya karakteristik şeklini veren bir kubbe ile örtülüdür. Bu dış silindir bina tabanına doğru 50 cm kalınlığında ve üst katlarda 30 cm kalınlığında olan 4.500 adet, 92×92 cm boyutlarında pencere içermektedir. İç çekirdek ise tabanda 45 cm ve en yüksek noktasında 25 cm kalınlığına sahiptir. İc çekirdek asansörleri ve merdivenleri içermektedir. Yapı zeminden 14. katta kadar düz, 15-24 katları arasında ise kavisli, 26-32 katlar arasında da 250 tonluk metal ve camdan oluşan kubbe ile oluşmaktadır. [8]

Şekil 4. Agbar Tower cephe yapısı ve güneş kırıcılar

Yapı doğal şartlar ve çevresel koşullara hassas bir şekilde duyarlıdır. Yapı içinde birçok sensör bulunmakta ve böylece yapı çevresel faktörleri en iyi şekilde kullanmakta, doğal aydınlatma ve havalandırma sağlayarak kullanıcılarına sağlıklı bir yaşam sunmaktadır. Bilgisayar destekli olarak çalışan 4.500 adet pencere ve cam güneşliklerinin açılış ve kapanışı, yapay havalandırma için gerekli enerji tüketimini azaltmakta ve daha fazla oranda doğal havalandırma sağlamaktadır (Şekil 4). Her katta bulunan ısı sensörleri ve merkezi yönetilen pencereler ve gölgeleme araçları yapı genelinde 27 farklı iklim bölgesi oluşturmaktadır. Merkezi yönetilen pencereler ve gölgeleme araçları ayrıca doğal havalandırma ve doğal aydınlatma ile birlikte güneşin zararlı radyasyon etkisinin binaya girmesini engellemekte ve cepheye entegre fotovoltaik paneller ile de güneş enerjisinden maksimum oranda yararlanılmaktadır. [8]

Dönüşebilir malzemelerin kullanımı bu yapının bir diğer sürdürülebilir özelliğidir. Yapıda kurşun ve/veya asbest içeren hiç bir malzeme kullanılmamıştır. Yapay havalandırma sistemlerinde ozon tabakasına zarar vermeyen ve kloroflorokarbon içermeyen soğutma gazları kullanılmıştır. Yapıda suyun kullanımında enerji etkinliğine yönelik olarak yağmur suyunun toplanması ve bunun temizlik ve kullanım suyu olarak değerlendirilmesini sağlayan sistemler bulunmaktadır.

6. SONUÇ

Sürdürülebilir yüksek yapıların yapılması şehirlerimiz ve gezegenimizin geleceği için hayati önem taşımaktadır. Yapılacak tek tek yapılar fazla bir etki sağlamayacaktır. Sürdürülebilir yüksek yapıların çoğunlukla yapılması ile iklim, çevre ve insan sağlığı üzerinde yararlar sağlanabilir. Günümüzde sürdürülebilir yüksek yapı uygulamalarında pasif ve aktif sistemlerin sadece birinin değil iki sistemin birlikte uygulanması ile enerji etkinliğinin arttırıldığı örnekler görülmektedir. Denilebilir ki geçmişte büyük bir enerji tüketicisi olan yüksek yapılar, günümüzde yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanma konusunda oldukça fazla ilerleme kaydetmiş, sürdürülebilir olarak yapılmaya başlamıştır. Ancak birçok firma için hala ilk yatırım maliyetinin fazla olması, sürdürülebilir yüksek yapı yapımındaki en büyük engel olarak görülmektedir. Yapılan araştırmalar 15 yıl içinde yüksek yapıların ilk yatırım maliyetlerini karşıladıklarını ve işletme giderleri, kullanıcılarının sağlığı açısından daha fazla fayda sağladıklarını ortaya koymaktadır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada çok değerli yardımları için sevgili Doç. Dr. Gian Luca Brunettı'ye, Yrd. Doç. Dr. Hasan Begeç'e ve tüm eğitim hayatımda beni sürekli destekleyen değerli aileme çok teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

[1] Ali, M. M., Armstrong, P. J. (2010). Sustainability and The Tall Building: Recent Developments and Future Trends. *AIA Illinois Central Symposium,* USA

[2] Eryıldız, D., (2003). Sürdürülebilirlik ve Mimarlık Dosyasında Ekolojik Mimarlık. *Arredamento Mimarlık,* 154, 71-75.

[3] Sev, A., (2009). Sürdürülebilir Mimarlık, YEM, İstanbul

[4] Begeç, H., (2013). Sürdürülebilir Yüksek Yapı Tasarımında Yönelimler. *Egemimarlık*, 83, 30-36

[5] Frechette, R. Gilcgrist, R., (2008). Towards Zero Energy: A Case Syudy of Pearl River Tower, Guangzhou, China. *CTBUH 8th World Congress March 3-5,* Dubai

[6] Sev, A, Başarır, B., (2011). Geçmişten Geleceğe Enerji Etkin Yüksek Yapılar ve Uygulama Örnekleri, *X. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi 13/16 Nisan,* İzmir

[7] Cesar Pelli., (2013), "Lezioni Pubbliche Di Architettura Urbana", Bildiri, Politecnico Di Milano Üniversitesi MI/ARCH, 6 kasım, 2013 Milan.

[8] S, ALBERTO, "Progettazione Di Sistemi Costruttivi" Iuav di Venezia Üniversitesi (2013),Venedik, İtalya.

Yerleşim alanının planlama ve enerji etkinliği ilişkilerinin incelenmesi

SUAD ÇİĞDEM SOLAY[1]*, GÜLSER ÇELEBİ[2]

ÖZET

Yerleşim birimleri tasarımının enerjiye etkisini ortaya koymak amacıyla yapılan çalışmada, ilk olarak pek çok değişken üzerinden kentsel iklim, yoğunluk ve yüzey alanı kriterleri belirlenmiştir. Çalışma alanı olarak yeryüzünde en yoğun yapı stoğunun konut olması ve enerji tüketiminin konutlarda yoğun ve sürekli olması nedeni ile konut ağırlıklı bir kent parçası ele alınmıştır. Yüzey alanı sabit tutulmaya çalışılarak farklı bina geometrileri (yüksek katlı konut ve sıra konutlar) oluşturulmuş olup ortaya çıkan öneri yerleşimlerde kapalı alandaki kişi yoğunluğu sabittir. Alan çalışmasında, yerleşim özelliklerinin değişimi üzerinden yapılan değerlendirmeler neticesinde; bina formu değişiminin ısıtma ve soğutma yüklerinde farklılıklara neden olduğu belirlenmiştir. Mevcut şartlar altında, sıra konutlarda enerji gereksiniminin en yüksek seviyede olduğu görülmüştür. Ayrıca, değerlendirme sonuçları iç ortam konfor koşulları dikkate alınarak yapıldığında farklı sonuçlara ulaşıldığı gözlemlenmiştir. Ancak, farklı kriterler sabit tutulduğunda, aynı önerilerde enerji gereksinimlerinin değişebileceği göz önünde bulundurulmalı ve enerji etkinliğine ulaşılabilmesi için çok yönlü analizler yapılmalıdır.

Anahtar Sözcükler: Mahalle, enerji etkin, çevre, sürdürülebilirlik

[1] Bursa Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, Stadyum Cad. No: 39-40 Kapalı Spor Salonu Karşısı, Osmangazi, Bursa; Tel: (0555)7040535; cigdemsolay@yahoo.com
[2] Alanya HEP Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi Mimarlık Bölümü, Alanya, Antalya; Tel: (0242)5136969; Prof. Dr.; gulser.celebi@ahep.edu.tr

1. GİRİŞ

Yoğun nüfus artışı sonucu giderek artan yapı stoğu ve plansız yapılan yerleşimler, hesap edilmeden enerji harcanmasına sebep olmuştur. Gerek yatırım maliyetinin yüksek oluşu gerekse geri kazanımın uzun vadede olması sebebiyle yenilenebilir enerji kaynaklarına gereken önem verilmemiştir. Çabuk elde edilen ve ilk yatırım maliyetleri daha düşük olan ya da geri kazanımı çabuk olan fosil yakıtların kullanımı, yerleşim özellikleriyle iklim ilişkisinin zayıflamasına neden olmaktadır. Sonuçta iklim özellikleri gözetilerek yapılı çevrenin oluşturulmasından vazgeçilmekle birlikte yapılı çevre, iklimi etkileme noktasına gelmiştir.

Günümüzde yapılan çalışmalarda enerji etkin yapı tasarımları gelişmiştir. Ancak kent ölçeğinde tekil olarak yapıların enerji etkin olması yeterli değildir. Kentsel alanlarda yapının çevresindeki kentsel öğeler de binaların enerji performanslarını etkiler [1].

Türkiye'deki duruma bakıldığında enerji etkinliğine yönelik çalışmaların genelde akademik düzeyde kaldığı görülmektedir. Yer yer yasal düzenlemeler yapılmakta ancak ortaya konulan mevzuat çalışmaları pratik yaşama geçirilememektedir. Uygulama noktasındaki gelişmelerde ise yoğun yapılaşmaya rağmen az ve noktasal çalışmaların yapıldığı anlaşılmaktadır. Çalışmaların çevresiyle bir bütün olarak düşünülmemesi nedeniyle enerji verimliliği sağlanamamaktadır.

Dünya üzerinde harcanan enerji miktarları ve enerji ihtiyacının sektörlere dağılımı göz önüne alındığında yapılı çevre ve ulaşımda harcanan enerji miktarının yüksek olduğu belirlenmiş olup yapılı çevrenin enerji tüketimi daha yüksek değerlere ulaşmaktadır [2]. Çalışma alanı olarak yeryüzünde en yoğun yapı stoğunun konut olması ve enerji tüketiminin konutlarda yoğun ve sürekli olması nedeni ile konut ağırlıklı bir yerleşim ele alınmıştır [3].

2. DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ

Konuya ilişkin yapılan çalışmalar incelendiğinde; Madlener, R. ve Sunak, Y. çalışmasında "kentleşmenin kentsel yapılaşma ve enerji gereksinimi üzerine etkileri" üzerinde durmuştur [4]. Viyana özelinde yeni bir kentsel gelişim projesi üzerine yapılan araştırmada; bina çevresinin önemli faktörlerden biri olduğu anlaşılmıştır [5]. Norveç'te yapılan çalışmanın amacı [6], enerji

etkinliğinin sağlanmasındaki faktörleri ve parametreleri ortaya koymak ve aynı zamanda enerji kazançlarının planlanması sırasında belirsizliklere neden olan faktörleri ele almaktır. Hollanda'da kentsel yerleşim alanını kapsayan bir çalışma, yüzey hacim oranının önemini kanıtlamaktadır [7]. Sırbistan'daki (Belgrad) çalışmanın amacı [8]; konut binalarında sürdürülebilir gelişimin sağlanması ve sürdürülebilirlik parametrelerinin listelenmesi için gerekli olan metodun seçimini ve sürdürülebilir gelişimin göstergelerini ortaya koymaktır. Çin'de kırsal alanları ele alan bir başka çalışmada kırsal alanlardaki yerleşimlerin de enerji tüketiminde rolünün büyük olduğu üzerinde durulmuştur [9]. Los Angeles'da yapılan bir araştırma göstermiştir ki bir ağaç yılda 3 kg CO_2 emilimini sağlamakta olup, kentsel alanda bulunan bir ağaç ormanlarda bulunan bir ağaca oranla havalandırma için gerekli enerjinin azaltılmasında 9 kat daha etkilidir [10]. Yerleşim birimi tasarımı üzerine yapıların daha sağlıklı ve sürdürülebilir olması için hedeflenen kriterlerin netleştirilmesi ile yapı süreçlerine yol göstermek ve ayrıca ekolojik binalar açısından bakış açısının genişletilmesini sağlamak amacıyla yapılan bir çalışmada; bir yapının şeklinin ve yönelme özelliklerinin de önemli olduğu belirtilmiştir [11].

Yapılan çalışmaların incelenmesi sonucunda elde edilen veriler;

- Kentsel enerji performansını etkileyen faktörler incelendiğinde; yere, zamana, mekana ve kullanıma bağlı olarak çok değişkenlik gösterdiği tespit edilmiştir. Ancak araştırmalara zemin oluşturabilmesi amacıyla genel olarak enerji performansını etkileyen ana bileşenler ele alınmıştır. Bunlar; kentsel iklim, alan kullanımı, yoğunluk, bina özellikleri ve kullanıcı davranışlarıdır [1].
- Enerjinin etkin kullanımının sağlanabilmesi için kentsel enerji analizlerinin yapılması gerekliliği kaçınılmazdır. Bu amaçla yapılacak olan kentsel enerji analizlerinde ele alınan faktörler; güneş ışınımı, rüzgar, ısı ve kullanıcı modelleridir.
- Kullanıcı davranışlarının etkilerine bakıldığında, bina enerji performansını etkileyen davranışların, kişilerin kendi özelliklerinden ve deneyimlerinden kaynaklanan davranışlar olduğu tespit edilmiştir [12]. Ancak bu davranışların çok çeşitlilik göstermesi sebebiyle bu konu ayrıca değerlendirmeye alınacak niteliktedir. Bu nedenle çalışma kapsamında kişisel davranışlar açısından bir genelleme yapılmış olup kişisel özelliklerden kaynaklı çeşitlilik sınırlandırılmıştır.
- Kentsel enerji tüketimi değerlendirmelerinde günümüzde kullanılan simülasyon programlarından EnergyPlus için bir ara yüz programı olan

DesignBuilder; binanın enerji, karbon salınım, aydınlatma ve konfor denetimi için geliştirilmiştir [13].

Genel bir değerlendirmenin yapılması sonrasında, çalışma kapsamında ele alınacak değerlendirme kriterleri olarak kentsel iklim, yoğunluk ve yüzey alanı faktörleri belirlenmiştir.

3. ÇALIŞMA ALANI VE YERLEŞİM OLASILIKLARI

Şekil 1. Çalışma alanının konumu [14]

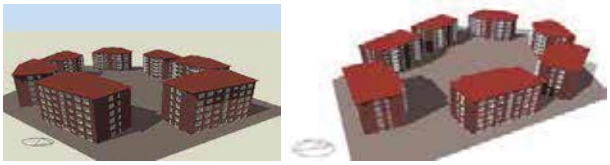
Çalışma kapsamında Marmara Bölgesinin Güney Marmara Bölümünde yer alan Bursa kentinden bir kent parçası ele alınmıştır. Bursa Mudanya yolu üzerinde Nilüfer İlçesinde bulunan çalışma alanı Ahmet Yesevi Mahallesindedir. Söz konusu çevredeki yerleşim Bursa açısından yeni bir yerleşim merkezi haline gelmiştir ve gelişimi devam etmektedir. (Şekil 1)

Sitenin oturduğu alan büyüklüğü 14.446 m^2, toplam inşaat alanı ise 20.414 m^2 dir. Sitenin yapı yoğunluğu (emsal) 1,41 dir. Site; her biri zemin kat + 5 kat olmak üzere 7 bloktan oluşmaktadır. Sitenin planlanan kullanıcı sayısı 420 kişidir.

Şekil 2. Konutlara ait kat planı [15]

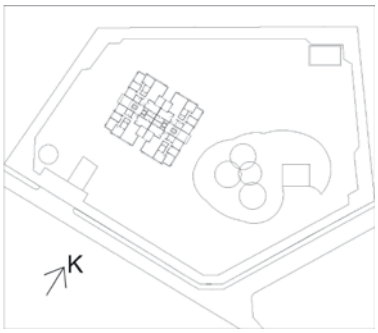
Konutların planları incelendiğinde, 4+1 çözümlerin yapıldığı anlaşılmıştır. Buradan yola çıkılarak, Türk aile yapısı ve genel olarak evlerin kullanımları göz önüne alındığında her dairede 4 kişinin ikamet edebileceği görülmüştür. Sonuç olarak sitede 420 kişi ikamet edebilir ve 3.48 kişi/m^2 yoğunluk açığa çıkar. (Şekil 2)

Mevcut çalışma alanı 6 katlı 7 yapının bulunduğu bir kent parçasıdır. 14446 m^2 çalışma alanına yayılmış olan yerleşim 20414 m^2 kapalı alana sahiptir. Yerleşimin toplam yüzey alanı 17354,68 m^2 dir. (Şekil 3)



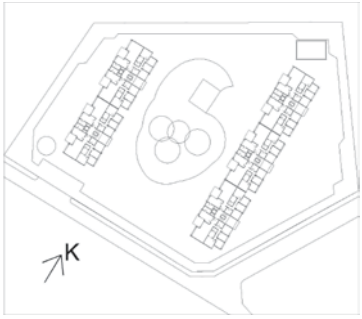
Şekil 3. Çalışma alanı mevcut hali modelleme (DesignBuilder)

Mevcut yerleşime ait hesaplamalar sonrasında, yerleşim farklılıklarının ortam koşullarına ve enerji harcama miktarlarına etkisini anlamak amacıyla mevcut durum ile aynı yüzey alanlarına ulaşılmaya çalışılarak alanda farklı öneriler geliştirilmiştir.



Şekil 4. Yüksek katlı yapı önerisi kat planı

Yüksek katlı tek yapı olarak geliştirilen yerleşim önerisi, her katta 16 kişinin ikamet edebileceği şekilde düzenlenmiş olup toplam 464 kişi bulunmaktadır. 14446 m^2 çalışma alanına yayılmış olan yerleşim 28190 m^2 kapalı alana sahiptir ve 29 katlıdır. Yapının yüzey alanı 17133,42 m^2 dir. (Şekil 4)



Şekil 5. Sıra konutlar önerisi kat planı

Sıralı konutlar olarak geliştirilen yerleşim önerisi, iki ayrı sıra konut olarak düzenlenmiştir. Yapıların birinde her katta 24 kişi diğerinde de her katta 16 kişinin ikamet edebileceği şekilde düzenlenmiş olup toplam 440 kişi bulunmaktadır. 14446 m^2 çalışma alanına yayılmış olan yerleşim 26197 m^2 kapalı alana sahiptir ve yapılar 11 katlıdır. Yapının yüzey alanı 17450,94 m^2 dir. (Şekil 5)

4. VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Çalışma alanındaki mevcut yapılaşma 6 katlı olup toplam 420 kişi ikamet edebilecek durumdadır. Birim kat alanına düşen kişi sayısı olarak tanımlanan kapalı alandaki kişi yoğunluğu 0,016dır. Ayrıca toplam inşaat alanının arsa büyüklüğüne oranı şeklindeki yapı yoğunluğu (emsal) 1,41'dir. Alandaki yapıların toplam yüzey alanı 17354,68 m^2dir. Aynı çalışma alanında geliştirilen yüksek katlı ve sıra konutlara ilişkin önerilerde yüzey alanı sabit tutulmaya çalışılmıştır. Kapalı alandaki kişi yoğunluğu da öneri yerleşimlerde sabittir. Yüksek katlı konut önerisi 29 katlı olup 464 kişiyi barındırabilecek kapasitededir. 17133,42 m^2 yüzey alanı olan yüksek katlı yerleşim 1,95 yapı yoğunluğuna sahiptir. Sıra konutlar ise 11 katlı olup kişi kapasitesi 440'tır. 17450,94 m^2 yüzey alanı olan sıra konutlar 1,81 yapı yoğunluğuna sahiptir. Yapılarda dış cephelerin yanı sıra enerji tüketimini etkileyen bir diğer yapı bileşeni çatılardır. Veriler incelendiğinde en yüksek çatı yüzeyinin 3875,62 m^2 ile mevcut durumda, en düşük değerin 1156 m^2 ile yüksek katlı yapıda olduğu anlaşılmıştır. Yüzey alanının çatı alanına oranlarına bakıldığında; mevcut durumda oran 4,47, sıralı konutlarda oran 6,48 ve yüksek katlı konutta oran 14,82 şeklinde değerlere ulaşıldığı görülmüştür.

Isı enerjisi tüketimine ait değerlendirmede DesignBuilder programında tanımlanabilen bir tarih seçimi bulunmamaktadır. DesignBuilder programı tarafından dış ortam hava sıcaklığının -3,80^{o}C olduğu bir günde hesaplama yapılmıştır. Dış ortam hava sıcaklığı sabit olmasına rağmen yerleşim özellikleri ve bina geometrilerinin farklı olması sebebiyle hesaplanan iç ortam hava sıcaklıkları farklılıklar göstermektedir. Mevcut yerleşimde iç ortam hava sıcaklığı 16,39^{o}C iken, yüksek katlı yapıda 19,09^{o}C ve sıra konutlarda iç sıcaklık 18,02^{o}C hesaplanmıştır. İç ortam hava sıcaklığını korumak için gerekli kişi başına düşen ısı enerjisi miktarları karşılaştırıldığında; en az tüketimin kişi başına 1,42 kW ile mevcut durumda, en çok tüketimin ise kişi başına 1,65 kW ile sıra konutlarda olduğu görülmüştür.

Kış mevsimi ele alınarak yapılan çalışma kapsamında programda tanımlı 2002 yılına ait veriler üzerinden 8 – 14 Aralık haftasına ait simülasyon yapılmıştır. Yapılan değerlendirmede dış ortam hava sıcaklığının 4,83^{o}C ile en soğuk olduğu güne ait sonuçlar karşılaştırılmıştır. İç ortam hava sıcaklığı mevcut yerleşimde 16,09^{o}C iken yüksek katlı konutta 17,74^{o}C ve sıra konutlarda 17,07^{o}C dir. Bu durumda en yüksek iç ortam sıcaklığı yüksek katlı konuttadır. Yapılardaki ısıtma işlemi doğalgaz ile sağlanmakta olup kişi başına düşen en yüksek ısıtma amaçlı gereken enerji 15,90 kWh ile sıra konutlardadır. Aynı zamanda mevcut iç ortam sıcaklığının muhafaza edilmesi için gerekli enerji miktarları ilk ısıtma için gerekli enerjiden az olmakla beraber yine sıra konutlarda kişi başı 11,95 kWh enerji gerekmektedir.

Soğutmaya yönelik yapılan değerlendirmede DesignBuilder programının ele aldığı tarih 15 Temmuzdur. Kullanım saatlerine göre kullanımın az olduğu 08.00 ile kullanımın yoğun olduğu 20.00 saatleri ele alınarak soğutmaya yönelik elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Yapılan değerlendirmede sıcaklığın sabah saatlerine oranla akşam saatlerinde daha etkili olduğu ve buna bağlı olarak soğutma yükünün de arttığı tespit edilmiştir. Aynı şekilde sıcaklık artışı iç ortam hava sıcaklığında da gözlemlenmekte olup iç ortam hava sıcaklığı gün içindeki farkın en yüksek olduğu yerleşim mevcut durumdur. Soğutma için harcanan enerji miktarları karşılaştırıldığında; kişi başına düşen soğutma için harcanan enerji, saat 08.00'da 1,34 kW ve saat 20.00'da 2,91 kW olmak üzere sıra konutlarda en yüksek değerdedir.

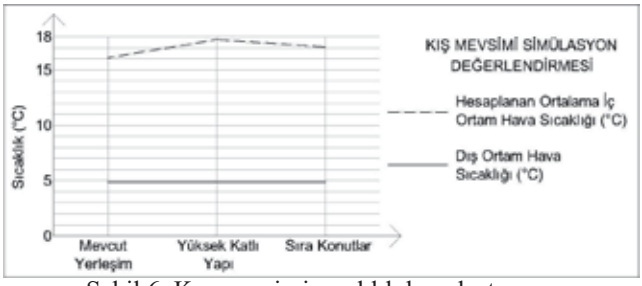
Yaz mevsimi ele alınarak yapılan simülasyon çalışması kapsamında programda tanımlı 2002 yılına ait veriler üzerinden 6 – 12 Temmuz haftası

ele alınmıştır. Yapılan değerlendirmede dış ortam hava sıcaklığının 25,16°C ile en sıcak olduğu güne ait sonuçlar karşılaştırılmıştır. İç ortam hava sıcaklığı mevcut yerleşimde 27,95°C iken yüksek katlı konutta 26,96°C ve sıra konutlarda 27,51°C dir. Bu durumda en yüksek iç ortam sıcaklığı mevcut yerleşimdedir. Yapılardaki soğutma işlemi elektrik ile sağlanmakta olup soğutma amaçlı gereken kişi başına düşen en yüksek enerji miktarı 8,76 kWh ile sıra konutlardadır. Aynı zamanda mevcut iç ortam sıcaklığının muhafaza edilmesi için gerekli enerji miktarları ilk soğutma için gerekli enerjiden daha fazla olup; 14,63 kWh enerji gereksinimi ile en yüksek kişi başı tüketim yine sıra konutlardadır.

5. TARTIŞMA

Alan çalışmasında ele alınan değerlendirmeler sonucunda belli bir iklim bölgesinde; malzeme özellikleri, yüzey alanı ve kapalı alana düşen kişi yoğunluğu sabit tutulduğunda bina geometrisi değişiminin enerji tüketimine etkisine ilişkin veriler elde edilmiştir.

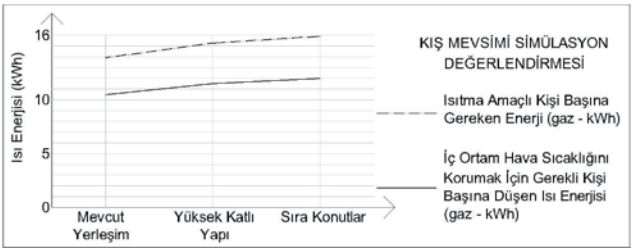
Kışın 4,83°C seviyesindeki dış ortam hava şartlarında yapılan incelemede iç ortam hava koşullarının karşılaştırması Şekil 6'da verilmiştir. Buna göre mevcut duruma kıyasla sıra konutlarda yaklaşık 1°C daha yüksek iç ortam sıcaklığı bulunmakla birlikte yüksek katlı konutta mevcuda göre 1,65°C daha fazla sıcaklık ortaya çıkmıştır.



Şekil 6. Kış mevsimi sıcaklık karşılaştırması

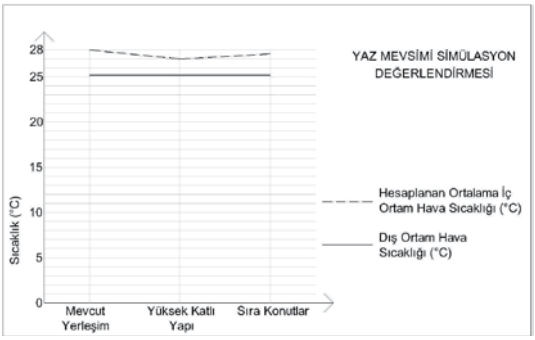
Daha iyi iç ortam hava koşullarının sağlanabildiği yüksek katlı yapı ve sıralı konutlardaki kişi başına düşen enerji tüketim miktarlarının karşılaştırması Şekil 7'de verilmiştir. Kişi başına düşen enerji sarfiyatı yüksek katlı yapı ve sıralı konutlarda farklılık göstermiştir. Mevcut yapıyla karşılaştırıldığında; yüksek katlı konutta 1,34 kWh ve sıralı konutlarda ise 2 kWh daha fazladır.

Aynı şekilde iç ortam hava sıcaklığını korumak için gerekli ısı enerjisi miktarları ilk ısıtma için gereken enerjiden fazla olmakla birlikte; mevcut yapılaşmaya göre yüksek katlı yapıda 1 kWh ve sıralı konutlarda ise 1,52 kWh daha fazladır.



Şekil 7. Kış mevsimi enerji tüketim miktarları

Yazın 25,16^{o}C seviyesindeki dış ortam hava şartlarında yapılan incelemede iç ortam hava koşullarının karşılaştırmasına göre mevcut duruma kıyasla sıra konutlarda yaklaşık 0,44^{o}C daha düşük iç ortam sıcaklığı bulunmakla birlikte yüksek katlı konutta mevcuda göre 1°C daha düşük sıcaklık ortaya çıkmıştır. (Şekil 8)

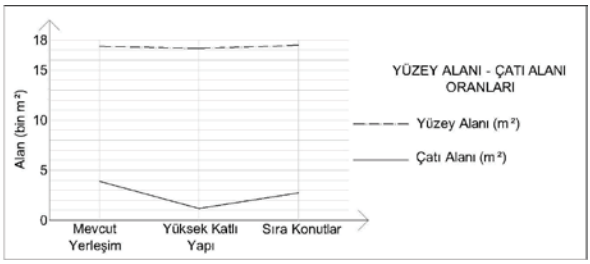


Şekil 8. Yaz mevsimi sıcaklık karşılaştırması

Yapılan incelemeler kapsamında yazın iç ortam iklim koşullarının daha uygun aralıklarda sağlandığı soğutma sisteminde yüksek katlı yapı ve sıralı konutlardaki kişi başına düşen enerji tüketim miktarlarının karşılaştırması Şekil 9'da verilmiştir. Soğutma için kişi başına düşen elektrik enerjisi miktarları mevcut yapıyla karşılaştırıldığında; yüksek katlı konutta 1,63 kWh ve sıralı konutlarda ise 3,13 kWh daha fazladır. Aynı şekilde iç ortam hava sıcaklığını korumak için gerekli elektrik enerjisi miktarları ilk soğutma için

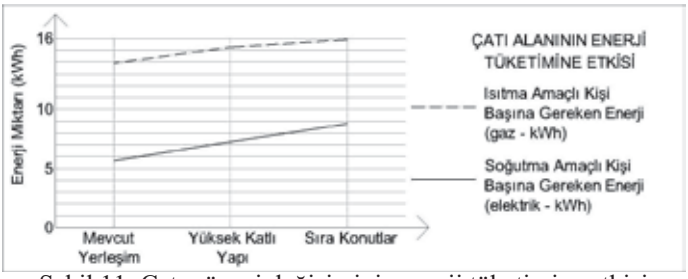
gereken enerjiden fazla olmakla birlikte; mevcut yapılaşmaya göre yüksek katlı yapıda 2,73 kWh ve sıralı konutlarda ise 5,23 kWh daha fazladır.

Şekil 9. Yaz mevsimi enerji tüketim miktarları



Şekil 10. Yüzey alanı ve çatı alanı karşılaştırması

Çalışma alanındaki mevcut yerleşim ile oluşturulan farklı bina geometrilerine ait yüzey alanı ve çatı alanı karşılaştırması Şekil 10'da verilmiştir. Yapıların oturma alanları azaldıkça enerji tüketiminde bir etken olan çatı alanları da azalmaktadır. Mevcut yapılaşmada çatı alanı en yüksek değerdeyken en az çatı alanı yüksek katlı konutta bulunmaktadır. Isıtma ve soğutma amaçlı harcanan ve kişi başına düşen enerji miktarı Şekil 11'de verilmiştir. Çatı alanının yüzey alanına oranı azaldıkça çatıdan kaynaklı ısı kayıpları da azalmakta olup daha iyi iç ortam koşullarına ulaşıldığı görülmektedir.



Şekil 11. Çatı yüzeyi değişiminin enerji tüketimine etkisi

Yüksek katlı yapı ve sıra konutlarda iç ortam koşullarının mevcut duruma göre daha konforlu, iyi ve avantajlı olduğu anlaşılmıştır. Sonuç itibariyle, üç yerleşim biçimi arasında – ele alınan kriterler bazında – en homojen ve en konforlu iç ortam sıcaklık koşulları optimum enerji sarfiyatıyla yüksek katlı konutta sağlandığı görülmüştür. Ancak ele alınan kriterler ile bu sonuçlara ulaşıldığı, konuya ilişkin yapılmış çalışmaların sonuçlarından da anlaşılacağı gibi kentsel enerji tüketiminde pek çok kriterin etkili olduğu açıktır. Ayrıca; yapılaşma şartlarında, özellikle de dış yüzey ve çatı yüzeyinden kaynaklı ısı kayıplarının en aza indirgenmesi için gerekli optimum ısı yalıtımı kalınlığına ve uygun malzemeye ulaşılması, iyileşmeye gidilerek karşılaştırma yapılması durumunda aynı kriterler ele alındığında şartların değişeceği düşünülmektedir.

6. SONUÇ

Yapılan çalışma sonucunda bina geometrileri değişiminin enerji gereksinimini etkilediği belirlenmiştir. Aynı değerlendirme ölçütleri ile farklı iklim bölgelerinde çalışılması halinde sonuçların da iklim özelliklerine göre şekilleneceği unutulmamalıdır. Ayrıca, farklı kriterler sabit tutulduğunda, aynı yerleşim önerilerinin enerji gereksiniminin de değişebileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Bir alanda yapılaşmaya gidilmeden önce farklı olasılıklar üzerinde kriterlerin çok yönlü olarak incelenmesi şarttır.

KAYNAKLAR

[1] Tereci, A. (2012, Mart). *Energy Benchmarking Model for Urban Settlements*. Doktora Tezi, ODTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

[2] Tereci, A., Özkan, S.T.E, and Eicker, U. (2013). Energy Benchmarking for Residential Buildings. *Energy and Buildings*, sayı:60, s. 92-99.

[3] Solay, S.Ç. (2015, Ocak). *Yerleşim Alanının Planlama ve Enerji Etkinliği İlişkilerinin İncelenmesi.* Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

[4] Madlener, R., Sunak, Y. (2011). Impacts of urbanization on urban structures and energy demand: What can we learn for urban energy planning and urbanization management? *Sustainable Cities and Society*, sayı:1, s. 45-53.

[5] Orehounig, K., Mahdavi, A., Doppelbauer, E.M., Loibl, W., and Tötzer, T. (2014). Projections of design implications on energy performance of future

cities: A case study from Vienna. *Sustainable Cities and Society*, sayı: 12, s. 92-101.

[6] Nord, N., Sjøthun, S.F. (2014). Success factors of energy efficiency measures in buildings in Norway. *Energy and Buildings*, sayı: 76, s. 476-487.

[7] Taleghani, M., Tenpierik, M., Dobbelsteen, A., and Dear, R. (2013). Energy use impact of and thermal comfort in different urban block types in the Netherlands. *Energy and Buildings*, sayı: 67, s. 166-175.

[8] Vuˇci´cevi´c, B., Jovanovi´c, M., Afgan, N., and Turanjanin, V. (2014). Assessing the sustainability of the energy use of residential buildings in Belgrade through multi-criteria analysis. *Energy and Buildings*, sayı:69, s.51-61.

[9] He, B., Yang, L., and Ye, M. (2014). Building energy efficiency in China rural areas: Situation, drawbacks, challenges, corresponding measures and policies. *Sustainable Cities and Society*, sayı: 11, s. 7-15.

[10] Ottinger, R., Energy efficiency: The best immediate option for a secure, clean and healthy future. *Strategic Planning for Energy and the Environment*, sayı: 30:2, s. 20-44.

[11] Bauer, M., Mösle, P., Dr. Schwarz, M. (2010). *Green Building: Guidebook for Sustainable Architecture*. Springer Heidelberg Dordrecht London New York.

[12] Bonte, M., Thellier, F., and Lartigue, B. (2014). Impact of occupant's actions on energy building performance and thermal sensation. *Energy and Buildings*, sayı: 76, s. 219-227.

[13] Yeşilata, B., Nacar, M.A., ve Aktacir, M.A. Binalarda Enerji Verimliliği Amaçlı Yazılımlar Üzerine Kısa Bir Değerlendirme. *Binalarda Enerji Performansı Sempozyumu, X. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 13-16 Nisan 2011, İzmir.*

[14] İnternet: https://www.google.com/maps/place/Bursa/@40.2686414,28.9378873,1780m/data=!3m1!1e3!4m2!3m1!1s0x14ca3de0e600003b:0xf0c2b2450b70689e erişim tarihi: 02.05.2014.

[15] İnternet: http://www.kumova.com/proje/20/adress_balat.html, erişim tarihi: 25.04.2014.

Farklı yönlere bakan cephelerdeki bina entegre fotovoltaik (BIPV) sistem performanslarının değerlendirilmesi

BETÜL BEKTAŞ EKİCİ[1]*

ÖZET

Fotovoltaik sistemler (PV) bütün yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde ulaşılması en kolay, bol ve temiz olan güneşten elektrik enerjisi üretmenin en etkili yollarından biridir. Bu çalışmada Elazığ ilinde farklı yönlere bakan bina cephelerinde bina entegre fotovoltaik sistem (BIPV) kullanımı ile elde edilebilecek elektrik enerjisi miktarı PVsyst 6.2.6 programı ile tahmin edilmiştir. Hesaplamalarda aynı yüzey alanına sahip (300 m^2) doğu, batı kuzey ve güney yönlerine bakan cephelerin olduğu ve kurulan sistemin şebeke bağlantılı olduğu varsayılmıştır. Hesaplamalarda kullanılan toplam ve yayılı güneş ışınımı değerleri literatürde sıklıkla kullanılan sayısal bir yöntemle hesaplanmıştır. Dış ortam sıcaklığı, günlük güneşlenme süresi verileri ise Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Farklı PV teknolojilerine (si-mono, si-poly) ait enerji çıkışları hesaplanarak sonuçlar tartışılmıştır.

Anahtar Sözcükler: bina entegre fotovoltaik sistemler (BIPV), elektrik üretimi, yönlenme

[1] Fırat Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi,Mimarlık Bölümü, 23119, ELAZIĞ; Tel: (0424)2370000-5575; bbektas@firat.edu.tr

1. GİRİŞ

Bina entegre fotovoltaik sistemler (BIPV) yapı kabuğunda geleneksel yapı elemanları (cephe, çatı, pencere gibi) yerine kullanılan ve yapı kabuğunun enerji üreten bir sistem olarak iş görmesini sağlayan bileşenlerdir. Bu sistemlerde PV modüller yapı kabuğunun tamamlayıcı bir kısmını oluşturmaktadır. Elektrik üretiminin son kullanıcıya yakınlığı, altyapı yatırımlarının ve elektriksel gücün taşınması ve dağıtılmasından kaynaklanan kayıpların azaltılmasını sağlar [1,2]. BIPV sistemlerin kullanımı ile enerji tüketiminde üst sıralarda yer alan binaların enerji tüketicisi olmaktan ziyade enerji üreticisine dönüştürmek mümkün olmaktadır.

BIPV sistemlerde bina-kabuğu üzerinde ek bir kaplama malzemesi veya askı sistemine gerek olmadan PV paneller doğrudan kabuk eleman vazifesini de üstlenmektedir. Sistemin enerji üretmesinin yanı sıra mekanik sağlamlık ve yapısal bütünlük sağlaması; yağmur, kar, rüzgar ve dolu gibi hava etkilerine karşı koruma özellikleri vardır. Bunların yanı sıra gölgeleme, doğal aydınlatma ve ısı yalıtımı gibi binalarda enerji tüketimine sebep olan durumlar için ekonomi sağlama, yangın ve gürültü koruması gibi avantajlar da sağlamaktadır [2-4]. Avantajlarına ek olarak kullanıcıyı görsel anlamda memnun etmesi, yapı kabuğuna doğal olarak entegre olması, renk ve malzemenin kompozisyonunun doğru olarak gerçekleştirilmesi, ölçülerin cephe kompozisyonu ve uyumunu bozmayacak şekilde gridal yapı ile uyuşması, mühendislik açısından iyi düşünülmüş ve yenilikçi bir teknolojiye sahip olması beklenmektedir [5].

Bina yüzeyleri üzerinde bulunan PV üreteçlerin yıllık üretim performanslarının maksimum seviyede tutulması, PV dizisinin yönü ve eğim açısına bağlıdır. BIPV sistemlerin kendilerinden beklenen maksimum performansı sağlayacak şekilde doğru yerleştirilmesi, panel eğim açılarının tespit edilmesi ve BIPV'nin cephe üzerinde son konumunun belirlenmesi tasarımcının sorumluluğundaki en önemli görevlerin başında gelmektedir. PV sistemlerin enerji çıkışları, panel yüzeyleri üzerine düşen güneş ışınımı ile doğru orantılıdır. Bu nedenle bina cephesi üzerinde uygun yer seçimi yapılırken çevredeki diğer bina, ağaç ve coğrafi bileşenlerin (dağ, tepe gibi) gölgeleme etkilerinin de farkında olunması da son derece önemlidir. Panel sıcaklığının artmasının elektrik enerjisi üretimini olumsuz yönde etkilediği bilinmektedir. Bu nedenle uygun yönlenme yapılırken panel sıcaklıklarını düşürebilmek amacıyla hâkim rüzgardan da yararlanılabilir.

Türkiye'de konu ile ilgili olarak Eke ve Sentürk [6], Türkiye'nin ilk ve en büyük BIPV sistemini kurdukları çalışmada Muğla ili iklim koşullarında 40kWp gücündeki amorf silikon teknolojisine sahip modüllerle oluşturdukları sistemin farklı mevsimlerdeki performanslarını değerlendirmişlerdir. Koyunbaba vd [7], benzetim yönteminin geçerliliğini sağlamak amacıyla İzmir'de BIPV trombe duvarlı bir modelin deney ve benzetim sonuçlarını karşılaştırmış ve sonuçların birbiriyle uyumlu olduğunu ifade etmişlerdir. Özdoğan ve Hıraoğlu [8], PV teknolojisinin Türkiye ve dünyadaki durumunu irdeledikleri çalışmalarında ülkemizde gerçekleştirilen uygulamalara ait detaylara yer vermişlerdir. Çelebi [9], düşey yapı kabuğunda PV panel kullanımına ilişkin temel tasarım ilkelerini ifade ettiği çalışmasında, panellerden etkin bir şekilde faydalanabilmek için yerel enleme uygun bir açı ile güneşe yönlendirilmeleri gerektiğini belirtmiştir.

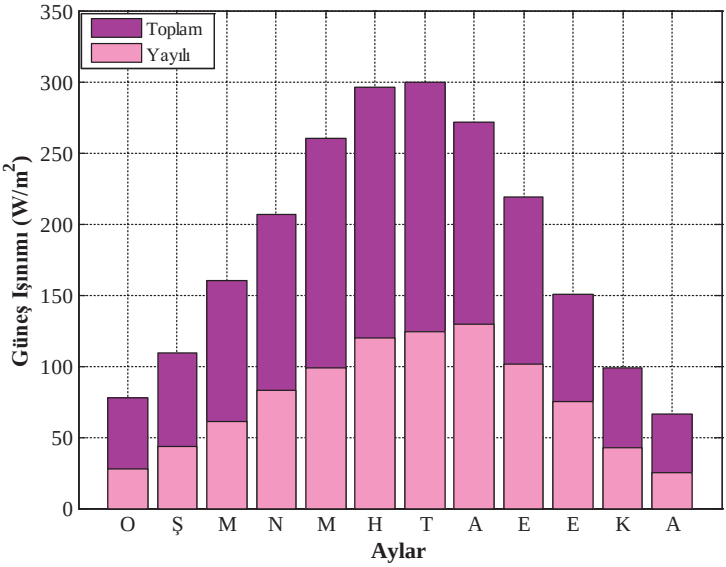
Bu çalışmanın amacı, Elazığ coğrafi ve iklimsel koşullarında gerçekleştirilebilecek bir BIPV uygulaması için uygun yönün tespit edilmesi ve farklı yön alternatiflerinin konumlandırılacak BIPV'nin yıllık elektrik enerjisi üretimine olan etkisinin incelenmesidir. Benzetimlerde kullanılan Elazığ iline ait yatay düzlem üzerine gelen tüm ve yayılı güneş ışınımı değerleri literatürde sıklıkla kullanılan sayısal bir hesaplama yöntemi ile hesaplanmıştır. Hesaplamalarda kullanılan 1990-2012 yılları arasındaki güneşlenme süresi verileri Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Benzetimler, PVsyst 6.2.6 paket programı ile gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar grafik ve tablolarla tartışılmıştır.

2. ÖRNEK FOTOVOLTAİK SİSTEM

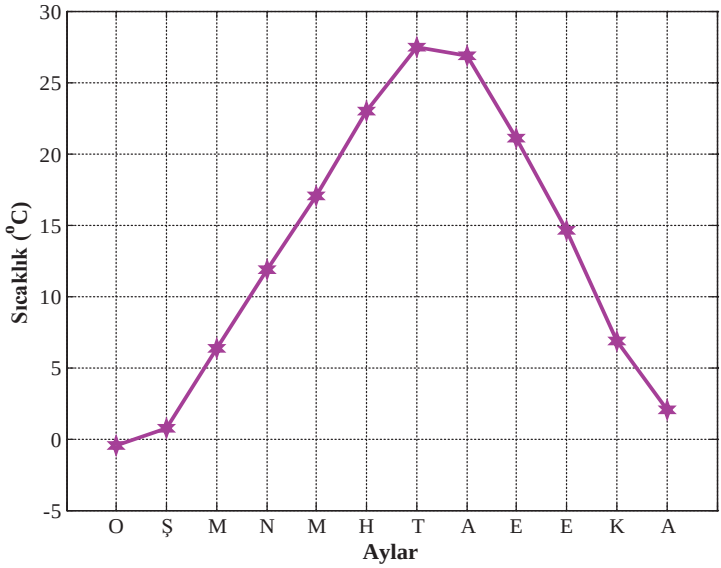
Bu çalışmada, Elazığ ilinde bulunduğu varsayılan bir binanın farklı cephelerinde gerçekleştirilebilecek BIPV uygulaması ile elde edilebilecek elektrik enerjisi çıkışları değerlendirilmiştir. Şebeke bağlantılı olduğu varsayılan sistem için örnek bina cephesindeki uygun alanın 300 m^2 olduğu varsayılmıştır.

Hesaplamalarda kullanılan toplam ve yayılı güneş ışınımı değerleri literatürde sıklıkla kullanılan bir sayısal yöntemle gerçek güneşlenme süresi verisi kullanılarak hesaplanmıştır [10]. Elazığ iline ait yatay düzlem üzerine gelen tüm ve yayılı güneş ışınımı değerleri Şekil 1'de verilmiştir. Devlet

Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden temin edilen aylık ortalama dış sıcaklık değerleri ise Şekil 2'de ifade edilmektedir.



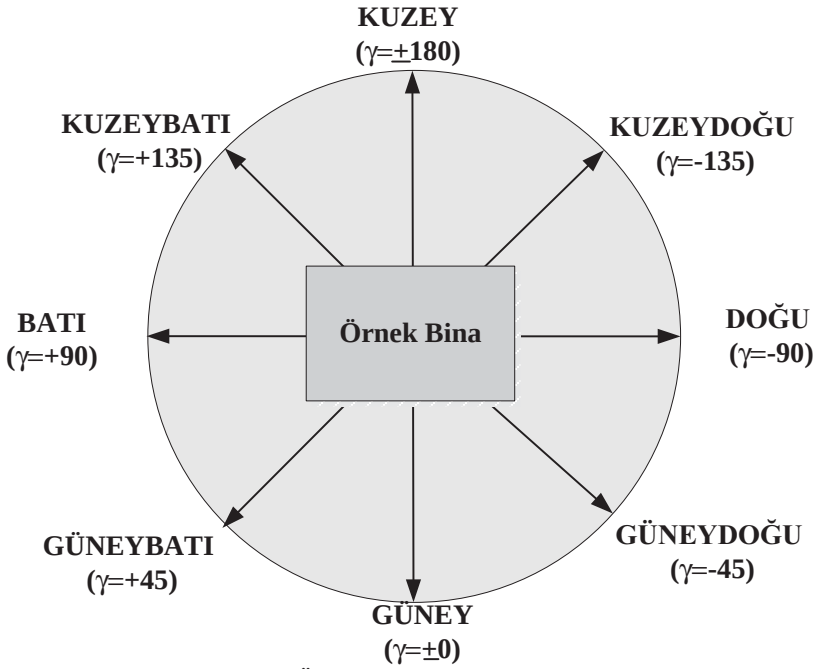
Şekil 1. Yatay düzlem üzerine gelen tüm ve yayılı güneş ışınımı



Şekil 2. Aylık ortalama dış sıcaklık değerleri

Bir konut binası için kullanılacak olan düşük gerilimli bir BIPV sistemi, PV dizisi ve inverterden oluşur. Besleyici elektrik doğrudan elektrik şebekesine bağlıdır ve genel olarak bataryaya ihtiyaç duymaz ve kullanmazlar. Şebeke bağlantılı bu sistem ile üretilen enerji miktarı bölgesel iklim yön ve PV dizisinin eğimi ile inverterin performansına bağlıdır [11].

BIPV uygulamasının yapılacağı en uygun yönlenmenin tespit edilebilmesi amacıyla farklı alternatifler göz önünde bulundurulmuştur. Bu amaçla bina örneğinin azimuta açısı γ=0°'den γ=±180° ve γ=0°'den γ=±180°'ye farklı alternatiflerine 10'ar derecelik adımlara ait elektrik çıkışları mono-silikon ve poli-silikon teknolojileri için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Hesaplamalarda kullanılan ve ana yönlere ait alınan azimut açısı değerleri Şekil 3'te ifade edilmiştir. Cephe yüzeylerine ait eğim açısı β=0° olarak kabul edilmiştir.



Şekil 3. Örnek bina için azimut açıları

Piyasada çok sayıda farklı teknoloji ile üretilmiş PV modülüne ulaşmak mümkündür. Ancak bu çalışmada yüksek verim ve nispeten daha düşük maliyetleri, dikkate alınarak mono-silikon ve poli-silikon teknolojisi ile

üretilmiş PV modüller tercih edilmiştir. Uygulamada kullanıldığı varsayılan PV modüllere ait teknik özellikler Tablo 1'de verilmiştir.

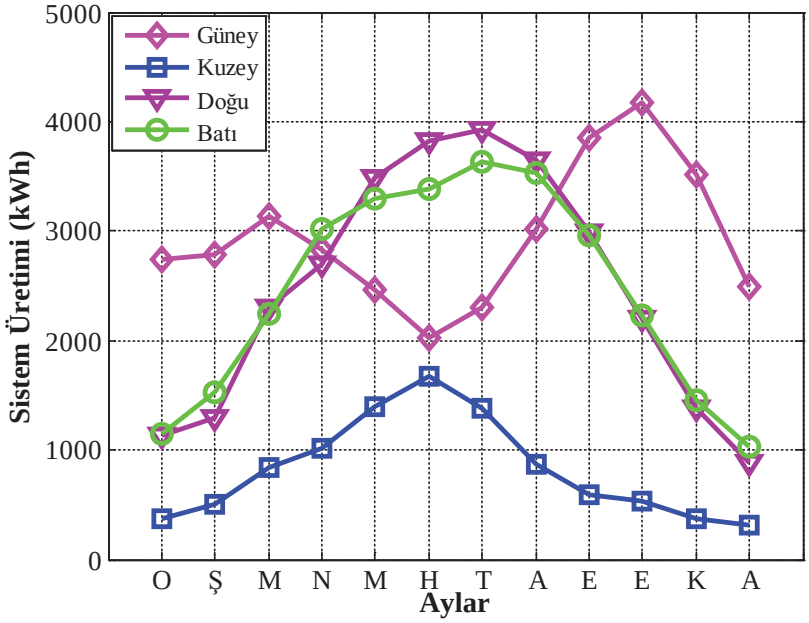
Tablo 1. Benzetimlerde kullanılan PV modül ve özellikleri [12]

PV modüller			
Üretici	Sunworld	**Üretici**	Photowatt
Model	QSM 125-120X	**Model**	PW 1400/120W
Güç	120Wp	**Güç**	120Wp
Verim	%12.15	**Verim**	%8.99
V_{oc}	32.70 V	V_{oc}	42.40 V
I_{sc}	4.89 A	I_{sc}	4.10 A
V_{mpp}	26.70 V	V_{mpp}	32.80 V
I_{mpp}	4.49 A	I_{mpp}	3.660 A
mu_{ISC}	4.4 mA/°C	mu_{ISC}	1.3mA/°C
R_{sh}	350 Ω	R_{sh}	350 Ω
R_s	0.536 Ω	R_s	1.2 Ω
Uzunluk	1218 mm	**Uzunluk**	1237
Genişlik	812 mm	**Genişlik**	1082

Gerçekleştirilen benzetimlerde Solar Max firmasına ait Solar Max 15MT3 inverterlerin kullanıldığı varsayımı yapılmıştır. 15 kW gücündeki bu inverterlerin verimi % 98'dir. 550 x 200 x 750 mm boyutlarına sahip olan cihaz 400 V'a kadar şebeke gerilimiyle kullanılmaktadır. PV kurulumu 15 sıra, 20 adet seri bağlı toplam 300 modülden oluşmaktadır.

3. BULGULAR VE DEĞERLENDİRME

Elazığ iklim şartlarında farklı yönlere bakan yüzeyler üzerinde kurulacak BIPV cepheler ile elde edilebilecek elektrik enerjisi üretimi miktarları bir yıllık süre için tespit edilmiştir. Farklı cephe alternatiflerinin elektrik enerjisi performansları $\gamma=\pm0°$'den $\gamma=\pm180°$'ye 10'ar derecelik adımlar için belirlenmiştir. Yıllık elektrik enerjisi ihtiyaçlarının dört ana yön için hesaplandığı durumlara ait aylık ortalama sistem üretimi mono-kristal ve poli-kristal BIPV sistemler için sırasıyla Şekil 4 ve 5'te verilmiştir.



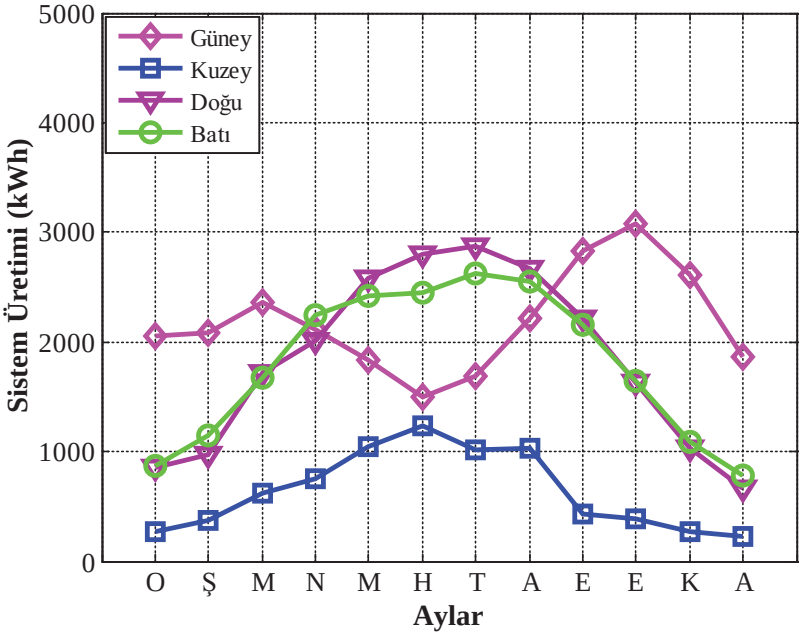
Şekil 4. Mono-silikon BIPV için dört ana yöne ait aylık enerji üretimi

Elde edilen elektrik enerjisi miktarları panel yüzeyi üzerine düşen güneş ışınımı ile doğru orantılı olduğundan en düşük üretim kuzey yönünde gerçekleşmiştir. Bu yönde mono-silikon teknoloji ile yıl boyunca toplamda üretilebilecek elektrik enerjisi 9864 kWh olmaktadır. Poli-silikon teknoloji ile ise bu miktar 7268 kWh'a kadar düşmektedir.

Güney cephelerde kurulacak BIPV sistemler yıl boyunca yüksek elektrik gücü sağlarlar. Ancak bu üretim en yoğun şekilde bahar ve kış aylarında özellikle güneş ışınlarının yerküreye eğik geldiği zamanlarda olmaktadır. Yaz aylarında ise doğu ve batı yönlerinde elde edilen elektrik enerjisi, bu yüzeyler üzerine düşen güneş ışınımının da yıl boyunca ulaştığı en üst seviyelere ulaşmasından dolayı güney yönünden mono-silikon ve poli-silikon teknolojileri için sırasıyla ortalama % 55.5 ve % 42.78 daha fazla elektrik enerjisi üretimi potansiyeline sahiptirler.

Literatürde doğu ve batı yönlerine ait sayısal olarak elde edilen güneş ışınımı değerleri birbirlerine eşit olarak elde edilir. Bu çalışmada da doğu ve batı cepheler üzerine düşen güneş ışınımı miktarları eşit olsa da bu yönlere ait elektrik üretimi özellikle yaz aylarında farklılıklar göstermektedir. Şekil 4 ve

Şekil 5 incelendiğinde doğu yönünde üretilen elektrik enerjisinin batı yönüne göre Mayıs-Eylül döneminde % 1.35 ve % 14.04 arasında değişen oranlarda daha fazla olduğu görülmektedir.



Şekil 5. Poli-silikon BIPV için dört ana yöne ait aylık enerji üretimi

Bunun başlıca sebebi yaz aylarında özellikle batı cepheler üzerine güneş ışınımının düştüğü saatlerde gün içerisinde oldukça ısınan havanın batı yönündeki panellerin sıcaklıklarının aşırı artmasına sebep olmasıdır. Bunun sonucu olarak batı yönünde konumlandırılan PV paneller, havanın nispeten daha serin olduğu sabah saatlerinde güneş ışınımı alan doğu cephedeki PV panellerden daha az elektrik enerjisi üretirler.

Dört ana yön haricinde diğer yönlere bakan şebeke bağlantılı PV sistemlere ait yıllık enerji üretimi miktarları Tablo 2'de verilmiştir. Burada farklı PV teknolojileri için verilen üretim miktarlarına bakıldığında bütün yönler için mono-kristal teknolojisinin poli-kristal teknolojisine göre ortalama % 35.38 oranında daha fazla elektrik ürettiği söylenebilir.

Tablo 2. Mono-silikon ve Poli-silikon teknolojileri ile farklı azimut açıları için elde edilebilecek elektrik enerjisi miktarları (kWh)

Azimut Açısı	Si-mono	Si-poly	Azimut Açısı	Si-mono	Si-poly
0°	35340	26225	-0°	35340	26225
10°	35484	26308	-10°	35453	26323
20°	35768	26483	-20°	35709	26513
30°	**35891**	**26531**	-30°	**35831**	**26592**
40°	35711	26352	-40°	35738	26501
50°	35185	25920	-50°	35280	26136
60°	34316	25245	-60°	34473	25515
70°	33070	24305	-70°	33331	24655
80°	31426	23084	-80°	31795	23513
90°	29463	21642	-90°	29784	22028
100°	27048	19873	-100°	27652	20461
110°	24532	18036	-110°	25114	18595
120°	21785	16028	-120°	22376	16578
130°	18982	13975	-130°	19616	14542
140°	16286	11996	-140°	16907	12537
150°	13878	10226	-150°	14413	10684
160°	11755	8659	-160°	12179	9015
170°	10285	7571	-170°	10546	7789
180°	9864	7268	-180°	9864	7268

En yüksek üretim $\gamma=\pm30°$'ye sahip güney üzerinden doğu ve batıya bakan yönlerde elde edilmiştir. Bu yönler güney cepheler gibi kış aylarında yüksek güneş ışınımı alırken bahar mevsimi gibi geçiş dönemlerinde ve yazın doğu ve batı yönlerine de dönük olmaları sebebiyle güneş ışınımına maruz kalmaktadırlar. Bu sayede elde edilen elektrik enerjisi çıkışı hem güney hem de doğu ve batı yönlerinden yüksek olmaktadır. Özellikle yaz aylarındaki aşırı ısınmalardan kaynaklanan üretim düşüşleri bu yönlerde görülmediğinden doğu ve batı yönlerine göre mono-kristal silikon teknolojisi için ortalama % 21.04, poli-kristal teknolojisi için ise ortalama % 21.65 daha yüksek oranda elektrik enerjisi elde etmek mümkün olabilmektedir.

4. SONUÇ

Bu çalışmada farklı yönlere yönlendirilmiş olan şebeke bağlantılı BIPV sistemlerin Elazığ ili koşullarındaki performansları değerlendirilmiştir. Performans analizleri mono-silikon ve poli-silikon teknolojisine sahip PV kurulumları için ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. Analizler PVsyst 6.2.6 programı ile gerçekleştirilmiştir. Gölge etkisinin mevcut olmadığı varsayımı ile yapılan analizlerde en yüksek elektrik enerjisi çıkışları mono-silikon teknolojisi ile üretilmiş panellerin kullanıldığı sistemlerde elde edildiği görülmüştür. Maksimum çıkışların ise ±30° azimut açılarına sahip yönlerde elde edildiği gözlemlenmiştir.

KAYNAKLAR

[1] Urbanetz, J., Zomer, C. D., Rüther, R. (2011). Compromises between form and function in grid connected building integrated photovoltaics (BIPV) at low latitude sites. *Building and Environment*, 46, 2107-2113.

[2] Oliver, M, Jackson, T. (2001). Energy and Economic Evaluation of Building Integrated Photovoltaics, *Energy*, 26, 431-439.

[3] Saber, E. M., Lee, S. E., Manthapuri, S., Yi, W., Deb, C. (2014). PV (Photovoltaic) Performance Evaluation and Simulation Based Yield Prediction for Tropical Buildings. *Energy*, 71, 588-595.

[4] Yang, R. J. (2015). Overcomming Technical Barriers and Risks in the Application of Building Integrated Photovoltaics (BIPV): Hardware and Software Strategies. *Automation in Construction*, 51, 92-102.

[5] Chemisana, D. (2011). Building integrated concentrating photovoltaics: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15, 603-611.

[6] Eke, R., Sentürk, A.(2013). Monitoring the Performance of Single and Triple Junction Amorphous Silicon Modules in Two Building Integrated Photovoltaic (BIPV) installations. *Applied Energy*, 109, 154-162.

[7] Kundakci Koyunbaba, B., Yılmaz, Z., Ulgen, K. (2013). An Approach for Energy Modelling of a Building Integrated Photovoltaic (BIPV) Trombe Wall system. *Energy and Buildings*, 67, 680-688.

[8] Özdoğan, H. P., Hıraoğlu, E. E. (2011). Bina Kabuğunda Kullanılan Fotovoltaik Paneller ve Türkiye Uygulamalarından örnekler, Çevre-Tasarım Kongresi,Erişim Adresi: http://hmtinsaat.com.tr/wp-content/uploads/2015/02/FOTOVOLTAIK-PANEL-SEMINER.pdf Erişim Tarihi:10.04.2015.

[9] Çelebi, G. (2002). Bina Düşey Kabuğunda Fotovoltaik Panellerin Kullanım İlkeleri. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 17(3), 17-33.

[10] Aksoy, U.T., Bektaş Ekici, B. (2013). TS 825 İklimsel Verilerinin Farklı Derece Gün Bölgeleri için uygunluğunun Değerlendirilmesi. *ODTÜ Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 30(2), 163-179.

[11] Norton, B., Eames, P.C., Mallick T. K., Huang M. J., McCormack S. J., Mondol, J. D., Yohanis Y. G. (2011). Enhancing the Performance of Building Integrated Photovoltaics. *Solar Energy*, 85,1629-1664.

[12] PVsyst: http://www.pvsyst.com adresinden 13.05.2015 tarihinde edinilmiştir.

Ankara'da teras çatılarda kurulacak fotovoltaik sistemler için optimum eğim açısının belirlenmesi

BETÜL BEKTAŞ EKİCİ[1]*

ÖZET

Teras çatılarda konumlandırılan fotovoltaik sistemler, yardımcı strüktürler yardımıyla güneş ışınlarının yerküreye geliş durumlarına göre farklı eğim açılarına ayarlanma esnekliği sağlarlar. Bu çalışmanın amacı, Ankara'da bir binanın teras çatısına 250 m^2'lik alanda kurulduğu varsayılan şebeke bağlantılı fotovoltaik sistemin performansının değerlendirilmesidir. Fotovoltaik sistemin enerji çıkışı için gerekli hesaplamalar PVsyst 6.2.6 paket programı ile gerçekleştirilmiştir. Hesaplamalarda Ankara iline ait kullanılan toplam ve yayılı güneş ışınımı, dış ortam sıcaklığı ve rüzgar hızı değerleri Meteonorm programından elde edilmiştir. Panel eğim açısının aylık, mevsimlik ve yıllık optimum değerleri tespit edilmiş ve sonuçlar karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

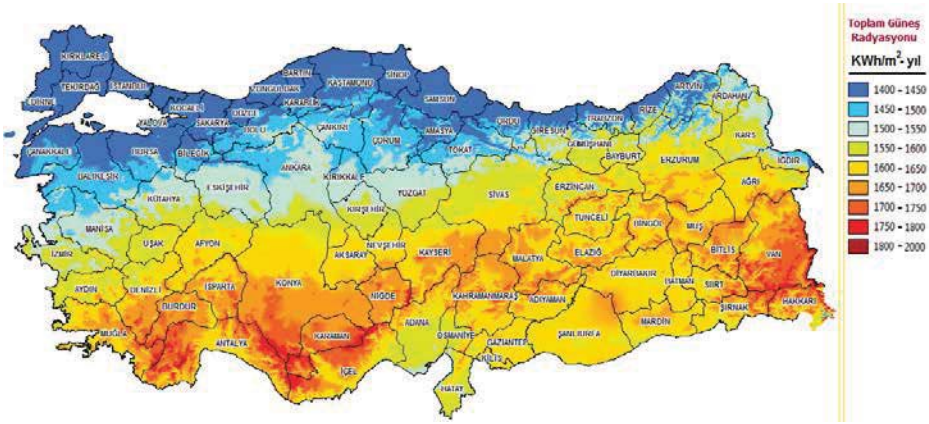
Anahtar Sözcükler: optimum eğim açısı, PVsyst, fotovoltaik, teras çatı

[1] Fırat Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi,Mimarlık Bölümü, 23119, ELAZIĞ; Tel: (0424)2370000-5575; bbektas@firat.edu.tr

1. GİRİŞ

Kaynakların aşırı kullanımı ve artan yüksek talepler enerjinin verimli kullanımı ve yenilenebilir enerji tabanlı çalışmaların hızlanmasına yol açmıştır [1]. Güneş enerjisi yenilenebilir kaynaklar arasında en bol olanıdır. Türkiye bulunduğu konum itibariyle güneş enerjisi açısından elverişli bir konumdadır. Türkiye güneş haritası [2] ortalama güneş ışınımının yılda 1400 ile 2000 kWh/m^2 arasında değiştiğini ifade etmektedir (Bkz. Şekil 1). Güneş enerjisi endüstrisinin hızla büyümesi ile fotovoltaik sistemlerin önemi de son yıllarda büyük ölçüde artmıştır. Bu açıdan bakıldığında güneş enerjisini elektrik enerjisine dönüştürmede kullanılan fotovoltaik sistemler sürdürülebilir bina tasarımı konusunda en ümit verici yenilenebilir enerji teknolojilerinden biri olarak görülmektedir[3]. Kullanımı süresince çevreyle dost olması ve sera gazlarının açığa çıkmasına fırsat vermemesi de sistemin en önemli avantajları arasındadır [4].

Dünyanın pek çok bölgesinde gerek binalarda, gerekse güneş tarlalarında elektrik üretiminde kullanılan bu teknoloji, ülkemizde yeni rağbet görmeye başlamış ancak ilk yatırım maliyetlerinin yüksekliği ve gerekli bilgilendirme çalışmalarının eksikliği nedeniyle yaygınlaşmamıştır.



Şekil 1. Türkiye güneş haritası [2]

Ülkemizde PV sistemlerin çalışma prensipleri, teknolojileri ve örnek uygulamalar ile ilgili pek çok çalışma mevcuttur. Kacira vd. [5], Şanlıurfa koşullarında PV güneş panellerinin optimum eğim açısını belirlemek için eğimli yüzeyler üzerine gelen güneş ışınımını hesaplamış, sonuç olarak yıl

boyunca en düşük eğim açısının 13° (Temmuz ayında) ve en yüksek eğim açısının 61° olarak (Aralık ayında) tespit etmişlerdir. İzgi ve Akkaya [6], İstanbul Teknik Üniversitesi Meteoroloji Parkı'nda kurulan 750 Wp gücündeki PV sistemin eksergo-ekonomik analizini gerçekleştirdikleri çalışmada sistemin farklı hava koşullarından ne şekilde etkilendiğini değerlendirmişlerdir. Kesler vd [7] Manavgat için kış şartlarında iki eksenli güneş takip sistemine sahip bir PV kurulumu ile sabit-açılı bir PV sisteminin kış koşullarındaki ölçülen performanslarını karşılaştırmış ve Manavgat için elektrik enerjisi üretimi potansiyelini tespit etmişlerdir. Çağlayan vd. [8] 22 yıllık meteorolojik veriyi kullanarak şebeke bağlantılı 0.2, 0.5, 1, 3, 5 ve 10 MW'lık fotovoltaik güç kurulumunun Türkiye'de uygulanabilirliğini araştırmışlardır. Çelik [9], Türkiye'de şebeke bağlantılı bir fotovoltaik sistemin tekno-ekonomik uygulanabilirliğini ana enerji kaynağı fotovoltaik sistem olan ve Ankara'da bulunduğu varsayılan bir konut üzerinden değerlendirmiştir.

Bu çalışmanın amacı 39°.56′ kuzey enleminde ve 32°.53′ doğu boylamında yer alan Ankara'da bir binanın 250 m^2'lik teras çatısında kurulacak şebeke bağlantılı PV sistemin yıllık performansının belirlenmesi ve PV modüllerin optimum eğim açısının tespit edilmesidir. Benzetimlerde kullanılan Ankara iline ait yatay düzlem üzerine gelen tüm ve yayılı güneş ışınımı (W/m^2), dış sıcaklık (°C) ve rüzgar hızı (m/s) değerleri Meteonorm [10] yazılımından elde edilmiştir. PV kurulumuna ait benzetimler PVsyst 6.2.6 [11] yazılımı ile gerçekleştirilmiştir. Optimum eğim açısının aylık, mevsimlik ve yıllık durumlarına ait elde edilen elektrik enerjisi üretim miktarları tespit edilerek sonuçlar değerlendirilmiştir.

2. PVsyst

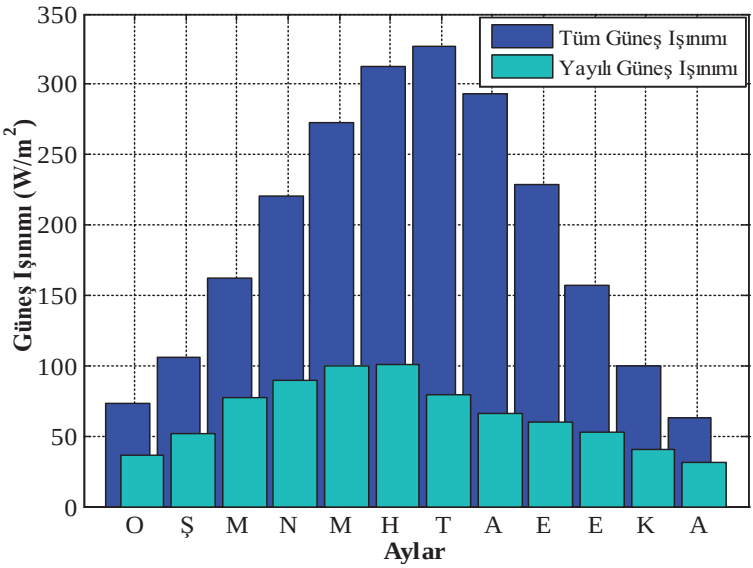
PVsyst 6.2.6 mimar, mühendis ve araştırmacılara fotovoltaik sistemler ile ilgili çalışma ve tasarım yapma fırsatı sunan bir benzetim programıdır. Geneva Üniversitesi (İsviçre) tarafından geliştirilen program aracılığıyla şebeke bağlantılı, bağımsız ve pompalama sistemlerine ait benzetimler yapılabilmektedir. Tek diyot modelini temel alan PVsyst, basitleştirilmiş ve detaylı analizleri gerçekleştirebilecek kapasitededir. Program meteorolojik ve coğrafik verileri bulunduran bir veritabanını içerdiği gibi, kullanıcı tarafından bu bilgilerin manüel olarak yüklenmesine de fırsat tanımaktadır. Zengin veri tabanı piyasada mevcut olan ve üretimden kaldırılmış çok sayıda

PV modül, inverter ve batarya seçeneği sunmaktadır. Yapılan benzetim sonucunda verilen detaylı rapor sayesinde sistemdeki kayıplar açıkça görülmekte ve mevcut proje üzerinden düzeltmeler yapılması mümkün olmaktadır.

3. ÖRNEK FOTOVOLTAİK SİSTEM

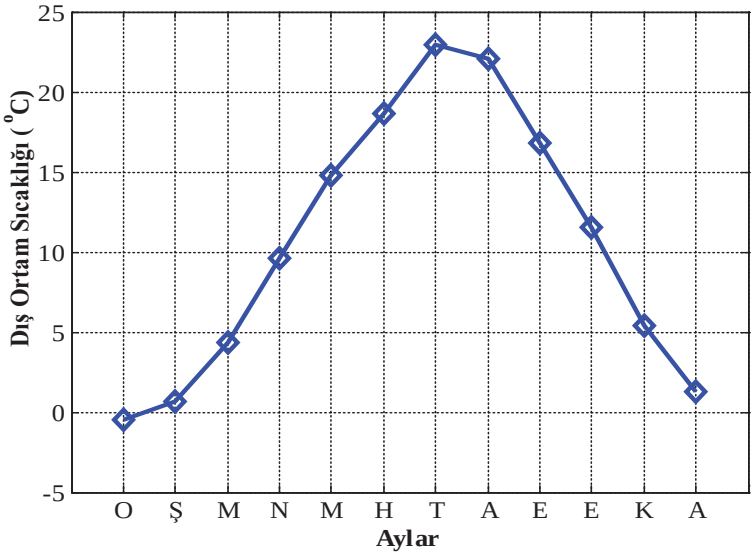
Benzetimi yapılan örnek PV kurulumunun Ankara coğrafi ve iklimsel koşullarında bir binanın teras çatısında konumlandırıldığı varsayımından yola çıkılmıştır. Teras çatılar sistem kurulumunda destekleyici strüktürler sayesinde PV panellerin eğimlerinin kolaylıkla değiştirilmesinde esneklik sağladığı için tercih edilmiştir. Çünkü bina düşey yüzeyleri ile eğimli çatı yüzeyleri üzerinde gerçekleştirilen montajla ilave detay ve maliyet gerektirmektedir.

PV sistem kurulumu için teras çatıdaki uygun alan 250 m^2 olarak belirlenmiştir. PV modüllerinden azami derecede istifade edebilmek için güneye yönlendirildikleri (azimut açısı γ=0°) düşünülmüştür. Meteonorm programı ile elde edilen yatay yüzeyler üzerine gelen tüm ve yayılı güneş ışınımı ve benzetimlerde kullanılan dış ortam sıcaklık ve rüzgar hızı değerleri sırasıyla Şekil 2, Şekil 3 ve Şekil 4'te verilmiştir.

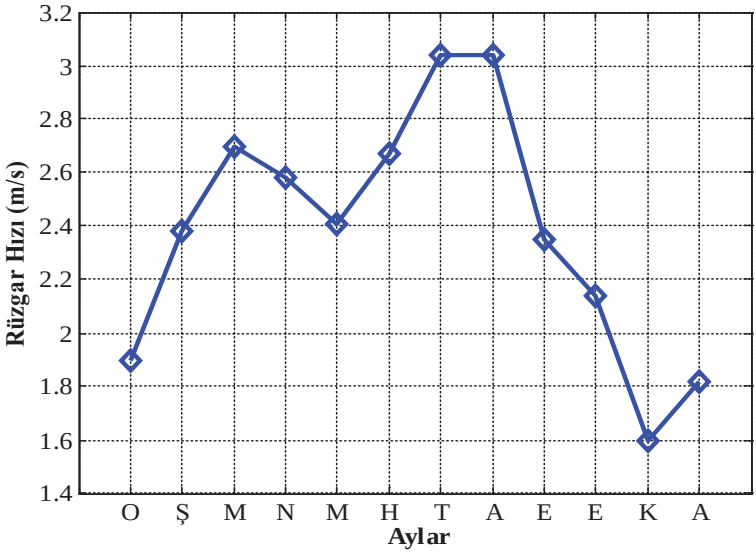


Şekil 2. Ankara için aylık ortalama güneş ışınımı değerleri

Hesaplamalarda güneş ışınımı yutma katsayısı 0.9 (birimsiz), ısı kayıp faktörü ise sabit olarak 29 W/m^{2}K olarak alınmıştır.



Şekil 3. Ankara için aylık ortalama dış sıcaklık değerleri



Şekil 4. Ankara için aylık ortalama rüzgar hızı değerleri

Piyasada çok sayıda farklı teknoloji kullanan ticari PV modülü bulunmaktadır. %13-%17 arasındaki yüksek verimleri ve diğer teknolojilerden daha düşük maliyetli olmalarından dolayı bu çalışmada mono-kristal silikon teknolojisi ile oluşturulmuş PV modüller tercih edilmiştir. PV kurulumu 14 sıra, 18 adet seri bağlı toplam 252 modülden oluşmaktadır. Çalışmada kullanıldığı varsayılan PV modül ve inverterlere ait teknik bilgiler Tablo 1'de verilmiştir.

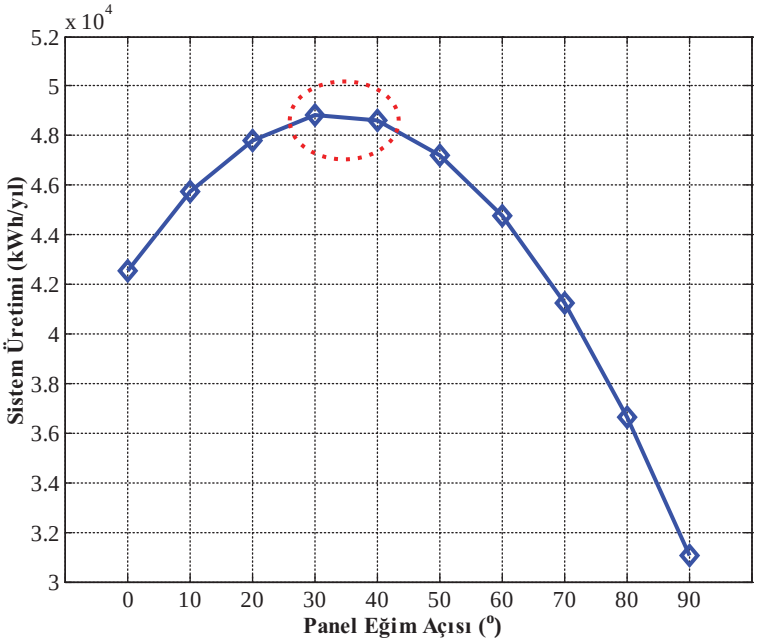
Tablo 1. PV modül ve inverterlerin teknik özellikleri [11]

PV Paneli		İnverter	
Üretici	Sunworld	**Üretici**	Solar Max
Model	QSM 125-120X	**Model**	SolarMax 15MT3
Güç	120 Wp	**Güç**	300 W
Verim	%12.15	**Verim**	% 98
V_{oc}	32.70 V	**Min MPP**	250 V
I_{sc}	4.89 A	**Maks MPP**	750 V
V_{mpp}	26.70 V	**Maks PV Gerilimi**	900 V
I_{mpp}	4.49 A	**Şebeke Gerilimi**	400V
mu_{ISC}	4.4 mA/°C	**Tip**	3 fazlı
R_{sh}	350 Ω	**Frekans**	50 Hz
R_s	0.536 Ω	**Derinlik**	550 mm
Uzunluk	1218 mm	**Yükseklik**	200 mm
Genişlik	812 mm	**Genişlik**	750 mm

3. BULGULAR VE DEĞERLENDİRME

Fotovoltaik panel eğim açısının PV kurulumlarının enerji çıkışları üzerindeki etkisi Ankara'da bir binanın teras çatısında kurulduğu varsayılan bir PV sistem üzerinden değerlendirilmiştir. Eğim açısının yıllık, mevsimlik ve aylık optimum değerlerinin tespit edilebilmesi amacıyla iki aşamalı bir hesaplama gerçekleştirilmiştir.

PV kurulumlarının elektrik enerjisi çıkışlarının PVsyst 6.26 paket programı ile hesaplandığı çalışmada öncelikle 10 farklı panel eğim açısı için sistemin yıllık elektrik enerjisi üretim potansiyeli belirlenmiştir. 0°'den 90°'ye kadar değişen panel eğim açıları için elde edilen sonuçlar Şekil 5'te verilmiştir. Şekilden de görüldüğü üzere maksimum elektrik enerjisi üretimini sağlayan optimum eğim açısı 30° ile 40° arasında yer almaktadır. Optimum eğim açısının kesin olarak belirlenebilmesi amacıyla bu aralıkta ikinci bir tarama daha gerçekleştirilmiştir.

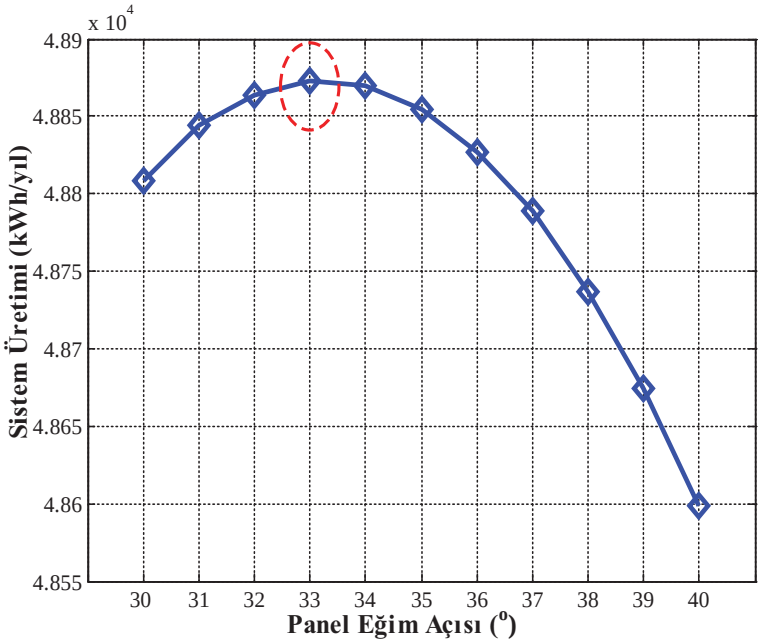


Şekil 5. 0° ile 90° arasında yapılan optimum panel eğim açısı taraması

30 °ile 40° arasında 1'er derecelik aralıklarla gerçekleştirilen bu taramanın sonucunda ise Ankara ili için yıllık optimum eğim açısının 33° olduğu görülmektedir (Bkz. Şekil 6). Bu durumda sistemden elde edilebilecek elektrik enerjisi miktarı yıllık 48872 kWh olmaktadır. Literatürde optimum eğim açısının bulunulan bölgenin enlemi ile aynı olduğu yönünde sonuçlar ortaya koyan çalışmalar [12-13] olmasına rağmen bu durum gerçekleştirilen benzetimlerle Ankara için doğrulanamamıştır.

Panel eğimlerinin aylık olarak değiştirilebileceği varsayımı ile örnek PV sistemin 0° ile 90° arasındaki her 10°'lik eğim açısı için aylık enerji üretimi miktarları Tablo 2'de verilmiştir. Tablo üzerinde her bir ay için maksimum elektrik enerjisi üretiminin gerçekleştiği panel eğimleri farklı renklerle vurgulanmıştır. Bu tablodan yola çıkarak kış aylarında güneş ışınlarının yerküreye eğik gelmesiyle birlikte maksimum güneş enerjisinin eğim açılarının 50° ile 60° civarında olması gerektiği, yazın ise yerküreye dik olarak gelen güneş ışınlarından maksimum fayda sağlayabilmek amacıyla panellerin mümkün olduğunca yatık (0° ile 20° arasında) tutulması gerektiği görülmektedir. Bahar aylarında ise güneşin konumuna bağlı olarak 30° ile 40° civarında olmaktadır. Tablodaki gibi PV modüller her ay için en yüksek

elektrik enerjisi çıkışını veren açı değerlerine ayarlandığında yıllık elektrik enerjisi üretimi 51185 kWh olmaktadır. Yıllık optimum eğim açısının seçildiği duruma göre 2313 kWh daha fazla enerji elde edilmektedir.

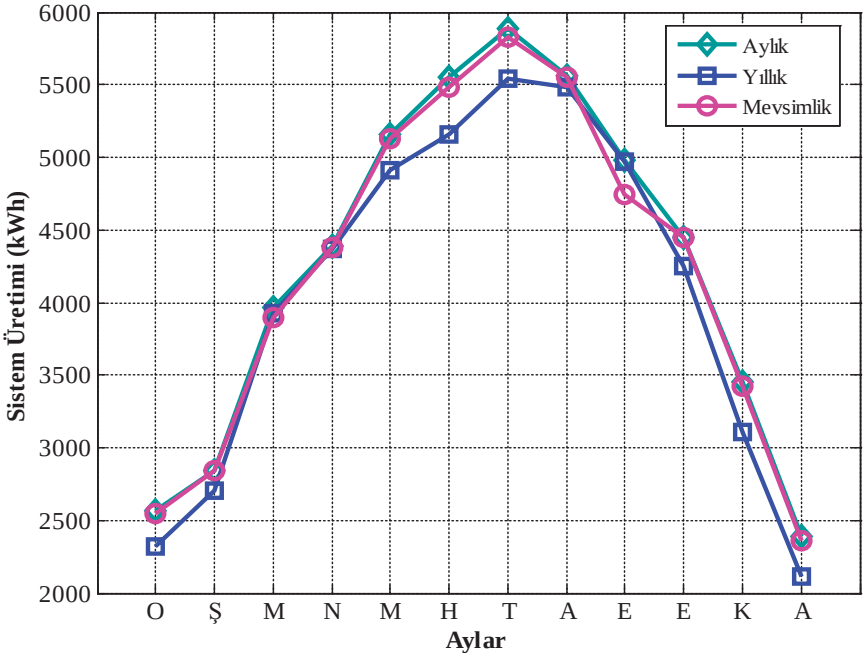


Şekil 6. 30° ile 40° arasında yapılan optimum panel eğim açısı taraması

Tablo 2. Farklı eğim açıları için aylık elektrik enerjisi üretimi (kWh)

Aylar	Panel Eğim Açısı									
	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
O	1419	1759	2043	2268	2429	2528	**2564**	2537	2449	2298
Ş	1900	2217	2472	2661	2783	**2838**	2827	2748	2605	2394
M	3184	3513	3754	3904	**3961**	3927	3803	3589	3288	2899
N	4092	4289	4389	**4392**	4295	4101	3818	3443	2982	2440
M	5082	**5153**	5112	4976	4729	4383	3936	3399	2779	2090
H	**5555**	**5555**	5449	5242	4914	4477	3948	3320	2607	1858
T	5859	**5891**	5810	5627	5302	4847	4301	3639	2874	2029
A	5264	5472	**5560**	5519	5349	5044	4629	4094	3443	2684
E	4117	4515	4792	4948	**4984**	4902	4704	4388	3951	3396
E	2982	3490	3892	4186	4371	**4448**	4418	4280	4034	3677
K	1868	2334	2724	3033	3258	3397	**3451**	3420	3304	3101
A	1206	1541	1825	2053	2224	2336	**2388**	2381	2314	2188

Panel eğim açılarının aylık olarak değiştirilmesinin pratik olmadığı literatürde bazı çalışmalarda ifade edilmektedir. Bu durumda ise panel eğimlerinin mevsimlik olarak değiştirilmesi söz konusu olabilir. Ankara ili için mevsimlik optimum eğim açıları tespit edilirken; yaz mevsimi için Nisan-Eylül dönemine ve kış mevsimi için ise Ekim-Mart dönemine ait aylık optimum eğim açılarının aritmetik ortalamaları alınmıştır. Yaz mevsimi için optimum eğim açısı 18°.33′, kış ise optimum eğim açısı 53°.33′ olarak hesaplanmış ve yıllık üretilen elektrik enerjisinin 50633 kWh olacağı belirlenmiştir. Örnek sistemin aylık, mevsimlik ve yıllık optimum eğim açıları için aylık üretebileceği elektrik enerjisi miktarları Şekil 7'de gösterilmiştir.



Şekil 7. Optimum eğim açısının aylık, mevsimlik ve yıllık durumları için aylık elektrik enerjisi üretimi

4. SONUÇ

Bu çalışmada, Ankara coğrafi ve iklimsel koşullarında bir binanın teras çatısında kurulduğu varsayılan şebeke bağlantılı bir PV sistemin performansı

ve sistemden maksimum fayda sağlanabilmesi için panel optimum eğim açıları tespit edilmiştir.

Ankara ili için optimum eğim açısı 33° olarak tespit edilmiştir. Ancak eğim açısının yaz dönemi için 18°.33′ ve kış dönemi için de 53°.33′ olarak ayarlanması ile % 3.6 daha fazla elektrik enerjisi üretimi mümkün olmaktadır. Çok pratik olmamakla birlikte panel eğimlerinin aylık olarak değiştirilmesi ile yıllık duruma göre % 4.7 daha fazla enerji sağlanabilmektedir. Bütün bunlara ilave olarak panel türünün değiştirilmesi ve sistemde yapılacak iyileştirmelerle ön kayıplar ve inverter kayıplarının azaltılmasıyla üretilen enerji miktarının arttırılması da mümkün olacaktır.

KAYNAKLAR

[1] Sanchez, E. ve Izard, J. (2015). Performance of photovoltaicsin non-optimal orientations: An experimental study. Energy and Buildings, 87, 211-219.

[2] Türkiye güneş haritası: http://www.eie.gov.tr/MyCalculator/Default.aspx adresinden 18.03.2015 tarihinde edinilmiştir.

[3] Saber, E.M., Lee S.E., Manthapuri, S., Yi, W. ve Deb, C. (2014). PV (photovoltaics) performance evaluation and simulation-based energy yield prediction for tropical buildings. Energy, 71, 588-595.

[4] Said, M., EL-Shimy, M. ve Abdelraheem, M.A. (2015). Photovoltaics energy, improved modeling and analysis of the levelized cost of energy (LCOE) and grid parity- Egypt case study. Sustainable Energy Technologies and Assestments, 9, 37-48.

[5] Kacira M., Simsek M., Babur Y. ve Demirkol S. (2004). Determining optimum tilt angles and orientations of photovoltaic panels in Sanliurfa, Turkey. Renewable Energy, 29(8), 1265-1275.

[6] İzgi, E. ve Akkaya, Y.E. (2013). Exergoeconomic analysis of a solar photooltaic system in İstanbul, Turkey. Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences, 21, 350-359.

[7] Kesler, S., Kıvrak, S., Dinçer, F., Rüstemli, S., Karaaslan, M., Ünal, E. ve Erdiven, U. (2014). The analysis of Power and system installation in Manavgat, Turkey - A case study in winter season. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 31, 671-680.

[8] Çağlayan, N., Ertekin, C. ve Evrendilek, F. (2014). Spatial viability analysis of grid- connected photovoltaic power systems for Turkey. Electrical Power and Energy Systems, 56, 270-278.

[9] Çelik, A.N. (2006). Present Status of Photovoltaic energy in Turkey and life cycle techno-economic analysis of a grid connected photovoltaic-house. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 10, 370-378.

[10] Meteonorm: http://meteonorm.com/. adresinden 18.03.2015 tarihinde edinilmiştir.
[11] PVsyst: http://www.pvsyst.com adresinden 18.03.2015 tarihinde edinilmiştir.
[12] Pavlovic, T., Pavlovic, Z., Pantic, L. ve Kostic, L. J., "Determining optimum tilt angles and orientations of photovoltaic panels in Nis, Serbia", Contemporary Materials, ISSN: 1986-8677, I (2):151-156 (2010).
[13] Fletcher G. The electrician's guide to photovoltaic system installation. NY, USA: Delmar: Cengage Learning, 2014.

Mimarlık Öğrencilerinin Çevre Tasarımı Konusunda Bilgilerinin ve Duyarlılıklarının Ölçülmesi

ÇİĞDEM BELGİN DİKMEN[1], OLCAY TÜRKAN YURDUGÜZEL[2]

ÖZET

Günümüzde kentleşme, nüfus artışı ve değişen yaşam biçimine koşut olarak gereksinimler çeşitlenmiş, teknolojinin ilerlemesi ve malzeme seçeneklerinin artması ile yapay çevrede insan yaşamını belirli konfor ölçütleri içinde sürdürülmesi sorgulanmaya başlamıştır. Yapı sektörünün doğal kaynakların önemli bir bölümünü kullanması ve atıklar oluşturması, ortaya çıkan çevre ve enerji sorunları, alternatif enerji kaynaklarından etkin biçimde yararlanmak, çevre dostu yapı malzemeleri ile sağlıklı ve yaşanabilir yapılar üretmek birçok ülkenin politikalarında yer almaya başlamıştır. Bu bağlamda Türkiye'de mimarlık eğitimi veren okullarda da öğrencilerin çevre bilincini arttırmaya ve çevreye duyarlı mimari tasarım eğitimine yönelik teorik ve uygulamalı dersler verilmeye başlanmıştır. Bu çalışmada Bozok Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü birinci ve son sınıf öğrencilerinin çevre tasarım konusunda bilgi ve duyarlılık düzeylerinin ölçülmesi amaçlanmıştır. Yapılan değerlendirme ile öğrencilere verilen çevre eğitiminin etkinliğini sorgulayarak, mimarlık eğitim müfredatına katkı ve öneriler sunulmuştur.

Anahtar Sözcükler: Çevre, enerji, yapı sektörü, çevre tasarımı, mimarlık eğitimi

[1] Bozok Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü Divanlı Yolu, Yozgat; Tel: (530)4195394; cigdembelgin@yahoo.com
[2] Gazi Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü Maltepe, Ankara; Tel: (532)6878772; otyurduguzel@gmail.com

1. GİRİŞ

İnsanoğlu, doğal çevreyi oluşturan diğer canlıların aksine, yaşamını sürdürebilmek için, çevreyi kendi istek ve gereksinimlerine göre şekillendirmiş ve göçebe kimlik yerini tarımsal üretime dayalı, toprakla ilişkili, yerleşik düzene bırakmıştır [1]. Tarihi, kültürel, sosyal ve doğal elemanlar ile tanımlanan ve sürekli devinim içinde olan fiziksel çevre insan ile etkileşim içindedir. Yerleşik düzene geçilmesi ve insan-çevre etkileşim sürecinde artan nüfus, teknolojinin gelişmesi ve kentleşme yapı üretiminin artmasına, insanoğlunun zamanının büyük bir kısmını kapalı mekânlarda geçirmesine [2, 3], yapılı çevre-yeşil alan dengesinin bozulmasına ve çevrenin geri dönüşümü olmayacak şekilde tahrip edilmesine neden olmaktadır [4-7]. Artan yapısal faaliyetler de su, toprak, havanın korunumunu güçleştirmekte, biyolojik çeşitliliği azaltmakta, eko-dengeyi bozarak konfor düzeyi yüksek, sağlıklı ve yaşanabilir bir çevrede yaşamı güçleştirmektedir. Öte yandan gelişen yapı teknolojileri ve yapı malzemelerinin etkisiyle doğal çevrenin biçimlendirilmesi ve yapay çevre oluşturma sürecinde gerçekleştirilen yapısal faaliyetler doğal kaynakları tüketmekte ve ortaya çıkardığı atıklarla çevre sorunlarına neden olmaktadır. Bu faaliyetler kaynakların denetimsiz kullanımı ve tüketiminin yanı sıra, sera gazlarının salımı, ozon tabakasının aşınması, toprağın, suyun ve havanın kirlenmesi gibi doğal çevrenin bozulmasına yol açarak, çevre ve atık sorunlarını da beraberinde getirmektedir [8-9].

Yapay çevreyi oluşturan yapıların yaşam döngüleri boyunca enerji tüketmeleri, çevre ve atık sorunlarına yol açmaları sonucu ortaya çıkan sürdürülebilirlik kavramı giderek önem kazanmaktadır. Bu bağlamda sürdürülebilirlik kaynakların ve ekosistemin korunumu, kaynakların uzun süre kullanımı ve kullanım maliyetlerinin en aza indirgenmesi, insan sağlığı ve konforunun sağlanması konularına vurgu yapmaktadır [4]. Sürdürülebilirlik kavramı, çevre ile sürekli etkileşim halinde olan mimari tasarım ölçütlerinin gözden geçirilmesini ayrıca çevre ve enerji konuları ile birlikte ele alınmasını gerekli kılmıştır [10-11]. Dünya genelinde tüketilen enerjinin % 50’si, suyun % 42'si [11-13], yok olan bitkisel toprağın % 40’ı, ormanların % 25’i ve malzeme kaynaklarının % 30’u [14] bina yapımında veya kullanım süreçlerinde harcanmakta ve yapı sektörü % 75’lik bir oranla tek başına mevcut enerji kaynaklarını en çok tüketen sektör olarak görülmektedir. Küresel ısınmaya neden olan sera gazlarının % 50’si, içme sularındaki kirlenmenin % 40’ı, hava kirliliğinin % 24’ü ve CFC, HCFC salımlarının % 50’si yapılarla ilişkili faaliyetlerden kaynaklanmaktadır [15].

Sürdürülebilir ve çevreye duyarlı yapı tasarımı mimarlık disiplini içinde de önem kazanmakta ve mimarlık eğitimi veren okullarda da öğrencilerin çevre bilincini arttırmaya ve çevreye duyarlı mimari tasarım eğitimine yönelik teorik ve uygulamalı dersler verilmeye başlanmıştır. Bozok Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü'nde de bu kapsamda zorunlu (Fiziksel Çevre Kontrolü, Çevre Denetimi) ve seçmeli (Ekoloji) teorik dersler verilmekte ve tasarım stüdyolarında da bu bilgilerin uygulanmasına çalışılmaktadır. Bozok Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü öğrencilerinin çevre tasarım konusunda bilgi ve duyarlılık düzeylerinin ölçülmesini amaçlayan bu çalışmada toplam 75 öğrenciye anket uygulanmıştır. Anket sonucunda yapılan değerlendirme ile Bozok Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü öğrencilerine verilen çevre eğitiminin etkinliğini sorgulanmış, mimarlık eğitim müfredatına katkı ve öneriler sunulmuştur.

2. ÇEVREYE DUYARLI TASARIM

Günümüzde bilinçli ya da bilinçsiz yaygın olarak kullanılan çevre kavramı doğal, ekonomik ve insani değerlerle birlikte, canlı ve cansız varlıkların her çeşit eylem ve davranışını etkileyen fiziksel, kimyasal, biyolojik ve toplumsal nitelikteki etkenlerin bütünü olarak tanımlanabilir. Çevre, doğal ve yapay fiziksel öğelerin, iklimsel, biyolojik ve topografik özelliklerin, sosyal, kültürel, toplumsal, ekonomik ve sanatsal faaliyetlerin bir bölümünü ya da bütününü kapsamaktadır [16]. Bu nedenle çevrenin canlı ve cansız varlıkların habitatlarını belirleyen ve etkileyen fiziksel, kimyasal ve biyolojik faktörlerin bütünü olduğu ve bu varlıkların çevre ile sürekli, düzenli ve dengeli bir etkileşim içinde olduğu söylenebilir [17]. Ekosistemi oluşturan bu döngüsel süreç yoğun ve bilinçsiz yapılaşma ile doğal çevreye zarar vermektedir. Çevreye duyarlı yapı tasarımı yapının yaşam döngüsü boyunca ileri-geri beslemeli ve tekrarlanabilen bir tasarım ilkesi olarak görülmekte, yapı sektörünün aktörleri olarak mimarları çevre sorunlarına karşı duyarlı olmaya zorlamaktadır. Yapay çevrenin bir bileşeni olarak yapı malzemeleri de insan eylemleri ve doğal süreçler yoluyla yerel ve küresel ölçekte çevresel etkilere sebep olmaktadır. Yapı malzemeleri, hammaddelerinin çıkarılmasından başlayıp, işlenmesi, paketlenmesi, taşınması; yapının inşa edilmesi, kullanımı, gerektiği zamanlarda bakım-onarımı; ömrünü tamamladığında atılması, geridönüştürülmesi, birtakım işlemlerden geçirilerek yeniden kullanıma hazır hale getirilmesine kadar geçen döngüsel bir yaşam sürecine sahiptir [18-20]. Çevreye duyarlı mimari

tasarım için yapı malzemeleri tüm yaşam döngüleri dikkate alınarak değerlendirilmelidir.

Yapı sektöründe çevresel etkenlerin önemli bir bölümü yapı malzemesinin seçiminde ortaya çıkmaktadır. Yapay çevrenin biçimlendirilmesi sürecinde mevcut doğal değerlerin korunması ve sürdürülebilirliğin sağlanması birincil koşul olmalıdır [2]. Yapı üretiminin çevre üzerinde oluşturacağı olumsuzlukları indirgemek/önlemek amacıyla mimari tasarım sürecinin (planlama öncesi, planlama, tasarım, uygulama, kullanım, yıkım ve yıkım sonrasında yeniden yapım) tamamında çevreye duyarlı tasarım önemsenmelidir [21]. Çevreye duyarlı tasarım yaklaşımı, mimari tasarım ölçütlerinin çevre korunumu ve konfor koşulları çerçevesinde gelişerek yapı tasarım sürecinin yeniden tanımlanmasına neden olmuştur. Bu tanımlama kapsamında

- biyolojik çeşitliliğin korunması ve habitatın korunumu,
- sürdürülebilir, geri dönüştürülebilir ve çevreye duyarlı yapı malzemeleri kullanılarak yapı ürünlerinin verimliliğinin ve konforunun, yapı ve bileşenlerinin dayanıklılığının ve esnekliğin arttırılması,
- uzun hizmet ömrüne sahip yapı tasarımı ile bakım ve onarım maliyetlerinin, yapıyla ilişkili hastalıkların, atık ve kirliliğin azaltılması
- yapılardan beklenilen performans düzeyinin arttırılması,
- zararlı ve tehlikeli maddelerden sakınılması, yapıyla ilgili sağlık ve güvenlik risklerinin en aza indirgenmesi, atıkların değerlendirilmesi, nitelikli ve yaşanabilir çevreler oluşturulması çevreye duyarlı yapı tasarımı ölçütleri olarak sıralanabilir [22-25]. Çevreye duyarlı yapı tasarımının hedefi, gelişen ve değişen mimari tasarım ölçütleri ve bu ölçütlere uygun olarak seçilen yapı malzemeleri ve yapım teknikleri çerçevesinde yapı üretmektir. Yapı üretim sürecinin en önemli aktörü olan mimar, sürdürülebilir tasarımın hedefine uygun enerji korunumunda duyarlı, verimliliği arttırmayı amaçlayan ve çevresel duyarlılığa sahip tasarımların üretilmesinden sorumludur [26].

Sürdürülebilir ve çevreye duyarlı tasarım kapsamında oluşturulan politikalar yapı sektörünün aktif aktörlerinin başında gelen mimarlık disiplinin ve mimarlık eğitiminin de yeniden gözden geçirilmesini gerektirmiştir. Bu amaçla Türkiye'de mimarlık eğitiminin verildiği okullarda sürdürülebilirlik ve çevre konularına ilişkin zorunlu ve seçmeli teorik ve uygulamalı dersler verilmeye başlanmıştır. Öte yandan ilk ve orta öğretim programlarında çevrenin korunmasına yönelik eğitim verilmemesi [27] mimarlık öğrencilerinin çevre eğitimi konusunda yetersiz olarak mimarlık eğitimine başlamalarına neden olmaktadır.

3. MİMARLIK ÖĞRENCİLERİNİN ÇEVRE DUYARLILIĞININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Bozok Üniversitesi Mimarlık Bölümü öğrencilerinin çevre duyarlılık bilincini ölçmek amacıyla anketi cevaplayan öğrencilere Türkiye'den ve Dünya'dan yapıların görselleri sunulmuş ve bu yapıların çevreye duyarlılık düzeylerinin değerlendirilmeleri istenmiştir. Birinci ve son sınıf öğrencilerine uygulanan anket ile mimarlık eğitiminin, çevreye duyarlı tasarım konusunda öğrencilere sağladığı katkının ve öğrencilerin aldıkları eğitimin yanında algısal boyutta ve bakış açısında gerçekleşen değişim ve gelişimi belirlenmesine çalışılmıştır. Anketi cevaplayan ilk grup mimarlık eğitimi sırasında çevre bilincine yönelik ders almamış olan 38 birinci sınıf öğrencisinden, ikinci grup ise mimarlık eğitimi boyunca çevre ile ilgili zorunlu ve seçmeli derslerin tümünü alan ve tasarım stüdyolarında bu bilgileri kullanan 37 son sınıf öğrencisinden oluşmaktadır. Çalışmanın öğrencilerin eğitimleri ve çevre bilinci arasındaki ilişkiyi sorgulaması nedeniyle anketi cevaplayan öğrencilerin yaşı ve cinsiyeti ile çevre bilinci arasındaki ilişki değerlendirilme dışında bırakılmıştır. Anketin ilk aşamasında öğrencilerin "çevreye duyarlı tasarım" kavramını nasıl anladıkları sorgulanmış, kendilerine sunulan 13 görsel üzerinden yapıların çevreye duyarlı olma durumlarını derecelendirmeleri istenmiş ve bu seçimde çevreye duyarlı tasarım ürünü olduğunu düşündükleri yapıların çevreye duyarlı olma nedenlerini yazmaları istenmiştir. Anketin ikinci aşamasında ise öğrencilerin kendilerine sunulan 13 farklı görsel üzerinden "çevreye duyarlı yapı malzemesi" kavramını nasıl anladıkları sorgulanmış ve yapıların tasarımında kullanılan malzemeleri çevreye duyarlılık kapsamında değerlendirmeleri istenmiştir. Görsellerin çevreye duyarlı olma durumlarının belirlenmesinde ve çevreye duyarlı tasarım kapsamında derecelendirmelerinde beşli Likert ölçeği (1 çok duyarsız, 2 duyarsız, 3 nötr, 5 az duyarlı, 5 çok duyarlı) kullanılmıştır.

Öğrencilere ilk aşamada sunulan 13 görselden 5'i Türkiye'den, 8'i ise Dünya'dan örnek seçilmiş yapılardır. Türkiye'den seçilen 5 görselin 2'si geleneksel konut örneği, 1'i çevreye duyarlılık göstermeyen katlı bir konut yapısı, 1'i yeşil çatılı bir alışveriş merkezi ve 1'i de enerji etkin bir ofis yapısıdır. Bu aşamada sunulan Dünya'dan örnek seçilmiş yapıların tamamı çevreye duyarlı, enerji etkin ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanıldığı yapılardır. Anket sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde çevre konusunda eğitim almış son sınıf öğrencileri ile hiçbir eğitim almamış birinci sınıf öğrencilerinin seçimlerinin farklılaştığı ve son sınıf

öğrencilerinin çevre bilincinin birinci sınıf öğrencilerinden görece yüksek olduğu görülmektedir.

Anketin ilk aşamasında birinci sınıf öğrencilerinin seçimlerinde tutarlılık görülmemektedir. Öğrenciler çevreye duyarlı Türkiye'den geleneksel konut örneklerinden birini % 18,7 oranında çok duyarlı bulurken, çevreye duyarlı yapı örneklerinden birini % 29,3 oranında az duyarlı ve çevreye duyarlı olmayan yapı örneklerinden birini ise % 20 oranında nötr olarak değerlendirmiştir. Anketin ilk aşamasında son sınıf öğrencilerinin seçimlerinde de kısmen tutarsızlık görülmekle birlikte, çevre duyarlı tasarım konusunda birinci sınıf öğrencilerinden daha fazla bilgi birikimine sahip oldukları söylenebilir. Son sınıf öğrencileri çevreye duyarlı Türkiye'den geleneksel konut örneklerinden birini % 22, 7 oranında çok duyarlı, çevreye duyarlı olmayan yapı örneklerinden birini ise % 25,3 oranında çok duyarsız olarak tanımlamışlardır. Ancak öğrencilerin çevreye duyarlı ve rüzgâr enerjisi kullanan Dünya'dan iki yapı örneğinden birini % 17,6 oranında duyarsız ve diğerini ise % 16 oranında çok duyarlı olarak seçmiş olmaları manidardır. Öğrencilerin bu aşamada çevreye duyarlı tasarım ürünü olduğunu düşündükleri yapıların seçme nedenleri sorgulandığında birinci sınıf öğrencilerinin çevreyle bütünlük oluşturuyor, doğa ve yeşil alan korunmuş, güzel, estetik, çevreyi kirletmiyor gibi nesnel olmayan tanımlarla, buna karşın son sınıf öğrencilerinin yeşil çatı, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, enerji etkin yapı gibi bilgi gerektiren nesnel tanımlarla seçim yaptıkları görülmektedir (Tablo 1).

Anketin ikinci aşamasında öğrencilerin kendilerine sunulan 13 farklı görsel üzerinden "çevreye duyarlı yapı malzemesi" kavramından anladıkları sorgulanmış ve yapıların tasarımında kullanılan malzemeleri çevreye duyarlılık kapsamında değerlendirmeleri istenmiştir. Bu aşamada sunulan 13 görselden 3'ü Türkiye'den seçilmiş taş, ahşap gibi çevre dostu yapı malzemelerinin kullanıldığı geleneksel konut örnekleridir. Öğrencilerin seçimine sunulan diğer 10 yapı ise çevre dostu malzeme ve cephe sistemlerini ve yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanan, çevreye duyarlı ve enerji etkin Dünya'dan yapı örnekleridir. Anketin ikinci aşamasında birinci ve son sınıf öğrencilerinin seçimlerinin kısmen tutarlı olduğu görülmektedir. Birinci sınıf öğrencileri çevreye duyarlı yapı malzemesi kullanan Türkiye'den geleneksel konut örneklerinden birini % 24 oranında çok duyarlı bulurken, son sınıf öğrencileri aynı yapıyı % 34,7 oranında çevreye duyarlı yapı malzemesi kullanan yapı olarak değerlendirilmiştir. Yapılar arasında birinci ve son sınıf öğrencilerinin değerlendirmelerinin ve % 18,7

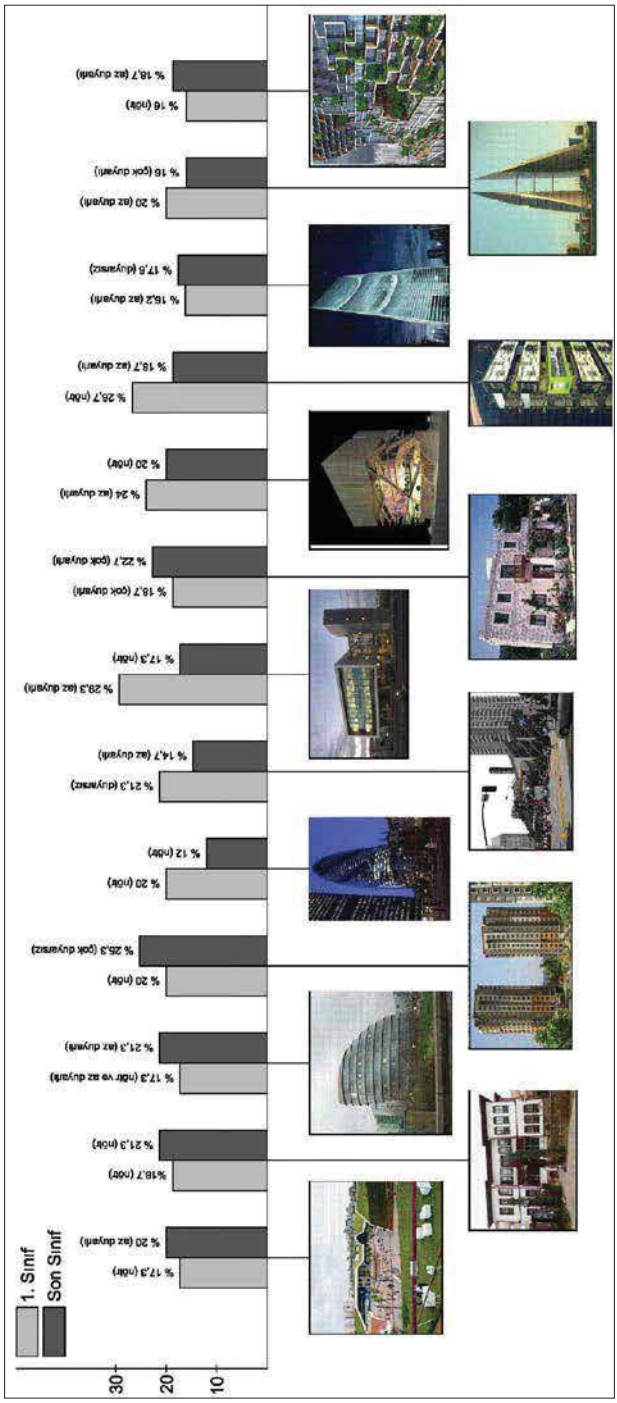
ile seçilme oranının çakıştığı enerji etkin bir yapı örneği bulunmakla birlikte, bu örnek tüm öğrenciler tarafından nötr olarak nitelenmiştir. Ancak son sınıf öğrencilerinin çevreye duyarlı ve rüzgâr enerjisi kullanan Dünya'dan iki yapı örneğinden birini % 12 oranında duyarsız ve diğerini ise % 14,7 oranında az duyarlı olarak seçmiş olmaları da düşündürücüdür. Öğrencilerin bu aşamada çevreye duyarlı malzeme kullandıklarını düşündükleri yapıları seçme nedenleri sorgulandığında; birinci sınıf öğrencilerinin güzel, estetik, sağlam ve çevreyi kirletmeyen gibi nesnel olmayan tanımlarla, buna karşın son sınıf öğrencilerinin doğru, enerji verimliliği sağlayan, çevre dostu, yenilenebilir enerji kaynaklarına uygun malzeme ve yeşil çatı gibi bilgi gerektiren nesnel tanımlarla seçim yaptıkları görülmektedir (Tablo 2).

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

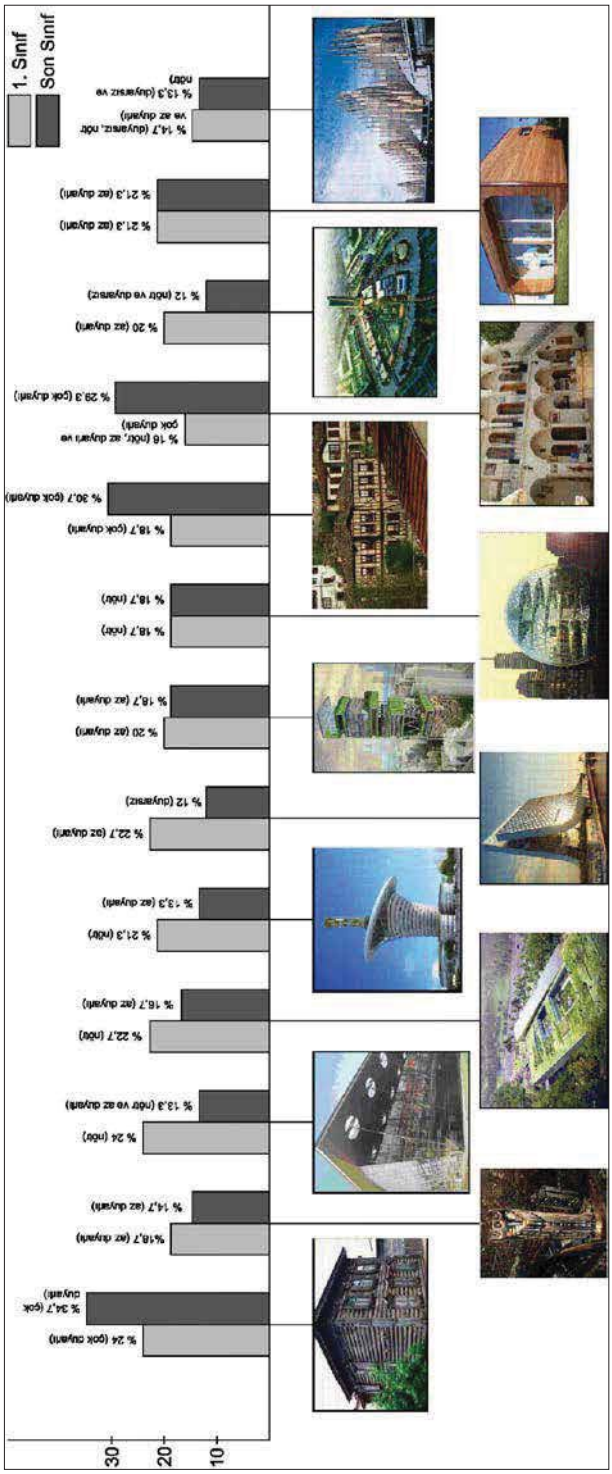
Üniversiteye yönlenecek öğrencilere ortaöğretimde çevre bilinci kazandırılması ve çevre eğitimine yönelik bilgi birikimi sağlayacak müfredatın bulunmaması, genel anlamda üniversite gençliği ve özelde de mimarlık bölümü öğrencilerinin çevre konusuna duyarlılıklarını olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle ortaöğretim müfredatlarında çevre ile ilgili derslerin daha kapsamlı ve yaygın hale getirilmesinin öğrencilerin çevreye duyarlılık ve bilinç düzeylerinin arttırılmasında etkili olacağı düşünülmektedir. Mimarlık eğitiminin verildiği okullarda çevre ile ilgili olarak zorunlu ve seçmeli teorik dersler verilmektedir. Bazı mimarlık okullarında uygulamalı yürütülen stüdyo derslerinde çevre odaklı tasarım yaklaşımının zorunlu bir stüdyo olduğu görülmektedir. Ancak bu okullarda verilen teorik ve uygulamalı derslerin ağırlığı, içeriği ve ders saatleri ile bu dersleri verecek nitelikli ve yeterli öğretim elemanının varlığı kurumdan kuruma değişkenlik göstermektedir.

Bozok Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü öğrencilerinin çevre tasarım konusunda bilgi ve duyarlılık düzeylerinin değerlendirildiği bu çalışmada son sınıf öğrencilerinin birinci sınıf öğrencilerinden daha bilinçli olmakla birlikte, henüz yeterli birikimine sahip olmadıkları ve Dünya'dan yapı örneklerini yeterince tanımadıkları görülmektedir. Değerlendirme sonuçları Bozok Üniversitesi Mimarlık Bölümü öğrencilerine verilen zorunlu ve seçmeli teorik dersler ile tasarım stüdyolarında bu bilgilerin uygulanmasının yeterli olmadığı düşündürmekte ve çevre konularında birikim sağlamaya yönelik verilecek teorik dersler ve uygulamalı stüdyo derslerinin ağırlığının arttırılması önerilmektedir.

Tablo 1. Çevreye Duyarlı Tasarım Değerlendirmesi



Tablo 2. Cevreve Duvarlı Malzeme Kullanımı Değerlendirmesi



KAYNAKLAR

[1] Erdoğan, E., (2006). Çevre ve Kent Estetiği, *ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi,* Cilt 8, Sayı 9, s. 68-77

[2] Akıncıtürk, N., (1999). Ekomimari ölçekte Yapı Elemanları ve Malzeme olgusunun Sürdürülebilir Kentleşmeye Yansıması, *BAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi,* Cilt 1, sayı 1, s. 114-133

[3] Ekinci, C. E. ve Ozan S. S., (2006). Yapı-Çevre ve İnsan-Mekan İlişkisi, *4. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri,* İstanbul Fatih Üniversitesi, İstanbul

[4] Çelebi, G., Gültekin, A. B., Harputlugil, G., Bedir, M. ve Tereci, A., *Yapı Çevre İlişkileri*, (2009).TMMOB Mimarlar Odası Sürekli Mesleki Gelişim Merkezi Yayınları -2, Ankara

[5] Yurdugüzel, O. T. ve Özçetin, Z., (2012). Geleneksel Konutların Sürdürülebilir Yapı Tasarımı Ölçütleri Bağlamında İrdelenmesi, *Sürdürülebilir Yapı Tasarımı Ulusal Konferansı*, Yaşar Üniversitesi, s. 342-351, İzmir

[6] Dikmen, Ç. B. ve Özçetin, Z., (2012). Yaşam Döngüsü Değerlendirme (YDD) Kapsamında Geleneksel Konutlarda Kullanılan Yapı Malzemelerinin Sürdürülebilirliğinin Sorgulanması, *Sürdürülebilir Yapı Tasarımı Ulusal Konferansı,* Yaşar Üniversitesi, İzmir

[7] Ünlü, G., (2009). *Enerji Korunumu Kapsamında Sürdürülebilir Yapı Tasarımı*, GÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara

[8] Salgın, B. ve Balanlı A., (2010), Yapı Yaşam Süreçlerinde Yapısal Atıkların Azaltılması ve Mimarların Rolü, *5. Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi,* İstanbul

[9] Coşgun, N., Gülay, T. ve Doğan, B., (2009).Yapısal Atıkların Önlenmesinde / Azaltılmasında Tasarımcının Rolü, Çevreye Duyarlı Mimarlık, *Mimarlık Dergisi*, Sayı 348, s. 75-78, Ankara

[10] Dikmen, Ç. B., (2011). Enerji Etkin yapı Tasarım Ölçütlerinin Örneklenmesi, *Politeknik Dergisi,* Cilt 14, Sayı 2, s. 121-134, Ankara

[11] Sev, A., (2009). *Sürdürülebilir Mimarlık*, YEM Yayınları, İstanbul

[12] Erengezgin, Ç., (2005). Enerji Mimarlığı, Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü *4.Yenilenebilir Enerjiler Sempozyumu ve Sanayi Sergisi*, Bildiri Özetleri, 47-48.

[13] Ayaz, E. (2006). *Sürdürülebilir Yapılar,* Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[14] http://yesilbina.com/Surdurulebilir-YESIL-Binalar_a407.html (Erişim tarihi: 20.09.2012)

[15] http://www.yapi.com.tr/Haberler/bir-paradigma-degisikligi-olarak-yesil-bina_66169.html (Erişim tarihi: 24.09.2012)

[16] İzgi, U., (1999). *Mimarlıkta Süreç, Kavramlar-İlişkiler*, YEM Yayınları, İstanbul

[17] Çepel N., (1992). *Doğa-Çevre-Ekoloji ve İnsanlığın Ekolojik Sorunları*, İstanbul

[18] Gültekin, A. B. ve Çelebi, G., (2006). Yapı Malzemelerinin Çevresel Etkilerinin Değerlendirilmesinde Kullanılan Yöntem ve Yasal Düzenlemelerin Avrupa

Birliği Yapı Sektörü Kapsamında İrdelenmesi, *3. Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi ve Sergisi*, TMMOB Mimarlar Odası İstanbul Büyükkent Şubesi, İstanbul

[19] Çelebi, G. ve Aydın, A. B., (2003). Sürdürülebilir Mimarlık ve Yapı Malzemelerinin Yaşam Döngüleri Kapsamında İrdelenmesi, *Yapı Malzemesi Kurultayı*, Yapı Endüstri Merkezi-İMSAD (İnşaat Malzemesi Sanayicileri Derneği), İstanbul

[20] ISO 14040, Environmental Management-Life Cycle Assessment-Principles and Framework, (2006). s. 1-20, Geneva

[21] Dikmen, Ç. B. ve Gültekin, A. B., (2009). Intelligent Building Concept in Architectural Design Process within Scope of Sustainable Building Design, *21. International Congress of Building and Life: Nature, City and Sustainability*, Mimarlar Odası Bursa Şubesi, s. 426-437, Bursa

[22] Bourdeau, L., (1999). *National Report: Sustainable Development and Future of Construction in France*. France.

[23] CIB., (1999). Agenda 2 on Sustainable Construction,: *CIB Report Publication* 237, Rotterdam,

[24] WGSC, Working Group for Sustainable Construction, (2004). *Working Group Sustainable Construction Methods and Techniques Final Report*.

[25] Yeang, K., (1999). *The Green Skyscraper: The Basis for Designing Sustainable Intensive Buildings*, Munich

[26] Gültekin, A.B., Şentürk, H. ve Çelebi, G., (2007).Yapı Malzemelerinin Çevresel Etkilerinin Bazı Normlar Bağlamında İrdelenmesi, *Tasarım Dergisi,* s. 120-123

[27] Yücel, S. A. ve Morgil, İ. F., (1999). Çevre Eğitiminin Geliştirilmesi, *BAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, Cilt 1, sayı 1, s. 76-89

Binalarda Isıl Sorunların Kızılötesi Isıl Görüntüleme ile İncelenmesi: ODTÜ Kent Örneği

MURAT SAYIN[1], AYŞE TAVUKÇUOĞLU[2]

ÖZET

Bu çalışmada Ankara ODTÜ-KENT bölgesindeki lojmanların ısıl sorunları ve binalara yapılan kısmi ısı yalıtım uygulamasının yapıların ısıl performansına etkisi tahribatsız bir yöntem olan Kızıl Ötesi Isıl Görüntüleme/İnfrared Termografi (KÖIG) ile incelenmiştir. Isı kaçaklarının en çok olduğu betonarme yüzeylerin dışardan ısı yalıtım levhalarıyla kaplanması ve pencere doğramaların kısmi yenileme işlemlerinin, yapıların ısıl performansını ve enerji verimliliğini artırdığı; yoğuşma probleminden kaynaklı nem sorunlarını ortadan kaldırdığı belirlenmiştir. Bina çeperine kısmı yapılan ısı yalıtım uygulamasının işe yaradığı, ancak yeterli enerji verimlilik düzeyine ulaşılamadığı anlaşılmıştır. Yapılardaki ısıl sorunlar ve nedenlerinin tespitinde, bu sorunların giderilmesine yönelik konularda bir uzaktan algılama/inceleme yöntemi olan KÖIG teknolojisinden yararlanılmalı, ülkemizde kullanımı yaygınlaştırılmalıdır.

Anahtar Sözcükler: Kızıl Ötesi Isıl Görüntüleme, tahribatsız muayene, ısıl sorunlar, konutlar, mantolama.

[1] Makina Müh.,ODTÜ EBİ AŞ, Ankara; Tel: (0312)2101148; murat.sayin@odtuebi.com.tr, murat.sayin@metu.edu.tr ,

[2] Doç.Dr.,ODTÜ Mimarlık Fakültesi, Ankara; Tel: (0312)2106220; tayse@metu.edu.tr

1. GİRİŞ

Çevresel, ekonomik ve siyasi önemi sebebiyle enerjinin daha etkin bir şekilde kullanılması ve kullanıldığı her alanda verimli sistemlerin geliştirilmesi gereği, dünyada ve bununla paralel olarak ülkemizde önem arzetmektedir. Ülkemizde tüketilen toplam enerjinin yaklaşık %35'inin konut ve hizmetler sektöründe, özellikle yapıların ısınma ve soğutma ihtiyaçları için harcanıyor olması, yapı çeperindeki ısı kaçaklarının azaltılmasına yönelik çalışmaları önemli kılmaktadır.

Ülkemizde 2008 yılında yayınlanan "Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği" ile birlikte mevcut ve yeni yapılacak yapılarda gerekli iç ortam konforunun sağlanabilmesi için kullanılan enerjinin en aza indirgenmesi ve bu çerçevede yapıların enerji verimliliğinin ölçülerek yapıların enerji verimliliği çerçevesinde sınıflandırılması hedeflenmiştir [1]. Bu sınıflandırma işlemi için yapının mevcut ısıl performansının belirlenmesi gerekmektedir. Kızıl ötesi ısıl görüntüleme (KÖIG) (infrared thermografi) yöntemi mevcut binaların çeperindeki ısı kaçışlarını, eksik veya zarar görmüş ısı yalıtım uygulamalarını, yanlış veya eksik uygulamalar sebebiyle oluşan ısı köprülerini, hava kaçaklarını ve nem sorunlarını tespit etmek için kullanılan bir yöntemdir. Yapılarda enerji verimliliği ile ilgili denetlemelerde kullanımı özellikle tahribatsız ve pratik bir yöntem olmasının da sağladığı avantajlardan dolayı yaygınlaşmaktadır [2,3]. Bu denetlemeler kapsamında KÖIG yöntemi ile yapıların düzenli takibi ve bakımlarının planlanması; bu sayede ısıtma-soğutma kapsamındaki işletme maliyetlerinin düşürülmesi ve yapı ömrünün (service life) uzatılması mümkündür [4]. Isıl görüntülerin nitel ve nicel analizleri üzerine yapılan araştırmalar ve ilerlemeler de, KÖIG yönteminin yapılarda ısıl sorunların denetlenmesi, giderilmesi ve takibine yönelik çalışmalardaki, kısacası ısıl performans analizlerindeki öncelikli rolünü ortaya koymaktadır [2-6].

KÖIG yönteminde, cisimlerin yüzeylerinden çevreye yaydıkları kızıl ötesi ışınıma (radiation) hassas kameralar kullanılmaktadır. Bu kameralar, çekim yapılan alan (target area)'dan salınan ışınımı ölçer ve her bir noktanın yüzey sıcaklık verilerini hesaplayıp, yüzey sıcaklık dağılımını gösteren haritalar biçiminde kaydeder [7]. Diğer bir deyişle bu kameralar, elektromanyetik tayf aralığında insan gözünün göremediği 2–15 μm dalga boyu aralığındaki ışınımları tespit edip insan gözünün algılayabileceği ısıl görüntüler (IR/termal image) oluştururlar [3].

KÖIG çalışması, yapı yüzeylerinin termal kamerayla taranması ve yüzeylerdeki sıcaklık dağılımını gösteren ısıl görüntü (IR image)'lerin elde edilmesini; ve bu görüntülerden elde edilen yüzey sıcaklık verilerinin, ortamın iklim koşulları, yüzeyin optik özellikleri, yüzeyin yayınım (emmisivite) değerleri, yüzeyin/duvar kesitinin maruz kaldığı ısınma/soğuma koşulları, yüzeyin altındaki katmanların çeşitliliği gibi etkenler gözetilerek yapılan analizleri kapsar. Ayrıca, sıcak ve soğuk taraftaki yüzey sıcaklık farkının sabitlendiği, diğer bir deyişli kararlı ortam koşullarında alınan ısıl görüntülerin nicel analizleri yapılabilmekte; duvarın ısı geçirgenliği (U, $W.m^{-2}K^{-1}$) ve ısı iletkenlik direnci (R, $m^2K.W^{-1}$) gibi ısıl geçirimlilik niteliklerini tanımlayan ısıl parametreler belirlenebilmektedir [2,8-11].

Bu çalışmada, Ankara ODTÜ-KENT lojmanlarının ısıl sorunları belirlenmiş; bu lojmanların cephelerinde yapılan kısmi ısı yalıtım uygulaması ve pencere doğramalarının yenilenmesini içeren tadilatlardan sonraki durum değerlendirilmiştir. Bu kapsamda, cephelerden alınan tekil ısıl görüntülerden elde edilen yüzey sıcaklık verileri analiz edilmiş; yapılan müdahalelerin yararlı olup olmadığı, binaların ısıl performansına ne düzeyde katkı sağladığı incelenmiştir. KÖIG analizlerine destek olmak amacıyla, bir lojmanın tadilat öncesi ve sonrasındaki mimari detayları dikkate alınarak ısıtma için gerekli olan ortalama yıllık enerji ihtiyacı (Q, $Wh.m^{-2}$) hesaplanmıştır.

2. MALZEME VE YÖNTEM

ODTÜ Kent lojmanlarının dış cephelerinde ısı kaybının en çok nerelerde olduğu ve yapının ne tür ısıl sorunları bulunduğunu ortaya çıkarmak amacıyla, içerden ısınmakta ve dışardan soğumakta olan duvarların dış ve iç yüzeylerinden ısıl görüntüler alınmıştır. KÖIG, lojmanların tadilat öncesi ve sonrasındaki durumları, Ocak ve Şubat aylarında yapılan saha çalışmalarıyla incelenmiştir. Güneş ışınımının duvarları ısıtma etkisinin olmadığı dönemler olan sabahın erken saatleri ve gece süresince çalışılmıştır. İç ve dış ortam arasında mümkün olduğunca kararlı koşulların sağlanabilmesi ve dış duvar yüzeylerinde taşınım (convection) yoluyla ısı aktarımının daha az değişken koşullarda olabilmesi amacıyla rüzgarsız ve yağışsız günler tercih edilmiştir [3,12]. Cephelerinden ısıl görüntüler alınan evler/bölgeler Şekil 1'deki haritada işaretlenmiştir.

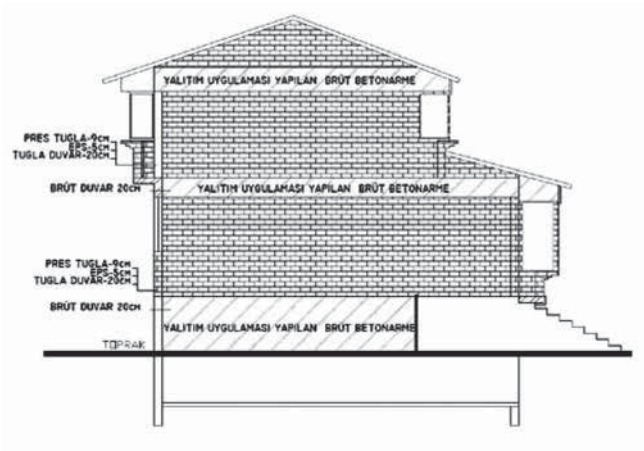
KÖIG saha çalışmalarında FLIR ThermoCAM E65, FLIR ThermoCAM SC640 ve TESTO 875-1i termal kameralar kullanılmış; tekil ısıl görüntülerin

analizleri için, FLIR ThermoCAM Researcher 2.9, FLIR QuickReport ve TESTO IRSoft 3.3 yazılımları kullanılmıştır. Ortam sıcaklığı ve bağıl nem verileri "Testo–410–2" cep anemometresiyle, görüntülenen yüzey ile cihaz arası mesafe "BOSCH DLE 150" lazer mesafe ölçer ile ölçülmüştür. Kalitatif analizler için nesnelerin emisivite (yayınım) değeri 0,95 kabul edilmiştir.

Şekil 1. ODTÜ Kent bölgesinde termal kamera ile çalışılan bölgeler/evler.

Bir villa yapısının, ısı yalıtımı müdahalesi öncesi ve sonrası halini temsil etmek üzere "yıllık ısınma için sarf ettiği tahmini enerji miktarı" hesaplanmıştır; hesaplamalarda TS 825 (2013)'de tariflenen hesaplama yöntemlerinin esas alındığı "MMO TS-825" yazılımından yararlanılmıştır [13]. Bir villanın yalıtılmış yüzey alanı, tüm villalarda yapılan toplam yalıtım levhası uygulama alanının bina sayısına bölünmesiyle hesaplanmıştır. Hesaplamalarda, çift cidarlı tuğla duvarların arasında ve çatı döşemesinin üzerinde 5cm kalınlığında EPS (genleştirilmiş polistren-0,035W/mK) yalıtım levhası kullanıldığı, pencerelerin PVC çerçeveler ve 4+12+4mm kalınlığında çift cam (2,3 $W.m^{-2}K^{-1}$)'dan oluştuğu kabul edilmiştir (Şekil 2). Tadilatlar kapsamında, çıplak betonarme yüzeyler 5cm kalınlığında, 25-30kg/m^3 yoğunluğunda ve 0,033W/m^2K ısı iletkenliğine sahip EPS levhalarla kaplanmış; üzerlerine ısı yalıtım sıvası ve dış cephe boyası uygulanmıştır. Tipik bir villa da dışardan yalıtım yapılan çıplak betonarme yüzeyler Şekil 2'de gösterilmiştir. ODTÜ Kent villalarında, küçük pencereler dışında büyük açıklıklı pencere doğramalarının çoğu 5 odacıklı 70mm genişlikte 2,8mm/2,2mm et kalınlığında, TS 5358 EN 12608 (2004) standardına uygun B sınıfı doğrama profili ve 4x12x4mm kalınlığında çift camlardan oluşan PVC doğramalarla yenilenmiş; doğramalar duvara poliüretan köpük kullanılarak hava sızdırmazlık

sağlayacak şekilde monte edilmiştir. Duvarı oluşturan malzemelerin ısıl özellikleri Tablo 1'de verilmektedir [13].



Şekil 2. ODTÜ Kent Lojman Binasının dış duvarlarını oluşturan katmanlar. (Çapraz taranmış bölgeler, tadilatlar kapsamında dışardan yalıtım uygulaması yapılan çıplak betonarme yüzeyleri göstermektedir.)

Tablo 1. Dış duvarı oluşturan katmanların enerji sarfiyatı hesaplamalarında kullanılan ısıl özellikleri [13].

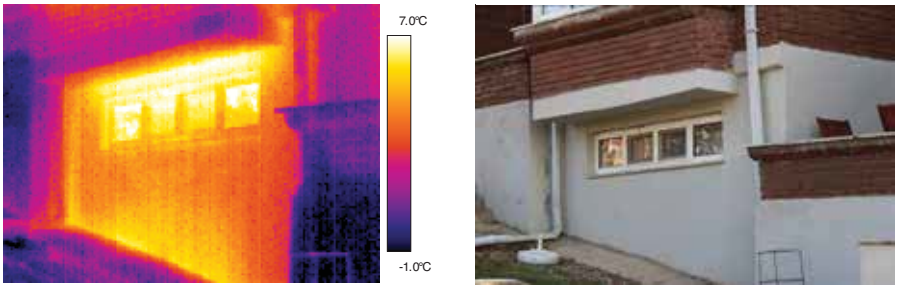
Dış Duvar Katmanları	Kalınlık d, m	Isı iletim katsayısı λ, $W.m^{-1}K^{-1}$	Isı iletkenlik direnci R, $m^2K.W^{-1}$
Donatılı Betonarme	0,20	2,500	0,08
EPS	0,05	0,035	1,43
Tuğla Duvar	0,20	0,960	0,21
Donatısız Betonarme	0,15	1,650	0,09
Pres Tuğla	0,09	0,340	0,26

3. BULGULAR VE DEĞERLENDİRME

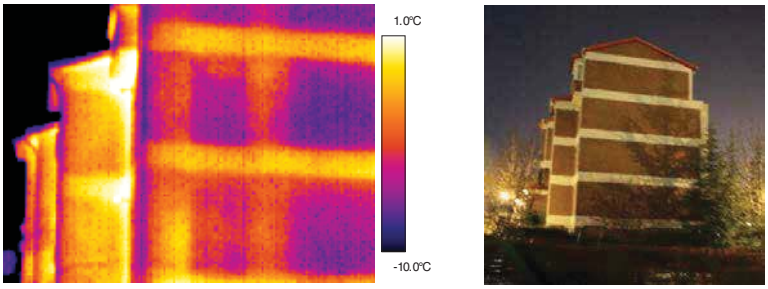
Sahada yapılan KÖİG calışmasından elde edilen veriler ve hesaplamalardan elde edilen tahmini yıllık ısıtma enerji ihtiyacı, ODTÜ Kent lojmanlarının mevcut durumdaki ısıl sorunların neler olduğu ve çözümüne yönelik yol gösterici veriler ortaya çıkarmıştır. Isı yalıtımı uygulaması ve pencere açıklıklarında kullanılan PVC doğramalarının kısmi yenileme işinin ne düzeyde yarar sağladıkları değerlendirilmiştir.

Yapı duvarlarındaki ısıl sorunların büyük kısmının yalıtımsız betonarme yüzeylerden (kolonlar, kirişler ve bodrum kat perde duvarlarından) (Şekil 3) ve pres tuğla kaplı betonarme taşıyıcı yüzeylerden (Şekil 4) kaynaklandığı görülmüştür Ayrıca, pencerelerin denizlik hizasında ve arkasında radyatör

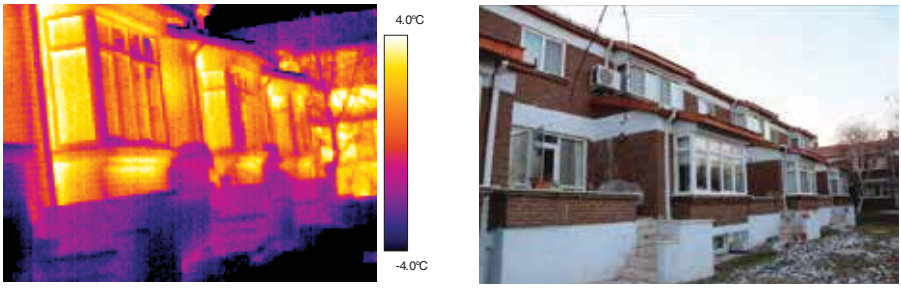
bulunan bölgelerinde tespit edilen ısı köprüleri, pres tuğla kaplı çift cidarlı duvarların da ısıl dirençlerinin yeterli olmadığını göstermiştir (Şekil 5). Bunun yanı sıra, PVC pencere çerçevelerinin yapı duvarlarıyla birleştiği kenarlar (Şekil 5) ve eğimli çatının yapı duvarlarıyla birleştiği bölgelerde (Şekil 6d) belirlenen ısı kaçakları yapının ısıl performansını zayıflatmaktadır.



Şekil 3: Yalıtımsız betonarme bodrum kat duvarı pres tuğla kaplı cift cidarlı duvardan 5 ºC kadar daha sıcaktır. Bu durum brüt beton yüzeylerdeki ısı kaybının ciddi boyutta olduğunu göstermektedir. (Isıl görüntüde dış ortam sıcaklığı 5,7ºC, bağıl nem %43'tür.)

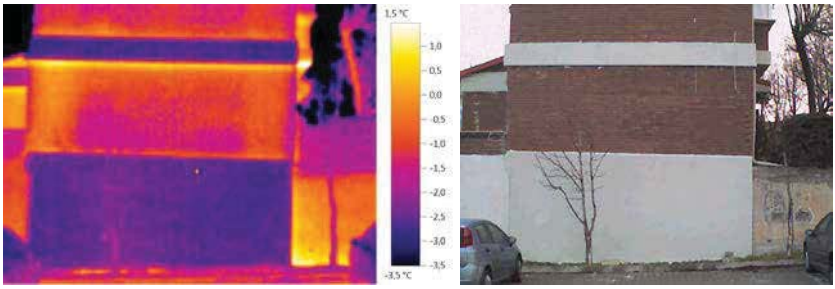


Şekil 4:. Isıl görüntü, çatıyla yapı duvarının birleştiği kenarlardan, betonarme kiriş ve pres tuğla kaplı betonarme kolon yüzeylerden önemli ölçüde ısı kaybı olduğunu göstermiştir. Betonarme taşıyıcı elemanların arasındaki dolgu duvarların (çift cidarlı tuğla duvarların) belirli düzeyde bir ısıl direncine sahip oldukları anlaşılmış; ancak bu duvarların dış ortam sıcaklığından daha yüksek yüzey sıcaklıklarına sahip olması, bu duvarlarda ısı kayıplarının fark edilir düzeyde olduğunu göstermiştir. (Isıl görüntüde dış ortam sıcaklığı -4,0ºC, bağıl nem %73'tür.)

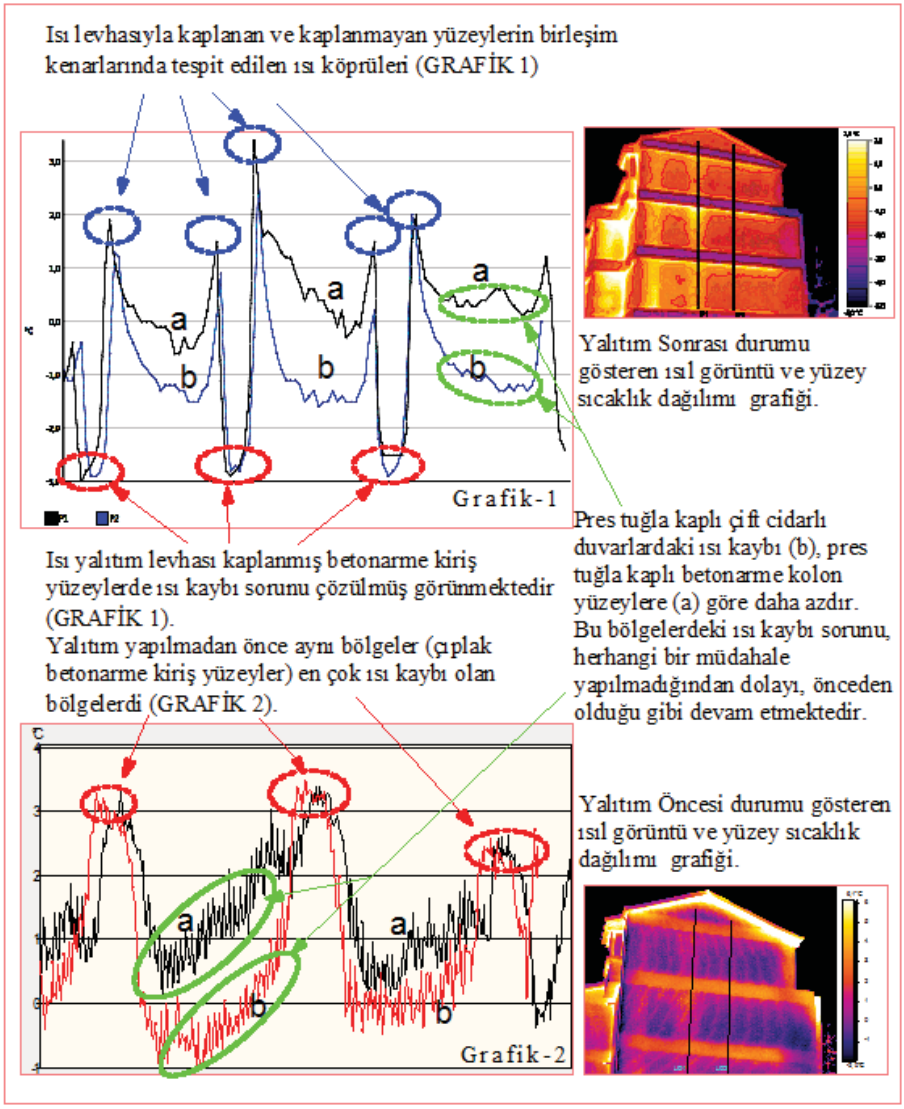


Şekil 5: Isıl görüntüler, PVC pencere doğramaları ve doğramaların duvarla birleştiği kenarlarda; pencere denizlik hizalarında (arkalarında radyatörün konumlandığı parapetlerin üst kısımlarında) ciddi düzeyde ısı kaçakları olduğu göstermektedir (Isıl görüntüde dış ortam sıcaklığı 0,3ºC, bağıl nem %60'tır.)

Şekil 6 ve Şekil 7'de, betonarme yüzeylerin yalıtım levhalarıyla kaplanmadan önceki ve kaplandıktan sonraki durumlar karşılaştırılmış; ısıl görüntüler, ısı yalıtım levhasıyla kaplanan betonarme yüzeylerin, dış ortam sıcaklığına yakın yüzey sıcaklıklarına sahip olduğunu, diğer bir deyişle, bu bölgelerdeki ısı kaçağının en aza indirildiğini göstermiştir (Şekil 6, Şekil 7, Şekil 9). Pres tuğla kaplı çift cidarlı duvarlardaki ısı kaybı, pres tuğla kaplı betonarme kolon yüzeylere göre daha azdır (Şekil 7, bakınız a ve b bölgeleri). Bu durum, çift duvar arasında ısı yalıtım levhasının mevcut olduğuna, ancak bu yalıtımın yetersiz kaldığına işaret etmektedir. Bu bölgelere için ısı kaybı sorunu, herhangi bir müdahale yapılmadığından dolayı önceden olduğu gibi devam etmektedir.



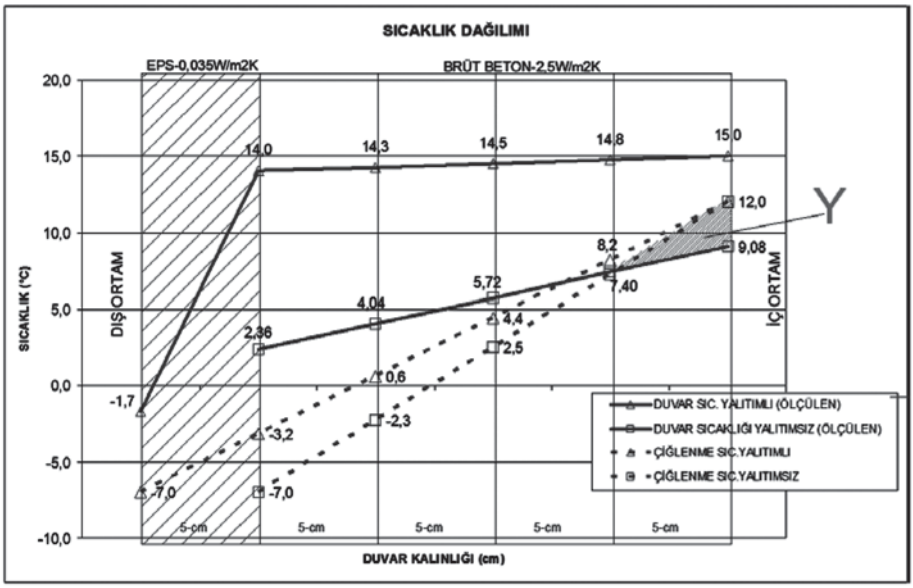
Şekil 6. Isı yalıtımı levhalarıyla kaplanan betonarme yüzeylerde, özellikle daha geniş yüzey alanına sahip bodrum kat duvarlarında, ısı kaybı en aza indirilmiş görünmektedir. (Isıl görüntülerde dış ortam sıcaklığı -1,0ºC, bağıl nem %65'tir).



Şekil 7. Duvar yüzeylerinin yalıtım yapılmadan önce ve yalıtım yapıldıktan sonraki ısıl performanlarının karşılaştıran yüzey sıcaklık eğrileri.

Bir duvarın iç ve dış yüzeylerinin ısıl görüntülerinden elde edilen gerçek yüzey sıcaklık verileri kullanılarak, bir brüt beton kirişin yalıtımlı ve yalıtımsız hallerini temsil eden ısıl modelleri oluşturulmuş; bu sayede brüt beton kiriş kesiti boyunca içerden dışarıya sıcaklık değişimini temsil eden

sıcaklık eğrileri ve yoğuşma sıcaklığı eğrileri üretilmiştir. Yalıtım yapılmadığı durumda, kirişin iç ortam tarafındaki yüzeyinden 5cm derinliğine kadar olan bölgesinde, yoğuşma sorunu olduğu belirlenmiştir (Şekil 8, bakınız "Yalıtımsız durum-Y alanı"). Betonarme kiriş, dışardan 5m kalınlığında yalıtım levhasıyla kaplandığında, tüm kesit boyunca yoğuşma riski ortandan kalkmış görünmektedir (Şekil 8, bakınız "Yalıtımlı durum").



Şekil 8. Brüt beton kirişin, yalıtım uygulanmış ve uygulanmamış durumunu temsil eden ısıl modeli: Kirişi kesiti boyunca içerden dışarıya sıcaklık değişimini ve yoğuşma sıcaklığını gösteren eğriler. (Yalıtımlı durum:: İç Ortam 18ºC, bağıl nem %45/ Dış Ortam -1,0ºC, bağıl nem %60; Yalıtımsız durum: İç Ortam 19,5ºC, bağıl nem %45 / Dış Ortam -1,0ºC, bağıl nem %60)

TS825 (2013) standardı ve Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği (2008)'ne göre normal düzeyde enerji etkin bir yapının (C tipi bina) Ankara bölgesinde'da beklenen (ikinci iklim bölgesinde)"yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı" en fazla 97,8kWh.m^{-2} olmalıdır [1,13]. Hesaplamalara göre, tadilatlardan önceki durumda villa tipi lojmanların yıllık ısıtma için ihtiyaç duyduğu enerji miktarının yaklaşık 281,5kWh.m^{-2} olduğu tahmin edilmektedir (Tablo 2). Bu değer, normal düzeyde enerji verimli bir yapıdan beklenen enerji sarfiyatının yaklaşık 3 katıdır. Brüt beton dış yüzeylerin ısı yalıtım levhalarıyla kaplanmasından sonra, ısıtma için yıllık enerji

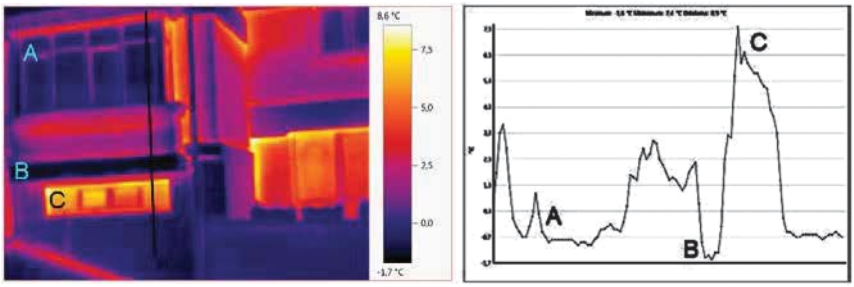
ihtiyacının aynı konut tipi için yaklaşık 137,2kWh.m^{-2} seviyesine indiği hesaplanmıştır (Tablo 2). Bu değer, halen (normal düzeyde) enerji verimli bir yapıdan beklenen tüketimden 1,5 katı kadar fazladır. Bu veriler, kısmi mantolama uygulaması ile, villa yapılarında ısıl performansın iyileştirildiğini; ancak halen standartlarda tanımlanan düzeyde bir enerji verimliliğine ulaşılamadığını göstermektedir.

Tablo 2. ODTÜ Kent villa tipi lojmanının yalıtım yapılmadan önceki ve yalıtım yapıldıktan sonraki yılık ısıtma enerjisi ihtiyacı değerleri

				Eşik Değer	Tadilat öncesi	Tadilat sonrası
Atop	Vbrüt	Atop/V	An	Q'	Qyıl	Qyıl
402 m^2	500 m^3	0,8 m^{-1}	160 m^2	97,7 kWhm^{-2}	281,5 kWhm^{-2}	137,2 kWhm^{-2}

Atop : Dış duvarın ısı kaybeden yüzey alanlarının toplamı, m^2;
Vbrüt : Binanın ısıtılan brüt hacmi, m^3;
A/V : Isı kaybeden toplam yüzeyin (Atop) ısıtılmış yapı hacmine (Vbrüt) oranı, m^{-1};
An : Bina kullanım alanı, m^2;
Q' : A/V oranına bağlı müsaade edilen yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı, eşik değer kWhm^{-2};
Qyıl : Bu bina için hesaplanmış olan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı, kWhm^{-2}.

Mevcut doğramaların uygun PVC doğramalarla yenilendiği bölgelerde pencere açıklıklarından ısı kaçaklarının azaldığı görülmektedir (Şekil 11, bakınız A ve C pencere doğramaları). Isıl görüntüler, yeni doğramaların ısıl direnç niteliklerinin eskilerine göre daha iyi olduğunu; yenileme işlemi ile pencere ve doğramalardaki ısı kaybının azaltılabildiğini göstermiştir. Ancak, PVC doğramalarının kiriş ve yan duvarlarla birleşimlerinde istenmeyen ısı köprüleri oluşmuştur. Doğramaların takılması esnasında, duvarla birleşim yerlerindeki ısı yalıtımı levhalarına zarar gelmiş olabilir.



Şekil 9. Yenilenen (A) pencere doğramasına kıyasla, yenilenmemiş (C) pencere doğramasından ciddi düzeyde ısı kaybı olduğu ısıl görüntüde (solda) ve yüzey sıcaklık dağılımı gösteren grafikte (sağda) izlenebilmektedir. (Isıl görüntüde dış ortam sıcaklığı -1,0ºC, bağıl nem %65'tir)

4.SONUÇ

ODTÜ Kent lojmanlarındaki ısıl sorunların en önemlisi, yalıtımsız betonarme yüzeyler (brüt beton taşıyıcı elemanlar) ve pres tuğla kaplı betonarme yüzeylerde görülen ısı kaçaklarıdır. Arkasında radyatörlerin konumlandığı parapet hizasında görülen ısı kaçakları, pres tuğla kaplı çift cidarlı duvarların da ısıl dirençlerinin yetersiz olduğunu göstermiştir. PVC pencere doğramaları ve yapı duvarlarıyla birleştiği kenarlardaki ısıl kaçaklar, yapının ısıl performansını azaltmaktadır.

Betonarme yüzeylerin dışardan ısı yalıtım levhalarıyla kaplanması ve pencere doğramalarının kısmi olarak yenilenmesi, yapının ısıl performansını artırmış; yoğuşma nedeniyle oluşan nem sorunlarını ortadan kaldırmıştır. Bina çeperine kısmı yapılan ısı yalıtım uygulamasının işe yaradığı, ancak yeterli enerji verimlilik düzeyine ulaşılamadığı anlaşılmıştır.

Yapıların ısı yalıtımlılık ve enerji verimlilik niteliklerinin ve bu nitelikleri doğrudan etkileyen "ısıl sorunların/aksaklıkların belirlenmesi, denetlenmesi ve takibi" konularında bir uzaktan algılama/inceleme yöntemi olan KÖIG teknolojisinden yararlanılmalı, ülkemizde kullanımı yaygınlaştırılmalıdır.

TEŞEKKÜR

Arazi çalışmalarının yapılmasında ve projelerin temininde yardımcı olan Sayın Prof.Dr. Hami Alpas, Sayın F.Hale Can ve Sayın Levent Tosun'a çok teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

[1] Bayındırlık İskan Bakanlığı (2008). Binalarda enerji performansı yönetmeliği. *5 Aralık 2008 tarihli resmi gazete, Cilt: 27075, Sayı:45*.

[2] Fokaides, P. A., & Kalogirou, S. A. (2011). Application of infrared thermography for the determination of the overall heat transfer coefficient (U-Value) in building envelopes. *Applied Energy, 88*(12), 4358-4365.

[3] Balaras, C. A., & Argiriou, A. A. (2002). Infrared thermography for building diagnostics. *Energy and buildings, 34*(2), 171-183.

[4] Kylili, A., Fokaides, P.A., Christou, P., Kalogirou, S.A. (2014). Infrared thermography (IRT) applications for building diagnostics: A review. *Applied Energy, 134*, 531–549.

[5] Titman, D., J. (2001). Applications of Thermography in Non-Destructive Testing of Structures. *NDT & E International, 34,* 149-154.
[6] Grinzato, E., Vavilov, V. & Kauppinen, T. (1998). Quantitative Infrared Thermography in Buildings. *Energy and Buildings, 29*, 1-9.
[7] Barreira, E., & de Freitas, V. P. (2007). Evaluation of building materials using infrared thermography. *Construction and Building Materials, 21*(1), 218-224.
[8] Tuğla, R., Tavukçuoğlu, A., Arslan, A. (2013). Examination of thermal properties and failures of brick walls by the use of infrared thermograpy and hot box method; In: *RENEWBUILD 2013 –1st Int. Conf. & Exhibition on "Application of efficient & renewable energy technologies in low cost buildings and construction*, Ankara, Turkey, 16-18 September 2013 (pp. 180-199). Ankara, Turkey: Gazi University
[9] Albatici, R., Tonelli, A.M., Chiogna, M. (2015). A comprehensive experimental approach for the validation of quantitative infrared thermography in the evaluation of building thermal transmittance. *Applied Energy 141,* 218–228.
[10] Rossano Albatici, R., Tonelli, A.M. (2010). Infrared thermovision technique for the assessment of thermal transmittance value of opaque building elements on site. *Energy and Buildings 42*, 2177–2183.
[11] Asdrubali, F., Baldinelli, G., & Bianchi, F. (2012). A quantitative methodology to evaluate thermal bridges in buildings. *Applied Energy, 97*, 365-373.
[12] *TS 5358 EN 12608 (2004). Sert polivinilklorür (PVC-U) profiller - Pencere ve kapıların fabrikasyon olarak imalâtında kullanılan - Sınıflandırma, özellikler ve deney yöntemleri*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
[13] *TS 825 (2013). Binalarda ısı yalıtım kuralları.* Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

BOZOK ÜNİVERSİTESİ ERDOĞAN AKDAĞ CAMİİ VE KÜLLİYESİ'NİN AKUSTİK PERFORMANSININ DEĞERLENDİRMESİ

ZUHAL ÖZÇETİN[1], SÜMEYRA PEKTAŞ[2], MEHMET EMİNEL[3], S. GÜL İLİSULU[4]

ÖZET

Mimari akustik; hutbe ve vaazların anlaşılmasında, musiki özellikler taşıyan mevlid ve ilâhilerin dinlenilmesinde ve cemaatle kılınan namazlarda, imamın kıraatinin duyulması bağlamında camiler için oldukça önemlidir. Camilerde istenen akustik performansın elde edilebilmesi için akustik parametrelerin uygun değerlerde olması gerekmektedir. Camilerin akustik performansında reverberasyon süresi; en önemli parametrelerden biridir. Bu kapsamda bildiride; Bozok Üniversitesi kampüsünde yer alan Bozok Üniversitesi Erdoğan Akdağ Camii ve Külliyesi'nde akustik ölçümler sonucunda elde edilen reverberasyon süresi aracılığı ile caminin akustik performansı ortaya konmuştur.

Anahtar Sözcükler: Mimari akustik, camii, dini mekân, Bozok Üniversitesi camii.

[1] Bozok Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Yozgat; Tel: (0354)2421001; zuhal.ozcetin@bozok.edu.tr
[2] Bozok Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Yozgat; Tel: (0354)2421001; sumeyra.pektas@bozok.edu.tr
[3]Bozok Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Yozgat; Tel: (0354)2421001; mehmeteminel@gmail.com
[4]Başkent Üniversitesi Güzel Sanatlar Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, Ankara; Tel: (0312)2466666; islekg@baskent.edu.tr

1. GİRİŞ

İslam'ın ilk zamanlarında caminin görevi çok geniş tutulmuştur. Müslümanlar camiyi, ibadet edilen, ilim öğrenilen, siyasi ve sosyal işlerin görüşülüp sonuca bağlanıldığı ordu karargâhı, elçilerin kabul edilip diplomatik görüşmelerin yapıldığı bir mekân olarak kullanmışlardır. Camiler, mimarlık tarihi açısından önemli bir yere sahiptir. Ayrıca kültürel zenginliğimiz açısından da büyük önem taşımaktadır [1].

İbadet yapılarından olan camiler içerisinde gerçekleştirilen çeşitli etkinlikler; farklı akustik gereksinimlere ihtiyaç duymaktadır. Diğer dini yapılarda olduğu gibi sessizlik, bireysellik, birlik ve bütünlük hislerini oluşturmak için iç mekân akustiğini düzenlemek gerekmektedir [2].

Bu çalışma kapsamında; cami mimarisinin yeni örneklerinden olan Bozok Üniversitesi Erdoğan Akdağ Camii ve Külliyesi'nin akustik tasarımı ile ilgili olarak, en önemli akustik parametrelerden biri olan reverberasyon süresine ilişkin yerinde ölçüm ve değerlendirmeler yapılmıştır. Bu kapsam içerisinde reverberasyon süresi ölçümleri TS EN ISO 3382-2 standardına uygun olarak 2 kaynak noktası ve 9 alıcı noktası ile yapılmıştır. Ölçümler sonucunda elde edilen veriler literatür araştırması ile değerlendirilmiştir.

2. CAMİLERİN GENEL ÖZELLİKLERİ

Caminin akustik değerlendirmesinin yapılabilmesi için, camide yer alan işlevler dikkate alınmalıdır. Bu eylemleri 2 grupta toplayabiliriz; konuşma eylemi (vaazlar ve hutbeler) ve müzik (ilahiler). Camiler, İslam'ın özünde yer alan, birlik ve beraberlik ruhunun insanlara kazandırıldığı, toplumsal dayanışma temelli kutsal alanlardır.

Cami sanatı ve cami mimarisi alanında yapılan çalışmalar bilim adamları tarafından oldukça seçkin çalışmalar olarak nitelendirilmektedir. Bugüne kadar yapılmış olan çalışmalarda müslümanların dini yapılarının iyileştirilmesi ve geliştirilmesi bağlamında çok değerli bilgiler elde edilmiştir. Zaman içerisinde, camii mimarisinin değişiklik göstermesine rağmen binanın inşası esnasında kullanıcıların ihtiyaçlarına göre eklenen bazı kısımlar dışında; asıl ibadet alanı mihrap, müezzin mahfili gibi ana bileşenler aynı kalmıştır [3].

2.1. Camilerde akustik

Müzik ve konuşmanın algılanması arasında önemli farklar bulunmaktadır. İnsan beyni, müzik dinlerken duyulamayan kısımları tamamlayabilme yeteneğine sahiptir. Konuşmada ise, sürekli değişen bir veri aktarımı söz konusu olduğu için değişik tonların farklı algılanması, ifadenin yanlış anlaşılabilmesine yol açmaktadır [1].

Sesin yayılması sırasında, sesin yansıması, sesin emilmesi, sesin saçılması, sesin kırılması, sesin iletilmesi gibi faktörler önemlidir. Camilerde akustik kusurlar; odaklanma, fısıldayan galeri, akustik gölge, yankı, ölü noktalar olarak sayılabilir [1].

Çizelge 1. İşlevine göre mekânların hacim oranları

Fonksiyon	**Hacim (m^3/Kişi)**			
	Doelle [4]			Maekawa [5]
	Min	Max	Önerilen	Önerilen
Konuşma	2.3	4.3	3.1	4-6
Tiyatro-Sinema	2.8	5.1	3.5	4-6
Opera	4.5	7.4	5.7	6-8
Çok amaçlı salon	5.1	8.5	7.1	6-8
Konser salonu	6.2	10.8	7.8	8-10

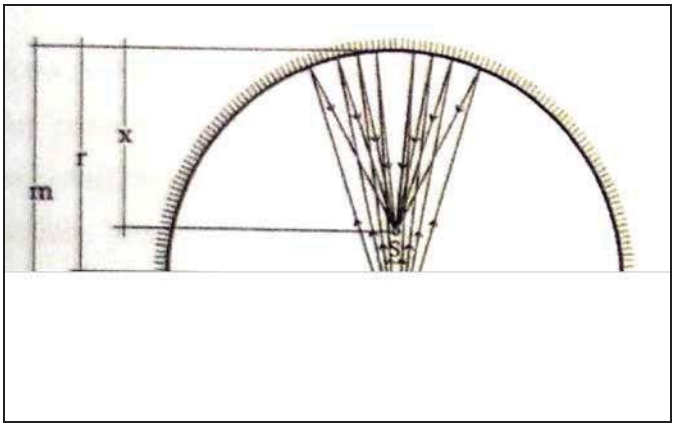
3. BOZOK ÜNİVERSİTESİ ERDOĞAN AKDAĞ CAMİİ VE KÜLLİYESİ'NİN AKUSTİK ANALİZİ

Bozok Üniversitesi Erdoğan Akdağ Camii ve Külliyesi'nin yapımı 2014 yılında tamamlanmıştır. Camii; 2500 kişiye hizmet edecek şekilde tasarlanmıştır. Caminin hacmi; yaklaşık 8000 m^3'tür. Kişi başına düşen hacim ise 3,2 m^3/kişi olup, "konuşma" işlevini yerine getiren mekânlar için uygun gözükmektedir (Çizelge 1).

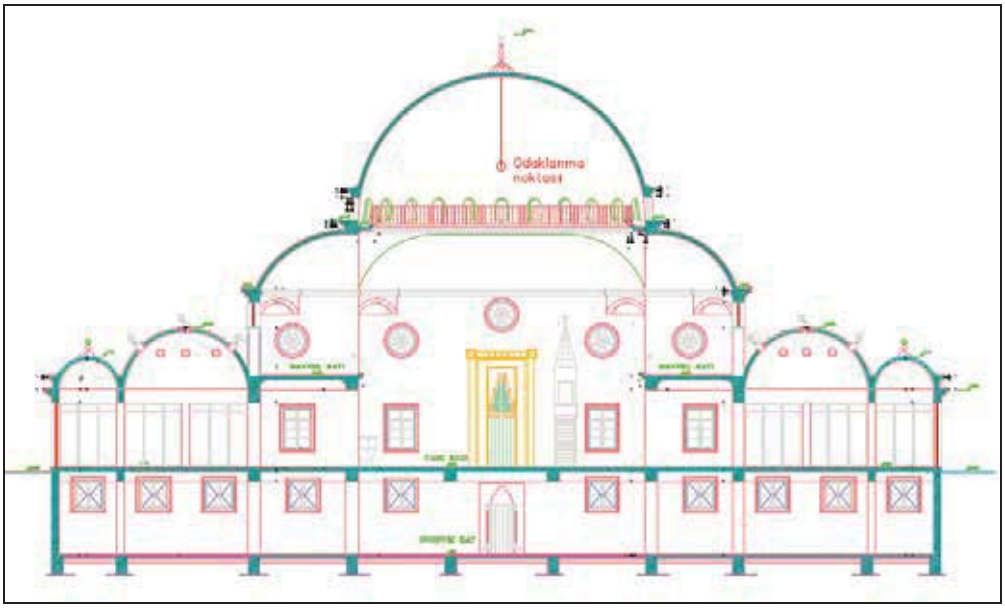
Resim 1. Bozok Üniversitesi Erdoğan Akdağ Camii ve Külliyesi fotoğrafları [6]

Resim 2. Bozok Üniversitesi Erdoğan Akdağ Camii ve Külliyesi fotoğrafları

Camide, yarıçapı 660 cm merkezli ana kubbe, ana kubbeyi destekleyen 4 tromp, yarıçapı 285 cm olan 2 kubbe, 130 cm olan 18 kubbe ve açıklığı 400 cm olan 4 yarım tonoz kubbe yer almaktadır. Ana kubbenin zeminden yüksekliği 18 m'dir.



Şekil 1. Ses kaynağı-kubbe uzaklığının, odak noktası ile ilişkisi [7]



Şekil 2. Caminin ana kubbesinde hesaplanan odaklanma noktası

Söz konusu camide kubbelerin neden olduğu odaklanma, zeminden oldukça yukarıda oluşmaktadır (Şekil 2).

$$X = \frac{mr}{2m - r} \tag{1}$$

m = kubbe ile kaynak arası uzaklık
r = kubbenin yarıçapı
x = odak noktası uzaklığı

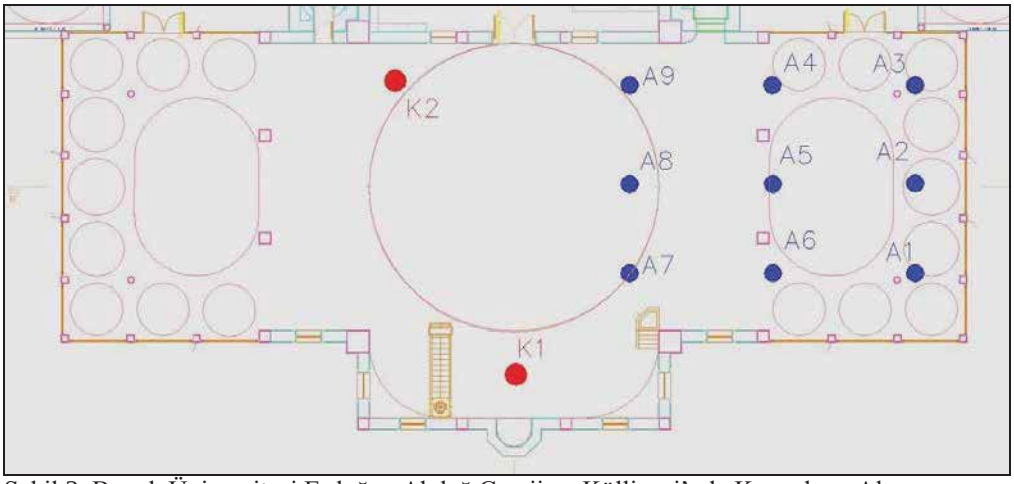
Formüle göre;
x = 4.11 m bulunmuştur (Şekil 1).

İçbükey yüzeylerin neden olduğu bu akustik kusur, tasarım aşamasında göz önünde bulundurulmuş ve cemaat üzerindeki olumsuz etkisi engellenmiştir.

Bozok Üniversitesi Erdoğan Akdağ Camii ve Külliyesi kampüs içinde ve Kayseri-Yozgat karayoluna yakın mesafededir. Yapılan çevresel gürültü ölçümlerinde Kayseri-Yozgat karayolu ana trafik aksı durumunda olmadığından, çevresel gürültü düzeyi düşüktür. Yapılan ölçümlerde arka plan gürültü düzeyinin 30 dBA dolaylarında olduğu belirlenmiştir. Bu durum camii, kilise gibi ibadet mekânlarında önerilen arka plan gürültü düzeylerine {NC 25-NC 30 (30-35 dBA)} [8,9] uygun olarak değerlendirilmiştir.

Bozok Üniversitesi Erdoğan Akdağ Camii ve Külliyesi'nin reverberasyon süresinin belirlenebilmesi için, TS EN ISO 3382-2 standardına [10] uygun olarak gerekli ölçümler yapılmıştır. Ölçüm düzeneği aşağıda verilen Brüel&Kjaer marka cihazlar kullanılarak ve standartlara uygun şekilde düzenlenmiştir. Ses Kaynağı (122dB-re:1pW), 2734-A Güç yükselticisi (500W), 4192 1\2 inç Mikrofon, 2669-B Mikrofon önyükselticisi.

Ölçümlere başlanmadan önce mikrofonlar kalibre edilmiştir. Daha sonra, belirlenen her bir alıcı noktası için frekanslara bağlı olarak, kaynaktan pembe gürültü verilmiş ve tüm alıcı noktalarında üçer kez tekrar edilerek reverberasyon süresi ölçümleri (T) alınmıştır (Şekil 3-Resim 3). Birinci kaynak (K1); imamın namaz kıldırdığı mihrab önüne, ikinci kaynak ise (K2); müezzin mahfili bölümüne yerleştirilmiştir. Kaynaklar ve alıcılar yerden 1.30 cm yüksekliğinde konumlandırılmıştır. Ölçümler, standartlara uygun olarak, 9 alıcı noktasında, camide cemaat yokken gerçekleştirilmiştir.

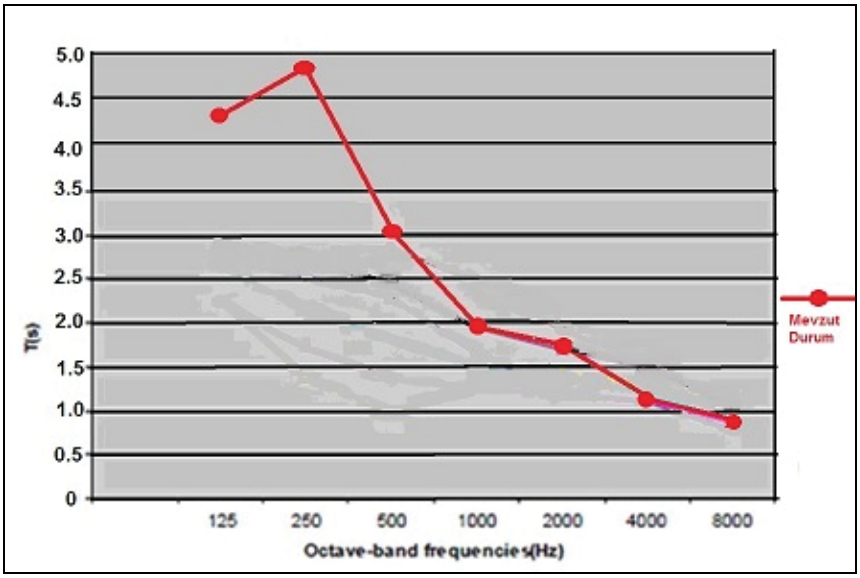


Şekil 3. Bozok Üniversitesi Erdoğan Akdağ Camii ve Külliyesi'nde Kaynak ve Alıcı Noktaları

Resim 3. Ölçümlerden fotoğraflar

Resim 3. (Devam) Ölçümlerden fotoğraflar

Reverberasyon süresi; bir hacmin akustik performansının belirlenmesinde en önemli parametrelerden biri olup, kaynak kapatıldıktan sonra sesin 60 dB sönümlenmesi için geçen süre olarak tanımlanmaktadır. Bir mekân için gerekli olan reverberasyon süresi değeri, o mekânın hacmine ve işlevine göre farklılık gösterir. Egan, konuşmanın netliği için 10 000 $m^{3'}$ten fazla hacimli ayinsel mekanlar için T değerinin 3-3.5 sn'ye yakın olmasını önermektedir [10]. Çizelge 2-3, Şekil 4'de Bozok Üniversitesi Erdoğan Akdağ Camii ve Külliyesi'nin reverberasyon süresi ölçüm sonuçları grafiği ve literatür bilgilerinin karşılaştırılması verilmiştir.



Şekil 4. 1/1 oktav bant frekanslarına göre reverberasyon süresi (T) ölçüm değerleri

Çizelge 2. 1/1 oktav bantta reverberasyon süresi ölçüm sonuçları

Frekans	125	250	500	1000	2000	4000	8000
A1 - K1	4,79	4,61	3,09	1,95	1,63	1,40	0,97
A2 - K1	4,88	5,17	3,27	2,17	1,66	1,43	0,97
A3 - K1	3,90	5,11	2,93	1,81	1,69	1,40	0,90
A4 - K1	4,36	4,42	2,98	2,10	1,71	1,40	0,91
A5 - K1	4,79	5,05	2,88	1,91	1,79	1,25	0,90
A6 - K1	4,06	4,71	3,12	2,00	1,67	1,31	0,83
A7 - K1	4,41	4,78	3,40	2,03	1,79	1,27	0,88
A8 - K1	4,25	4,66	3,02	1,92	1,58	1,29	0,92
A9 - K1	4,19	5,05	3,02	1,99	1,67	1,37	0,91
A1 - K2	3,68	5,21	2,68	1,88	1,84	1,47	0,97
A2 - K2	4,30	4,64	3,26	2,04	1,92	1,30	1,02
A3 - K2	4,35	5,09	2,94	1,91	1,75	1,43	0,99
A4 - K2	3,72	5,18	3,10	2,10	1,62	1,51	1,04
A5 - K2	4,38	4,73	3,34	1,89	1,63	1,47	1,02
A6 - K2	3,89	4,49	3,29	1,96	1,86	1,39	0,96
A7 - K2	4,29	4,35	3,10	2,07	1,68	1,31	0,95
A8 - K2	5,07	5,01	2,87	2,01	1,68	1,28	0,96
A9 - K2	4,27	5,11	2,89	1,96	1,51	1,27	0,85
ORT	**4,31**	**4,85**	**3,07**	**1,98**	**1,70**	**1,36**	**0,94**

Çizelge 3. Öneri ve mevcut reverberasyon süresi değerleri

Önerilen Reverberasyon Süresi (sn) (500-1000 Hz)		**Mevcut Durum Reverberasyon Süresi (sn) (500-1000 Hz)**
D. Egan [11]	**M. Kayılı [12]**	
3-3.5	> 2	2.52

4. SONUÇ

Yapılan çalışmada; Bozok Üniversitesi Erdoğan Akdağ Camii ve Külliyesi akustik özellikler açısından incelenmiştir. Hacim içerisinde temel akustik parametrelerden biri olan reverberasyon süresi ölçüm sonuçlarına bakıldığında (Şekil 4); alçak frekanslarda, reverberasyon süresinin istenilen değerlerin üstünde olduğu, orta frekanslarda istenilen değerlerde, yüksek frekanslarda ise istenilen değerlerin altına düştüğü görülmektedir (Çizelge 2-

Şekil 4). Burada görülen temel problem; alçak frekanslardaki uzun reverberasyon süresidir. Bu durum; konuşmanın anlaşılabilirliğini bozacaktır. Caminin doluluk durumuna göre reverberasyon sürelerinde olumlu yönde bir miktar değişim beklenmekle beraber, sözü edilen problemin kısmen devam edeceği düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

Yapılan çalışma ve ölçümler için başta hocamız Sayın Prof. Dr. Füsun DEMİREL'e, Bozok Üniversitesi'ne ve camii çalışanlarına teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

[1] Demirkale, S., Yıldırım, E., Kültür Miraslarımızdan Yeni Cami'nin Akustiği. Tasarım Dergisi, no:157.
[2] Odabaş, E., Gül, Z., Çalışkan, M., (2011). Doğramacızade Ali Paşa Camii'nin Akustik Ölçümlerle Değerlendirilmesi. 9. Ulusal Akustik Kongresi, İstanbul.
[3] Che Din, N., Abd Jalil, N.A.,Ahmad, Y., Othman R., and Otsuru, T., (2013). Measurement of the Acoustical Performance of Traditional Vernacular Mosques in Malaysia, İnternoise Congress, Austria.
[4] Doelle, L.L., (1965),. Acoustics in Architectural Design, Bibliography 29, National Research Council, Ottowa.
[5] Maekawa, Z., Lord, P.,(1994). Environmental and Architectural Acoustics, UK.
[6] http://fef.bozok.edu.tr/Default.aspx?tt=h&id=386
[7] Yıldırım, E., (2003). Yeni Camii'nin Akustik Açıdan Performans Değerlendirmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
[8] Beranek, L.L., (1989). Balanced noise-criterion (NCB) curves. Reprinted with permission from, J. Acoust. Soc. Am. vol. 86, No. 2.
[9] Long, M., (2006). Architectural Acoustics. Elsevier Academic Press, USA.
[10] TS EN ISO 3382-2: Akustik - Odaların akustik parametrelerinin ölçülmesi - Bölüm 2: Sıradan odalarda çınlama süresi (ISO 3382-2-2008).
[11] Egan, M. D. (1994). Architectural Acoustics. New York: McGraw-Hill.
[12] Kayılı, M. (2005). Acoustics Solutions in Classic Ottoman Architecture. Foundation for Science Technology and Civilisation.

Yazarlar Dizini

Akın Güler, G., Gökaltun, E. *93*
Anadolu Üniversitesi, İki Eylül Yerleşkesi, Tepebaşı/ESKİŞEHİR
gaguler@anadolu.edu.tr, egokaltun@anadolu.edu.tr

Altındaş, S. *375*
Abant İzzet Baysal Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Mim. Böl. Gölköy Kampüsü 14280 BOLU,
sedat.altindas@ibu.edu.tr

Altun, M. C., Türkay, I. *187*
İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Bölümü*, İSTANBUL*
mcemaltun@gmail.com, isilturkay@gmail.com

Avsan, D., Nart, D. *253*
İTÜ Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, İstanbul Teknik Üniversitesi,
Taşkışla Caddesi 34437 Taksim/İSTANBUL
avsan@itu.edu.tr, nartd@itu.edu.tr

Ayalp Gümüşburun, G., Öcal, M. E. *153*
Zirve Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Mimarlık Bölümü,GAZİANTEP
Osmaniye Korkut Ata Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, OSMANİYE
gldngumusburun@hotmail.com, meocal47@gmail.com

Ayaşlı Öztürk*, H., Soyluk, A.* *363*
Gazi Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Eti Mah. Yükseliş Sok. No 5, Maltepe/ANKARA
handeayasli@hotmail.com, asenad@gazi.edu.tr

Aydın, M., Yaman, H. *75*
İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, İSTANBUL
aydinmurat12@itu.edu.tr, yamanhak@itu.edu.tr

Aydoğdu, E. K. *241*
Kültür ve Turizm Bakanlığı, Muğla Kültür Varlılarını Koruma Bölge Kurulu,
Emirbeyazıt Mah. Üçler Sok. No:42 Menteşe/MUĞLA
eylemaydogdu06@gmail.com

Bashiri Hamidabad, D., Begeç, H. *401*
Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tınaztepe Kampüsü Buca/İZMİR
Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü, Doğuş Cad. No:229,
Pk:35160, Buca/İZMİR
darioush.bashiri@ogr.deu.edu.tr, hasan.begec@deu.edu..tr

Dikmen, Ç. B., Yurdugüzel, O. T *449*
Bozok Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü Divanlı Yolu,
YOZGAT Gazi Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü Maltepe, ANKARA
cigdembelgin@yahoo.com, otyurduguzel@gmail.com

Dişli, G., Özcan, Z. *337*
T.C. Başbakanlık Vakıflar Genel Müdürlüğü, Sanat Eserleri ve Y
apı İşleri Daire Başkanlığı, Milli Müdafaa Cad., 06100, No: 20/11 Kızılay/ANKARA
Atılım Üniversitesi, Güzel Sanatlar Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, Kızılcaşar Mah.,
06830, Incek/ANKARA
disli001@umn.edu.tr, zuhal.ozcan@atilim.edu.tr

Durgut, S., Orhon, A. V. *63*
Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Dokuz Eylül Üniversitesi
Mimarlık Fakültesi, İZMİR
sevdadurgut@hotmail.com, vefa.orhon@deu.edu.tr

Ekici Bektaş, B. *425-437*
Fırat Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, 23119, ELAZIĞ
bbektas@firat.edu.tr

Ekinci Dağtekin, E. *307*
Dicle Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü, DİYARBAKIR
eminedagtekin@hotmail.com

Gökçe, M. V. *53*
Niğde Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Merkez Yerleşke,
Bor Yolu, NİĞDE
vgokce@nigde.edu.tr

Güzel, N., Yılmaz Karaman, Ö. *41*
Dokuz Eylül Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Buca/İZMİR
Dokuz Eylül Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Buca/İZMİR
neslihan.guzel@deu.edu.tr, ozgul.yilmaz@deu.edu.tr

Işıkkaya, A. D., ... *117*
Yrd.Doç. Dr., Bahçeşehir Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi,
*Osmanpaşa Mektebi Sok., No:-2- 4, Çırağan Cad., Beşiktaş/*İSTANBUL
devrim.isikkaya@gmail.com

Karakul, Ö. *325*
Selçuk Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, KONYA
karakulozlem@gmail.com

Kazımov, T., Soyluk, A. *141*
Gazi Üniversitesi, Mühendis-Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü,
Celal Bayar Bulvarı, Maltepe/ANKARA
yusuf_tamo@hotmail.com, asenad@gazi.edu.tr

Koyaz, M., Altun, M. C. *173*
İstanbul Teknik Üniversitesi, Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojileri
Yüksek Lisans Programı. İSTANBUL.
İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Bölümü. İSTANBUL
minekoyaz@yahoo.com, mcemaltun@gmail.com

Oraklıbel, A., Altun, M. C. *201*
Metal Yapı A.Ş., Rüzgarlıbahçe mah. K Plaza No:2 Kat:7 Kavacık/İSTANBUL
İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Bölümü. İSTANBUL
oraklibela@gmail.com,, mcemaltun@gmail.com

Özçetin*, Z., Pektaş, S., Eminel, M.,* İlisulu*, S. G.* *473*
Bozok Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, YOZGAT
Başkent Üniversitesi Güzel Sanatlar Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, ANKARA
zuhal.ozcetin@bozok.edu.tr, sumeyra.pektas@bozok.edu.tr,
mehmeteminel@gmail.com, islekg@baskent.edu.tr

Özdemir, N. B.*, Soyluk, A.* *351*
Gazi Üniversitesi Mimarlık Bölümü ve Şehir ve Bölge Planlama Bölümü,
Eti Mahallesi No:5 Maltepe/ANKARA
bozdemir_91@hotmail.com, asenad@gazi.edu.tr

Parlak Biçer, Z. Ö., Sümengen, Ö., Selcen Karaslan, N., Öztürk*, S.* *387*
Erciyes Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü Yapı ABD 38039, KAYSERİ
parlakoz@yahoo.com, parlako@erciyes.edu.tr
osumengen@hotmail.com
Sarı, Ö., Altun, M. C. *213*
İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Çevre Kontrolü ve
Yapı Teknolojileri Y.L. Programı,
İTÜ Mimarlık Fakültesi, Taşkışla, Taksim/İSTANBUL
ozge.sari88@hotmail.com, mcemaltun@gmail.com

Savaşır, K., Orhon, A. V. *129*
Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Tınaztepe Kampüsü,
Doğuş Cad. No:209 Buca/İZMİR
kutlug.savasir@deu.edu.tr, vefa.orhon@deu.edu.tr

Sayın, M., Tavukçuoğlu, A. *461*
ODTÜ EBİ AŞ, ANKARA
ODTÜ Mimarlık Fakültesi, ANKARA
murat.sayin@odtuebi.com.tr, murat.sayin@metu.edu.tr , tayse@metu.edu.tr

Solay, S. Ç., Çelebi, G. *413*
Bursa Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, Stadyum Cad. No: 39-40
Kapalı Spor Salonu karşısı, Osmangazi/ BURSA
Alanya HEP Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi Mimarlık Bölümü,
Alanya/ANTALYA
cigdemsolay@yahoo.com, gulser.celebi@ahep.edu..tr

Soyluk, A., Sarıköse, M. *27*
Gazi Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Eti Mah.
Yükseliş sok. No: 5 Maltepe /ANKARA
Çevre ve Şehircilik Uzman Yrd.*, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Tabiat Varlıklarını*
Koruma Genel Müdürlüğü, Mustafa Kemal Mahallesi Eskişehir Devlet Yolu
(Dumlupınar Bulvarı) 9. km. (Tepe Prime Yanı) Çankaya/ANKARA
asenad@gazi.edu.tr, msarikose.12@gmail.com

Sunca, F., Akköse, M., ... *107*
Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü,
58140, SİVAS
Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
İnşaat Mühendisliği Bölümü, 61080, TRABZON
fsunca@cumhuriyet.edu.tr, akkose@ktu.edu.tr

Şahin, İ., *Toku*ç, A. *15*
İzmir İl Sağlık Müdürlüğü, Yatırımlar Şube Müdürlüğü, Hürriyet *Bulv.*
No:1 Konak/İZMİR
Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Bölümü, Tınaztepe Yerleşkesi Doğuş Cad.
No:209 Buca/İZMİR
ilknursahin235@gmail.com, ayca.tokuc@deu.edu.tr

Tavukçuoğlu, A., Düzgüneş, A., Caner Saltık, E. N., Demirci, Ş. *295*
ODTÜ, Mimarlık Bölümü, Yapı Bilimleri Lisansüstü Programı, ODTÜ,
Malzeme Koruma Laboratuvarı, ANKARA
Çankaya Üniversitesi, İç Mimarlık Bölümü, ANKARA
ODTÜ, Mimarlık Bölümü, ODTÜ Malzeme Koruma Laboratuvarı, ANKARA
ODTÜ, Kimya Bölümü, ANKARA
aysetavukcuoglu@yahoo.com, ardaduzgunes@cankaya.edu.tr,
canersal@yahoo.com.tr, sahinde@metu.edu.tr

Ulukan, M. *269*
Niğde Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Kampüs, NİĞDE
mulukan@nigde.edu.tr

Urak, G., Efe Yavaşcan, E. *281*
Gazi Üniv. *Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü*
Niğde Üniv. *Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü*
gedizu@gazi.edu.tr, emellefe@hotmail.com

Yabancı, O. *227*
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Turizm Fakültesi, Meşelik Kamp ESKİŞEHİR
oyabanci@ogu.edu.tr

Yelkenci Sert, F., Güzel, N. *3*
Dokuz Eylül Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Tınaztepe Kampüsü,
Doğuş Caddesi, No:209, Buca/ İZMİR;
fatma.yelkenci@deu.edu.tr, neslihan.guzel@deu.edu.tr