

GELENEKSEL ve ÇAĞDAŞ MİMARİ YAPILAR ÜZERİNE AKADEMİK ÇALIŞMALAR

EDİTÖR: Doç. Dr. Murat DAL

YAZARLAR

Doç. Dr. Ayça TOKU

Doç. Dr. Murat DAL

Dr. ÖĞr. Üyesi Halide Candan ZÜLFİKAR

Dr. Mehmet Serkan YATAĞAN

Arş. Gör. Murat ŞAHİN

Arş. Gör. Naide SEVİM KOŞAN

Arş. Gör. Tuba Nur OĐĐUN

Biyolog Ayşe DOLAR

Mimar Sevde Nur SERTKAYA



IKSAD
Publishing House

GELENEKSEL ve ÇAĞDAŞ MİMARİ YAPILAR ÜZERİNE AKADEMİK ÇALIŞMALAR

EDİTÖR

Doç. Dr. Murat DAL

YAZARLAR

Doç. Dr. Ayça TOKUÇ

Doç. Dr. Murat DAL

Dr. Öğr. Üyesi Halide Candan ZÜLFİKAR

Dr. Mehmet Serkan YATAĞAN

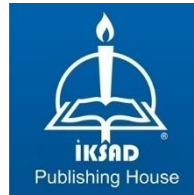
Arş. Gör. Murat ŞAHİN

Arş. Gör. Naide SEVİM KOŞAN

Arş. Gör. Tuba Nur OLĞUN

Biyolog Ayşe DOLAR

Mimar Sevde Nur SERTKAYA



Copyright © 2020 by iksad publishing house
All rights reserved. No part of this publication may be reproduced,
distributed or transmitted in any form or by
any means, including photocopying, recording or other electronic or
mechanical methods, without the prior written permission of the publisher,
except in the case of
brief quotations embodied in critical reviews and certain other
noncommercial uses permitted by copyright law. Institution of Economic
Development and Social
Researches Publications®
(The Licence Number of Publicator: 2014/31220)
TURKEY TR: +90 342 606 06 75
USA: +1 631 685 0 853
E mail: iksadyayinevi@gmail.com
www.iksadyayinevi.com

It is responsibility of the author to abide by the publishing ethics rules.
Iksad Publications – 2020©

ISBN:

Cover Design: İbrahim KAYA

June / 2020

Ankara / Turkey

Size = 16 x 24 cm

İÇİNDEKİLER

EDİTÖRDEN

ÖNSÖZ

Doç. Dr. Murat DAL..... 1

BÖLÜM 1

YAŞAYAN YAPILAR: MİSELYUM VE MİMARLIK

Mimar Sevede Nur SERTKAYA, Doç. Dr. Ayça TOKUÇ 3

GİRİŞ 5

1. MİSELYUM KOMPOZİT ÜRETİMİ..... 6

2. MİSELYUMUN YAPI MALZEMESİ OLARAK KULLANILDIĞI PROJELER 8

3. BULGULAR VE TARTIŞMA 20

SONUÇ 23

KAYNAKÇA 25

BÖLÜM 2

MİMARİ TAŞ YAPILARDA GÖRÜLEN BİYOLOJİK BOZUNMALAR

Doç. Dr. Murat DAL, Dr. Öğr. Üyesi Halide Candan ZÜLFİKAR,
Biyolog Ayşe DOLAR 29

GİRİŞ 31

1. MİMARİ TAŞ YAPILARDA BİYOLOJİK BOZUNMA TÜRLERİ 34

SONUÇ 53

KAYNAKÇA 55

BÖLÜM 3

DÖNÜŞÜM GEÇİREN TARİHİ KONUT YAPILARININ MEKÂN-DİZİM ANALİZİ İLE İNCELENMESİ: İZMİR TOPÇAN VE TÜRKER EVLERİ ÖRNEKLERİ

Araş. Gör. Tuba Nur OLGUN, Araş. Gör. Murat ŞAHİN	63
GİRİŞ	65
1. MEKÂN-DİZİM YÖNTEMİ	66
2. TOPÇAN EVİ VE TÜRKER EVİ’NİN GENEL NİTELİKLERİ.....	70
3. TOPÇAN EVİ VE TÜRKER EVİ’NİN MEKÂN DİZİM YÖNTEMİ İLE ANALİZİ	73
4. DEĞERLENDİRMELER VE SONUÇ	82
KAYNAKÇA	84

BÖLÜM 4

NAKLİYE KONTEYNERİNİN MİMARİ HACİM BAĞLAMINDA ISIL PERFORMANSI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Arş. Gör. Naide SEVİM KOŞAN	87
GİRİŞ	89
1. NAKLİYE KONTEYNERLERİNİN ISIL DAVRANIŞI.....	90
2. KONTEYNER YAPILARDA ISIL PERFORMANSI ETKİLEYEN FAKTÖRLER ..	92
3. KONTEYNER YAPILARDA KULLANILABİLECEK ISI YALITIM MALZEMELERİ	95
4. KONTEYNER YAPILARIN FARKLI İKLİMLERDEKİ TASARIMI	109
SONUÇ	121
KAYNAKLAR	122

BÖLÜM 5

TÜRK İNŞAAT SEKTÖRÜNÜN FLEKSİBİLİTESİ

Dr. Mehmet Serkan YATAĞAN	127
GİRİŞ	129
1. İNŞAAT PROJELERİ	131
2. 1980'DEN GÜNÜMÜZE TÜRK İNŞAAT SEKTÖRÜNDEKİ DEĞİŞİMLERE GÖRE KAPASİTESİNİN İNCELENMESİ	139
3. BİNA MALİYETLERİ DEĞİŞİMİ	163
4. İNŞAAT MALZEMELERİNİN GENEL GÖRÜNÜMÜ	164
5. KONUT SEKTÖRÜNÜN 1980'DEN 2000'Lİ YILLARA KADAR OLAN KAPASİTESİ.....	165
SONUÇ	167
KAYNAKLAR	168

ÖNSÖZ

Mimari yapılar hem bilimsel standartlara uygun hemde sanatsal olarak inşa edilmiş eserlerdir. Bir mimari yapının; estetik, emniyetli, işlevsel, ekonomik, depreme dayanıklı, çevresel etkilere karşı dirençli, çevre ile uyumlu, sürdürülebilir, ekolojik, ergonomik vb. gibi pek çok parametreyi taşıması gerekmektedir. Mimari yapılar adeta bir canlı organizma gibi kendini sürekli teknolojik, çevresel, toplumsal, kültürel gelişmelerin gereklerine uygun olarak yenilemektedirler. Tarihten günümüze mimari yapılar çağın gelişimine göre değişim ve gelişim göstererek insanların ihtiyaçları doğrultusunda tasarım, malzeme ve yapım tekniği açısından sürekli olarak yenilenmektedirler. Mimari yapılarda iç ortam, yapı kabuğu ve dış çevre olmak üzere üç ana unsurun detayları çağın gereklerine uygun olarak sürekli iyileştirilmektedir. Mimari yapılar; malzeme, yapı bileşeni, yapı elemanı, yapı, kent, bölge ölçeklerinde ele alınarak geleneksel mimari örneklerden esinlenerek gelişmiş teknolojilerin kullanılması ile çağdaş mimariye taşınmaktadır. Dijital çağda insan ihtiyaçlarının değişmesi ile mimari yapılarda gerçekleşen değişim ve dönüşüm, sürdürülebilir akıllı yüksek mimari yapılara olan yönelimi arttırmıştır. Mimari yapılardan istenen özellikler arttıkça paydaşlar artmaktadır. Bu da farklı disiplinlerin mimari yapıların; tasarım ve yapım süreçlerinde rol almasını gerektirmektedir. Çağımızda daha yaşanabilir bir dünya için mimari yapıların tüm detaylarının ilgili alanda uzman kişilerin ve tüm paydaşların katkıları ile tasarlanıp inşa edilmesi konforlu bir yapı için bir zorunluluk olmuştur.

Bu kitapta genel olarak; geleneksel yapıların gelecek kuşaklar için uygun şekilde korunumu, çağdaş mimaride ekolojik yeni malzeme arayışları, atık malzemelerin mimaride yeniden kullanımı, çevresel etkilerin yapı malzemelerinde yarattığı sorunlar, inşaat sektörünün geçmişten günümüze değişimi ana temaları irdelenmiştir. Kitabın; birinci bölümünde çağdaş mimaride yeni malzeme arayışları, miselyum kompoziti ve tarımsal atıkların geliştirilerek alternatif bir yapı malzemesi olarak mimaride kullanımı vurgulanmıştır. İkinci bölümünde mimari kagir taş yığma yapılarda kullanılan doğal taş malzemelerinin mikrobiyolojik ve yüksek bitkilerin yapı strüktürüne ve yapı malzemelerinde oluşturduğu hasar ve bozunmalar ele alınmıştır. Üçüncü bölümde geleneksel Levanten evlerinin gelecek kuşaklara aktarılması amacı ile yapıların karakteristik özellikleri, mekanlarda yaşanan değişim ve dönüşümler irdelenmiştir. Dördüncü bölümde atık nakliye konteynirlerinin farklı iklim bölgelerinde bu yapılara uygun ısı yalıtım malzemesinin seçilmesi ve mimaride kullanımı irdelenmiştir. Beşinci bölümde geçmişten günümüze inşaat sektöründe yaşanan gelişmeler ve yapı sektöründeki değişimler üzerinde durulmuştur.

“GELENEKSEL ve ÇAĞDAŞ MİMARİ YAPILAR ÜZERİNE AKADEMİK ÇALIŞMALAR” adlı kitabın okuyucu için faydalı olmasını temenni ederim.

Haziran 2020

Doç. Dr. Murat DAL

BÖLÜM 1

YAŞAYAN YAPILAR: MİSELYUM VE MİMARLIK

Mimar Sevde Nur SERTKAYA¹
Doç. Dr. Ayça TOKUÇ²

¹ Dokuz Eylül Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, İzmir, Türkiye.
sevdenuksertkaya@hotmail.com

² Dokuz Eylül Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, İzmir, Türkiye.
ayca.tokuc@deu.edu.tr

GİRİŞ

Yapılı çevre, ekonominin ve sosyal yaşamın temel bileşenlerinden biridir. Yapılı çevre oluşturulmasında ve sürdürülmesinde büyük miktarlarda malzeme ve enerji tüketilmektedir. İnşaat sektöründeki artan talep, beraberinde yapı malzemesindeki tüketimini de arttırmaktadır. Dünya genelinde, inşaat işlerinde, litosferden çıkarılan hammaddelerin %60'ı tüketilmekte, ayrıca, minerallerin çıkarılması, Dünya'nın doğal stoğunun ekserjisinde önemli bir azalmaya neden olmaktadır (Bribián vd., 2011). Günümüzde, inşaat sektöründe kullanılan malzemeler çoğunlukla yenilenemeyen kaynaklardan gelmektedir (Huang vd., 2017). Bu malzemeler sürdürülebilir olmadıkları gibi geri dönüşüm potansiyellerinin düşük olması sebebi ile çevre kirliliğine yol açmaktadır. Azalan kaynaklar, artan maliyetler, iklim değişikliği ve çevresel hasara karşı alternatif malzemelere ihtiyaç vardır (Jones vd., 2017). Malzeme üretimi sebebiyle çevreye verilen zararı azaltmak için kaynaklardan sürdürülebilir bir biçimde faydalanılmalıdır.

Ekolojik ayak izini azaltacak sürdürülebilir inşaat malzemeleri geliştirilmesinde, doğadan faydalanan yeni teknolojiler öne çıkmaktadır. En yeni ve en umut verici çalışmalardan biri, organik atıklardan beslenen miselyum kompozittir. Mantarlar, doğada kendiliğinden yetişen ve ayrıştırıcı özellikleri sayesinde yeryüzünün geri dönüşüm makineleri olarak çalışan canlılardır. Toprak altındaki mantarın kökleri, bağlayıcı özellik göstererek yayılır. Miselyumun bu bağlayıcı özelliği malzeme üretiminde de kullanılır (Ross, 2018).

Miselyum kompozitte, mantarların vejetatif kısmının bir substrat üzerine yayılması veya nüfuz etmesi ile oluşan hif ağı bağlayıcı görevi yapar. Bu hif ağı *miselyum* olarak adlandırılır. Miselyum kompozitleri, organik atıkları düşük maliyetli ve çevre dostu malzemelere dönüştürmek için geleneksel yapı malzemesi üretiminde kullanılan pahalı ve enerji yoğun üretim süreçlerinden ziyade biyolojik büyümeyi kullanmaktadır (Jones vd., 2017).

Literatürde miselyumdan malzeme üretimi ile ilgili çok sayıda çalışma mevcuttur ancak bu malzemelerin yapı üretiminde kullanıldığı gerçekleştirilmiş örnekler sınırlı sayıdadır. Bu çalışmada miselyumdan elde edilebilecek yapı malzemelerinin tasarım ve kullanım olanaklarının araştırılması amaçlanmaktadır. Başlangıçta mantar yapısı ve üretim koşulları konusunda yapılan deneysel araştırmalar ve literatür çalışmaları incelenmiştir. Bu çalışma kapsamında miselyum kompozit malzeme kullanılarak gerçekleştirilmiş beş proje ele alınarak mantar ve atık ile üretilen yapı malzemesinin kullanıma uygunluğu ve sentetik malzemelere bir alternatif olup olmayacağı araştırılmıştır.

1. MİSELYUM KOMPOZİT ÜRETİMİ

Mantarlar, her yerde bulunan ökaryotik mikroorganizmalardır. Morfoloji ve yaşam tarzında çeşitlilik gösterirler. Birçok mantar türü, selülozik biyokütleyi parçalayarak ve karbonu geri dönüştürerek karasal ekosistemlerde madde ve besin geri dönüşümünde temel bir rol oynamaktadır. Miselyum kompozit, son on yılda artan akademik

ve ticari çıkarları çeken yeni bir tür, ekonomik ve çevresel olarak sürdürülebilir bir malzemedir. Metabolik ve fizyolojik özellikleri göz önüne alındığında, büyük bir biyoteknolojik potansiyele sahiptirler ve insan kaynaklı çevresel zorluklara esnek, verimli ve uygun maliyetli çözümler sunulmasında faydalanılabilirler. Miselyum tabanlı malzemelerinin kullanımındaki avantajlar, düşük enerji üretim sürecine ve biyolojik bozunabilirliğine ek olarak düşük maliyeti ve yoğunluğudur.

Miselyum kompozit üretiminde, substratlar ilk olarak nemlendirilir, çünkü nem mantar büyümesi için çok önemlidir. Substrat daha sonra, düşük enerjili mekanik işlemler kullanılarak (mutfak blenderi vb.) gereksinimlere ve üretim ölçeğine bağlı olarak öğütülerek büyüme yüzey alanını arttırmak için homojenleştirilir (Elsacker vd., 2019). Sonrasında substratın sterilize edilmesi önemli bir aşamadır. Bu işlem, fırında yüksek sıcaklık koşullarında veya substratı sulu tutan basınçlı bir cihaz kullanılarak tamamlanabilir. Hidrojen peroksit (H_2O_2) gibi kimyasallar da substratı sterilize etmek için kullanılabilir, ancak diğer sterilizasyon yöntemlerine göre daha az etkilidirler ve bu nedenle daha yüksek kirlenme oranlarına neden olur (Jones, 2019).

Sıvı bir solüsyondaki miselyum sporları veya buğday taneleri gibi besin bakımından zengin bir substrat üzerinde yetiştirilen sporlar genellikle kalıp içinde bulunan lignoselülozik malzemeye eşit olarak dağıtılarak aşılır. Aşılamadan sonra, kalıplar, kullanılan mantar türlerine, substrata ve istenen bağlanma derecesine bağlı olarak

günlerden aylara kadar bir büyüme periyodu için $\sim 25-27^{\circ}\text{C}$ 'de büyümeye bırakılır. Büyüme periyodundan sonra, kompozit malzemeler kalıplardan çıkarılabilir ve mantarı etkisizleştirmek için sıcak preslemeyle, fırında veya havada kurutulabilir (Jones, 2019). Kalıp içinde üretim en yaygın kullanılan yöntem olmakla birlikte farklı üretim yöntemleri de mevcuttur ve yine genellikle steril bir substrat üzerinde bir süre büyümesine dayalıdır (Cerimi vd., 2019). Katı organik substratlar üzerinde miselyum yetiştirirken, hem hammaddede (örneğin jüt, keten veya saman) bulunan üç boyutlu iç içe geçmiş doğal takviye lifleri açısından hem de filamentli misel hücrelerden oluşan hafif bir kompozit elde edilir (Elsacker vd., 2020). Miselyum kompozitleri tipik olarak, zayıf organik dolgu maddelerinin ve biyolojik matrisin kullanımına ve yavaş bir biyolojik üretim sürecine atfedilen köpük benzeri mekanik özelliklere sahiptir. Bu, mevcut uygulamalarını önemli ölçüde sınırlamaktadır. Bazı çalışmalarda bu kompozit yapı başka lifli malzemeler (örneğin kumaş) ile desteklenerek sandviç elemanlar üretilmektedir. Miselyum malzemelerin yapısal özellikleri ile ilgili detaylı tartışma için Giromette vd. (2019)'a bakınız.

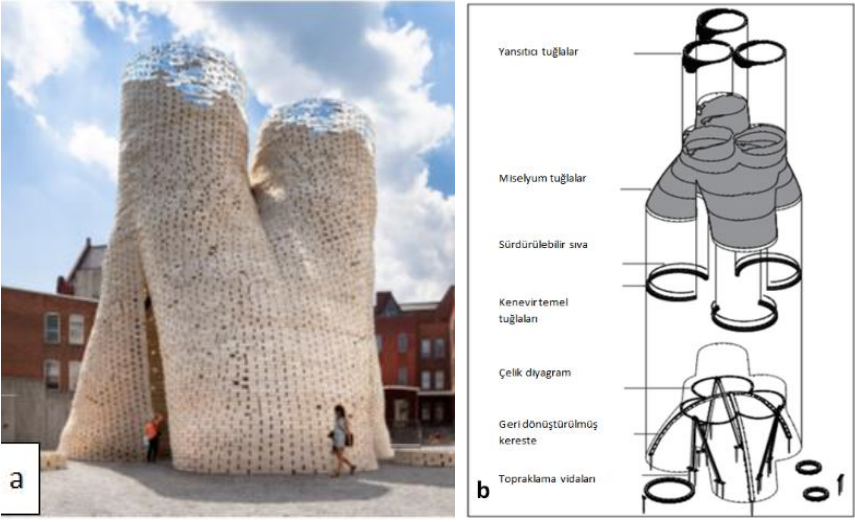
2. MİSELYUMUN YAPI MALZEMESİ OLARAK KULLANILDIĞI PROJELER

Son birkaç on yılda, ürün tasarımında yeni biyo tabanlı malzemelerin kullanılması ile yenilenebilir olmayan doğal kaynakların kullanımını azaltacak küresel bir sürdürülebilir kalkınma stratejisi benimsenmiştir.

Bu yenilikçi biyo tabanlı alternatifler arasında mantar miselyumu giderek daha fazla kullanılmaktadır. Miselyum tasarımcılar tarafından çeşitli sektörlerde ilgi görmüştür. Bunlar arasında tekstil, ambalaj, mobilya ve yapı-inşaat sektörü bulunmaktadır. Bu alternatif malzeme, tasarımcının rolünü pasif bir alıcıdan, aktif bir malzeme yapımcısına değiştirmiştir (Karana vd., 2018). Bu çalışmada miselyumun yapı malzemesi olarak kullanıldığı örnek projeler incelenmiştir. Bu projelerin ne zaman ve nerede yapıldıkları, kullanılan mantar ve atık çeşitleri, miselyumun yapıda kullanımı ve üretim yöntemleri üzerinde durulmuştur.

a. HY-FI

Hy-Fi 2014 yılında New York'ta Moma PS1'da Genç Mimarlar Programı için David Benjamin tarafından tasarlanmıştır. Misel tuğladan yapılmış bu bina yaz aylarında sergilenmiştir. Neredeyse hiç karbon ayak izi olmayan ve çok düşük enerji gerektiren tuğlalar miselyum ve atık malzemelerle yapılmıştır. Hy-Fi'nin baca şeklindeki tasarımı (Şekil 1) iklim kontrolünün sağlanmasına yardımcı olur. Kulenin tepesinde ışığı kulenin içine yansıtarak aydınlatmaya yardımcı olmak amacıyla yansıtıcı tuğlalar kullanılmıştır (Rodgers, 2014).Yapının ayrıştırılmış şeklinden de görüldüğü gibi (Şekil 1b) kulenin tamamı sürdürülebilir malzemelerden inşa edilmiştir. Bu yeni yapı malzemesi miselyum, büyüyerek son halini alır ve yapı yaşam döngüsünün sonunda kompostlama yoluyla dünyaya geri döner. İnşa edilen pek çok yapının aksine proje, ortadan kalkacak şekilde tasarlanmıştır (Benjamin, 2015).



Şekil 1 a. HY-FI kulesi(Benjamin, 2015) b. Ayrıştırılmış aksonometri (Benjamin, 2015'ten uyarlanmıştır)

HY-FI, atık olarak mısır sapları ve mantar olarak ecovative firmasının ürettiği genetik özelliği değiştirilmiş yeni bir tür kullanılarak yapılmıştır. Aynı zamanda bu yapı ecovative firmasının mantarıyla açık havada sergilenmiş ilk mimari projedir. Yapıda 10.000 tuğla kullanılmıştır. Bu tuğlaların özellikleri Tablo 1'de verilmiştir. Bu değerlere göre düşük yoğunluğa sahip miselyum tuğlalar termal yayılım ve termal iletkenlikleriyle ön plana çıkmaktadırlar. Tuğlalar, hızlandırılmış yaşlandırma odasında UV ve ıslak-kuru döngülerine üç yıl maruz bırakılmış, bu süre sonunda malzeme mekanik özelliklerinde değişim olmayacağı tespit edilmiştir. Dayanıklılık için elde edilen üç yıllık süre süre ise uzun ömürlü projelerde kullanım yeterli olmayacaktır. Yapılacak biyolojik ve deneysel çalışmalarla giderilmesi gereken eksikliklerden biri de bu yaşam süresidir. Pavyonun sökülmesinden sonra tuğlalar toprak üzerine serilmiş ve 60

gün içinde doğada kayboldukları gözlenmiştir (Blunston, 2014).

Tablo 1. HY-FI miselyum tuğla özellikleri (Benjamin, 2015)

Boyutlar	43x18x10 cm
Ağırlık	680 gr
Yoğunluk	0,11 g/cm ³
Sıkıştırma	1000 psi'ye kadar malzeme sertliği kaybı
Mukavemeti	olmaz
Esneklik Modülü	200psi
Gerilme direnci	30psi
Nem emilimi	% 3'ten az
Termal iletkenlik	Betondan 2-8 x daha az
Termal yayınım	Betondan 10-40 x daha az

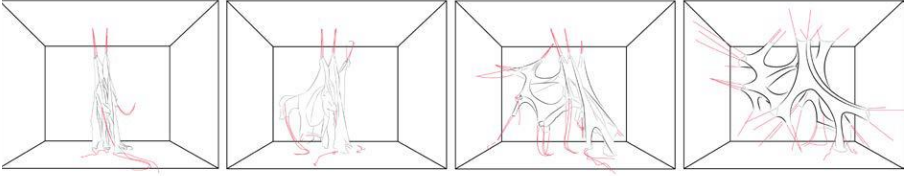
b. Alveosis

Alveosis, Nilüfer Kozikoğlu ve Urban Atölye tarafından tasarlanan, boru şeklinde bir ağ yapısıdır. 22 Eylül - 13 Ekim 2017 tarihleri arasında düzenlenen IV. Antalya Uluslararası Mimarlık Bienali'nde ziyaretçilere sunulan ürün (Şekil 3), gölgelik ve çardak köşk uygulamaları ile cephelerde kullanılabilecek yeni bir sistem olarak tasarlanmıştır (Binici, 2018).

Çok yönlü boru yapısının adı olan Alveosis, bir tekstil kalıp içerisinde mantar miselleri gibi canlıların büyütülmesini içeren yenilikçi bir teknikle üretilmiştir. Tekstil kalıp, 3x3x5m metal çerçeve içinde birden çok yönde çekme örgü geometrisini destekleyen bireysel halatlar tarafından askıya alınmıştır (Şekil 4). Halatların yerleri ve kalınlıkları, yerçekimi için tanımlanan oryantasyona göre dijital model ile kontrol edilmiştir.



Şekil 3 Alveosis (mimarizm.com, 2017)



Şekil 4 Tekstilin asılma stratejisi (Kozikoglu vd., 2018)

Kumaşın asılma noktalarının görüldüğü şekilde belirlenen sınırlar içerisinde istenilen tasarım gerçekleştirilmiştir. Gerilen kumaşın içi talaş ve miselyum ile doldurulmuştur. Gerilmiş olan bu forma 3 cm cam elyaf takviyeli beton (GFRC) tabakalar halinde püskürtülerek yapının sertleşmesi sağlanmıştır. Stres bölgeleri ve duvar kalınlığı için yapılan analizlerle yapısal değerlendirme gerçekleştirilmiştir. Miselyum, yapıda dolgu görevi görmesi için kullanılmıştır, ancak iklim koşulları iyi planlanmadığı için miselyumun büyümesinde istenen verim elde edilememiştir (Kozikoglu vd., 2018).

c. MycoTree

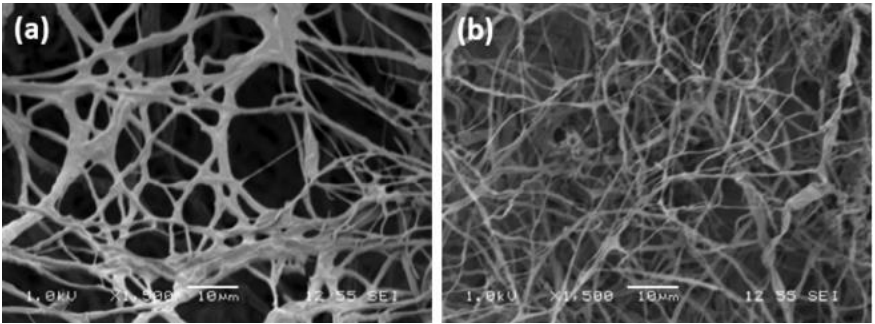
Karlsruhe Teknoloji Enstitüsü (KIT) Sürdürülebilir İnşaat kürsüsü, İsviçre Federal Teknoloji Enstitüsü (ETH) Zürich Blok Araştırma Grubu ve Singapur Gelecek Şehirler Laboratuvarı (FCL)'nın yetiştirilmiş malzemeler ile yeni tasarım fırsatlarını keşfetmek için ortak çalışması olan MycoTree 2017 yılında Seul'deki Mimarlık ve Şehircilik Bienali'nde sergilenmiştir (Heisel vd., 2017).

MycoTree, çekme yüklerine dayanıklı olmayan miselyum bileşenlerin sadece basınç yükü taşıdıkları uzamsal dallanmalı bir yapıdır (Şekil 5). Bu geometri, malzemenin sadece basınca çalışmasını sağlamak için 3B grafiksel bir yazılımla tasarlanmıştır. Sadece miselyum ve bambu kullanılan yapıda çekme gerilmeleri bambu birleşim noktaları tarafından karşılanmaktadır. Geometri yoluyla misel malzemenin yapısal ve güvenli bir şekilde kullanılma olanağı gösterilmiştir (Heisel vd., 2017).



Şekil 5 MycoTree dallanma yapısı (Heisel vd., 2017)

KIT ve FCL'deki araştırma faaliyetleri, substrat olarak tarımsal atık ürünleri kullanan miselyum tabanlı yapı bileşenleri geliştirmeye odaklanmaktadır. Bu çalışmada, elemanlar *Ganoderma Lucidum* mantarı ile üretilmiştir. MycoTree için kullanılan miselyum kompozit Endonezya'daki Mycotech şirketi ile işbirliği içinde üretilmiştir. Bölgesel gıda endüstrisinden elde edilen talaş ve lifli atık ürünlerin substrat olarak kullanılabilmesi araştırılmıştır. Çeşitli substrat bileşimleri, değişen koşullar altında büyütülmüş ve tek eksenli bir test makinesi kullanılarak sıkıştırma testlerine (ASTM D3574'e göre) tabi tutulmuştur. Şeker kamışı ve manyok kökü karışımı üzerinde yetiştirilen (Şekil 6) materyal, nispeten iyi performans göstermiş ve uygulama için seçilmiştir. Bu malzemenin yoğunluğu 440 kg/m^3 olup, % 5 gerilimde 0,61 MPa basınç dayanımına sahiptir (Heisel vd., 2017).



Şekil 6 (a) talaş (b) atık şeker kamışı ve manyok kökü : substrat üzerinde yetiştirilen misel bağlı malzeme yüzeylerinden SEM (1500 x büyütme) görüntüleri (Heisel vd., 2018)

Miselyum bileşenleri hem kendi ağırlıklarını hem de ızgaranın ağırlığını basınç altında taşımak üzere tasarlanmış olsa da, üstteki ızgara esas olarak çekmeye çalışır; dallanan doğrusal miselyum, elemanları bir arada tutar ve devrilmelerini önler. Bu ızgara, CNC ile kesilen 8 mm kalınlığında bambu kompozit levhalar kullanılarak inşa edilmiştir. Montaj kolaylığı ve bağlantıların en aza indirilmesi için, ızgaranın tüm bağlantıları, yerinde kolayca monte edilebilen ve basit kitleme elemanları ve ahşap dübellere kullanılarak sabitlenebilecek şekilde tasarlanmıştır (Heisel vd., 2018).

MycoTree ile geometri sayesinde basınca dayanan malzemeyi yağma dışında güvenli bir şekilde kullanma imkânı açılmıştır. Sonuçta bilinçli yapı tasarımı ve yenilenebilir kaynaklarla kurulan strüktür daha sürdürülebilir bir inşaat sektörü için bir alternatif oluşturmuştur (Heisel vd., 2018).

d. Mushroom Sausages

Çevre odaklı mimarlık firması Astudio ile Aleks Vesaluoma miselyum kullanarak çevre dostu yeni bir tasarım geliştirmişlerdir (Şekil 7). Yapıda karton ile karıştırılmış istiridye mantarı kullanmışlardır. Malzemeyi pamuklu bandaj kullanarak tüp şeklinde "mantar sosisleri" olarak adlandırdıkları kalıba doldurarak yetiştirmişlerdir. Daha sonra uzun sosisleri bir kalıp üzerine yerleştirmiş ve havalandırılmalı bir sera içinde dört haftalık bir süre boyunca büyümeye bırakmışlardır. Vesaluoma'ya göre, ortaya çıkan yapı "tutkal gibi birbirine bağlanır" ve daha yaygın olarak kullanılan

inşaat yöntemlerine ve malzemelerine çevre dostu bir alternatif sağlayabilir (Cox, 2017).

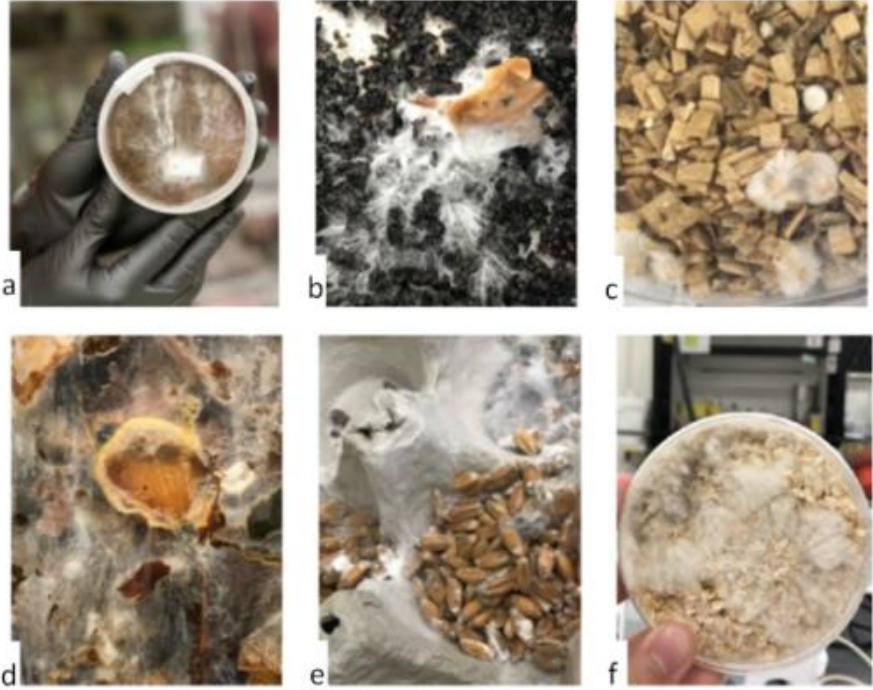


Şekil 7 Mushroom Sausages ve üzerinde büyüyen mantarlar (Cox, 2017).

Yapısal özgünlüğe ek olarak, bu yapıdan şapka veren mantarlar hasat edilebilir ve yenilebilir. Vesaluoma'ya göre, bu tür bir yapı festivaller için biyolojik olarak parçalanabilir binalarda veya mantarların önemli bir bileşen olduğu bir pop-up cafede kullanılabilir. Vesaluoma ayrıca, bunun gibi deneylerin sıfır atık yoluna giden yolu işaret edebileceğine belirtmiştir (Mok, 2017).

e. NASA Myco-architecture off planet

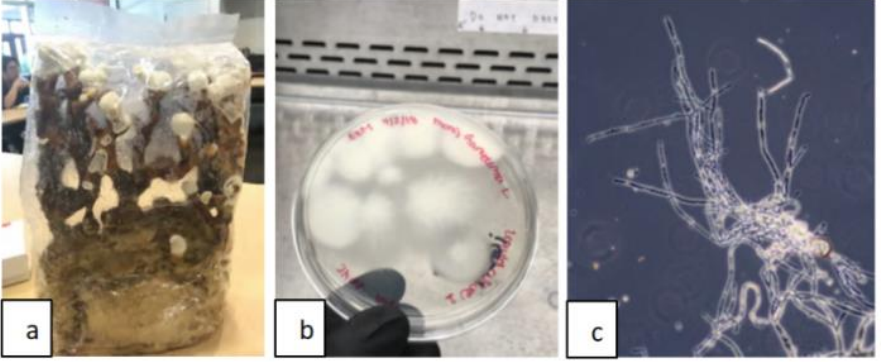
NASA, bu proje ile uzun süreli Mars ve ay görevlerinde kendini geliştirebilecek ucuz, hafif ve hızlı büyüyen bir malzeme elde etmeyi amaçlamıştır. Aynı zamanda, bu malzeme ile kendi kendini iyileştiren bir canlı kabuk elde etmek istenmektedir. Ek olarak, bu malzemeden enerji ve besin maddeleri üretilip fayda sağlanabilir. Bu sebeplerle NASA miselyum üzerinde çeşitli biyolojik çalışmalar yaparak malzemenin dünya dışındaki yapılarda kullanılmaya uygunluğunu test etmiştir. *Ganoderma Lucidum* mantar cinsi seçilerek çeşitli atık substratlarda büyümesi deneysel olarak araştırılmıştır (Şekil 8). Bu test sonuçları miselyumun hemen hemen her türlü organik atıkta yetişebileceğini göstermiştir (Rothschild vd., 2019).



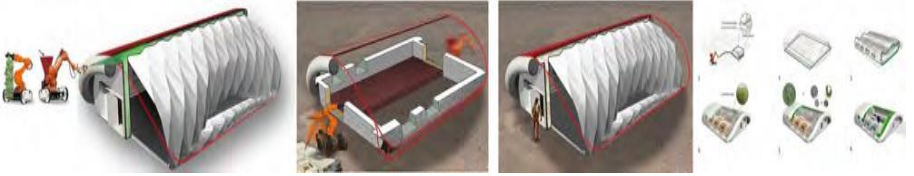
Şekil 8 *Ganoderma lucidum*'un çeşitli yüzeylerde büyümesi: a, Mars regolith toprağı. b, Kullanılmış kahve telvesi. c, Talaş atığı. d, Bahçe Atıkları. e, Bir yumurta kartonunda karışık tohumlar. f, Kinoa gevreği (Rothschild vd., 2019)

Bir miselyum kültürü iyi kurulduktan sonra, miselyum parçaları tek bir kaynak plakadan ekstrakte edilmiş ve Patates Dekstroz Agardan plakalara aktarılmıştır. Bu sayede, miselyum plakaların kontaminasyon riski azaltılmıştır. Şekil 9'da hazırlanmış bir miselyum kültürü yer almaktadır. Buradaki meyve veren kısımdan alınan miselyum parçaları ile şekil 9 b'de görülen saf miselyum üretimi gerçekleştirilmektedir. Şekil 9 c'de ise miselyum hiflerinin mikroskopik görüntüsü verilmiştir (Rothschild vd., 2019).

Miselyumun, astronotların başka bir gezegende yaşayabileceği bir evin yapım malzemesi olma potansiyelini taşıdığı sonucuna varılmıştır. Miselyumun büyümesi için gerekli olan oksijenin, fotosentetik bir organizma olan siyanobakteriler tarafından üretildiği simbiyotik bir büyüme modeli önerilmiştir. Yaşam alanının tasarımı Redhouse Studio tarafından gerçekleştirilmiştir. Ekip, büyüme ortamını kontrol eden ve Mars'ta çevre kirliliği yaratmayacak hafif bir barınak için açılır bir torba benzeri tasarım üzerinde çalışmıştır (Şekil 10) (Rothschild vd., 2019).



Şekil 9 a, Meyve vermiş *Ganoderma lucidum* canlı kültürü. b, *Ganoderma Lucidum* Miselyum plakası.c, *G. lucidum* miselyumunun mikroskopik görüntüsü (Rothschild vd., 2019)







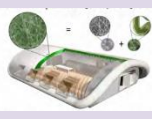
Şekil 10 Redhouse tarafından geliştirilen tasarım (Rothschild vd., 2019)

Tasarım sırasında dikkat edilen noktalar taşınabilir, hafif, pratik bir çözüm önerisi bulmak olmuştur. Miselyumun ve siyanobakterilerin yetiştirildiği alan dış kabuk olarak düşünülmüştür. Çözüm önerisi Şekil 10’da gösterilen katlanır tasarımda görülmektedir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

İncelenen projeler Tablo 2’de kısaca derlenmiştir. Yakın zamanda gerçekleştirilen bu projelerin ortak amacı miselyum kullanarak çevre dostu bir tasarım gerçekleştirmek ve fosil tabanlı kaynaklardan elde edilen malzemelere alternatif bir malzeme önerisi sunmaktır.

Tablo 2. Miselyum Kullanarak Tasarlanan Projeler

Projenin Adı	HY-FI	Alveosis	MycoTree	Mushroom Sausages	NASA Myco-Architecture off Planet
Projenin Görseli					
Yapım Yılı	2014	2017	2017	2017	2018
Yapım Yeri	New York	Antalya	Seul	Londra	Mars-Ay (tasarım)
Mantar Türü	Ecovative	<i>Pleurotus Ostreatus</i>	<i>Ganoderma Lucidum</i>	<i>Pleurotus Ostreatus</i>	<i>Ganoderma Lucidum</i> -Ecovative
Subtrat Cinsi	Mısır koçanı	Talaş	Şeker kamışı ve Manyok kökü	Karton	Kenevir
Yapıda Kullanımı	Yığma tuğla	Dolgu	Modüler iskelet	Sarmal	Cephe kaplaması
Üretim yöntemi	Kalıp ile geleneksel tuğla (kurutulmuş)	Askıda kalıp içinde büyütme	Kalıp ile modüler biçim (kurutulmuş)	Tübüler kalıp içinde büyütme (canlı)	Tasarıma göre yönlendirilmiş büyüme (canlı)

Miselyum, lifli bir malzeme olan, dallanma yapısında, iplik benzeri hiflerden oluşan mantarların vejetatif kısmıdır. Ticari olarak üretilen misel malzemeler yalıtıcı olarak bilinmektedir, bunun yanısıra zehirli gaz üretmezler ve yangın geciktiricidirler. Miselyum kompozit yapılarda tuğla şeklinde yığma duvar yapımında, boşluklu yapılarda dolgu malzemesi olarak, modüler üretim yöntemiyle birbirine montajlanarak veya tübüler şekillerde canlı veya kurutulmuş olarak kullanılabilir. Bu örneklerde farklı mantar türlerinin farklı malzeme üretim yöntemleri ve yapım biçimleriyle kullanıldığı görülmektedir.

HY-FI projesinde kullanılan miselyum ecovative firması tarafından biyoteknoloji laboratuvarlarında geliştirilen özel bir türdür. Ambalaj, yapı malzemesi tekstil ve yiyecek gibi çeşitli sektörlerde üretim yapan firmanın kendilerine ait patentli özel miselyum-substrat karışımları bulunmaktadır. Alveosis ve Mushroom Sausages'ta kullanılan *Pleurotus Ostreatus* cinsi istiridye mantarı olarak da bilinmektedir. Ülkemizde yaygın olarak bulunan ve gıda sektöründe de sıkça kullanılan bir türdür. MycoTree ve NASA'ya ait projelerde kullanılan *Ganoderma Lucidum*'un tercih edilme sebepleri arasında dayanıklı bir yapıya sahip olması ve hızlı büyümesi gelmektedir. Binlerce yıldır ilaç-tedavi sektöründe kullanılan bu mantar, miselyum kompozit yapımında da sıkça kullanılmaktadır.

Projelerde substrat olarak çeşitli atık türlerinin kullanımı üzerine denemeler yapılmıştır. Tarım atıkları tercih edilirken, selülozik yapıda atık kullanmak mantarın beslenebilmesi için önemlidir. Kullanılan atık türlerinin mantarın büyüme hızına büyük bir etkisi gözlenmemiştir. Ancak kullanılan atık türleri sonuç ürünün fiziksel, kimyasal ve mekanik özelliklerini etkilediği için tasarım sürecinde atık türleri ile ilgili deneysel çalışmalar yapıldığı MycoTree ve NASA örneklerinde görülmüştür. HY-FI örneğinde ise bu çalışmaların tasarım süreci öncesinde gerçekleştirilerek malzeme özellikleri belirlenmiştir. HY-FI projesinde gözlemlendiği üzere, miselyumun doğada çok kısa sürede kaybolabilmekte ve çevre kirliliği oluşturmak yerine doğada kendiliğinden bulunan bileşiklere ayrılmaktadır. Bu özelliği ile alternatif yapı malzemeleri arasından öne çıkmasına rağmen, malzeme ömrünün sınırlı olması negatif yönde bir etki oluşturmaktadır. Yaygın kullanımı halinde atık tüketimi konusunda geniş bir yelpazede pozitif yönde bir katkısı olabileceği öngörülmektedir.

Değişik yöntemlerle inşa edilebilen miselyumun tasarım konusunda oldukça esnek bir malzeme olduğunu söylemek mümkündür. HY-FI projesinde kullanılan kalıba koyularak verilen şekille geleneksel tuğla şeklindeki üretimlerin yanı sıra, Alveosis projesindeki gibi dolgu olarak kullanılmaya da uygundur. Ayrıca, miselyumun çekme dayanımındaki eksikliği tasarımsal yollarla giderilebilir.

Miselyumun genel olarak iki şekilde kullanıldığını söylebiliriz; canlı veya kurutulmuş. Besin ve su takviyesi yapıldığı sürece büyümeye devam eden miselyum zaman içinde şapka oluşturarak meyve verir.

Kurutulduğu zaman ölen miselyumlar ise yapısal bütünlüğünü belirli bir süre daha sürdürmeye devam etmektedir.

Elde edilen sonuçlara göre miselyumun yapı malzemesi olmaya pek çok açıdan uygun olduğu görülmüştür. Fakat hala geliştirilmesi gereken konular (malzeme ömrü, statik ve mukavemet vb.) olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, miselyum ile üretilen yapı malzemelerinde, yaygın kullanılan yapı malzemesi üretim süreçlerinde en fazla gömülü enerjiye neden olan hammadde çıkarımı ve yüksek sıcaklıklarda işlem görme üretim süreçleri olmadığı için malzeme üretiminde enerji gereksinimi düşük ve beraberinde düşük karbon salımı ile miselyumun çevre dostu bir alternatif olabileceği düşünülmektedir.

SONUÇ

Sentetik malzemelere çevre dostu bir alternatif arayışında biyo tabanlı malzemelere büyük bir yönelim vardır. Çalışmada miselyum kompozitin üretim yöntemi ve büyüme koşulları hakkında genel bilgi verilerek miselyum kullanarak gerçekleştirilen projeler incelenmiştir. Farklı mantar türlerinin, farklı şekillerde kullanıldığı bu projelerin yapısal özellikleri ve üretim yöntemleri araştırılmıştır.

Miselyum kompozitinin üretimi sırasında ekstra bir enerjiye ihtiyaç duymaması malzemeyi geleneksel yapı malzemelerine göre ekonomik ve daha düşük çevresel etkiye sahip hale getirmektedir. Miselyum doğada hızla kaybolmasıyla projelerde yapısal atık kaynaklı çevre kirliliğine bir çözüm olarak önerilmiştir. İhtiyaç duyulan şekle göre tasarlanan miselyum kompozitler bazen yapının tamamlayıcı bir

parçası bazen de yapının ana malzemesi olarak kullanılmıştır. Projelerde malzemenin termal iletimi, basınç ve çekme kuvveti altındaki davranışları ölçülmüş ve/veya modellenmiştir. Elde edilen sonuçların yapı malzemesi için istenilen düzeyde olması, miselyumun alternatif bir yapı malzemesi olabileceğini kanıtlamaktadır.

Miselyum yapı malzemesi olarak kullanıldığında bazı zayıflıkları olduğu bilinmektedir. Yapılacak çalışmalarla giderilmesi beklenen bu eksiklikler malzemenin seri üretime geçmesine de engel olmaktadır. Gelecek çalışmalarda Türkiye’de yetişen mantar ve yaygın tarımsal atık türleri kullanılarak bir kompozit yapı malzemesi geliştirilmesi ve çevre üzerindeki etkilerinin yaşam döngüsü analizi ile değerlendirilmesi hedeflenmektedir.

KAYNAKÇA

- Benjamin, D. (2015). Global Project Poster. <https://src.lafargeholcim-foundation.org/dnl/a23d60bf-e6e8-42bd-94ac904c69f934c0/A15GLfiUSny-posters1.pdf>.
- Binici, H. (07.01.2018). Mantar Miselyum* Strüktürlere Bir Deneme: Alveosis *mushroom mycelium design. 15.05.2020. <https://mimaritasarimsurecve-etkilesimleri.wordpress.com/2018/01/07/mantar-miselyum-strukturere-bir-deneme-alveosis-mushroom-mycelium-design/>
- Bribián, I.Z., Capilla, A.V., Usón, A.A.(2011). Life cycle assessment of building materials: Comparative analysis of energy and environmental impacts and evaluation of the eco-efficiency improvement potential. *Building and Environment*, 46, 1133-1140.
- Cerimi, K., Akkaya, K.C., Pohl, C., Schmidt, B., Neubauer, P. (2019) Fungi as source for new bio based materials: a patent review, *Fungal Biology and Biotechnology*, 6:17, 2-10
- Cox, S. (16.06.2017). 'Made in Brunel: A structure grown from mushrooms'. 13.05.2020. <https://www.brunel.ac.uk/news-and-events/news/articles/Made-in-Brunel-Structure-grown-from-mushrooms-makes-a-top-ramen>
- Elsacker, E., Vandelook, S., Brancart, J., Peeters, E., De Laet, L. (2019). 'Mechanical, physical and chemical characterisation of mycelium-based composites with different types of lignocellulosic substrates', *PLOS ONE*, vol. 4, no. 7, p. e0213954.
- Elsacker, E., Vandelook, S., Wylick, A.V., Ruytinx, J., Laet, L.D., Peeters, E. (2020). A comprehensive framework for the production of myceliumbased lignocellulosic composites. *Science of the Total Environment*. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138431>
- Girometta, C., Picco, E.M., Baiguera R.M., Dondi, D., Babbini, S., Cartabia, M., Pellegrini, M., Savino, E. (2019). Physico-Mechanical and Thermodynamic Properties of Mycelium-Based Biocomposites: A Review. *Sustainability*, 11, 281; doi:10.3390

- Heisel, F., Schlesier, K., Lee, J., Rippmann, M., Saeidi, N., Javadian, A., Nugroho, A., Hebel, D., Block, P. (2017) 'Design of a load-bearing mycelium structure through informed structural engineering' World Congress on Sustainable Technologies (WCST-2017) UK
- Heisel, F., Schlesier, K., Lee, J., Rippmann, M., Saeidi, N., Javadian, A., Nugroho, A., Hebel, D., Mele, T.V., Block, P.(2018). 'Design, Cultivation and Application of Load-Bearing Mycelium Components:The MycoTree at the 2017 Seoul Biennale of Architecture and Urbanism' International Journal of Sustainable Energy Development (IJSED), Volume 6, Issue 1.
- Huang, L., Krigsvoll, G., Johansen, F., Liu, Y., Zhang, X.(2017). Carbon emission of global construction sector. Renewable and Sustainable Energy Reviews 81, 1906–1916. DOI:10.1016/j.rser.2017.06.001
- Jones, M., Huynh, T., Dekiwadia, C., Daver, F., John, S. (2017). Mycelium Composites: A Review of Engineering Characteristics and Growth Kinetics. Journal of Bionanoscience Vol. 11, 241–257
- Jones, M. P.(2019). Waste-derived Mycelium Materials for Non-structural and Semi-structural Applications. (Doktora tezi). <http://researchbank.rmit.edu.au/view/rmit:163024>.
- Karana, E., Blauwhoff, D., Hultink, E.J., Camere, S. (2018). When the material grows: A case study on designing (with) mycelium-based materials. International Journal of Design, 12(2), 119-136.
- Kozikoglu, N., Beydağı, O., Elbasdı, G., Topbas, A. (2018) 'Fabric Concrete Rhizome' Proceedings of the IASS Symposium , USA
- mimarizm.com. (12.10.2017). Urban Atölye'den Organik Yapı Malzemesi: AlveOsis. (16.04.2020). http://www.mimarizm.com/haberler/gundem/urban-atolye-den-organik-yapi-malzemesi-alveosis_128722.
- Mok, K. (21.06.2017). Student's zero-waste architecture is grown with 'mushroom sausages'. 13.05.2020. <https://www.treehugger.com/green-architecture/mushroom-sausage-mycelium-architecture-aleksi-vesaluoma.html>

- Rodgers, B. (07.08.2014). “Technology + Architecture | David Benjamin: “Hy-Fi” Mushroom Brick Tower”. (31.03.2020), <https://cfileonline.org/technology-architecture-david-benjamin-hy-fi-mushroom-brick-tower/>
- Ross, P. (2018). *Mycelium in Construction – Let us close-the-loop*. 11 Mayıs 2020. <https://wasterush.info/mycelium-construction/>
- Rothschild, L., Maurer, C., Paulino L. I., Senesky, D., Wipat, A., Head, J. (2019, Mart 12). Myco-architecture off planet: growing surface structures at destination NIAC 2018 Phase I Final Report. 7 Mart 2020 tarihinde <https://ntrs.nasa.gov/search.jsp?R=20190002580> adresinden erişildi.

BÖLÜM 2

MİMARİ TAŞ YAPILARDA GÖRÜLEN BİYOLOJİK BOZUNMALAR

Doç. Dr. Murat DAL¹
Dr. Öğr. Üyesi Halide Candan ZÜLFİKAR²
Biyolog Ayşe DOLAR³

¹Munzur Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Tunceli, Türkiye, muratdal1122@gmail.com <http://orcid.org/0000-0001-5330-1868>

²İstanbul Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, İstanbul, Türkiye, candanz@istanbul.edu.tr <http://orcid.org/0000-0003-2824-1984>

³Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Doktora Öğrencisi, Hatay, Türkiye, aysemulla@hotmail.com <http://orcid.org/0000-0002-5933-9442>

GİRİŞ

Tarih boyunca doğal taşlar kullanılarak inşa edilen mimari eserler günümüzde taşınmaz kültürel mirasın büyük bir kısmını oluşturmaktadır (Sabbioni ve ark., 2012). Ancak bu yapılar zaman içerisinde malzeme bozunmaları da dâhil olmak üzere pek çok farklı nedene bağlı olarak tahrip olmaktadır (Doehne ve Price, 2010; Fitzner, 2004). Zamanla yavaş yavaş ama geri dönüşü olmayan bir şekilde meydana gelen bu tahripler sonucunda kültürel mimari miras yok olma tehlikesi ile karşı karşıyadır. Örneğin kireçtaşının ılıman iklimlerde 100 yılda ortalama 1,5–3 mm aşındığı tespit edilmiştir ve İngiltere'de mezar taşları üzerindeki yazıtların 300 yıl içinde aşınarak kaybolduğu belirlenmiştir. Aslında taşların kuma ve toprağa dönüşümü, dünyadaki yaşamı sürdürmek için gerekli olan doğal bir geri dönüşüm sürecidir.

Mimari anıtlarda, yıllar boyunca yapı ustaları tarafından pek çok farklı taş türü kullanılmıştır. En yaygın olanları kalkerli mermerler ve kireçtaşları, kumtaşı (çoğunlukla kuvars, feldispat ve demir oksit) ve silisli granittir (çoğunlukla kuvars ve feldispat). Farklı taşlar sertlik, gözeneklilik ve alkalinite bakımından farklılıklar gösterirler ve bu farklılıklar da taşların biyolojik bozunmaya karşı olan duyarlılıklarını etkiler (Scheerer ve ark., 2009).

Canlı organizmaların anıtlar üzerinde büyümesi, biyobozunma olarak bilinen değişikliklere ve fizikokimyasal hasarlara neden olabilirler. Biyobozunma, biyolojik ajanların aktivitesinden kaynaklanan, malzemelerin özelliklerinde istenmeyen değişiklik olarak tanımlanır

(Rivera ve ark., 2018). Biyobozunma bakterilerin, likenlerin, yosunların, mantarların ve alglerin kolonizasyonu, nem, ışık yoğunluğu, hava kirliliği, iklim koşulları, gözeneklilik ve mineral bileşenleri ve substratın biyolojik alıcılığı gibi çevresel faktörlere bağlıdır (Crispim ve ark., 2003; Pandey ve ark., 2011). Dış cephelerde, taş yüzeylerin mikroflorası, sadece yosun, bakteri, mantar ve likenleri değil, aynı zamanda protozoayı da içeren karmaşık bir ekosistemi temsil eder. Bunlara ek olarak, akarlar gibi küçük hayvanlar mevcut olabilir ve önceki kolonizörler yüzeyi tahrip ettikleri için daha sonraki süreçte daha düşük ve daha yüksek yapıdaki bitkiler gelişebilir (Scheerer ve ark., 2009).

Binalar, anıtlar ve sanat eserlerinin yapımında doğal taşların kullanılması, insanlık tarihi kadar eskidir (Fitzner ve Heinrichs, 2001). Bu nedenle taş koruma da eski ve çok çalışılan konulardan birisi olmuştur (Caner, 2011; Sabbioni ve ark., 2012). Yapılan çalışmalarda, taş malzemenin korunması için ölçülebilir ve takip edilebilir teşhis çalışmalarının gerekliliği belirlenmiştir (Tabasso Laurenzi, 1993). Son yıllarda yapılan disiplinlerarası araştırmalar ve teknolojiye gelişmeler ile teşhis, koruma basamakları arasında önemli bir yer edinmiştir (Fitzner ve Heinrichs, 2001). Daha önceki taş koruma uygulamalarında, sıklıkla teşhis çalışmaları yapılmaksızın çalışmalar yürütülmüştür. Bu tür uygulamaların büyük çoğunluğunun taşa zarar verdiği ve hemen hiçbirinin bozunma süreçlerini durdurmadığı belirlenmiştir (Ahunbay, 1996; Torraca, 1976). Taşın farklı organizmalar tarafından kolonizasyonu, varlıkları tespit edilemese bile




genellikle yüzeylerde bıraktıkları biyolojik bozunma izlerinden anlaşılabilir (Caneva, 2020).

Sanayileşme süreci, çevre kirliliğinde bir artışa neden olmuş ve sonuç olarak, emisyon noktalarının yakınında bulunan yerel ve anıtsal mimarilerde kullanılan taşın bozunmasını hızlandıran siyah kabuklar gibi bir dizi değişikliğe yol açmıştır (Grossi ve Brimblecombe 2007; Ortiz ve ark., 2012). Açık ve kapalı müzeler, galeriler, kütüphaneler ve arşivler hava kirliliği nedeniyle risk altındadır. Gelecek nesillere aktarmakla yükümlü olduğumuz kültürel mirasımızın bozucu etkilerden uzak tutularak, özenle korunabilmesi için hava kirliliğinin yol açtığı hasarların incelenmesi, bu konuda gereken çalışmaların yapılması ve tedbirlerin alınması gerekmektedir. Bu hasarlara neden olan faktörler, başta hava kirliliği olmak üzere, ortam sıcaklığı, bağıl nem değerleri, ışık miktarı ve insan faktörüdür (Büyükakıncı, 2010). Ayrıca, bozunma türünün, kayacın fiziksel ve kimyasal yapısı ile dış ve iç etkilerin özelliklerine bağlı olduğu da bilinmektedir. Taş yapıların yıpranması ve bozunmasındaki süreci hazırlayan etmenler, genellikle birçoğu birlikte etkili olan fiziksel, kimyasal ve biyolojik nedenlerdir (Dal ve ark., 2016). Yapı cephelerinde bulunan biyolojik büyümeler arasında algler, mantarlar, likenler, yosunlar ve yüksek yapıllı bitkiler (otlar, sarmaşık, çalılar ve ağaçlar) bulunur. Bina dış cephelerinde biyolojik büyüme kaçınılmazdır (A Eklund, 2013).

1. MİMARİ TAŞ YAPILARDA BİYOLOJİK BOZUNMA TÜRLERİ

Birçok biyolojik organizma iyi huyludur ve taş yüzeye zarar vermeden yerleşebilir, hatta rüzgâr ve yağmura karşı taşı koruyucu bir bariyer görevi görebilir. Bununla birlikte, bazı biyolojik organizmalar alttaki taş ve harca zarar verebilir. Özellikle odunsu bitkiler taşların birleşim yerlerinde yapısal sorunlara yol açarak taşları yerinden çıkarabilirler. Otlar olukları ve boruları tıkayabilir ve tıkanmış drenaj da duvarda nem seviyesini arttırabilirler. (Tablo 1) (A Eklund, 2013).

Tablo 1. Biyolojik organizmaların-taşlara etkileri (A Eklund, 2013).

Biyolojik büyüme	Renk	Görünüm	Yetiştirme Ortamı	Taşa etkisi
Likenler 	Beyaz, gri, turuncu, kırmızı, siyah, sarı veya yeşil	Değişken yüzey kabukları veya iyi tanımlanmış sınırları olan yüzeyden uzaklaşan yaprak benzeri yapılar. Çapı birkaç cm'ye kadar olabilir, yavaş büyürler.	Taş, ahşap ve toprak. Genellikle diğer organizmalar için çok düşmanca davranırlar. Çoğu türün hava kirliliğine toleransı düşüktür ve en çok kırsal alanlarda yaygındır.	Normalde iyi huylu olmakla birlikte, nadir görülen kabarcıklanma ve çukurlaşma örnekleri bilinmektedir.
Mantarlar 	Sarı, turuncu, pas kırmızısı, kahverengi veya siyah.	Genel kirlenmeye benzeyen bir film veya lekeler olarak görünebilirler. Büyük numuneler uzun lifler (hiphalar) veya büyük, meyve veren gövdeler sergileyebilirler.	En çok organik substratlarda yaygındır, ancak aynı zamanda duvar kolonileri oluştururlar. Nem gerektirir, ancak güneş ışığı almaz. Genellikle yosunlarla ilişkilidir.	Normalde iyi huylu olmasına rağmen, bazı türler mermer ve kireçtaşı yüzeylerinde çukurlaşmaya neden olur.
Alg 	Genellikle yeşil, bazen siyah, kırmızı, turuncu veya sarı.	Belirlenmiş sınırları olmayan lekeler, filmler, yamalar veya çizgiler şeklinde olabilirler.	Ahşap, taş, toprak, cam, plastik vb. üzerinde görülür. Genellikle nemli alanları tercih ederler. Nispeten yüksek ışık seviyeleri gerektirir.	Büyüme ağır olmadıkça, algler normalde iyi huyludur, ancak kaldırım taşlarında kaygan olabilir.

<p>Yüksek yapılı bitkiler</p> 		Yapraklıdırlar ve bazılarının odunsu kökleri vardır.	Genellikle bacalarda, oluklarda ve binaların üst katlarındaki birleşme yerlerinde bulunurlar.	Odunsu kök büyümesi duvarlara nüfuz edebilir ve taş işçiliğini yerinden oynatarak yapısal hasara yol açabilir.
<p>Siyanobakteriler (Eskiden mavi-yeşil alg olarak bilinirdi)</p> 	Mavi-yeşil, gri veya yeşil	Yapraklıdırlar ve bazılarının odunsu kökleri vardır.	Genellikle bacalarda, oluklarda ve binaların üst katlarındaki birleşme yerlerinde bulunurlar. Ancak doğrudan güneş ışığından uzak alanlarda veya yapay ışıklara bitişik kapalı alanlarda bulunurlar.	Yayılmaması fazla olmadıkça, algler normalde iyi huyludur, ancak kaldırım taşlarında kaygan olabilirler.
<p>Karayosunları</p> 	Yeşil veya kırmızımsı	Genellikle yüzeye gevşek bir şekilde bağlı küçük bir yığın halinde büyüyen ilkel bir kök ve yapraklı görünümü vardır.	Ahşap, taş ve toprakta bulunurlar. Çok nemli bir ortam, güneş ışığı ve biraz toprak gerektirirler.	Çukurlaşmaya neden olabilirler ve etkilenen yüzeylerde nem tutarlar.

1.1. Likenler

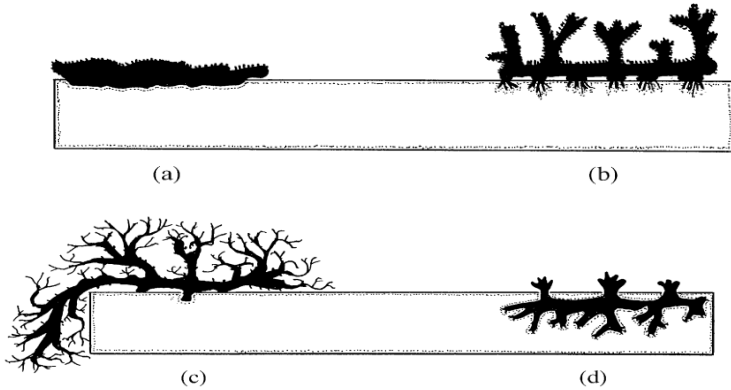
Likenler başlı başına birer organizma değildirler. Likenler, fotosentez yapan organizmalarla (siyanobakteri veya yeşil algler) simbiyoz halinde yaşayan mantarlardır. (Ascomycetes veya nadiren Basidiomycetes) (Hale, 1974). Simbiyozun ortakları olan mantar (mikobiont) ve yosun (phycobiont), tallus olarak bilinen basit bir yapı oluştururlar. Alg ve mantarların tek başlarına yetişemeyecekleri habitatlarda likenler yetişebilirler. Bu yüzden likenler ağaç (epifitler), zemin (korkunç likenler), taş (epilitik likenler) ve hatta cam gibi çok çeşitli yüzeylerde görülebilirler. Likenlerde taş yüzeylere tutunmalarını sağlayan ve mineral taneleri çözebilen asit bileşikleri

salgılayan hiphalar (bir mantar miselyumunu oluşturan dallanan filamentlerin her biri) vardır.

Taş üzerinde görülen likenlerin büyüme formları farklı olabilmektedir.

(Şekil 1). Bu formlar;

- a. Kabuksu (crustose) likenler: thallus yüzeye yakından yapışır ve içeri nüfuz ederek bir tür kabuk oluşturur;
- b. Yapraksı (foliose) likenler: tallus, substrata sadece rizinleriyle (iplik benzeri yapılar) nüfuz eder ve taşın yüzeyinden kolayca çıkarılabilir;
- c. Dalsı (Fruticose) likenler: thallus, yaşadıkları yüzeylere tek bir noktadan düğme ile alt tabakaya tutturulmuş gibi bağlıdır.
- d. Endolitik likenler: bunlar sadece kalkerli taş üzerinde görülürler. Thallus tamamen substrat içine girmiştir ve ayırt edilmesi zordur, beyaz renklidir. Genellikle çoğaldığında fark edilir, çünkü meyvelerinin gövdeleri taştan çıkar ve küçük çukurlar bırakır.



Şekil 1. Taş üzerinde liken büyümesinin farklı formları: (a) kabuksu liken; (b) Yapraksı liken; (c) Dalsı liken; (d) Endolitik liken.

Likenlerde üreme yapıları atmosferde rüzgârla dağıtılır veya kuşlar ve böcekler tarafından taşınırlar. Üreme yapıları su tutan çatlaklara, gözeneklere veya boşluklara yerleşirlerse yeni bireyler gelişir (Garty, 1992).

Son zamanlarda likenlere çok ilgi duyulmaktadır. Çünkü likenler aynı zamanda biyoindikatörler olarak atmosferik kirlilik ve anıtların korunmasını etkileyen diğer parametreler hakkında yararlı bilgiler sağlarlar. Binalardaki liken hasarı türlere ve substratın şiddetine göre değişir ve genellikle damarlı (vasküler) bitkilerin neden olduğundan çok daha yavaştır (M. Lisci ve ark., 2003). Yüksek kirlilik, özellikle kükürtdioksit liken thallusuna zarar verir, önce büyümesini yavaşlatır ve sonra ölüme yol açar. (Seaward, 1976). Likenlerin hem kayaların hem de minerallerin fiziksel ve kimyasal parçalanmalarında önemli bir rol oynayabileceği yaygın olarak kabul edilmektedir. Genel olarak, kayaların likenler tarafından fiziksel olarak ayrışması aşağıdaki mekanizmalarla gerçekleşir:

- Flamentlerin tanecikler arası boşluklar ve mineral bölünme düzlemleri yoluyla nüfuz etmesi
- Mikroklimatik ıslatma ve kurutma ile thallusun genişlemesi ve büzülmesi
- Liken thallusunun ve ilişkili mikro çevrenin dondurulması ve çözülmesi

- Liken aktivitesinden kaynaklanan organik ve inorganik tuzların şişme etkisi
- Mineral parçalarının tallus içine girmesi

Likenlerin hava kirliliğine karşı son derece hassas oldukları ve birçok türün havadaki toz parçacıklarını tallilerle yakalama kapasitesine sahip oldukları iyi bilinmektedir (J. Chen ve ark.; 2000) . Likenlerin büyümesi bir binanın korunmasına ciddi bir şekilde zarar vermiyorsa, anıtın kültürel değerini zenginleştirmesi ve tarihsel ve sanatsal ilgiyi arttırması olarak görülmelidir (M. Lisci ve ark., 2003). Likenler ve vasküler (damarlı karasal) bitkiler farklı şekillerde, farklı hasar türlerine neden oldukları için uygun kontrol yöntemleri gerektirirler.

1.1.1. Likenlerin Oluşturduğu Hasarlar

Likenler taşların parçalanmasında birincil sömürgeciler olarak görülürler ve öncü bitkiler olarak kabul edilirler. Likenler kimyasal veya fiziksel olarak daha önce herhangi bir değişiklik geçirmemiş yüzeyleri istila edebilirler. (M. Lisci ve ark., 2003).

Tüm çalışmalar likenin hem kimyasal hem de mekanik olarak taşların yüzeylerini bozduğunu kabul etmektedir. Likenler metabolik süreçlerde, oksalik ve karbolik asitler dâhil olmak üzere bir dizi organik asit üretirler. Bu kimyasalların etkisi ile degradasyon (parçalanma) başlar ve kök büyümesinin mekanik etkisi ile birleşerek şiddetlenir. (Trinkley, 2009). Thallusun soluması ile ortaya çıkan karbondioksit, kireçli kayaları nem varlığında çözerek kabuklanmaya neden olabilecek çözünür bikarbonatların oluşumuna yol açar. Bu tip

değişiklikler endolitik likenlerin karakteristik özelliğidir. (Syers ve Iskander, 1973)

Likenler yavaş büyürler ve nadiren taşlarda önemli hasara neden olurlar. Likenler hem taşı örterek hem de nem girişini azaltmak için taş yüzeyi ile etkileşerek bazı koruyucu faydalar sağlayabilirler. Bazı liken türleri nadir durumlarda, bir taş yüzeyin ağarmasına, kabarmasına veya çukurlaşmasına neden olabilir (Şekil 2) (A Eklund, 2013).



Şekil 2 Liken büyümesinin neden olduğu kumtaşı duvarına verilen nadir hasar örneği

1.2. Mantarlar

Mantarlar son derece aşındırıcı oldukları için yapı taşlarında, en önemli biyolojik ayrışma organizmaları olarak kabul edilebilirler. (Scheerer ve ark., 2009; Sterflinger 2000). Mantarlar heterotrofik

mikroorganizmalardır ve bu nedenle büyümeleri için organik materyallere ihtiyaç duyarlar. Çeşitli laboratuvar testleri, mantarların manganezi oksitlediğini göstermiştir (Petersen ve ark., 1988). Mantarlar, pigmentasyonları ve kolonizasyon modelleri nedeniyle kültürel anıtların bozunmasına neden olurlar (Sterflinger ve ark., 2013). Mantarlar, yapı taşını istila eden en yaygın organizmalardan biri olmalarına rağmen çıplak gözle algılanamayabilirler ve uzmanlar tarafından mikroskobik tanımlama gerektirirler. Mantar şeritleri (hiphalar) besin maddelerini elde etmek ve az miktarda asit salgılamak için taş yüzeylere nüfuz edebilirler, bu da özellikle mermer veya kireçtaşında yüzeysel hasara neden olabilir. Mantar biyofilmleri uzun süre hareketsiz kalabilir, ancak çevresel koşullar büyümeleri için uygun olduğunda yeniden aktif hale gelebilirler (A Eklund, 2013).

1.2.1. Mantarların Oluşturduğu Hasarlar

Malzemenin fiziksel özelliklerine bağlı olarak, mantarlar taşın içine nüfuz edebilirler. Taşta 2 cm çapa ve derinliğe kadar olan boyutlarda biyo-çukur oluşumu esas olarak siyah mantarlardan kaynaklanır. Biyo-çukurlar ağırlıklı olarak mermer ve kireçtaşı üzerinde görülür, ancak antik camda da gözlenmiştir (Sterflinger and Pinar, 2013). Ilıman veya nemli iklimlerde, kayalardaki mantar topluluklarında, taşların gözenekli alanlarında misel (hiphal ağları) oluşturan hipomycetesler (küf) hakimdir (Sterflinger 2000; Rosling ve ark., 2009). Hava ile sporların taşınması mantar istilasası için ilk adım olduğundan, taş mantarlarının tür çeşitliliği, havadaki yaygın sporların çeşitliliğine oldukça benzerdir. *Alternaria*, *Cladosporium*, *Epicoccum*,

Aureobasidium ve *Phoma* en önemli mantar türleridir (Sterflinger ve Prillinger 2001). Geliştirdikleri kalın duvarlar nedeniyle, mantarlar ayrıca kimyasal saldırılara karşı direnç gösterir ve bu nedenle biyositlere ve diğer anti-mikrobiyal tedavilere dirençlidirler. Siyah mantarlar, hem kimyasal hem de mekanik saldırı ile aşındırdıkları granit, kalkerli kireçtaşı ve mermerin derinliklerinde yaşarlar. Hücre duvarlarının güçlü melanizasyonu nedeniyle, bu mantarlar tarafından istila edilen taşlarda siyah lekeler oluşur veya tamamen siyah bir tabaka ile kaplanabilir. Dış mekânlar yanında özellikle değerli duvar resimlerinde alg büyümesini bastırmak için doğal olarak yüksek nemin azaldığı mağaraların ve yer altı mezarlarının kaya yüzeylerinde de siyah mantarlar bulunur (Saarela et al. 2004). Mantarlar büyük yeşil-siyah lekelerden oluşan karakteristik bir görüntü oluştururlar (Şekil 3). (Bellezza ve ark., 2003).



Şekil 3. Mantar ve likenlerin neden olduğu siyah renklere sahip beyaz Carrara mermerinden heykel; Boboli Parkı, Floransa, İtalya (Fotoğraf: Sterflinger).

1.3. Algler

Alglerin biyolojik bozunmaya etkisi ayrıntılı olarak araştırılmamıştır ve esas olarak diğer organizmaların büyümesini teşvik ettiği düşünülmektedir (Crispim ve Gaylarde, 2004; Ortega-Morales ve ark., 2001; Tomaselli ve ark. 2000). Genel olarak, alg büyümesi duvarlarda yüzeyseldir ve duvarın içine nüfuz etmez veya fiziksel hasara neden olmaz. Bununla birlikte, taşlar arasındaki eklemlerin içine yerleşmiş kalın bir alg tabakası, zarar verebilecek odunsu bitkilerin yerleşmesini teşvik eden bir ortam yaratabilir. Bazı alg türleri, ıslanma ve kuruma üzerine genişleyebilen ve büzüşebilen, taş bir yüzeyin pullanmasına veya parçalanmasına neden olabilecek aşırı miktarda balçık üretir. Bu çamur tabakaları kaldırım taşları üzerinde kaygan olabilir ve güvenlik tehlikesi oluşturabilir. (Şekil 4) (A Eklund, 2013). 2000).



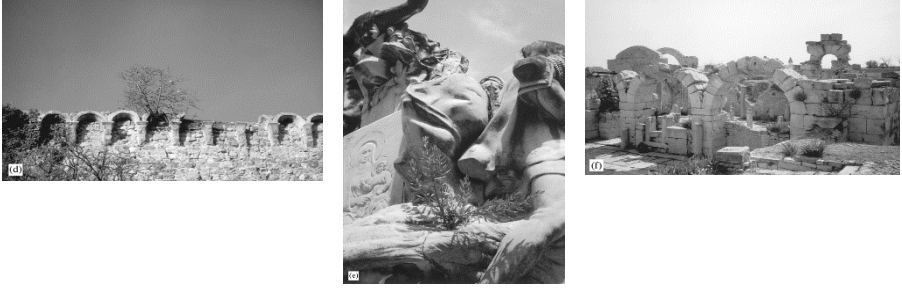
Şekil 4. a) Rappottenstein (Avusturya) kalesinde harç yüzeylerinde yeşil alg ve siyanobakteriyel lekeler. **b)** Halofilik ve halotolerant arkea ve bakteriler için pembe lekeler (Fotoğraflar: Ettenauer). **c)** Balçık üreten algler kaygan yüzeylere neden olabilir.

1.4. Yüksek Bitkiler

Bitkilerin tarihi bir binada büyümesi, koruma durumuna, yapı malzemesine ve iklime bağlıdır. Kolonizasyon (istila) sürecinde, her zaman az hasara neden olan öncü bitkiler (otsu yıllıklar ve uzun ömürlü) vardır ve bunların yerine sonradan daha zararlı bitkiler olan küçük çalılar veya ağaçlar gelir (Şekil 5a,b,c ve 5d,e,f)

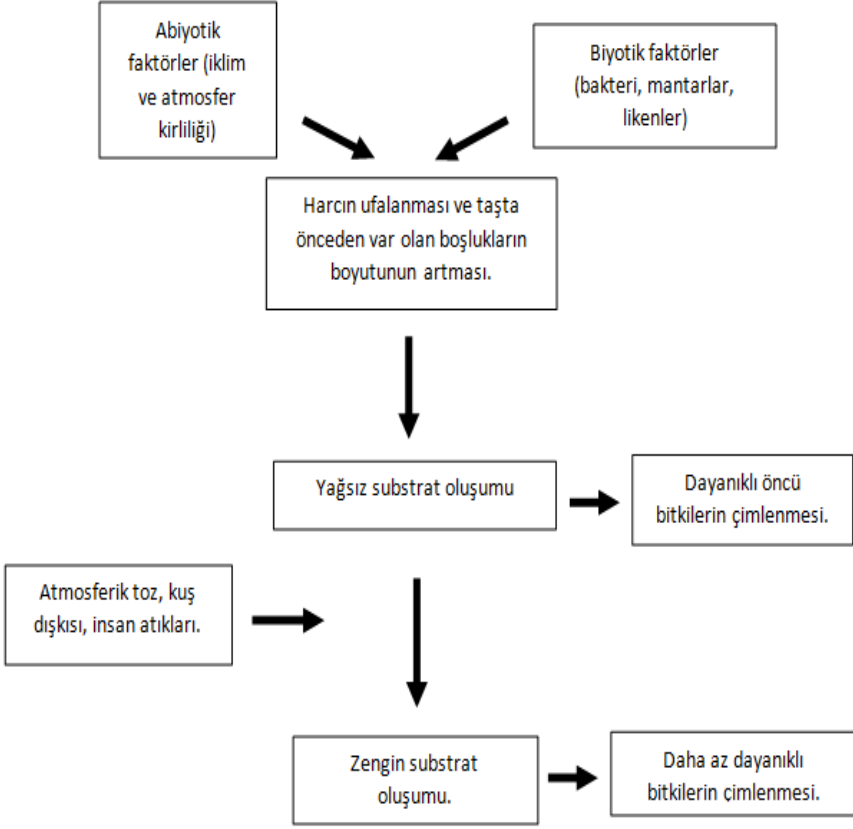


Şekil 5. (a) XIV. yy. San Giovanni, Elba adası kulesi. Aynı tür liken ve bitkiler, çevredeki granit ve kulenin taşları üzerinde, aynı zamanda yerel granitte yetişir. **(b)** Vignano, Siena'da XVIII. yy'dan kalma bir kapının kimeri. Tuğlalar arasında, yapının zarar görmesi için yaklaşık 3m yüksekliğinde büyüyen selvi. **(c)** Anavatan, Roma (yirmili yaşların başlarında) yosunu ve atmosferik tozdan oluşan bir höyük üzerinde büyüyen, bir saksı bitkisinden kaynaklanan damkoruğu bitkisi (*Sedum pachyphyllum*).



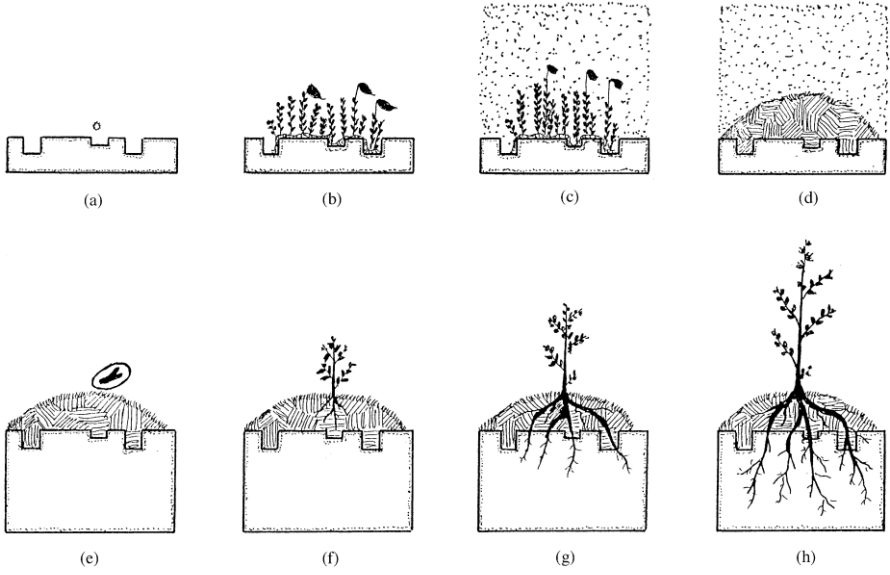
Şekil 5. (d) Bir erik ağacına ev sahipliği yapan San Quirico d'Orcia (Siena Eyaleti) şehrinin duvarları. Bitkinin kökleri birçok taşı yerinden oynatmıştır. **(e)** Arezzo'daki Petrarca anıtı üzerinde büyüyen iki yapışkan anduz otu (*Dittrichia viscosa*) örneği. Alt bitkinin köksapı mermerin çatlamasına neden olmuştur. **(f)** Tunus'taki Maktar kasabasının kalıntıları. Bitkiler çoğunlukla çatlaklar içinde büyümüştür. Bölgeyi turistler için erişilebilir tutmak için periyodik olarak temizlenmeleri gereklidir.

Birinci kolonizasyon modunda, duvardaki ilk saldırı genellikle bakteri, mantar ve likenlerin büyümesi için uygun koşullar yaratan abiyotik faktörlerin sonucudur. **(Hyvarinen ve ark., 2002)**. Bu organizmalar yapının bozunmasını hızlandırır ve *Sonchus tenerrimus* (yıllık otsu) ve *Parietaria diffusa* (çok yıllık otsu) gibi dayanıklı öncü bitkilerin tohumlarının çimlenmesi için bir substrat oluşumuna yol açar. Atmosferik toz, kuş dışkısı ve insan atıkları, diğer bitkilerin gelişebilmesi için substrat tabakasına katkıda bulunur. Bazı durumlarda, öncü bitkilerin taş döküntüsü, takip eden bitkiler için uygun bir substrat oluşturur **(Şekil 6) (M. Lisci ve ark., 2003)**.



Şekil 6. Bir duvarın bir kolonileşme modunun aşamaları.

İkinci kolonizasyon modu çoğunlukla daha iyi su beslemesi olan yatay yüzeylerde gerçekleşir (Şekil 7). Bu durumda öncü bitkiler, atmosferik tozu hapseden, diğer bitkilerin çimlenmesi için yeterli substrat oluşumuna yol açan yosunlardır. (M. Lisci ve ark., 2003)



Şekil 7. İkinci bir duvar kolonizasyonu modunun aşamaları. **(a)** Bir yosun sporu traverten gibi gözenekli taş üzerine düşer, **(b)** Gelişir, **(c)** Atmosferik toz yosun üzerinde toplanır, **(d)** Az miktarda substrat oluşturur, **(e)** Bir tohum substrat üzerine düşer, **(f)** Çimlenir, **(g)** Büyür ve çiçek açar, **(h)** Yosun substrata zarar vermez, ancak bitki kökleri nüfuz eder.

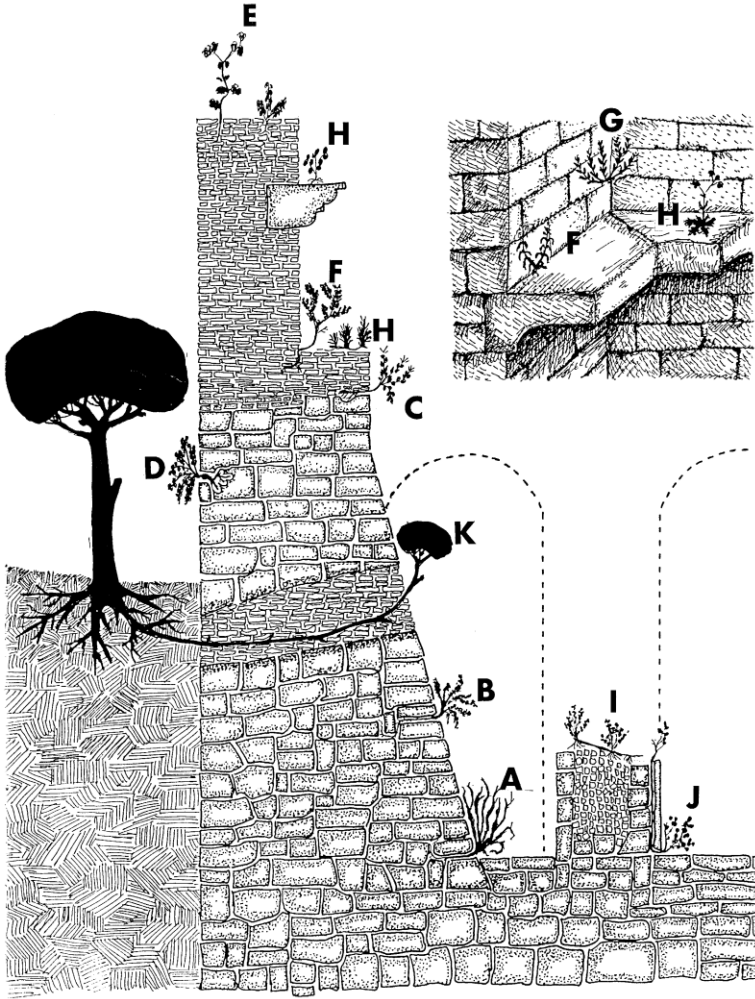
1.4.1. Yüksek Bitkilerin Oluşturduğu Hasarlar

Tarihi binalar ve harabelerde büyüyen bitki örtüsü resmedilmeye değer olabilir, ancak aynı zamanda bozunmaların ana nedenlerinden biridir (Dia ve Not, 1991; Mouga ve Almeida 1994; Almeida ve ark., 1994). Kökler yapıya derinlemesine nüfuz edebilir ve büyük bir boyuta ulaşarak fiziksel ve kimyasal hasara neden olabilir. Kök salgıları, yapı malzemelerine saldıran maddeler içerir ve mekanik kuvvetleri ile çatlaklar açarak ufalanmaya neden olur ve taşları ve büyük duvar parçalarını gevşetirler. Hasar, bitkinin binaya neden

olduğu ile sınırlı değildir, aynı zamanda düşen taşların sonuçlarını da içerir. (M. Lisci ve ark., 2003). Ayrıca yangın riskini de arttıırırlar.

Tüm bitkiler aynı tip veya miktarda hasara neden olmaz. *Mercurialis annua*, *Parietaria diffusa* ve *Sonchus tenerrimus* gibi otsu bitkiler, *Ailanthus altissima*, *Capparis spinosa*, *Clematis vitalba*, *Ficus carica*, *Hedera helix* ve *Rubus ulmifolius* gibi ağaçlardan ve çalılardan kesinlikle daha az tahribata neden olurlar (Almeida ve ark., 1994). *Cynodon dactylon*, *Dittrichia viscosa* ve *Cheiranthus cheiri* gibi otsu uzun ömürlü bitkiler, otsu yıllıklardan daha zararlıdır. Bununla birlikte, en yıkıcı bitkiler vejetatif üreme yapan bitkilerdir. Bu istilacı bitkilerin stolonlar ve rizomları, bitkinin boyutlarının artmasına ve geniş alanlarda yayılarak binanın zarar görmesine neden olur. Bu tür bitki örtüsünün neden olduğu hasar özellikle heykeller için tahrip edicidir (M. Lisci ve ark., 2003). Estetik açıdan çok çekici fakat birçok hasara neden olan bir bitki de *Hedera helix* (Orman sarmaşığı)'dir. Meyveleri kuşlar tarafından yenilir ve tohumlar kolaylıkla çimlenebilir.

Bitkilerin verdiği hasarlar, bitkinin köklerinin toprakta büyümesine veya duvarda taşlar arasında çimlenip büyümesine bağlı olarak değişir (Şekil 8). Bitkinin kökleri toprakta ise, hasar bitkinin getirdiği ekstra ağırlığından kaynaklanır; ancak kökler duvarda taşlar arasında ise, ek olarak köklerin yıkıcı etkisi vardır. Alçı bir duvarda büyürse, sıvanın düşmesine neden olabilirler (M. Lisci ve ark., 2003).



Şekil 8. Bitki büyümesi için ana mikrositler: **A** zemin seviyesinde boşlukları; **B**, eğimli yüzeyde; **C**, iki malzemenin birleştiği yerde; **D**, homojen dikey yüz; **E**, yatay yüzeyde; **F**, dikey ve yatay yüzlerin birleştiği yerde; **G**, iki dikey yüzün birleşim noktasında; **H**, yatay gözenekli yüzey üzerinde; **I**, taştan yapılmış harabelerde; duvar ve taş cephe arasında boşluk, **J**; toprakta büyüyen bitkilerden rizomlar, **K**, duvarı istila edebilir.

1.5. Siyanobakteriler

Biyofilm oluşturan siyanobakteriler, arkeolojik ve tarihi alanlarda ve mağaralardaki taşların yaygın sakinleridir. Açık havada, bu fototrofik biyofilmler hava-kaya arayüzündeki büyümenin neden olduğu her türlü strese uyarlanmıştır ve aşırı güneş radyasyonuna, aşırı sıcaklıklara ve farklı enlemlerde kuraklığa tolerans gösterme kapasitesini geliştirmiştir. Siyanobakterilerin mineral besin kaynağı olarak işlev gören kayalık substrat ile etkileşimleri, bu biyofilmlerin gelişmesine izin veren yapışma mekanizmalarına ve metabolik süreçlere dayanmaktadır. Belirli siyanobakteriyel taksonların kentsel veya tarımsal alanlardaki anıtlar üzerindeki dağılımı, çoğunlukla iklim koşulları ve sert yüzeyin su mevcudiyeti ve hava sirkülasyonuna göre konumu ve yönü ile ilgilidir (Albertano, 2012). Siyanobakteriler, neredeyse tüm aydınlatılmış ortamları başarılı bir şekilde kolonize ederler (Stal, 2007). Atmosfere maruz kalan kayalar, kuru ve nemli bölgeler (Pentecost ve Whitton, 2000), sıcak ve soğuk çöller (Wynn-Williams, 2000; Vincent, 2007) ve mağaraların (Hoffmann, 2002) uçurumları ve zirveleri gibi çeşitli sualtı habitatlarında da birincil üreticiler olarak temel rol oynayan siyanobakterilerin gelecekte diğer gezegenlerin istilasında yer alabileceği düşünülmektedir. (Grilli Caiola and Billi, 2007; Billi, 2012)

Doğal kayalardaki çeşitli renkli, mavi-yeşil, gri, kahverengi, mor veya siyah şeritler, siyanobakterilerin büyümesinden kaynaklanır ve uzun zamandır “Tintenstriche” olarak bilinir (Jaag, 1945). Epilitik biyofilm oluşturan siyanobakteriler, sadece klorofil, fikobiliproteinler

ve karotenoidler nedeniyle değil, aynı zamanda sarı-kahverengi sitotoninler ve kırmızı ila mavi gloeocapsinler nedeniyle büyüdüğü doğal kayaları, binaları ve anıtları renklendirirler.

Genel olarak biyofilmler mikrobiyal hücreler, hücre dışı polimerik maddeler veya sekresyonlar (EPS), biyojenik ve inorganik parçacıklar ve çok değerlikli katyonlardan oluşur. EPS, mikroorganizmalar tarafından glikokaliks, kılıf veya zarf olarak salgılanır ve hücrelerin substrata yapışmasına ve çok türlü biyolojik filmler oluşturmaya izin veren bir yapıştırıcı görevi görürler. Siyanobakteriyel kapsüller ve kılıflar, hücrenin ayrılmaz bir bileşenini oluşturan yapılandırılmış yatırımlardır, oysa hücrelere gevşek bir şekilde bağlanan veya serbestçe dışarı atılan EPS, müsilaj (veya balçık) olarak adlandırılır (Stal, 2010). Subaerial siyanobakteriyel biyofilmler genellikle atmosfere maruz kalan herhangi bir katı mineral substratta olduğu gibi insan yapımı yüzeylerde veya içinde gelişir ve anıtlar ve binalar üzerindeki tüm enlemlerde her yerde özellikle de ılıman ve tropikal bölgelerde bol miktarda bulunurlar (Ortega-Calvo et 1993; Tripathy ve ark., 1997, 1999; Gaylarde ve Gaylarde 2000; Ortega-Morales ve ark., 2000; Tomaselli ve ark., 2000; Pattanaik ve Adhikary 2002a; Crispim ve ark., 2003; Crispim ve Gaylarde 2005). Kültürel miras çalışmalarında, epilitik siyanobakteriler genellikle çıplak gözle görüldüklerinde patinalar, taş değişiklikleri ve kabuklar olarak tanımlanmaktadır (Şekil 9, Şekil 10) (Urzi ve ark., 1992).



Şekil 9. Roma, İtalya'nın ılıman iklimindeki dış mekân anıtlarındaki fototrofik biyofilmler: **(a)** Pantheon tapınağının arka tarafında bir Roma duvarının organik besinle zenginleştirilmiş kaya yüzeyleri ve gözenekli harç tabakalarının kolonizasyonu; **(b)** Mermer bir heykelin üzerindeki siyah şeritler ve **(c)** Şehrin hava kirliliği olan bölgesinde Terme di Diocleziano'daki bir sütunda lekeler. Nemin yüksek olduğu sütunun arkasındaki gölgeli alanda duvardaki siyanobakterilerin büyümesi



Şekil 10 Yüzeylerdeki renk değişikliği paternleri: **(a)** Roma şehir merkezindeki Bernini'nin Fil heykeli (İtalya) **(b)** Brüksel'deki St Boniface kilisesinin ön cephesi, siyah nemli sülfatlı kabuklar ve daha nemli bölgelerde prototrofik biyofilmler. Cephenin en açık ve kuru üst kısmında farklı renkte şeritler bulunur; **(c)** Terme di Diocleziano ve **(d)** Roma'da (İtalya) Trevi'nin çeşmesi, güneş korumalı alanlarda mermerde siyanobakterilerin subaerial büyümesi ve sürekli ıslaklık.

Çok parçalı biyofilmlerin açıkta kalan kayalara yerleşmesi ve sürekliliği, yüksek güneş radyasyonu, tekrarlanan kuruma ve yeniden ıslanma döngüleri, uzun süreli kuruma, sıcaklık dalgalanmaları ve besin sınırlamalarına maruz kalma yeteneklerine dayanmaktadır (Gorbushina, 2007).

Anıtlar, oluşumlarından kısa bir süre sonra (ve her temizlik müdahalesinden sonra), epilitik ve endolitik organizmaların yapışmasıyla başlayan biyofiziksel ve biyokimyasal sürece maruz kalan, bozulmamış ortamlar olarak düşünülebilir. Fotosentetik mikroorganizmaların ototrofik doğası ve ekolojik rolü nedeniyle, taş yüzeylerin bozunmasında siyanobakteriler, mikroalgler, yosunlar ve likenler özel bir rol oynamaktadır. Canlı siyanobakterilerin ve alglerin su, hava ve diğer organizmalar yoluyla pasif olarak dağıtılması, belirli bir bölgede aktif bir popülasyonun oluşturulması için bir ön koşuldur. Sualtı ortamlarında çoğu mikroorganizma hava yoluyla taşınır ve uygun koşulların uygun olduğu biyolojik patinalara, biyofilmlere dönüşebilecekleri yüzeylere yerleşir. Biyofilm gelişimi, mikroorganizmalar bir yüzeye yapıştığı anda başlar, ancak yapışma mekanizmaları organizmaya ve substrata bağlı olarak değişir.

Bir türün başarılı gelişimi, substratın mineral bileşenlerinin doğası ve özellikleri, pH, tuzluluk, su içeriği, doku ve gözeneklilik ve sıcaklık, bağıl nem, ışık koşulları, atmosferik kirlilik seviyeleri, rüzgar ve yağmur gibi çevresel faktörler tarafından belirlenir. Restorasyon tedavileri, uygun yöntemler ve mikrobiyolojik bilgi olmadan gerçekleştirildiğinde mikrobiyal kolonizasyonu destekleyebilir, çünkü bunlar, ototrofların veya heterotrofların büyümesini destekleyebilecek inorganik (hatta su) veya organik bileşiklerin kullanımını içerebilir (Bastian ve Alabouvette, 2009).

1.6. Karayosunları

Yosunlar, bir yaprak bölgesi ve taşa yapışan ilkel bir kökten oluşan basit bitkilerdir. Çoğunlukla çatlak ve yarıklarda ve çatılar gibi ıslak yamaçlarda görülürler. Yosun suyu son derece iyi tutar ve böylece taş yüzeyini sürekli ıslak bir durumda tutabilir, bu da taş çürümesini şiddetlendirir. Yosun yerinden çıkınca, olukları tıkayarak drenaj sorunlarına yol açabilir (A Eklund, 2013).

1.7. Alt Bitkiler Ve Yabani Otlar

Alt bitkiler ve yabani otlar ürettikleri asitler nedeniyle ya da kökleri yapı malzemesine nüfuz ettiği ya da taşlar arasındaki boşluklarda geliştiği için zaman içinde hasara neden olurlar (M. Lisci ve ark., 2003).

SONUÇ

Tarihi harabe yapılarda çeşitli biyolojik büyümeler görülebilir. Biyolojik kolonizasyonun çoğu zararsızdır ve tedavi gerektirmez. Aşırı büyüme, etkisiz yağmur suyu ürünleri veya hasar görmüş noktalar gibi yapıdaki başka bir sorunun göstergesi olabilir ve en iyi alanın uygun bakımı ile kontrol edilebilir. Büyümlerin kaldırılması veya temizlenmesi sadece zarar verici etkiler teyit edilebilirse dikkate alınmalıdır ve daha sonra sadece taşa ek zarar verme olasılığı en az olan yöntemler kullanılmalıdır (A Eklund, 2013). Her şeyden önce önleyici koruma, bir metodoloji olarak, müdahale ihtiyacını azaltmak için sanat eserlerinin bozunmadan kontrol edilmesini amaçlamalıdır.

Tarihi yapılar üzerinde biyogenik hasarın önlenmesinde en önemli faktörler şunlardır: (1) iklim kontrolü, (2) sık temizlik ve (3) fenomenolojik izleme (Barton ve Wellheiser 1985; Dicus 2000; Pinzari 2011; Sterflinger 2010). Nesnelerin üzerindeki toz tabakalarının çok sayıda mantar sporu ve bakteri taşıdığı ve aynı zamanda bu organizmalar için bir besin kaynağı olduğu bilinmesine rağmen, basit temizliğin önemi hala göz ardı edilmektedir. Bu nedenle mikrobiyologlara, restoratörlere, koruma uzmanlarına ve müze küratörlerine danışılarak, önleyici tedbirlerin öneminin farkındalığı arttırılmalıdır.

Geçmişte yapılan yanlış uygulamalar ve hatalardan ders alınmalı ve aşağıdaki ilkeler uygulanmalıdır.

Toz katmanlarının temizlenmesi ve nesnelerin sık sık gözlemlenmesi gibi basit önleme tedbirlerine odaklanmalıdır (Sterflinger and Pinar, 2013).

Tüm koruma uygulamaları çok dikkatli bir şekilde ve korunacak yapının gereksinimlerine uyarlanmış sıkı bir dizi testten sonra uygulanmalıdır. Koruma yöntemlerinin etkilerini değerlendirebilmek için izleme yöntemlerine önem verilmelidir. (Sterflinger and Pinar, 2013).

Alternatif dekontaminasyon yöntemlerinin, örneğin gama radyasyonu (Magaudda 2004) ışığın modifikasyonu (Albertano ve ark. 2005) ve mikro iklimlerin (Camuffo 1998; Pinzari ve Montanari 2011) geliştirilmesi için daha fazla çaba gösterilmelidir.

Yeni kazılmış bir nesnenin korunmasına ve biyo-bozunmaya karşı korunmasına imkân veremediğimiz durumlarda, daha iyi korunma yöntemleri elde edilinceye kadar toprakta veya boya veya alçı katmanları (ör. duvar resimleri için) altında kalmalıdır. Keşfedilen her şeyin sergilenmesi ve halka açılması gerekmediğini öğrenmek için bir paradigma değişikliği gereklidir (Sterflinger and Pinar, 2013).

KAYNAKÇA

- Ahunbay, Z. (1996). Tarihi Çevre Koruma ve Restorasyon. İstanbul: Yapı- Endüstri Yayınları.
- A Eklund, Julie. (2013). Biological Growth on Masonry: Identification & Understanding. Published by Historic Scotland, January 2013. Historic Scotland, Longmore House, Salisbury Place, Edinburgh EH9 1SH.
- Albertano P, Bruno L, Bellezza S (2005) New strategies for the monitoring and control of cyanobacterial films on valuable lithic faces. *Plant Biosyst* 139:311–322.
- Almeida, M.T., Mouga, T., Barracosa, P. (1994). The weathering ability of higher plants. The case of *Ailanthus altissima* (Miller) Swingle. *International Biodeterioration and Biodegradation* 12, 333–343.
- Bastian F, Alabouvette C (2009) Lights and shadows on the conservation of a rock art cave: the case of Lascaux Cave. *Int J Speleol Spec Issue Cave Microbiol* 38:55–60.
- Bellezza S, Paradossi G, De Philippis R, Albertano P (2003) *Leptolyngbya* strains from Roman hypogea: cytochemical and physico-chemical characterisation of exopolysaccharides. *J Appl Phycol* 15:193–200.
- Billi D (2012) Anhydrobiotic rock- inhabiting cyanobacteria: potential for astrobiology and biotechnology. In: Stan-Lotter H, Fendrihan F (eds) *Adaptation of microbial life organisms in extreme environments: research and application*. Springer, Wien New York, pp 119–132.
- Büyükakıncı, B.Yeşim. (2010) Hava kirliliğinin tarihi eserlere etkisi ve alınması gereken önlemler *ABMYO Dergisi*. 19, (47-52).
- Calvo A.(1997).Conservación y restauración de pintura sobre lienzo. In: De la A a la Z, editor. *Conservación y Restauración: Materiales Técnicas y Procedimientos*. Barcelona: Ed. Serbal. pp. 152-155. ISBN: 9788476281949.
- Camuffo D (1998) *Microclimate for cultural heritage*. Elsevier, Amsterdam, 415 pp.

- Caner, Evin. (2011). Limestone Decay In Historic Monuments And Consolidation With Nanodispersive Calcium Hydroxide Solutions, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara.
- Crispim CA, Gaylarde PM, Gaylarde CC .(2003). Algal and cyanobacterial bio films on calcareous historic buildings. *Curr Microbiol* 46 (2):79–82.
- Crispim, C. A., and Gaylarde, C. C. (2004). Cyanobacteria and biodeterioration of cultural heritage: A review. *Microb. Ecol.* 10, 1007/s00248–003–1052–5.
- Crispim CA, Gaylarde CC .(2005). Cyanobacteria and biodeterioration of cultural heritage: a review. *Microb Ecol* 49:1–9.
- Dal, M., Yalçın, M., Öcal, A.D. (2016). Gazimağusa Kaleiçindeki Tarihi Taş Yapılarda Görülen Bozunmalar, Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 31(2):355-363, Adana.
- Dia, M.G., Not, R., 1991. Gli agenti biodeteriogeni degli edifici monumentali del centro storico della città di Palermo. *Quaderni di Botanica Ambientale Applicata* 2, 3–10.
- Doehne, Eric and Clifford A. Price. (2010). *Stone Conservation An Overview Of Current Research*, Los Angeles: Getty Conservation Institute, Getty Publications.
- Fitzner, Bernd. (2004). "Documentation And Evaluation Of Stone Damage On Monuments", 10th International Congress On Deterioration And Conservation Of Stone.
- Fitzner, Bernd and Kurt Heinrichs. (2001). "Damage diagnosis at stone monumentsweathering forms, damage categories and damage indices", *ACTA-Universitatis Carolinae Geologica*, 1: 12 - 59.

- Garty, J. (1992). The post-glacial recovery of rock-inhabiting algae, microfungi and lichens. *Canadian Journal of Botany* 70, 301–312.
- Gaylarde PM, Gaylarde CC. (2000). Algae and cyanobacteria on painted buildings in Latin America. *Int Biodeter Biodegr* 46:93–97.
- Gorbushina AA. (2007). Life on the rocks. *Environ Microbiol* 9:1613–1631.
- Grilli Caiola M, Billi D .(2007) .*Chroococcidiopsis* from desert to Mars. In: Seckbach J (ed) *Algae and cyanobacteria in extreme environments*. Springer, Dordrecht, pp 555–568.
- Grossi, C. M., and P. Brimblecombe. (2007). Effect of long-term changes in air pollution and climate on the decay and blackening of european stone buildings. In Geological Society, London, Special Publications, Edited by R. Priekryl, and B. J. Smith, vol. 271(1), The Geological Society of London. 117–30. doi:10.1144/GSL.SP.2007.271.01.13.
- Hale, M.E. (1974). *The Biology of Lichens*, 2nd Edition. Arnold, London.
- Hoffmann L. (2002). Caves and other low-light environments: aerophytic photoautotrophic microorganisms. In: Bitton G (ed) *Encyclopedia of environmental microbiology*. Wiley, New York, pp 835–843.
- Hyvärinen, A., Meklin, T., Vespaalinen, T. (2002). Fungi and actinobacteria in moisture-damaged building material: concentration and diversity. *International Biodeterioration and Biodegradation* 49, 21–25.
- Jaag O. (1945) Untersuchungen über die Vegetation und Biologie der Algen des nackten Gesteins in den Alpen, im Jura und im schweizerischen Mittelland. *Beitr Kryptogamen flora Schweiz* 9:1–560.
- J. Chen, H.P. Blume, L. Beyer. (2000). Weathering of rocks induced by lichen colonization, a review. *Catena* 39 . 121–146.
- Magaudda G (2004) The recovery of biodeteriorated books and archive documents through gamma radiation: some considerations on the results achieved. *J Cult Herit* 5:113–118.

- M. Lisci et al. (2003) . *International Biodeterioration & Biodegradation* 51 1 – 17.
- Mouga, T., Almeida, M.T. (1994). Excavated monuments as environment for plants—Cunimbriga, Portugal: a study case. III International Symposium on the Conservation of Monuments in the Mediterranean Basin, pp. 323–328.
- Ortega-Calvo JJ, Hernandez-Mariné M, Saiz-Jimenez C. (1993). Cyanobacteria and algae on historic building and monuments. In: Garg KL, Garg N, Mukerji KG (eds) *Recent advances in biodeterioration and biodegradation*, vol 1. Naya Prokash, Calcutta, pp 173–203.
- Ortega-Morales O, Guezennec J, Hernandez-Duque G, Gaylarde CC, Gaylarde PM. (2000). Phototrophic biofilms on ancient Mayan buildings in Yucatan, Mexico. *Curr Microbiol* 40:81–85 .
- Ortega-Morales, B. O., Lopez-Cortes, A., Hernandez-Duque, G., Crassous, P., and Guezennec, J. (2001). Extracellular polymers of microbial communities colonizing ancient limestone monuments. In “*Methods in Enzymology. Microbial Growth in Biofilms Part. A: Developmental and Molecular Biological Aspects*” (R. J. Doyle, Ed.), Vol. 336, pp. 331–339. Academic Press, San Diego.
- Ortiz, R., P. Ortiz, M. S. Abad, J. M. Martin, M. A. Gomez, and M. A. Vázquez. (2012). Estudios estratigráficos de costras y depósitos en templos del casco histórico de Sevilla [Stratigraphic studies of crusts and deposits in churches of the historic center of Seville]. *Revista PH* 83:50–61. doi:10.33349/2012.83.3343.
- Pattanaik B, Adhikary SP. (2002a). Blue green algal flora at some archaeological sites and monuments in India. *Feddes Repert* 113:289–300.
- Pandey AK, Shrivastav S, Sarsaiya S. (2011). Deterioration-causing fungi at GWALIOR FORT. *Ann Env Sci* 5:35–40.

- Pentecost A, Whitton BA. (2000). Limestones. In: Whitton BA, Potts M (eds) The ecology of cyanobacteria: their diversity in time and space. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, pp 257–279, 669 pp.
- Petersen, K., Kuroczkin, J., Strzelczyk, A.B., Krumbein, W.E. (1988). Distribution and effects of fungi on and in sandstones. In. *Biodeter.* 7, 123–128. https://doi.org/10.1007/978-94-009-1363-9_16.
- Pinzari F, Montanari M (2011) Mould growth on library materials stored in compactus-type shelving units (Chapter 11). In: Abdul- Wahab Al-Sulaiman SA (ed) Sick building syndrome in public buildings and workplaces. Elsevier, Burlington.
- Rivera, L. E. C., Ramos, A.P., Sánchez J. I. C. and Serrano M. E. D. (2018). Origin and Control Strategies of Biofilms in the Cultural Heritage.
- Rosling A, Finlay RD, Gadd GM (2009) Geomycology. *Fungal Biol Rev* 23:91–93.
- Saarela M, Alakomi HL, Suihko ML, Maunuksela L, Raaska L, Mattila- Sandholm T (2004) Heterotrophic microorganisms in air and biofilm samples from Roman catacombs, with special emphasis on actinobacteria and fungi. *Int Biodeterior Biodegrad* 54:27–37
- Sabbioni, Brimblecombe ve Cassar, May. (2012). The Atlas Of Climate Change Impact On European Cultural Heritage Scientific Analysis And Management Strategies, London: Anthem Press.
- Scheerer S, Ortega-Morales O, Gaylarde C (2009) Microbial deterioration of stone monuments—an updated overview. In Laskin AL, Saraslani S, Gadd G (eds). *Adv Microbiol* 66: 97–139.
- Seaward, M.R.D. (1976). Performance of *Lecanora muralis* in an urban environment. In: *Lichenology: Progress and Problems*. Academic Press, London, pp. 323–357.

- Stal LJ. (2007). Cyanobacteria: diversity and versatility, clues to life in extreme environments. In: Seckbach J (ed) *Algae and cyanobacteria in extreme environments*. Springer, Dordrecht, pp 661–680, 811 pp.
- Stal LJ. (2010) Microphytobenthos as a biogeomorphological force in intertidal sediment stabilization. *Ecol Eng* 36:236–245.
- Sterflinger, K., Piñar, G., 2013. Microbial deterioration of cultural heritage and works of art—tilting at windmills? *Appl. Microbiol. Biot.* 97 (22), 9637–9646. <https://doi.org/10.1007/s00253-013-5283-1>.
- Sterflinger K(2000) Fungi as geologic agents. *Geomicrobiol J* 17:97–124.
- Sterflinger K, Prillinger H (2001) Molecular taxonomy and biodiversity of rock fungal communities in an urban environment (Vienna, Austria). *Antonie Van Leeuwenhoek* 80:275–286.
- Syers, J.K., Iskander, I.K.(1973). Pedogenetic significance of lichens. In: Ahmadjian, V., Hale, M.E. (Eds.), *The Lichens*. Academic Press, London, pp. 225–248.
- Tabasso Laurenzi, Marisa.(1993). “Materials for stone conservation”, *Congres International sur la Conservation de la Pierre et autres Materiaux*, ACTES, 54 - 58.
- Torraca, Giorgio. (1976). “Treatments of Stone in Monuments: A review of principles and Processes”, *The Conservation of Stone, Proceedings of the International Symposium*, ed. R. Rossi-Manaresi, 217-316.
- Trinkley, M.(2009). PhD. Chicora Foundation *AGS QUARTERLY / VOL. 33, NO. 2 / SPRING*.
- Tripathy P, Roy A, Adhikary SP .(1997). Survey of epilithic blue-green algae (Cyanobacteria) from temples of India and Nepal. *Arch Hydrobiol Suppl Algol Stud* 87:43–57.
- Tripathy P, Roy A, Anand N, Adhikary SP. (1999). Blue green algal flora on the rock surface of temples and monuments of India. *Feddes Reper* 110:133–144.

- Tomaselli L, Lamenti G, Bosco M, Tiano P. (2000). Biodiversity of photosynthetic microorganisms dwelling on stone monuments. *Int Biodeter Biodegrad* 46:251–258.
- Urzi C, Krumbein WE, Warscheid T. (1992). On the question of biogenic colour changes of Mediterranean monuments (coating, crust, microstromatolite, patina, scialbatura, skin, rock varnish). In: Decrouez D, Chamay J, Zezza F (eds) *Proceedings of the 3rd international symposium on the conservation of stone*. Musée d'Art et d'Histoire, Genève, pp 397–420.
- Vincent W. (2007). Cold tolerance in cyanobacteria and life in the cryosphere. In: Seckbach J (ed) *Algae and cyanobacteria in extreme environments*. Springer, Dordrecht, pp 289–301, 811
- Wynn-Williams DD. (2000). Cyanobacteria in deserts – life at the limits? In: Whitton BA, Potts M (eds) *The ecology of cyanobacteria: their diversity in time and*
- Geçerli belgede kaynak yok.**space. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp 341–366, 669 pp.

BÖLÜM 3

DÖNÜŞÜM GEÇİREN TARİHİ KONUT YAPILARININ MEKÂN-DİZİM ANALİZİ İLE İNCELENMESİ: İZMİR TOPÇAN VE TÜRKER EVLERİ ÖRNEKLERİ

Araş. Gör. Tuba Nur OLGUN¹
Araş. Gör. Murat ŞAHİN²

¹ Fırat Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Elazığ, Türkiye.
tnbaz@firat.edu.tr

² Fırat Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Elazığ, Türkiye.
msahin@firat.edu.tr

GİRİŞ

Mekânlar, çeşitli etkenlere göre değişim ve dönüşüm içinde olan canlı organizmalardır. Kimi zaman kullanıcıların değişmesiyle, kimi zaman da fiziksel verilerdeki dönüşümlerle farklılaşan mekânlar, zamanla bazı özgün niteliklerini yitirebilmektedir. Bu anlamda yaşanan değişimlerin somut bir şekilde incelenmesi ve yorumlanması, söz konusu mekânları gelecek nesillere aktarabilmek açısından büyük önem taşımaktadır.

Geçmişte özgün niteliklere sahip olan pek çok mekân, bu niteliklerinden bazılarını kaybederek günümüze ulaşmıştır. Bu mekânların başında, ülkemizde köklü mimari eserler bırakan Levanten toplumunun yaşadıkları evler gelmektedir. Özellikle liman ticaretiyle uğraşan; bu nedenle liman kentlerinde yoğunlaşan Levantenler; İstanbul, İzmir, Mersin gibi yerleşimlerde uzun yıllar boyunca yaşamışlardır. Bu bağlamda söz konusu kentlerde, günümüze ulaşan pek çok Levanten evi bulunmaktadır. Ancak bu evler zamanla birçok kez el değiştirmiş ve farklı kullanıcılara hizmet vererek dönüşüm geçirmiştir.

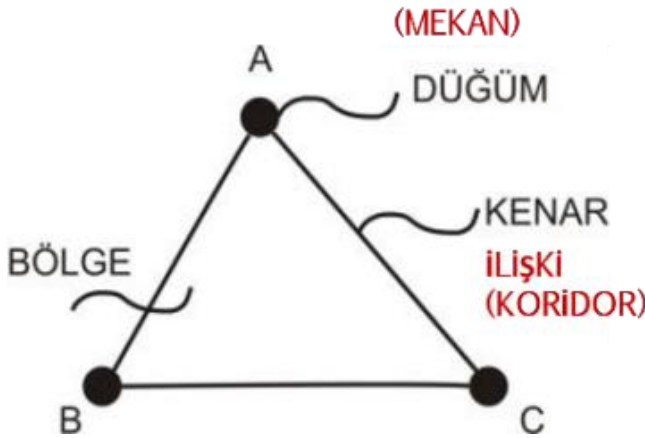
Çalışmanın amacı, İzmir’de yer alan ve Levanten evlerinin karakteristik niteliklerini en iyi şekilde yansıtan yapılardan olan iki konut özelinde, mekânda yaşanan değişim ve dönüşümleri somut bir biçimde ortaya koyarak; özgün niteliklere sahip olan konutların yansıttığı değerlerin gelecek nesillere doğru bir biçimde aktarılmasına katkı koymaktır. Bu kapsamda söz konusu değerleri somut olarak

değerlendirmek amacıyla mekân-dizim yöntemi ele alınmış ve bu yöntem kullanılarak; Levantenlerin yoğun olarak yaşadığı İzmir’de yer alan Türker ve Topçan evlerindeki değişimler analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen verilerle özgün konut yapılarının geçirdiği değişimlerin sayısal verilerle ortaya konması ve böylece bu yapıların gelecek nesillere doğru bir şekilde aktarılmasına katkı sağlanması hedeflenmektedir.

1. MEKÂN-DİZİM YÖNTEMİ

Günümüzde mekân ve mekânı oluşturan normlarla etmenleri anlamak ve incelemek için pek çok disiplin tarafından araştırmalar yapılmaktadır. Bu bağlamda geliştirilen, mekân ve mekânı oluşturan yapıların oluşumunu, kurgusunu, biçimleniş şekillerini inceleyen mekân-dizim yöntemi; mekânsal kurguların ve öğelerin ilişkilerini, fiziksel, biçimsel ve yapısal açıdan özelliklerini irdeleyen bir disiplindir (Yıldırım, 2002). Morfolojik analiz yöntemlerinden birisi olan mekân-dizim analiz yöntemi, mekânsal organizasyon ve kurguları, kullanıcıların görüş ve hareket alanlarını ve bunların etkileşimini objektif bir şekilde inceleyerek veriler sunmaktadır. Mekân-dizim yöntemiyle, mekânsal bileşenlerin birbiriyle olan ilişkisini, mekânların oluşturduğu yapı ve çevresinin oluşum ve biçimleniş kurgusunu, yapının karmaşık yapısını kavramak ve anlamak; yapının işleyişini objektif ve sayısal verilerle ortaya koymak mümkün olmaktadır (Dursun, 2002; Özyılmaz, 2007).

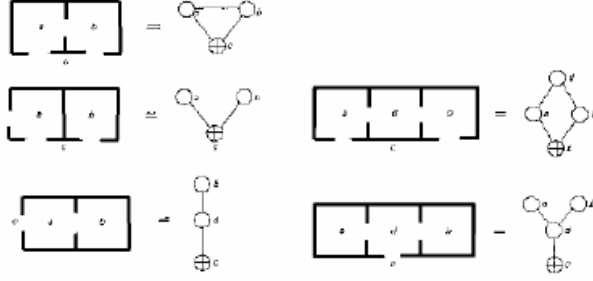
Mekân-dizim yöntemi, Hillier ve Hanson (1984), Bloch (1979) ve Steadman (1983) gibi uzmanlar tarafından oluşturulup geliştirilmiştir. Bu analiz yönteminin işleyiş kurgusuna bakıldığında, incelenen her mekân bir 'düğüm' ile ifade edilirken, mekânlar arasındaki geçiş ilişkileri ise 'kenar' olarak ifade edilmektedir. İki mekân arasındaki ilişki de 'komşuluk ve geçiş' terimleriyle açıklanmaktadır (Broadbent G.,1973).



Şekil 1. Graf Şeması (Kahvecioğlu, 2001)

Ele alınan sentaktik yapının nümerik olarak ifadesini oluşturmak için öncelikle; binanın mekânsal örgütlenmesini belirtmek amacıyla geçiş grafi (komşuluk grafi) adı verilen kurgu oluşturulur. Daha sonra her bir mekânın diğer mekâna göre derinliğinin belirlenmesi için derinlik grafi (düzenlenmiş geçiş grafi) adlı ifade oluşturulur. Derinlik kavramı, mekânsal konfigürasyonlar için önemli bir etmendir ve yapıdaki mekânsal kurguda girişten veya herhangi bir mekândan

başka bir mekâna geçişte kaç adımda geçildiğini ifade etmek için kullanılır (Sıramkaya v.d., 2018).



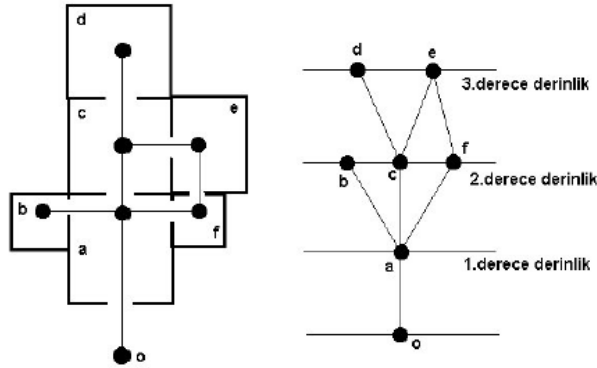
Şekil 2. Geçiş/ geçirgenlik grafi (Broadbent, 1973)

Çalışmada kullanılan değerlere bakıldığında;

- Beta İndeksi: Oluşturulan şebekenin toplam kenar sayısının toplam düğüm sayısına oranından ortaya çıkmaktadır. Eğer bu değer, $\beta < 1$ ise yapı ağaç forma sahiptir; yani mekânsal kurgunun lineer form sahip olduğu anlaşılmaktadır. $\beta = 1$ ise yapı döngü forma sahiptir; yani mekânsal kurgu döngü yapıyı yansıtmaktadır. $\beta > 1$ ise bu graf kompleks devre; yani kompozit bir formu yansıtmaktadır (Broadbent, 1973).
- Gamma İndeksi: Gamma indeksi, olası linkler ile gözlemlenen linkler arasındaki ilişkiyi gösteren bir ölçüdür ve 0-1 aralığında değişir. 1 değeri sistemde bağlantıyı belirtirken, 0 değeri de gerçekte hiçbir bağlantı olmadığını belirtir. Gamma, sistemdeki devamlılığın ölçümünde etkin bir değere sahiptir (Kansky, 1963). Analizlerde 1 değeri tam bağlantılılık iken, 0 değeri

şebeke elamanları arasında tam bağlantısızlığı göstermektedir. (Yıldırım, 2001; Baysal ve Yıldırım, 2017).

- Ortalama Derinlik Değeri: Bir mekânın tüm sistem içerisindeki ulaşım konumunu ifade etmektedir. Geçiş grafindaki her mekânın dış mekâna göre derinliklerinin toplanıp mekân sayısına bölünmesiyle elde edilmektedir. Her mekânın ortalaması anlamına gelmektedir. Ulaşılabilecek mekânlar bağlamında, eğer bu değer büyük ise mekânların ‘derin’; eğer değer küçük ise mekânların ‘sığ’ olduğu ifadeleri kullanılmaktadır (Czerkauer Yamu, 2010; Çakmak, 2011).



Şekil 3. Plan şeması ve graf şemasının derinlik değerleri (Hillier ve Hanson, 1984)

- Entegrasyon Değeri: Yapı, yüksek entegrasyon değerine sahip ise sığ mekânlardan, yüksek geçirgenlik ve görselliğe sahip alanlardan oluşmaktadır. Fakat yapının entegrasyon değeri düşük ise yapıyı oluşturan mekânların derin ve sosyal etkileşimin zayıf olduğu ifade edilmektedir (Hillier ve Hanson, 1984; Yıldırım, 2002; Çakmak, 2011).

- **Bağlantılılık Değeri:** Bu değer, bir mekânla bağlantılı olan komşu mekânların ölçümünü sağlar. Mekânın kavranmasına yönelik bir bilgidir; mekânın biçiminin insan zihninde oluşturduğu görsel algıya dayalı yansıması olarak ifade edilmektedir (Kırcı, 2010).

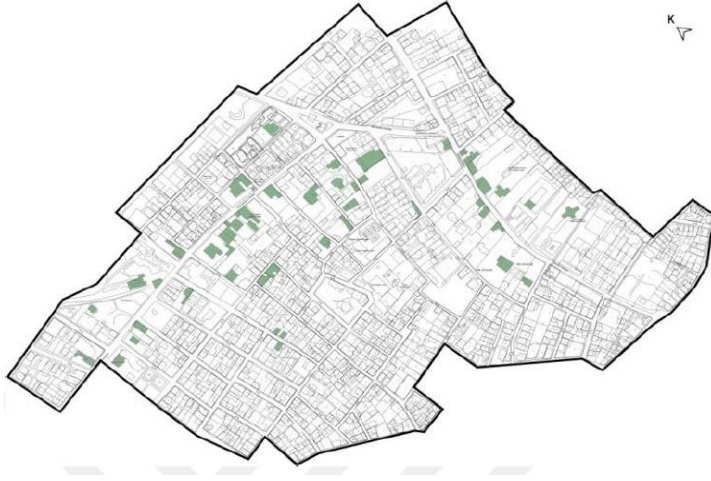
Yukarıda ifade edilen terimler sayesinde mekânlar ve mekânı oluşturan yapıların biçimlenişi ve kurgusu sayısal, grafiksel ve objektif bir şekilde incelenerek yorumlanabilmektedir.

2. TOPÇAN EVİ VE TÜRKER EVİ'NİN GENEL NİTELİKLERİ

Konut yapıları, içinde buldukları fiziksel çevre ve kullanıcıların nitelikleri gibi pek çok veriden etkilenen karakteristik yapılardır. Bu anlamda ülkemizde özellikle kullanıcılarının niteliklerine göre şekillenme durumuyla öne çıkan Levanten evleri, pek çok özgün niteliği de bünyelerinde barındırmaktadır.

Levanten, genel anlamda Avrupalı bir aileden gelerek Doğu Akdeniz ülkelerinde ve bir Doğu Akdeniz ülkesi olan Türkiye'de İzmir ve İstanbul gibi liman kentlerine yerleşen toplumları tanımlamak amacıyla kullanılan bir ifadedir. (Beyru, 2000; Erpi, 1987; Harris, 2005; Pınar, 2006). Özellikle Osmanlı Devleti'nin son dönemlerinde ülkede yoğunlaşan Levantenlerin önemli bir nüfusu oluşturduğu kentlerden biri olan İzmir'de, günümüze söz konusu topluluktan kalan özgün bir mimari miras ulaşmıştır (Olğun, 2019).

İzmir’de Levanten evlerinin yoğunlaştığı Buca ilçesinde günümüze ulaşan bu değerlerden bazıları özgün nitelikleriyle büyük oranda korunurken; bazıları ise çeşitli dönüşümler geçirmiştir (Şekil 4). Bu anlamda geçirdiği dönüşümlerle göze çarpan Levanten evlerinden ikisi, Topçan ve Türker Evleridir.



Şekil 4. Buca sit alanı içinde yer alan Levanten evleri haritası (Çelik, 2016)

Topçan Evi, Buca sit alanının kuzeydoğusunda bulunmaktadır (Çelik, 2016). 1870’li yıllarda Levanten bir aile tarafından yaptırılarak kullanıldığı bilinen ev, günümüze ulaşan süreçte pek çok kez el değiştirmiş ve buna bağlı olarak bazı özgün niteliklerini de yitirmiştir (Biol Akkurt, 2004). (Şekil 5).



Şekil 5. Topçan Evi (Çelik, 2016)

Türker Evi, Buca sit alanının güneybatısında bulunmaktadır. 1843 yılında Blackler Ailesi tarafından inşa ettirilen yapı, 1947 yılında Falbo Ailesi tarafından kullanılmaya başlanmıştır. 1980 yılında ise Türker Ailesi'nin kullanımına geçmiştir (Çelik, 2016). Tüm bu kullanıcı değişimleri, yapının özgün niteliklerinde de dönüşümleri beraberinde getirmiştir. (Şekil 6).

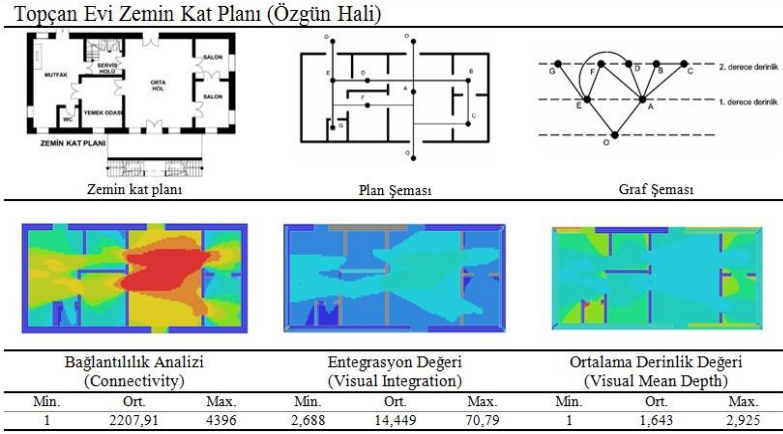


Şekil 6. Türker Evi (Çelik, 2016)

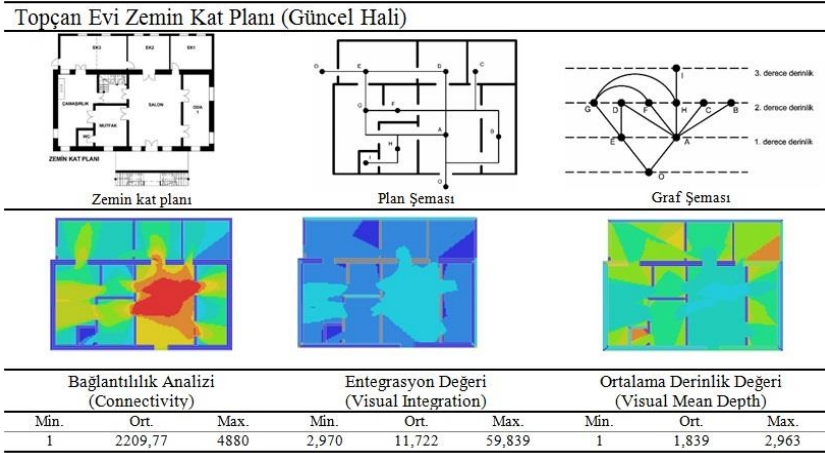
3. TOPÇAN EVİ VE TÜRKER EVİ'NİN MEKÂN DİZİM YÖNTEMİ İLE ANALİZİ

Çalışmanın bu bölümünde İzmir'de yer alan ve geçirdikleri dönüşümlerle dikkat çeken Levanten konutları olan Topçan Evi ve Türker Evi'nin inşa tarihinden günümüze uzanan süreçte, değişen sosyo-kültürel ortam, ihtiyaçlar, yaşama biçimi gibi etmenler neticesinde mekânsal kurgularındaki farklılaşmalar incelenmektedir. Bu bağlamda mekân ve mekânları oluşturan kütlelerin oluşum kurgusu ve biçimlenişini sayısal ve grafiksel verilerle irdelemeyi sağlayan morfolojik analiz yöntemlerinden mekân dizim yöntemi kullanılmıştır. Geleneksel/karakteristik nitelikli konutların mekânsal kurgularını ve biçimlenişlerini anlamak açısından, yapıların plan bağlamında graf çizgi yöntemi ve sentaktik analiz yöntemleri, tablolar oluşturarak düzenlenmiş ve elde edilen veriler detaylı bir şekilde irdelenmiştir. Evlerin süreç içerisinde değişen plan kurguları, zemin katları ve üst katları, kendi içerisinde değerlendirmeler ve yorumlarla ele alınmıştır.

Tablo 1. Topçan Evi'nin zemin kat planının özgün durumunda mekânsal analizi



Tablo 2. Topçan Evi'nin zemin kat planının güncel durumunda mekânsal analizi

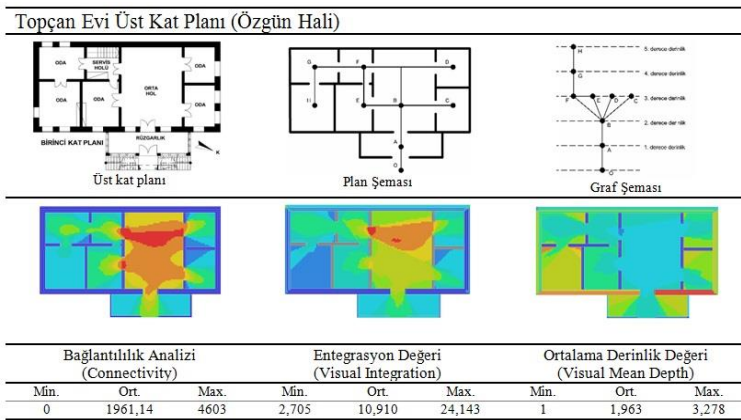


Yukarıda gösterilen tablolar (Tablo 1, 2) sonucunda Topçan Evi'nin zemin kat planının mekânsal kurgusunda meydana gelen değişimler ve biçimlenişler hakkında sayısal ve grafiksel veriler ortaya konmuştur.

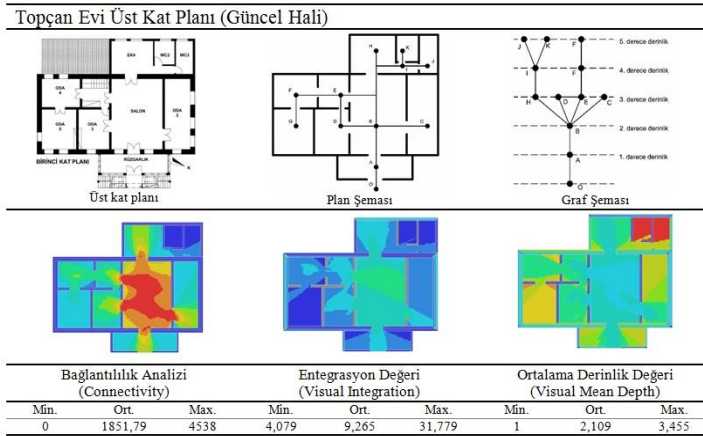
Bu verilerle; zemin kat planında dönemler içerisinde farklılıklar görünmesine rağmen mekânlar arasındaki ilişkinin yoğunluğunu ortaya koyan bağlantılılık (connectivity) analizine göre, mekânlar arasındaki ilişkinin benzer olduğu görülmektedir. Planların entegrasyon değerine bakıldığında, zemin kat özelinde özgün plan şemasının daha sığ bir mekânsal kurguya sahip olduğu anlaşılmaktadır. Mekânlar arasındaki geçiş ilişkisini veren; yani bir mekâna ulaşmak için kaç tane mekân geçmemiz gerektiğini ifade eden ortalama derinlik değerine bakıldığında ise güncel plan şemasına sahip mekânsal kurgunun daha derin mekânlara sahip olduğu, hem graf şemasında hem de analizlerde açıkça görülmektedir.

Bir sonraki aşamada ise Topçan Evi'nin üst kat planının süreç içerisinde, mekânsal kurgusunda meydana gelen değişim ve dönüşümler, mekân-dizim yöntemi ve graf şeması analizi ile tablolar eşliğinde ortaya koyulmuştur (Tablo 3, 4).

Tablo 3. Topçan Evi'nin üst kat planının özgün durumunda mekânsal analizi



Tablo 4. Topçan Evi'nin üst kat planının güncel durumunda mekânsal analizi



Zaman içerisinde Topçan Evinin üst kat planında mekânsal eklenmeler neticesinde değişimler yaşanmıştır. Yapılan mekânsal analizler sonucunda; üst kat planında mekânsal değişimler oluşsa da mekânlar arasındaki ilişki düzeyi yoğunluğunun çok fazla değişmediği görülmüştür. Mekânların sosyal etkileşim ve görsel algı değerinin yanı sıra yada derin olduklarını ifade eden entegrasyon değerine göre, yapının özgün hali sosyal etkileşimin ve görsel algının daha fazla olduğu mekân kurgusuna sahiptir. Özgün ve güncel planlar farklı olmasına rağmen, graf şemasına göre her iki dönem planlarının da mekânların aynı derinlik değerine sahip olduğu ve ortalama derinlik değerine göre üst kat planının güncel halinde mekânlar arası derinliklerinin daha fazla olduğu belirlenmiştir.

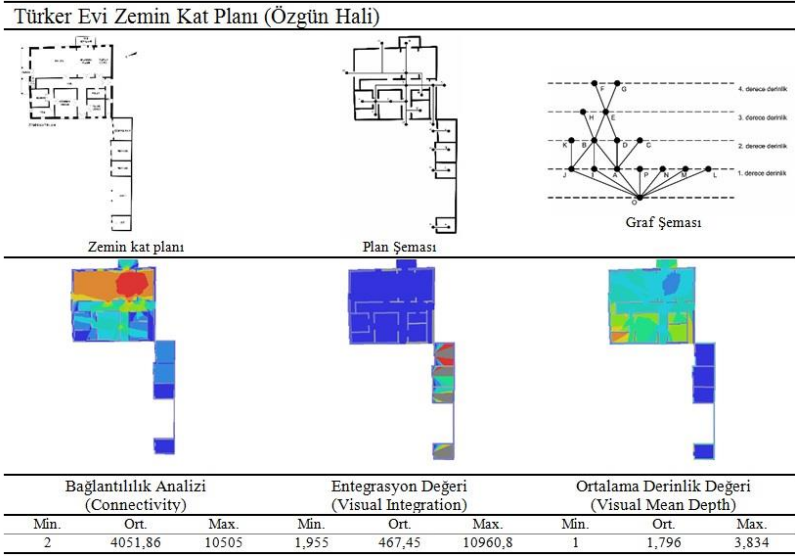
Topçan Evi gibi Türker Evi de günümüze uzanan süreç boyunca çeşitli dönüşümler geçirmiştir. Bu anlamda Türker evinin zemin ve üst katının dönem içerisindeki mekânsal kurgu ve biçimlenişlerindeki değişimler de mekân-dizim yöntemi ile ele alınmıştır.

Tablo 5. Topçan Evi'nin zemin kat ve üst kat planlarının beta ve gama değerleri

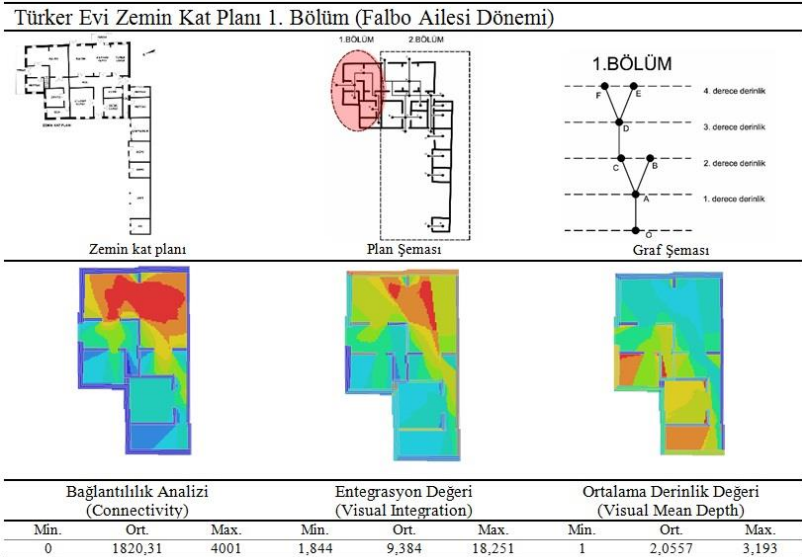
Topçan Evi	Dönem	Beta	Gama
Zemin Kat	Özgün Hali	1,25	0,35
Zemin Kat	Güncel Hali	1,2	0,26
Üst Kat	Özgün Hali	1	0,25
Üst Kat	Güncel Hali	1	0,18

Yukarıda gösterilen, Topçan Evi'nin beta ve gama değerleri özelinde yapılan tabloda (Tablo 5) elde edilen veriler neticesinde, beta değeri özelinde; Topçan Evi'nin zemin kat ve üst kat planlarının her dönemindeki mekân şebekesi, kompleks yani kompozit bir yapıya sahiptir. Gama değerleri özelinde ise; zemin katın özgün hali, mekân kurgusu en kompakt şebekeye sahip özellik gösterirken, üst kat güncel hali dönemi mekân kurgusu ise en parçalı şebekeye sahip özellik göstermektedir.

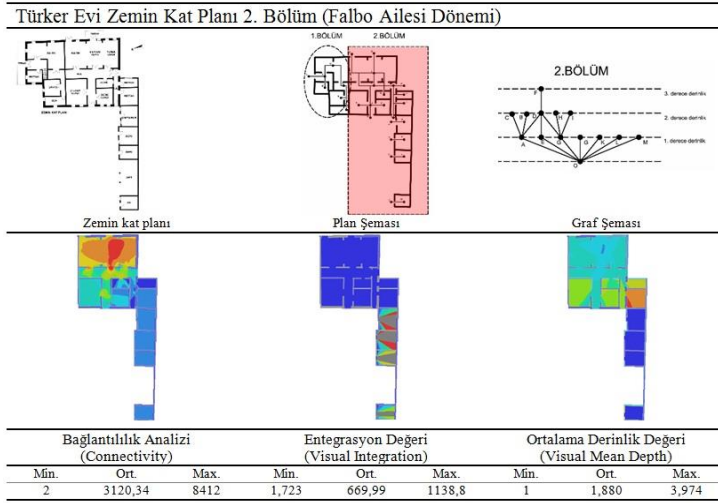
Tablo 6. Türker Evi'nin zemin kat planının özgün durumunda mekânsal analizi



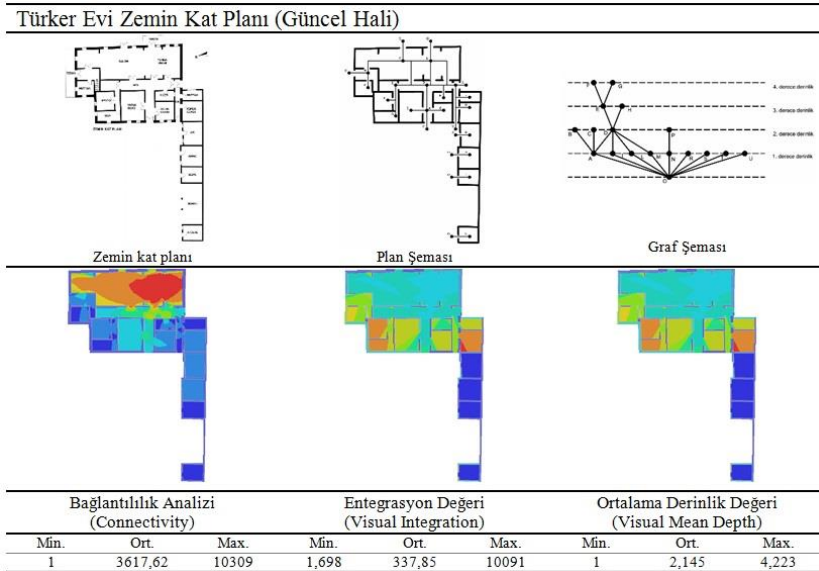
Tablo 7. Türker Evi'nin zemin kat planının 1. bölümünün Falbo Ailesi döneminde mekânsal analizi



Tablo 8. Türker Evi'nin zemin kat planının 2. Bölümünün Falbo Ailesi döneminde mekânsal analizi

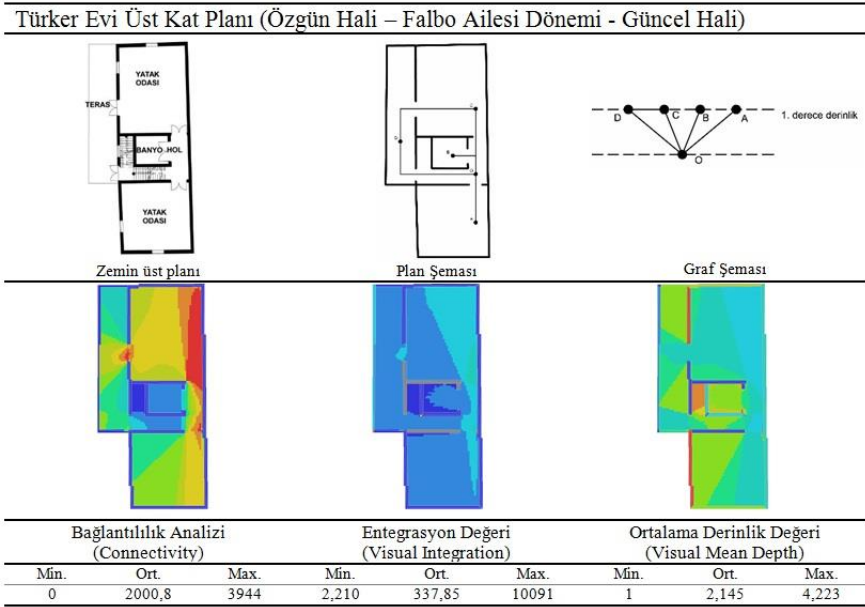


Tablo 9. Türker Evi'nin zemin kat planının güncel durumunda mekânsal analizi



Yukarıda tablolarında (Tablo 6, 7, 8, 9), Türker Evi'nin zemin kat planının zaman içerisinde mekânsal kurgusundaki değişimlerin irdelenmesi neticesinde; yapının mekânsal derinliğinin en az (sığ) mekân kurgusuna sahip olduğu alan, Falbo Ailesi döneminde 1. bölüm olarak saptanmış; diğer bütün dönemlerde ise zemin kat mekân kurgularının 4. derece derinlik değerine sahip olduğu anlaşılmıştır. Mekânlar arasındaki ilişki ve geçiş ilişkilerini yansıtan bağlantılık analizine bakıldığında ise; mekânlar arasındaki ilişkinin en yoğun ve güçlü olduğu dönem özgün plan şemasına sahip olduğu dönem iken, en zayıf olduğu dönem ise Falbo Ailesi dönemindeki 1. bölüm mekân kurgusuna ait dönem olarak saptanmıştır. Mekânlar bağlamında sosyal etkileşimi ve görsel algılama değerini ortaya koyan entegrasyon değeri analizine bakıldığında ise; zemin kat anlamında mekânlar arasında en çok görsel algı ve sosyal etkileşimin olduğu mekân kurgusunun, Falbo Ailesi dönemindeki 2. bölüm mekân kurgusu olduğu anlaşılmaktadır. Mekânlar arasındaki ulaşım derinliğini ortaya koyan ortalama derinlik değeri analizinde ise; mekânsal açıdan en derin mekân kurgusuna güncel dönemde sahip olduğu ve en sığ mekân kurgusuna ise özgün haldeki dönemde sahip olduğu anlaşılmaktadır.

Tablo 10. Türker Evi'nin üst kat planının özgün durumunda – Falbo Ailesi döneminde – güncel durumunda mekânsal analizi



Süreç içerisinde Türker Evi'nin üst kat planının mekânsal kurgusunda herhangi bir değişim yaşanmamıştır. Bu nedenle mekânsal değerleri bir tabloda gösterilmiştir. Değerlendirmeler neticesinde bağlantılılık analizinde, bölgeler kırmızılaştıkça alanların görsel algısı fazla ve entegre mekânlar olduğu; lacivertleştikçe ise ayrışan ve mekânsal ulaşılabilirliği en zor alanlar olduğunu ifade edilmektedir. Graf şemasında ise bütün mekânların derinlik derecelerinin az olduğu ve aynı derinlik değerine sahip olduğu anlaşılmaktadır. Böylece Türker evinin zemin kat ve üst kat planlarının dönem içerisindeki mekânsal kurgu ve biçimlenişi, sayılar ve grafikler neticesinde irdelenerek yorumlar yapılmıştır.

Tablo 11. Türker Evi'nin zemin kat ve üst kat planlarının beta ve gama değerleri

Türker Evi	Dönem	Beta	Gama
Zemin Kat	Özgün Hali	1,125	0,15
Zemin Kat	Falbo Ailesi(1. Bölüm)	0,85	0,28
Zemin Kat	Falbo Ailesi(2. Bölüm)	1,07	0,16
Zemin Kat	Güncel Hali	1,27	0,15
Üst Kat	Her Dönem	1	0,5

Yukarıda yapılan değerlendirmeler neticesinde Türker Evi için; zemin kat mekân kurgusu, beta değeri özelinde döngü, yani döngüsel forma sahip bir devre özelliği göstermektedir. Yapının zemin katının beta değerlerine göre; özgün hali, Falbo Ailesi dönemi 2. bölüm ve güncel dönemindeki mekân kurgusu, kompleks yani kompozit devreye sahip ve Falbo Ailesi dönemi 1. bölüm mekân kurgusu, ağaç yani lineer forma sahiptir. Gama değeri özelinde bakıldığında ise; bütün planlar içerisinde en kompakt mekân kurgusuna üst kat planı sahipken, en parçalı mekân kurgusuna ise zemin kat (özgün hali ve güncel hali) planlar sahiptir. (Tablo 11).

4. DEĞERLENDİRMELER VE SONUÇ

İnsanlar, oluşturdukları ve ortaya koydukları kültür, örf ve adetler, teknoloji gibi sosyal ve kültürel normlar ile fiziki çevrenin etkisiyle yaşamlarının büyük bir bölümünü geçirdikleri mekânları ve bu mekânların oluşturdukları yapıları tasarlamışlardır. Süreç içerisinde

değişen ve dönüşen sosyo- kültürel etmenler, ihtiyaçlar, teknoloji ve fiziki çevre gibi etmenler neticesinde oluşturulan mekânlar, değişime ve dönüşüme uğramıştır. Dönemin yaşanmışlıklarını ve izlerini, kültürünü, örf ve adetlerini, teknolojisini ve daha birçok veriyi bünyesinde barındıran geleneksel/karakteristik konutlar, bu anlamda mekânsal kurgu ve biçimlenişleri incelemek ve anlamak açısından büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışma kapsamında Topçan ve Türker Evleri özelinde mekân dizim yöntemi ve graf şeması yöntemiyle mekânsal biçim ve kurgunun oluşumu ve değişimi grafikler ve tablolar halinde incelenmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda, yapıların zemin kat ve üst katlarının süreç içerisindeki değişimleri ayrı ayrı tablolar üzerinden değerlendirilmiştir. Buradan hareketle yapıların zemin kat ve üst katları, her dönem için bağlantılılık, entegrasyon, ortalama derinlik değeri ve graf şeması değerlerine göre detaylı olarak analiz edilmiş ve yorumlanmıştır. Ayrıca mekân kurgusunun şebeke içerisindeki ilişkisini değerlendirmek için beta ve gama değerleri üzerinde yorumlar yapılmıştır. Bu bağlamda yapılan çalışmanın, örnek olarak incelenen yapılar gibi karakteristik niteliklere sahip olan diğer yapıların mekânsal bağlamda daha iyi anlaşılmasına ve gelecek nesillere doğru bir şekilde aktarılmasına katkı koyacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- Baysal, M. ve Yıldırım, M. T. (2017). Ankara’da Apartmanlar ve Kapalı Güvenlikli Toplu Konutların Mekânsal Konfigürasyonu Sentaktik Analizi. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi, 5(2), s.177-190.
- Beyru, R. (2000). 19. Yüzyılda İzmir’de Yaşam. Literatür Yayınları, İstanbul.
- Biol Akkurt, H. (2004). 19. Yüzyıl Batılılaşma Kesitinde, Bornova ve Buca Levanten Köşkleri Mekânsal Kimliğinin İrdelenmesi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, İzmir.
- Bloch, C. J. (1979). Catalogue of Small Rectangular Plans. Environment and Planning B, 6(2), s. 155–190.
- Broadbent G. (1973). Design in Architecture. John Wiley & Sons, Londra.
- Büyükaşahin Sıramkaya, S., Yıldız, E. ve Aydın, D. (2018). 17. ve 18. Yüzyıl Geleneksel Bursa Evleri Mekânsal Konfigürasyonunun Tipolojiler Üzerinden Analizi. Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi, 11(61), s. 444-451.
- Czerkauer Yamu, C. (2010). Space Syntax Understanding, HILLIER’s Concept of a Spatial Configuration and Space Syntax Analysis. Université de Franche-Comte, University College London, Londra.
- Çakmak, B. Y. (2011). Kırsaldan Kente Göç ile Kent Çeperlerinde Oluşan Konutların Mekansal Dizim Yöntemiyle Analizi, Konya Örneği. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Konya.
- Çelik, M. (2016). Buca Levanten Konutlarında Kültürel Değerlerin Sürekliliği, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- Dursun, P. (2002). Trabzon Kentsel Dokusunda Morfolojik Analiz. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, İstanbul.
- Eрпи, F. (1987). Buca’da Konut Mimarisi (1838-1934): Bir Yüzyıl Dönemi Kapsayan Mimari Oluşumun Sosyo - Kültürel Analizi. ODTÜ, Ankara.
- Harris, W. (2005). Levant, Bir Kültürler Mozaiği. (Çev. E. Ertürk), Literatür Yayınları, İstanbul.
- Hillier B. ve Hanson, J. (1984). The Social Logic Of Space. Cambridge University Press, Cambridge.

- Kahvecioğlu, N. P. (2001). Mimari Tasarım Eğitiminde Bilgi ve Yaratıcılık Etkileşimi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, İstanbul.
- Kansky, K.J. (1963). Structure of Transportation Networks. Research Paper No.84, University of Chigago, Chigago.
- Kırcı, N. (2010). Müzelerde Sentaktik ve Biçimsel Analiz Üzerine Bir Değerlendirme. Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakóltesi Dergisi, 25(2), s. 189-199.
- Olđun, T. N. (2019). İzmir Levanten Konutlarının Yaşama Kólütürü-Mekân İlişkisi Bağlamında İrdelenmesi, Uluslararası Tarih ve Kólütür Kongresi, Tam Metin Bildiriler Kitabı, s. 21-28, 3-4 Mayıs 2019, Malatya.
- Özyılmaz, H. (2007). Diyarbakır Geleneksel Konut Mimarisinde Morfolojik Analiz: Geleneksel Konutların Güncel Kullanımda Değerlendirilmesi. Gazi Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Ankara.
- Pınar, İ. (2006). Levant, Levanten ve Levantenlik ya da Öteki'ni Tanımlama Bağlamında Kavramların Yeniden Üretimi. Avrupalı mı Levanten mi?. s. 33-39, Bağlam Yayınları, İstanbul.
- Steadman, P. (1983). Architectural Morphology. Pion Ltd., Londra.
- Yıldırım, M. T. (2002). Bina Fonksiyonu – Bina Biçimi İlişkisinde Çizge Teorisi Kullanımı ile Veri Eldesi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, İstanbul.
- Yıldırım, T. (2001). Bina Gereksinme Programı İle Bina Morfolojisi İlişkisinde Graflar ve Geometrik Sentaks Olanaklarının Kullanımına Yönelik Bir Yöntem Yaklaşımı. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, İstanbul.

BÖLÜM 4

NAKLİYE KONTEYNERİNİN MİMARİ HACİM BAĞLAMINDA ISIL PERFORMANSI ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Arş. Gör. Naide SEVİM KOŞAN¹

¹ Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Samsun, Türkiye. naide.sevim@omu.edu.tr

GİRİŞ

Nakliye konteynerleri, ürünleri emniyetli bir şekilde uzak mesafelere taşımak için tasarlanan modüler birimlerdir ve özellikle uluslararası ticarete ürün nakliyesini kolaylaştırmak için sıklıkla kullanılmaktadır (İlerisoy ve Koşan, 2020). Ancak, yük taşıma anlamında büyük kolaylıklar sağlasa da, ticari dengesizliklerin var olması nedeniyle limanlarda iyi yönetilmesi gereken bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır (Çağlar ve Esmer, 2015). Öte yandan, çelik malzemenin, birincil üretim maliyeti ve çevre standartlarını karşılamak için oluşacak ilave maliyetler, geri dönüşüm kavramının daha fazla önem kazanmasını sağlamıştır (Yellishetty vd., 2011). Nakliye konteynerlerin mimarlık için tekrar kullanılması üzere bir yapıya dönüştürürken tüketilen enerji ise; eritmek ve atık depolama malzemesine (hurda) dönüştürmek için parçalarken tüketilen enerjiye kıyasla önemsizdir (Islam vd, 2016). Ayrıca mevcut çalışmalar; konteynerlerin yapı tasarımı için yeniden kullanılmasının konvansiyonel binalarla karşılaştırıldığında, somut enerjide önemli bir azalma sağladığını belirtmektedir (Dara vd., 2019). Bu doğrultuda; atık nakliye konteynerlerinin, atık yönetimi kapsamında ele alınıp mimaride tekrar kullanılmasının ülke ekonomisi açısından fayda sağlayacağı da ortadadır. Bu geri dönüşüm yaklaşımı ile, hem limanlardaki çelik konteyner atıklarının sayısı azalacak (Pisinger, 2002), hem de yapı malzemeleri için somutlaştırılmış enerjiyi azaltmak için önemli bir strateji gerçekleştirilecektir (Zal ve Cox, 2008).

Nakliye konteynerinin yapı birimi olarak ele alınması, kurgulanması ve uygun performans değerlerinin oluşturulması; konteyner yapı üretiminde önemli süreçlerdir. Özellikle, yapının performansını belirleyen fiziksel çevre ve iklimsel faktörlerin, kullanıcı konforunu ve yaşam kalitesini arttırmak için tasarım evresinde düşünülmesi ve iyi yönetilmesi gerekmektedir. Üretim amacı nedeniyle, nakliye konteynerlerinin birçok doğal dış koşullara (yağmur, kar, fırtına vb.) dirençli olması (Vijayalaxmi, 2010), yapı birimi olarak kullanımında performans açısından ön avantaj sağlayacağı da ortadadır.

Atık nakliye konteynerleri ile uygulanan konteyner yapılar, son yıllarda özellikle Avrupa, ABD ve Japonya başta olmak üzere dünya genelinde popülerliğini korumaktadır. Gelişmiş bu ülkelerde, depolamadan barınmaya, afet sonrası geçici dönem inşasından kalıcı toplu konut projelerine kadar pek çok farklı işlevlerde kullanımı gerçekleştirilmiş bu yapıım teknolojisine yönelik Türkiye'deki örneklerin niteliği ve niceliği ise, özellikle iklimsel gereksinimleri karşılamayacağı gibi performansa yönelik önyargılar sebebiyle sınırlıdır (İlerisoy ve Koşan, 2020). Mevcut durumdan hareketle, bu çalışmanın amacı nakliye konteynerlerinin yapı sektöründe değerlendirilmelerinin önünü açmaktır. Çalışma, konteyner yapıların ısı performansını ve bu bağlamdaki iyileştirmelerini kapsamlı bir bakış açısıyla inceleyerek meslek adamlarını bu konuda bilinçlendirmeyi ve yapıım sisteminin ısı performansına yönelik ön yargıları kırmayı hedeflemektedir. Çalışma kapsamında; konteyner yapıların ısı davranışı, bu yapılara uyumlu ısı yalıtım malzeme türleri

ve örnekleri incelenerek, farklı iklim bölgelerindeki konteyner kullanımlarına yönelik yapılan çalışmalar araştırılmıştır.

1. NAKLİYE KONTEYNERLERİNİN ISIL DAVRANIŞI

İnsanların, yalıtılmış nakliye konteynerini yapı birimi olarak kullanmasının nedenlerinden biri, karbon ayak izlerini azaltmak istemeleridir. Konteyner sistemlerde mevcut bir birimin kullanılması, inşaat aşamasında malzeme üretiminde kullanılacak enerjiyi engellemiş olur. Ancak, özellikle kullanım aşamasında enerji tasarrufu sağlanması ve küresel düzeyde CO₂ emisyon seviyesinin azaltılması için belirli önlemler alınmalıdır (İlerisoy ve Koşan, 2020). Bu doğrultuda ise, konteyner birimlerin ısı davranışının iyi araştırılması gerekmektedir.

Konteynerlerin hem taşıyıcı sistemi hem de dış kaplaması Cor-ten çelik malzemeden imal edilmiştir. Korozyonu engellemek için, ek olarak dış cephe seramik bazlı yalıtım ile işlenmektedir. Böylece, Cor-ten malzeme, değişken hava şartlarına uyum sağlayarak doğal korozyon direnci sağlamaktadır (Smith, 2010: 175-176). Ancak, birimlerin kütsel olarak ağır olmaları, ısı kütlesi olarak çalışmalarına neden olmaktadır. Ayrıca, malzeme özelliği nedeniyle güneş ışınımı yoluyla hızlı bir şekilde ısınırlar ve ışınımının kaybolmasıyla hemen soğumaya başlarlar (Alemdağ ve Aydın, 2015). Sıcaklığın bu şekilde ani olarak değişimi sonucunda ise, yoğuşma problemi gerçekleşebilmektedir. Nemli havanın soğuk bir yüzeye karşılaştığında ve havadaki su buharının bu yüzeylerde bir sıvıya dönüşmesiyle meydana gelen yoğuşma; yapılarda, genellikle yanlış

yapı kabuğu yalıtımları ve içeriğinde nem barındırabilen yapı malzemeleri kullanımı ile gerçekleşmektedir.

Yapı malzemesinin sahip olduğu bu özellikler doğrultusunda, nakliye konteynerlerinin yapı birimi olarak kullanımları; iklim gereksinimlerini karşılayabilmeleri için ısı performansları konusunda endişe oluşturmaktadır. Bu doğrultuda, yapıda enerji performansı ve konfor koşulları sağlanabilmesi için; hava geçirimsiz yapı kabuğu, yüksek performanslı pencereler, yüksek performanslı ısı yalıtımı ve güneş ısı kazancını kontrol etmek için uygun gölgelemenin sağlanması yanında, termal kapasiteyi arttırmak için faz değişim malzemelerinin kullanılması gibi extra önlemlerin alınması gerekmektedir (Xiao vd., 2009; Zhou vd., 2012; İlerisoy ve Koşan, 2020).

2. KONTEYNER YAPILARDA ISIL PERFORMANSI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Konteyner yapıların yüksek performanslı ısı yalıtımlarının sağlanması için belirli faktörlere dikkat edilmesi gerekmektedir. Bunlar;

- **Malzeme Türü:** Her malzemenin, sahip olduğu özelliklere göre belirli bir kullanım alanı bulunmaktadır. ISO ve CEN Standartlarına göre; ısı iletkenlik katsayısı (λ) değerinin 0,065 W / mK'dan büyük olduğu durumdaki malzemeler “yapı malzemesi”, küçük olduğu durumdaki malzemeler ise “ısı yalıtım malzemesi” olarak adlandırılmaktadır. Isı yalıtım malzemeleri, yapı kabuğundan dışarıya kaçan ısı miktarını

azaltmak ve / veya yapı kabuğundan içeriye girmeye çalışan fazla ısıyı engellemek için kullanılmaktadır. Bu doğrultuda; konteyner birimlerin ısı davranış özellikleri, ısı yalıtım malzemelerinin kullanımını zorunlu kılmaktadır.

- **Hava Sızıntısı:** Hava sızıntısı ile yalıtım arasında doğrudan bir bağlantı vardır. Dışarıdaki havanın, konteyner birim üzerindeki herhangi bir boşluktan içeri girmesi; havadan gelen su ile paslanmasına neden olabilir. Nakliye konteynerleri, esas olarak yüksek ısı iletkenliğine sahiptir ve yeterince yalıtılmamışsa yüksek nem içeriğinden dolayı yoğuşmaya da eğilimlidir (Botes, 2013: 41). Bu durum, ortalama %70'in üzerinde yüksek nem seviyesi içeren sıcak ve nemli iklimlerdeki tasarımlarda extra önlemlerin alınması gerektiği anlamına gelmektedir. Bu bölgelerdeki kullanıcılar için konforlu bir iç ortamın sağlanması amacıyla; yapı birimlerine sadece ısı yalıtımı için uygun yalıtım katmanları yerleştirmekle kalmayıp, aynı zamanda yerel iklime uygun buhar bariyerlerinin de eklenmesi gerekmektedir (İsmail vd., 2015).
- **Uygulama Detayları:** Her bir yapı sisteminin, kendisine özel dikkat edilmesi gereken yalıtım uygulamaları bulunmaktadır. Ancak, konteyner yapılarda kullanılmasına yönelik herhangi bir özel uygulama standardı henüz oluşturulmamıştır. Dolayısıyla, bu yapılar; yalıtım uygulamaları olarak belirli farklılıklar içerebilmektedir. Örneğin; konvansiyonel yapılarda, çatı döşemesi hariç diğer katlardaki tavan döşemeleri yalıtılmazken; konteyner yapılardaki her bir konteynerin zemin ve tavan

döşemelerinin yalıtılarak tamamen kapsüllenmesi gerekmektedir. Tüm iklim bölgeleri için geçerli olan bu uygulama ile, ısı köprüleri engellenecektir (Bowley ve Mukopadhyaya, 2017). Isı köprüsü oluşturmaması için ayrıca; yalıtımın, metal veya ahşap saplamlar olmadan uygulanması da gerekmektedir.

- **İklim:** İklim bölgeleri, sahip oldukları bir takım özelliklerden dolayı korunulması ve sağlanması gereken ögelere sahiptir. Bu özelliklerin gerçekleştirilmesi, iklimsel konfor koşullarını iyileştirmenin yanında sürdürülebilirlik de sağlamaktadır (Sevim, 2017: 19). Soğuk iklimlerde; rüzgar ve soğuktan korunulması gerekirken, minimum ısı kaybı sağlanması gerekmektedir. Sıcak iklimlerde; fazla güneş ışınımı, nem ve sıcaklıktan korunulması gerekirken, gölgelendirme ve havalandırma sağlanmalıdır. Ilıman iklimlerde ise, mevsim şartlarına göre hem soğuk hem de sıcak iklim gereklilikleri yerine getirilmelidir. Konteyner birimlerin dış kabuk kalınlık eksikliği düşünüldüğünde, yapılacak yalıtımın iklim gereksinimleri göz önüne alınarak gerçekleşmesi gerektiği ortadadır.

3. KONTEYNER YAPILARDA KULLANILABİLECEK ISI YALITIM MALZEMELERİ

Konteyner yapılaraya uyumlu ısı yalıtım malzemelerini incelemeye başlamadan önce, ısı yalıtım malzemelerinde özellikle bakılması gereken belirli özellikler bulunmaktadır. Bu özellikler;

- **Isı direnci (R-değeri):** Yapı malzemelerinin ısı direnci (R-değeri), ısıya dayanma yeteneğidir ve yalıtım görevini ne kadar iyi yapabileceğini göstermektedir. Genel bir kural olarak, R-değeri ne kadar yüksek olursa, orantılı olarak malzemenin ısıya dayanımı da o kadar iyi olmaktadır. Bu değer, iki faktöre bağlıdır: yalıtım malzemesinin kalınlığı ve yoğunluğu (Brodaski vd., 2010: 31). Yalıtım ne kadar kalın olursa, R-değeri o kadar yüksek olur. Öte yandan, daha yüksek R-değerleri dezavantajlı da olabilmektedir. Örneğin, R değerinin olması gereken değer iki katına çıkarılması, ısının yalıtılmış mekana girip çıkma şansının az olduğu anlamına gelmektedir. Yoğunluk ise, maddenin birim hacminin kütesidir. Yoğunluk arttıkça, ısı direnci (R-değeri) artmaktadır. Ancak, bu durumda buhar geçirimsizliğinin artacağı da göz önüne alınmalıdır ve mevcut şartlara en uygun değer seçilmelidir.
- **Isı iletimi (U-değeri):** Isı iletimi (U-değeri), malzemenin ne kadar ısı ilettiğini göstermektedir. Isı iletimi (U-değeri) ile doğrudan bağlantılı olan ısı iletkenlik katsayısı (λ) ise, her malzemede değişen bir değerdir ve tüm yalıtım malzemelerinin yalıtım seviyesini göstermektedir. Yalıtım mantığında ısı

iletkenlik değerinin olabildiğince küçük olması, tercih edilir. Ancak, farklı malzemelerin sadece ısıl iletkenlik değerlerinin birbiri ile karşılaştırılması, yalıtım performansının ortaya konması açısından her zaman doğru sonuç vermeyebilir. Bu doğrultuda, yapıdaki kullanım yerine uygun malzemenin seçimi önemlidir. Bu nedenle, yalıtım performansının değerlendirilebilmesi için, ısı iletimi (U-değeri) yanında mutlaka ısı direnci (R-değeri) değerinin de hesaplanması gerekmektedir. Amaç, ısı iletiminin (U-değeri) olabildiğince azaltılmasıdır. Bu sayede, ısı direnci (R-değeri) de yüksek olmaktadır. Türkiye’de, “TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı” içerisinde illere göre derece gün bölgeleri ayrılmış olup, yalıtım performansı hesaplanmak istenen yapı elemanı ve yapının uygulanacağı ile göre gereken U-değerleri tablo şeklinde verilmiştir. Bu tabloda verilen değerler, kullanılması tavsiye edilen en büyük değerlerdir ve ısı yalıtımı malzemelerinin, bu değerlere göre seçilmesi gerekmektedir.

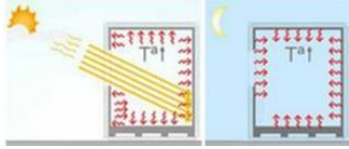

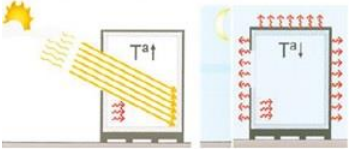
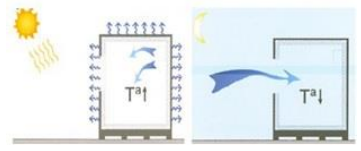
- **Özgöl ısı kapasitesi (Öz ısı / Isı sığası):** Bir maddenin sıcaklığını 1°C arttırmak ve / veya azaltmak için gerekli olan ısı miktarıdır. Bu durum, özgöl ısı kapasitesi düşük olan konteyner yapılarda; yaz aylarında hızlı bir şekilde ısınmak, kış aylarında ise belirli koşullarda sıcaklığı kolayca kaybetmek anlamına gelmektedir. Bu durum ise, çoğu zaman yoğuşmaya neden olmaktadır.
- **İzosiyanat içeriği:** Bazı yalıtım malzemeleri, uygulama esnasında gözleri ve akciğerleri tahriş eden ve astım ataklarına

neden olan izosiyanatlar içermektedir. Bu nedenle, seçilecek yalıtım malzemesinin bu özellikte madde içermemesine; içeriyor ise, uygulama yaparken dikkat edilmesine gerekli özen gösterilmelidir (Jjchouses, 2019). Bu nedenle, bu tür yalıtım malzemelerinin kür süreleri beklendikten sonra diğer işlemler gerçekleştirilmelidir.

Yapılarda gerekli R-değerinin sağlanması için, kullanım yerine göre daha fazla veya daha az malzeme kalınlığı gerekebilmektedir. Bu nedenle, yalıtım türü önemlidir (Bowley ve Mukopadhyaya, 2017). Konteynerlerle uyumlu ısı yalıtım malzeme türleri; sprey köpüğü, sert yalıtım panelleri, örtü yalıtımları, sert mineral yünler ve çevre dostu yalıtım malzemeleri (Elrayies, 2017; DiscoverContainers, n.d.a; İlerisoy ve Koşan, 2020) ve faz değişim malzemeleri olarak çeşitlendirilebilir. Ayrıca; standart yalıtım tekniklerine ek olarak, tasarımla birlikte yenilikçi ısı yalıtım önlemleri de alınabilmektedir.

Kullanılacak ısı yalıtım yöntemleri ve malzemeleri geniş seçeneklere sahip olsa da yalıtımın her zaman dış cephe üzerinden yapılması gerekmektedir (Tablo 1). Bunun iki nedeni vardır. Birincisi, iç yalıtım, konteyner birimin iç boyutlarını azaltmaktadır. İkincisi ise, dış yalıtım, konteyner birimin termal ataletinden tam olarak yararlanmasına izin vermektedir (Alemdağ ve Aydın, 2015).

Tablo 1. Yalıtım konumuna göre konteyner ısı davranışı (Garrido, 2011: 19-21)

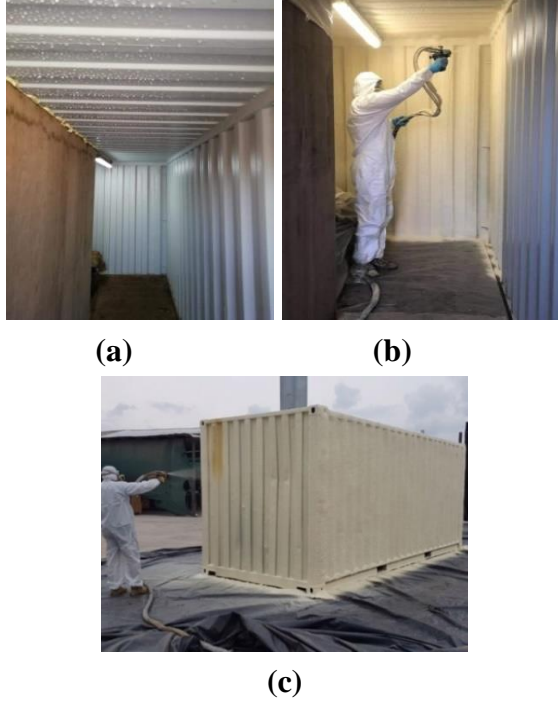
Konteyner Isıl Davranışı		
Yalıtım Konumu	Kış Dönemi	Yaz Dönemi
Dış Yalıtım	 Gündüz Gece	 Gündüz Gece
İç Yalıtım	 Gündüz Gece	 Gündüz Gece

Yoğuşmayı engellemek için ise, ısı yalıtım malzemeleri ile birlikte buhar bariyerleri kullanılmalıdır. Bu özellik, bazı ısı yalıtım malzemelerinde kendi içeriğinde yer almaktadır.

3.1. Sprey Köpüğü

Yüksek bir R-değerine sahip sprej köpüğü türü malzemeler, ısı akışına karşı direnç sağlamasının yanında buhar geciktirici özellik de içermektedir. Ayrıca, hızlı bir şekilde uygulanarak, yoğuşmayı ve korozyonu önleyen düz, kesintisiz bir yalıtım sağlamaktadır. İç ve dış yüzeylere ek olarak, nemi önlemek ve ısı köprülerini engellemek amacıyla zemin ve tavan yüzeylerine de uygulanabilmektedir (Şekil 1). Ancak, yüksek maliyetli olması dezavantajdır (Herr, 2013;

PremierBox, 2017). Ayrıca; uygulama esnasında, bulunduğu solunum problemlerine neden olabilecek kimyasallar da barındırmaktadır. Bu nedenle, uygulanırken gerekli önlemler alınmalıdır. Sprey köpüğü yalıtımından sonra bitmiş bir görünüm elde etmek için ise, köpük yüzeyi doğrudan boyanabilmektedir. Bu özellik; tüm iklimler için uygulanabilir olmasının yanında, dıştan uygulansa bile nakliye konteynerlerinin mevcut estetiğini bozmasını sağlamaktadır.



Şekil 1. Nakliye konteynerindeki; **a)** yoğuşma problemi², **b)** sprej köpüğü ile iç yalıtım uygulaması², **b)** sprej köpüğü ile dış yalıtım uygulaması³

²<http://foaminsulations.co.uk/shipping-container-insulation/>

³ <http://www.staywarminsulation.com/wp-content/uploads/2018/07/image3-640x480.jpeg>

Sprey köpüklerden en yaygın kullanılanları, poliüretan köpük spreyi ve seramik kaplamadır. Her iki yalıtım malzemesi de, yapıdaki ısı transferi ve ısı yüklemesini önleyerek büyük enerji tasarrufu sağlayabilmektedir. İçeriklerindeki yüksek termal verimliliği sağlayan kabarcıklarda, bu özelliğini güçlendiren özel gazlar bulunmaktadır. Poliüretan köpük spreynin, seramik yalıtım boyası ile birlikte kullanılması ise, çoğunlukla iyi bir uygulama sağlamaktadır. Konteyner birimlerin dış kısımlarında seramik yalıtım boyası ve iç kısımlarında ise poliüretan köpük kullanımı ile yüksek performanslı yapı kabuğu oluşturulabilir. Böylece, geleneksel yöntemlerle inşa edilmiş yapıdan çok daha az karbon ayak izine yol açabilir (Islam vd, 2016).

Sprey köpükler; maliyet, yoğunluk, mukavemet, su yalıtımı ve R-değeri farklılıklarıyla hem açık hücreli hem de kapalı hücreli olarak üretilmektedir. Kapalı hücre sisteminde, yalıtım malzemesinin hücreleri genellikle belirli gaz türleriyle doldurulmaktadır. Bu gaz, hücreleri genişleterek çevresindeki boşlukları doldurmaktadır. Bu sayede, daha yüksek R-değerleri sağlanmaktadır. Ayrıca, neme karşı da daha fazla direnç elde edildiği için extra bir buhar kesici katmanına gerek kalmamaktadır. Öte yandan, açık hücre sisteminde ise, yalıtım malzemesinin hücreleri hava ile doldurulduğu için süngerimsi bir dokuya sahiptir. Kapalı hücre tipi kadar yoğun değildir ve suyu kolayca emebilme sorunu olabilir (Jjchouses, 2019). Bu doğrultuda; nakliye konteynerlerinde, kapalı hücreli köpüklerin tercih edilmesi gerekmektedir (Islam vd, 2016).

Yukarıdaki sprej köpüklerinden farklı olarak; uygulamada kimyasal olarak genişlemeyen, ancak boşluğu tamamen doldurmak için hareket eden sprej yalıtımlar da bulunmaktadır. Nemli selüloz sprej ve çimentolu sprej köpükler, bunlara örnek olarak gösterilebilir (DiscoverContainers, n.d.a). Ancak, poliüretan köpük spreji ve seramik kaplama spreji kadar etkili değildir.



Şekil 2. Diğere sprej yalıtımlar; **a)** nemli selüloz sprej uygulaması⁴, **b)** çimentolu sprej köpük uygulaması⁵

3.2. Sert Yalıtım Panelleri

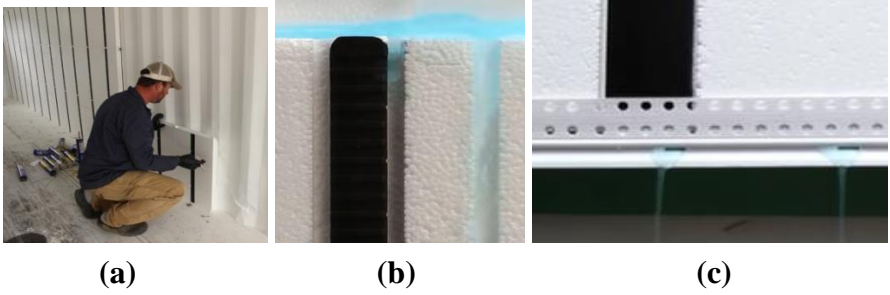
Sert yalıtım panellerinde; hafif olan panellerin küçük kalınlıkta olanları bile, yüksek yalıtım değerlerine sahiptir. Uygulaması, montaj elemanları ile takılarak veya yapıştırılarak gerçekleştirilmektedir (Premier Box, 2017). Ancak, nefes almaz özelliğe olmaları dezavantajdır. Bu durum, herhangi bir nem veya yoğuşmanın yalıtımın arkasına geçerse pas, korozyon, küf ve bakteri gibi problemlerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Herr, 2013).

⁴ <http://www.reformyalitim.com/P%C3%BCsk%C3%BCrtme%20Sel%C3%BCloz%20Y%C3%BCn%C3%BC.html>

⁵ <https://diychoices.blogspot.com/2017/03/cementitious-foam-insulation-diy.html>

Piyasada, yapı yalıtımında sıklıkla kullanılan XPS ve EPS yalıtımlar bunlara örnek olarak gösterilebilir.

Günümüzde, nakliye konteynerlerinin ısı yalıtımında kullanılacak özel üretilen sert yalıtım panelleri de bulunmaktadır. Bunlardan biri olan “InsoFast yalıtım panelleri”, sürekli yalıtım sağlarken aynı zamanda özel tasarlanmış nem kontrol kanalları ile yapıda oluşacak yoğuşmayı kontrol ederek yapıdan uzaklaştırılmasını sağlamaktadır (Şekil 3).



Şekil 3. InsoFast yalıtım panelinin⁶; **a)** uygulama aşaması, **b)** nem kontrol kanalları, **c)** yoğuşan suyun nem kontrol kanalları aracılığıyla yapıdan uzaklaştırılması

3.3. Örtü Yalıtımları

Örtü yalıtımları, köpük ve panel şeklindeki yalıtımlar ile karşılaştırıldığında daha az maliyetlidir. Ancak, uygulanma süresi sert yalıtım panellerinden daha uzundur (Premier Box, 2017). Fiberglas, mineral yün veya doğal lif (yün, pamuk, vb.) çeşitleri bulunmaktadır (Discover Containers, n.d.a). Konvansiyonel binaların yalıtımında sıklıkla kullanılan fiberglas ve doğal lif türü yalıtımlar; konteyner

⁶ <https://www.insofast.com/>

yapıların yalıtımı için yoğuşma nedeniyle genellikle uygun olmamaktadır. Bu doğrultuda en sık kullanılan örtü yalıtımı ise, mineral yün örneği olan taş yünüdür. Rulo şeklinde oldukları için, özellikle duvar yüzeylerine uygulanırken yardımcı monte elemanlarına sabitlenmesine dikkat edilmelidir. Böylece, duvar yüzeyine herhangi bir müdahale edilmez ve ısı köprüleri engellenmiş olur. Ayrıca, yoğuşma nedeniyle buhar bariyeri ile birlikte uygulanması gerekmektedir (Şekil 4).



Şekil 4. Konteynerlerde buhar bariyeri ile birlikte taş yünü örtü yalıtımı uygulaması⁷

3.4. Sert Mineral Yünler

Sert mineral yünler, hava alıp buhar geçişine izin verdiği için nemin kurummasını sağlayarak paslanmaya karşı koruma sağlamaktadır. Erime noktasının yaklaşık 1093°C olması, yangına karşı dayanıklı olduğunu göstermektedir. Aynı zamanda, ses geçirmez özelliktedir (Herr, 2013). Taş yünü ve cam yünü gibi örnekleri vardır. Örtü yalıtımlarından farkı, malzeme biçimi ve uygulama şeklindedir (Şekil 5).

⁷ <http://www.buildshippingcontainerhouse.com/videos.html>

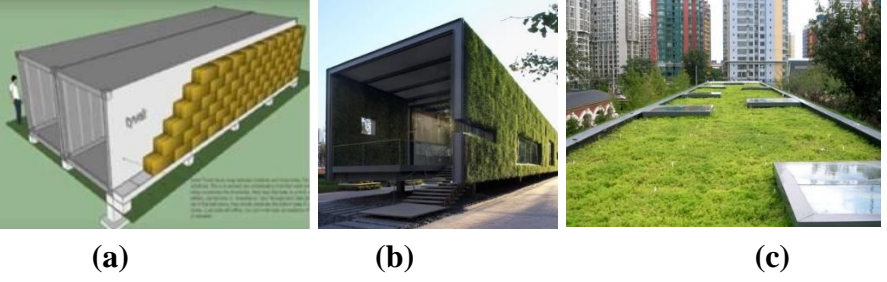


Şekil 5. Konteynerlerde sert mineral yün yalıtım uygulaması⁸

3.5. Çevre Dostu Yalıtım Malzemeleri

Nakliye konteynerlerinin yalıtımı için, özellikle sıcak iklimlerde; saman balyaları, yeşil çatı ve yeşil cepheler de tercih edilebilmektedir (Şekil 6). Bu şekilde, nakliye konteynerlerinin yapı kabuğu tasarımlarında esneklik de sağlanmaktadır. Toprak ve bitkiler büyük yalıtkanlar değildir; ancak sıcak bir iklimde güneş radyasyonunu engellemeye yardımcı olmaktadır. Yeşil bir çatı, yalıtımın yerine geçmez; ancak bir tamamlayıcıdır (DiscoverContainers, n.d.a).

⁸ <http://www.roofingmagazine.com/insulation-offers-acoustic-properties/>



Şekil 6. Çevre dostu yalıtım malzemeleri; **a)** saman balya⁹, **b)** yeşil cephe¹⁰, **c)** yeşil çatı¹⁰

3.6. Faz Değişim Malzemeleri

Faz değişim malzemeleri; durumlarını katıdan sıvıya veya tam tersi şekilde değiştiren organik, inorganik veya ötektik¹¹ maddelerdir. Yüksek gizli füzyon ısısı¹² ve daha az ölçüde özgül ısısı nedeniyle, bu malzemeler ısı akümülatörleri görevi görmektedir (Cabeza vd., 2011). Çok sayıda çalışma; bina kaplamalarına bu malzemelerin eklenmesinin, özellikle yaz mevsiminde ılık iklim koşullarında termal yükün azaltılmasına izin verdiğini göstermiştir (Carbonari vd., 2006; de Grassi vd., 2006; Evola vd., 2013; Gracia vd., 2013).

Faz değişim malzemelerinden biri olan vakum izolasyon paneller (VIP); gözenekli yapıdaki bir iç dolgu malzemesinin, dolgu malzemesi karakterine bağlı gaz giderici malzeme kullanılarak ya da tek başına bir koruyucu bariyer içine konulup vakumlanması ve sızdırmazlığın sağlanarak kapatılması ile oluşturulmaktadır (Kumlutaş

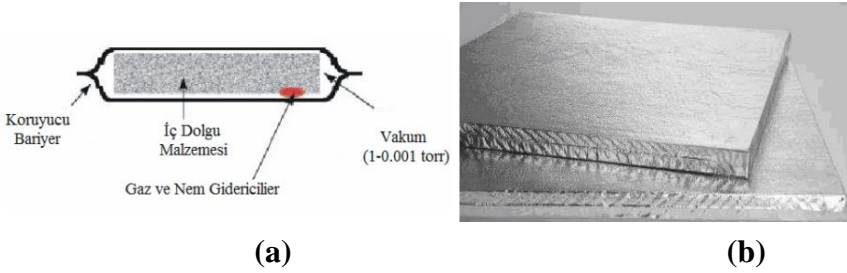
⁹ <http://www.naturalbuildingblog.com/the-real-way-to-add-straw-bales-to-containers/>

¹⁰ <http://www.archdaily.com/9633/cr-land-guanganmen-greentechnology-showroom-vector-architecture/>

¹¹ Ötektik: Faz diyagramı üzerinde mümkün olan maksimum sayıda fazın bir arada dengede olması durumu

¹² Füzyon ısısı: Bir molekül ağırlığının 1 mol veya 1 gramının sabit bir basınç ve sıcaklıkta bir sıvıya dönüştürülmesi için toplu ısı değişimidir.

ve Yılmaz, 2008). Bu yöntem ile üretilen malzemenin, ısı iletim katsayısı (U-değeri) düşüktür ve ısı geçişine karşı direnci (R-değeri) yüksektir. Malzeme, temel olarak; çekirdek kısmı, iç zarf kısmı, dış zarf kısmı ve vakum bölümlerinden oluşmaktadır. Malzemenin ısı geçirimsiz olduğu kadar su geçirmez olması da gerekmektedir. Bu nedenle, panelin içindeki nemin alınması için nem tutucu kullanılabilir. Sızdırmazlığı sağlamak amacıyla çekirdek malzeme, çok katmanlı alüminyum bariyer film veya metalize polimer film ile kaplandıktan sonra vakumlanmaktadır (Şekil 7). Vakumlama sonucu oluşan gaz bariyeri havaya ve neme karşı yalıtım sağlanmasına yardımcı olurken, çekirdek malzemesinin ısı yalıtım kapasitesini de artırmaktadır (Delikanlı, 2015).



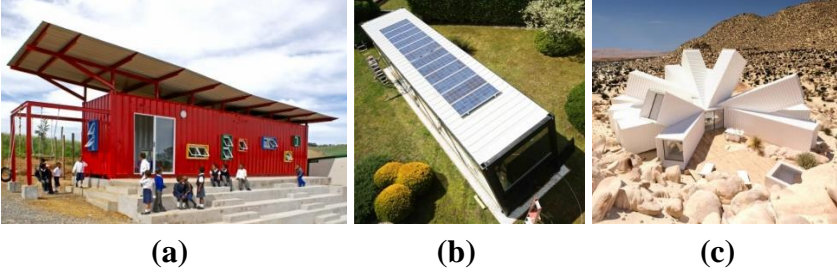
Şekil 7. VIP malzeme (IEA / ECBCS, 2005; Kumlutaş ve Yılmaz, 2008); **a)** iç yapısı, **b)** panel görünüşü

Copertaro vd. (2016)'nin yaptığı çalışmada; faz değişim malzemeleri uygulamasının, soğutmalı konteyner zarfın içine yüksek termal atalet verebildiği ve bunun da zarf içindeki pik ısı yükünde bir azalmaya ve faz yer değiştirmesine yol açabildiği sonucuna ulaşmıştır. Aynı çalışmada, bu sayede, günlük toplam enerji oranında bir azalma gözlemlenebildiği de belirtmiştir. Bu sonuçlar; faz değişim

malzemelerinin, erime fazı sırasında ısı yükünün emilmesinden kaynaklanmaktadır.

3.7. Yenilikçi Isı Yalıtım Önlemleri

Standart yalıtım tekniklerine ek olarak, tasarımla birlikte yenilikçi yaklaşımda önlemler de alınabilmektedir (Şekil 8). Çatı yüzeyi, her yapıda olduğu gibi konteyner yapılarında da güneşle direk etkileşimli olduğu için, bu kısımda ek konstrüksiyonlar ile ikinci çatı yüzeyi oluşturularak doğrudan tasarım odaklı bir yalıtım sağlanabilmektedir. Çatı yüzeyinden saçaklar oluşturulması; aynı zamanda duvar panellerinin de aşırı ısıya maruz kalmasını kısmen engelleyerek, yapının ısı performansını açısından olumlu etki sağlayacaktır. Çatı yüzeyine yerleştirilen güneş panelleri uygulamaları ise, yapı kullanımında gerekli enerjiyi sağlarken çatı yüzeyinin fazla ısı almasını da engellemektedir. Ayrıca, özellikle sıcak iklimler için, çatının güneş ısını yansıtıcı boya ile boyanması da bir çözüm olabilmektedir. Ancak, kış aylarında istediğimiz güneş ısını engelleyeceği için soğuk ve / veya ılıman iklimler için pek önerilmemektedir.



Şekil 8. Çatı yüzeylerindeki yenilikçi ısı yalıtım önlemleri; **a)** ikinci çatı yüzeyi¹³, **b)** güneş panelleri¹⁴, **c)** yansıtıcı boya ile boyanması¹⁵

Çatı ve duvar yüzeylerinde alınan bu önlemler, konteyner yapının ısı davranışını olumlu etkilediği gibi yapı kullanım ömrünü de uzatmaktadır. Bunlar dışında, bozulabilir malların ve gıdaların taşınması için yalıtımlı şekilde üretilen konteynerlerin kullanılması da tercih edilebilmektedir. Sistemin kendisinin bütün olarak yalıtım ile birlikte imal edilmesi, metal veya ahşap çivilerin olmamasından kaynaklı ısı köprülerini engellemektedir. Ancak, sonradan açılacak pencere ve kapı boşlukları için önlem alınması gerekmektedir (Alemdağ ve Aydın, 2015). Ayrıca, standart nakliye konteynerlerin kontrplak tabanları varken, soğutmalı konteynerlerin özel metal (genellikle alüminyum) tabanları vardır (Şekil 9a). T-kesitli profillerden oluşan zemin döşeme sistemi, konteyner içindeki soğuk havanın akışını sağlamaktadır. Soğuk iklimlerdeki tasarımlarda; bu kanallar, radyan yerden ısıtma için kullanılabilir ve üstüne kontrplak veya başka bir döşeme kaplaması ile uygulanabilir. Burada önemli olan nokta, konteyner birimin tavan yüksekliğini çok düşürmemektir.

¹³ <https://www.archdaily.com/216867/vissershok-container-classroom-tsai-design-studio>

¹⁴ http://www.solaripedia.com/13/336/4071/greentainer_pvs_italy.html

¹⁵ <https://www.loveproperty.com/gallerylist/56395/26-stunning-homes-made-out-of-shipping-containers>

Bu konteyner tipinin duvarları ise, içinde köpük yalıtım barındıran sandviç panellerden oluşmaktadır. Elektrik ve sıhhi tesisat için duvar panellerinin bir kısmının kesilmesi, ısı köprülerine neden olabilir. Bu panellerin üzerine ikincil bir yüzey yapılması ise, konteyner birimin genişlik ölçüsünü düşürecektir (Discover Containers, n.d.b). Dolayısıyla, bütün bu faktörler dikkate alınarak seçim yapılmalıdır.



Şekil 9. Soğutmalı konteynerlerin¹⁶; **a)** birim görünüşü, **b)** döşeme sistemi

4. KONTEYNER YAPILARIN FARKLI İKLİMLERDEKİ TASARIMI

İklim, nakliye konteynerlerinde yüksek performanslı ısı yalıtımı sağlanmasında önemli bir faktördür. Isı yalıtımı uygulanacağı konteyner yapıların, her bir iklim bölgesinde gerekli olan minimum R-değerlerini sağlaması gerekmektedir. Tablo 2’de, farklı iklimlere ve yapı yüzeylerine göre R-değerleri ile uygulanabilecek minimum R-değerleri gösterilmiştir.

¹⁶ <https://www.discovercontainers.com/should-you-use-a-refrigerated-shipping-container-for-your-container-home/>

Tablo 2. R-değerlerinin iklimlere ve yapı yüzeylerine göre değerleri ile uygulanabilecek minimum değerler (Brodaski vd., 2010: 32)

İklim	Çatı	Dış duvar	Döşeme (zemin üstü ısıtılmamış alan)
Soğuk İklim	38	19	22
Sıcak İklim	26	13	11
Ilıman İklim	30	19	19
Uygulanabilecek minimum değerler	19	11	11

Yapılan araştırmalara göre; endüstriyel bir ürün olan nakliye konteynerinin yapı birimi olarak kullanımının artırılması için, her bir iklim bölgesine göre, fabrikada mimari bir yapı birimi olarak yalıtımının yapılmasının ve prefabrik hale getirilmesinin daha kolay bir işlem olabileceği düşünülmektedir. Bu sayede, daha hızlı bir kullanım gerçekleştirilerek uygulama sayısının artırılacağı düşünülmektedir. Binanın performansı, entegre ısı koruma ve ısı depolama teknolojisi ve BIM (Bina bilgi modelleme) platformu kullanılarak içeriden dışarıya sistematik bir tasarım ve yapım süreci ile iyileştirilebilir. Bu iyileştirme ile, yapının ısı performansı etkili bir şekilde artarken enerji tüketimi de azalacaktır (Sun vd., 2017). Bu doğrultuda, mevcut zemin, duvar ve çatı panellerine sahip yeniden kullanılabilir nakliye konteynerleri; fabrikada özel yapım konstrüksiyonu kolaylaştırabilir ve daha sonra şantiyeye taşınabilir (Bernardo vd., 2013; Ham ve Luther, 2014).

4.1. Soğuk İklimlerdeki Konteyner Yapı Tasarımı ve Uygulama Örnekleri

Soğuk bölgelerin iklimi; düşük sıcaklık, az güneş ışığı ve uzun kış süreci ile karakterize edilebilir. Bu iklimdeki konvansiyonel bir yapının inşası, genellikle uygun hava koşullarının sağlandığı takdirde gerçekleşebilmektedir. Bu nedenle, çoğu zaman inşaat süresi uzun olmaktadır. Şantiye maliyetlerinin düşürülmesi açısından büyük bir paya sahip olan yapı inşaat süresinin minimum seviyeye indirilmesi için konteyner sistemin kullanılması büyük bir avantaj sağlayacaktır. Ancak, bu yapıların kullanım aşamasındaki ısısal performansının iyileştirilmesi gerekmektedir. Bu nedenle, yapılar soğuk iklime uyum sağlayacak yalıtımı barındırmalıdır. Şekil 10'da, soğuk ve nemli iklimde yer alan Québec'deki Aymer Gölü'nün yanında 2007 yılında uygulanan konteyner konut örneği görülmektedir.

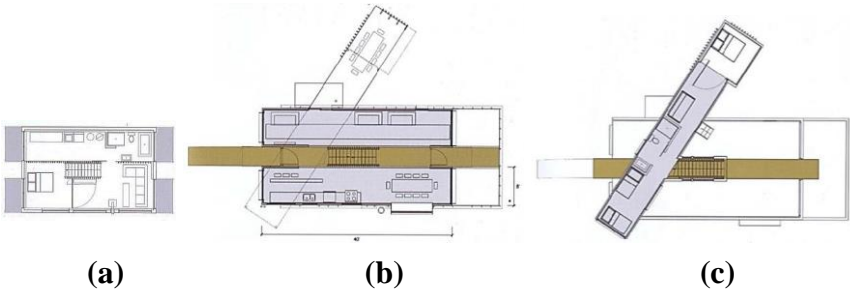


Şekil 10. Chalet Chemin Brochu, 2007, Québec / Kanada¹⁷

Yapı; geri dönüştürülmüş ve siyaha boyanmış, kendinden iç yalıtımlı (soğutmalı) üç adet 40ft standart konteynerden oluşmaktadır. Yapının dış kabuğu, üç katmandan oluşmaktadır. Dış katman, ahşap panel kaplama; orta katman, soğutmalı konteyner; iç katman, ahşap kaplamadır (Kotnik, 2008: 155). Konutun, betonarme sistem ile

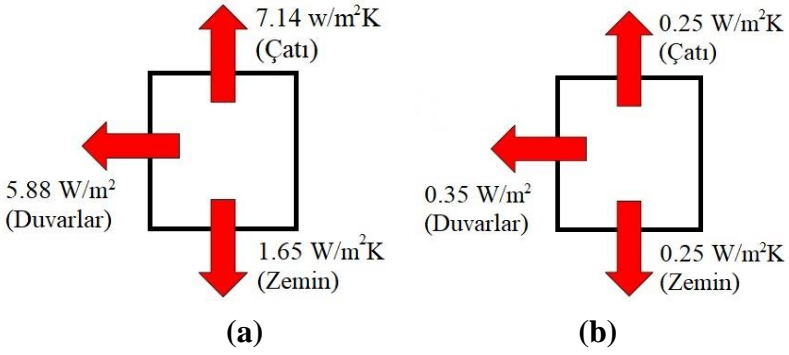
¹⁷ <http://pierremorencyarchitecte.com/index.php/4-projet-3>

yapılmış bir bodrum katı bulunmaktadır. Zemin katında, iki adet konteyner bulunmaktadır ve merkezi bir koridor, ahşaptan yapılmış bir iç dolaşım yolu ile bu birimleri birbirinden ayırmaktadır. Üst katında ise, farklı bir açı ile yerleştirilen bir adet konteyner birim bulunmaktadır (Şekil 11).



Şekil 11. Chalet Chemin Brochu kat planları (Kotnik, 2008: 157); **a)** bodrum kat **b)** zemin kat, **c)** 1. kat

Konteyner yapıların soğuk iklimlerdeki tasarımına yönelik bir takım çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalardan; İsmail vd. (2015)'nin yaptığı çalışma, nakliye konteynerlerinin soğuk iklimler için uygun olduğunu göstermektedir. Smith (2005: 76-89) ise, yalıtımsız standart konteynerin, kendinden iç yalıtımlı (soğutmalı) standart konteynerin, sonradan içten yalıtım yapılmış standart konteynerin ve sonradan dıştan yalıtım yapılmış standart konteynerin ısı iletim katsayılarını (U-değeri) karşılaştırmıştır. Elde edilen sonuçlardaki U-değerleri, her bir modelde önemli bir farklılığa işaret ederek, nakliye konteynerlerine yalıtım yapılması gerekliliğini açıkça göstermektedir. Şekil 12'de, yalıtımsız standart konteyner ile uyumlu yalıtım ve teknikle yalıtılmış standart konteynerlerin U-değerleri görülmektedir.



Şekil 12. Nakliye konteynerlerinde U-değerleri; **a)** yalıtımsız standart konteyner (Smith, 2005: 80), **b)** uyumlu yalıtım ve teknikle yalıtılmış standart konteyner (Smith, 2005: 87)

Kaveh ve Mahdavi (2014)'nin yaptığı araştırmada ise, Avusturya'daki geleneksel yöntemlerle ve nakliye konteynerleri ile yapılan derslikler karşılaştırılarak sıcaklık, nem oranı ve CO₂ konsantrasyonu ölçmüştür. Nakliye konteynerleri ile tasarlanmış dersliklerde, en soğuk ayda (Şubat) sıcaklık artışı görülürken en sıcak ayda (Haziran) sıcaklıkta beklenmedik bir düşüş yaşandığını ve bağıl nemin normal seviyelerde kaldığını belirtmişlerdir. Araştırmacılar bu durumu, nakliye konteynerlerin etrafındaki yüksek gölgeleme elemanları ve küçük pencere tasarımlarına bağlamışlardır. Bununla birlikte, Haziran ayında, konteyner dersliklerdeki CO₂ konsantrasyon seviyeleri normal dersliklerden daha yüksek seviyede olduğu bulunmuştur. Bu duruma ilişkin açıklama ise, konteyner okullardaki daha yüksek doluluk yoğunluğudur.

4.2. Sıcak İklimlerdeki Konteyner Yapı Tasarımı ve Uygulama Örnekleri

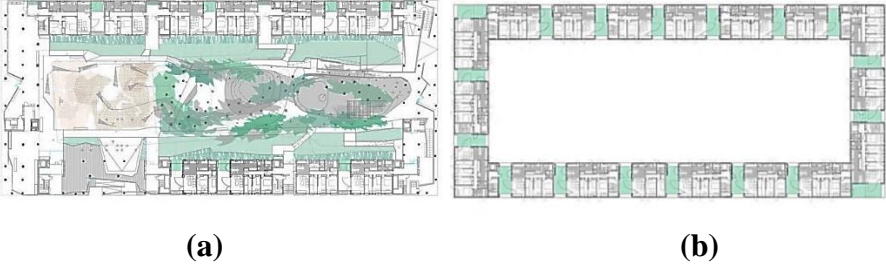
Sıcak bölgelerin iklimi; yüksek sıcaklık, fazla güneş ışığı ve uzun yaz süreci ile karakterize edilebilir. Şekil 13'te, sıcak iklimde yer alan Madrid'deki 2009 yılında uygulanan konteyner sosyal konut örneği görülmektedir.



Şekil 13. Carabanchel, 2009, Madrid / İspanya¹⁸

Yapı; geri dönüştürülmüş ve farklı renklere boyanmış, 20 ft ve 40ft standart konteynerlerden oluşmaktadır. Avlu oluşturacak şekilde tasarlanan yapıda, katlarda bırakılan boşluklar sayesinde etkin bir havalandırma ve pasif soğutma sağlanmaktadır (Şekil 14). Toplamda 82 daire içeren yapıya ait yalıtım bilgisine ise ulaşamamıştır.

¹⁸ <http://www.arquimagazine.com/5153/82-viviendas-en-carabanchel-amann-canovas-mauri/>



Şekil 14. Carabanchel kat planları¹⁹; **a)** zemin kat, **b)** normal kat

Konteyner yapıların sıcak iklimlerdeki tasarımına yönelik bir takım çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalardan; Vijayalaxmi (2010)'un yaptığı çalışmada, sıcak ve nemli iklimlerdeki konteyner yapılar ile konvansiyonel yapılar arasında bir karşılaştırma yapılarak, nakliye konteynerlerinin ısı yalıtımı açısından diğer yapılardan daha düşük olmadığı bulunmuştur.

Elrayies (2017)'nin yaptığı araştırmada ise, Mısır'da geleneksel yöntemlerle üretilen yapı birimi ve farklı ısı yalıtım malzemeleri ile yalıtılmış standart nakliye konteynerleri ile yapılan yapı birimlerinin ısı davranışları karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmada, tüm yalıtım malzemelerinin dıştan uygulandığı ve kalınlıklarının 10 cm. olduğu varsayılmıştır. Model olarak; tuğla duvarlı yapı, yalıtımsız standart konteyner, dıştan taş yünü ile yalıtılmış standart konteyner, dıştan yün ile yalıtılmış standart konteyner, orta yoğunluklu sprey poliüretan köpük ile yalıtılmış standart konteyner ve saman ile yalıtılmış standart konteyner kullanılmıştır. En sıcak gün için elde edilen karşılaştırma sonuçlarında, en iyi soğutma yapan modellerin sırasıyla; orta

¹⁹ <https://www.archdaily.com/197996/housing-building-in-carabanchel-amann-canovas-maruri>

yoğunluklu sprej poliüretan köpük ile yalıtılmış standart konteyner ve saman ile yalıtılmış standart konteyner olduğu bulunmuştur. Buna karşın, en soğuk gün için elde edilen karşılaştırma sonuçlarında, en iyi ısıtma yapan modellerin sırasıyla; orta yoğunluklu sprej poliüretan köpük ile yalıtılmış standart konteyner ve dıştan taş yünü ile yalıtılmış standart konteyner olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca, yalıtımsız standart konteyner modelin en yüksek U-değerine sahip olduğu sonucuna varılmıştır. Bu durum, yalıtımsız standart konteynerin zayıf ısı performansını yansıtmaktadır. Buna karşın sırasıyla, orta yoğunluklu sprej poliüretan köpük ile yalıtılmış standart konteyner ve dıştan taş yünü ile yalıtılmış standart konteynerlerin en düşük ısı iletim katsayısına (U-değeri) sahip olduğu bulunmuştur. Bununla birlikte, tüm konteyner modellerin zeminlerinin de çelik çapraz elemanlara sahip olması nedeniyle yalıtılması gerektiği sonucuna da ulaşılmıştır.

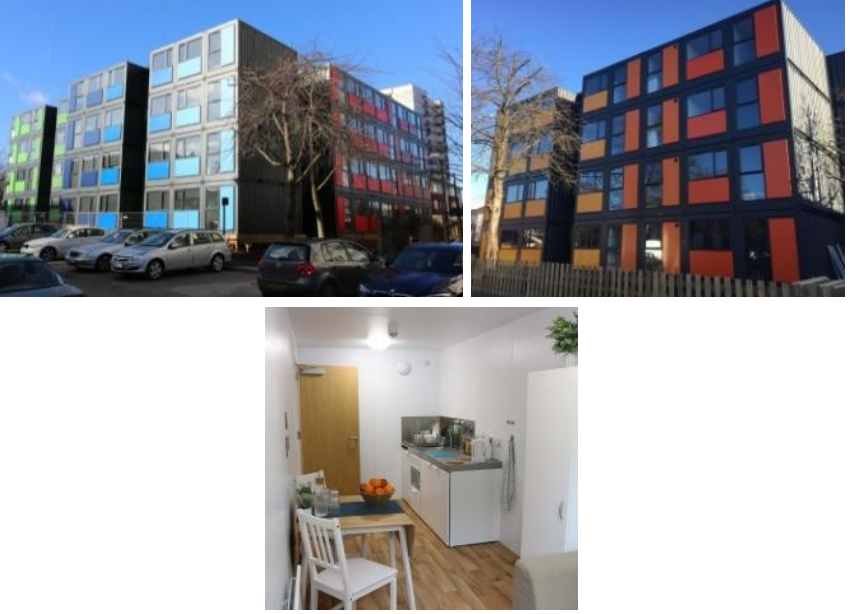
Elrayies (2017)'nin aynı çalışmasında, kullanıcının yapılardaki ısı rahatsızlık seviyelerini belirlemek amaçlı anket çalışması da yapılmıştır. Anket sonuçlarına bakıldığında sırasıyla, yalıtımsız standart konteyner ve tuğla duvarlı yapı modellerinin en yüksek çok sıcak, en düşük çok soğuk ve en yüksek toplam rahatsızlık saatlerine sahip olduğu bulunmuştur. Optimum model ise, en düşük çok sıcak ve en düşük çok soğuk rahatsızlık saatlerine sahip olmasıdır. Saman ile yalıtılmış standart konteyner modeli, en düşük çok sıcak rahatsızlık saatlerine sahiptir, ancak tüm modeller arasında en yüksek çok soğuk rahatsızlık saatlerine sahiptir; bu da sıcak günlerde soğutmada etkili

olduğunu, ancak soğuk günlerde ısıtmada etkili olmadığını göstermektedir. Saman, sıcak günlerde iyi bir soğutma etkisine sahiptir, ancak soğuk günlerde sürdürülebilirliğini sağlayacak bir ısıtma sisteminin kullanılmasını gerektirmektedir. Dıştan taş yünü ile yalıtılmış standart konteyner ve dıştan yün ile yalıtılmış standart konteyner modellerine bakıldığında, saman ile yalıtılmış standart konteyner modelinden daha düşük en düşük çok sıcak rahatsızlık saatlerine sahiptir; ancak toplam rahatsızlık saatleri açısından orta yoğunluklu sprey poliüretan köpük ile yalıtılmış standart konteyner modelinden sonra gelmektedir. Bu nedenlerle; en makul yalıtım, toplam en düşük rahatsızlık saatlerine ve yıl boyunca en düşük çok sıcak ve çok soğuk rahatsızlık saatleri arasında bir dengeye sahip olan orta yoğunluklu sprey poliüretan köpük ile yalıtılmış standart konteyner modelidir.

4.3. Ilıman İklimlerdeki Konteyner Yapı Tasarımı ve Uygulama Örnekleri

Ilıman bölgelerin iklimi, mevsim şartlarına göre hem soğuk hem de sıcak bölgelerin iklim özelliklerini göstermektedir. Nem, sıcak bölgelerde olduğu gibi bu bölgelerde de etkili olabilmektedir. Bu nedenle, bu iklimlerdeki yapı tasarımlarında, hem soğuk hem de sıcak iklim gereklilikleri sağlanması gerekmektedir. Şekil 15'te, ılıman iklimde yer alan Londra'daki 2017 yılında uygulanan konteyner sosyal konut örneği görülmektedir. Kentin kontrollü ve aşamalı bir şekilde gelişimini sağlamak üzere evsiz insanlar için yapılan bu yapı; sadece 7 yıl kullanılacak olup, daha sonra sökülüp başka bir yerde

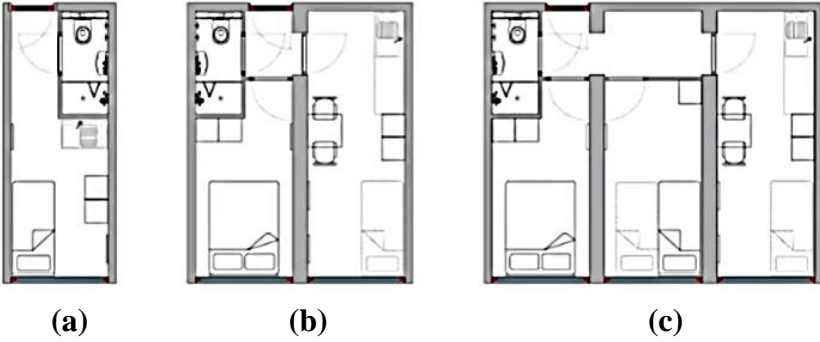
kurulacaktır (Cityzen, n.d.). Bu sayede gecekondulaşma engellenerek daha kontrollü bir kentleşme gerçekleşecektir.



Şekil 15. Meath Court, 2017, Londra / İngiltere²⁰

Yapı; geri dönüştürülmüş ve siyaha boyanmış, yaklaşık yüz elli adet 20ft standart konteynerden oluşmaktadır. Yapıda; bir konteyner birimden oluşan sekiz adet stüdyo daire, iki konteyner birimden oluşan yirmi adet 1+1 daire ve üç konteyner birimden oluşan otuz iki adet 2+1 daire bulunmaktadır (Şekil 16). Yapıda duvar malzemesi olarak, sandviç paneller kullanılmıştır. Ancak, içeriğindeki yalıtım katmanı bilgisine ulaşamamıştır.

²⁰ <https://cityzendesign.co.uk/portfolio/meath-court-hope-gardens-acton-ealing-emergency-housing/>



Şekil 16. Meath Court farklı daire tipi planları²¹; **a)** Stüdyo daire, **b)** 1+1 daire, **c)** 2+1 daire

Konteyner yapıların ılıman iklimlerdeki tasarımına yönelik yeterli miktarda bir çalışma bulunmamaktadır. Ancak; İsmail vd. (2015)'nin yaptığı çalışma, nakliye konteynerlerinin soğuk iklimler için uygun olduğu gibi ılıman iklimler için de uygun olduğunu göstermektedir. Ayrıca, soğuk iklimlerde aşırı soğuğa karşı, sıcak iklimlerde ise aşırı sıcak ve yoğunlaşma problemine önlem alınabilmesi; ılıman iklimler için de bu yapı sisteminin uygulanabilir olduğunu göstermektedir.

2015 yılında İzmir'de yapılan "Mercan Konteyner Park" örneği, ılıman iklimde yapılmıştır ve Türkiye'de nakliye konteynerleri ile yapılan tek nitelikli örnektir (Şekil 17). Bu yapı grubu, Ege Üniversitesi'nin Teknopark'ı şeklinde kullanılan ofislerden oluşmaktadır.

²¹<https://www.livinspaces.net/projects/architecture/meath-court-in-london-uses-repurposed-shipping-containers-to-provide-temporary-housing-solution/>



Şekil 17. Mercan Konteyner Park, 2015, İzmir / Türkiye²²

Yapı grubu; geri dönüştürülmüş ve siyaha boyanmış, otuz beş adet 40ft High-Cube standart konteynerden oluşmaktadır. Isı yalıtımı, kalınlığı 8 cm. ve yoğunluğu 50 kg/m³ olan taş yünü yalıtımı ile sağlanmıştır (Arcdaily, 2016).



Şekil 18. Mercan Konteyner Park kat planları²²; a) zemin kat, b) 1. kat

²² <https://www.archdaily.com/778903/container-park-atolye-labs>

SONUÇ

Türkiye, gelişmekte olan ülkelerden birisi olup, Asya ve Avrupa kıtasının birleşim noktasında yer almaktadır. Bu durum, dünya ticaretinde önemli bir konumda olduğunu ve sürekli konteyner sirkülasyonuna sahip olduğunu göstermektedir. Bu nedenle de, limanlarda depolama sorunu oluşturan boş konteyner stoğunun çözümlenmesi gerekmektedir.

Bu çalışma, konteyner yapıların; tüm iklim bölgelerinde gerekli yalıtım önlemleri alındığı takdirde, konforlu bir yaşam alanı sunabilen başlıca mimari tiplerden biri olma potansiyeli olduğunu göstermiştir. Gelişmiş tüm ülkelerde, geri dönüşüm hamlesi ile nakliye konteynerlerinin mimarlıkta kullanımı önemli bir gelişmedir ve günden güne artmaktadır. Bu bağlamda; Türkiye’de yapı üretimi için konteyner yapım sisteminin kullanılması, gerekli yalıtım önlemleri alındığı takdirde, ısı performans açısından herhangi bir sorun oluşturmayacaktır.

KAYNAKLAR

- Alemdağ, E. L., & Aydın, Ö. (2015). A study of shipping containers as a living space in context of sustainability. *Artium*, 3 (1), 17-29.
- Archdaily. (2016, n.d.). Container park / Atölye. [Web log post]. Retrieved from <https://www.archdaily.com/778903/container-park-atolye-labs>
- Bernardo, L. F. A., Oliveira, L. A. P., Nepomuceno, M. C. S., & Andrade, J. M. A. (2013). Use of refurbished shipping containers for the construction of housing buildings: Details for the structural project. *Journal of civil engineering and management*, 19 (5), (628-646). doi: 10.3846/13923730.2013.795185
- Botes, A. W. (2013). *A feasibility study of utilising shipping containers to address the housing backlog in South Africa*. Master's Thesis, Stellenbosch University, Stellenbosch.
- Bowley, W., & Mukopadhyaya, P. (2017). A sustainable design for an off-grid passive container house. *International Review of Applied Sciences and Engineering*, 8 (2), 145-152. doi: 10.1556/1848.2017.8.2.7
- Brodaski, M., Campanelli, R., & Zabinski, K. (2010). *Shipping container emergency shelters* (Proje No. RP-0109). From Worcester Polytechnic Institute website, <https://digitalcommons.wpi.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1638&context=mqp-all>
- Cabeza, L. F., Castell, A., Barreneche, C., de Gracia, A., Fernández, A. I. (2011). Materials used as PCM in thermal energy storage in buildings: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(3), 1675–1695. doi: 10.1016/j.rser.2010.11.018
- Carbonari, A., de Grassi, M., di Perna, C., Principi, P. (2006). Numerical and experimental analyses of PCM containing sandwich panels for prefabricated walls. *Energy and Buildings*, 38(5), 472–483. doi: 10.1016/j.enbuild.2005.08.007

- Cityzen. (n.d.). Retrieved February 10, 2020. Emergency accommodation, Acton. [Web log post]. Retrieved from <https://cityzendesign.co.uk/portfolio/meath-court-hope-gardens-acton-ealing-emergency-housing/>
- Copertaro, B., Principi, P., & Fioretti, R. (2016). Thermal performance analysis of PCM in refrigerated container envelopes in the Italian context – Numerical modeling and validation. *Applied Thermal Engineering*, 102, 873–881. doi: 10.1016/j.applthermaleng.2016.04.050
- Çağlar, T., & Esmer, S. (2015). Türkiye’de Boş konteynerlerin yeniden konumlandırılması sorunu üzerine nitel bir araştırma. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12 (31), 242-256.
- Dara, C., Hachem-Vermette, C., & Assefa, G. (2019). Life cycle assessment and life cycle costing of container-based single-family housing in Canada: A case study. *Building and Environment*, 163. doi: 10.1016/j.buildenv.2019.106332
- Delikanlı, K. (2015). Nano gözenekli vakum yalıtım panelleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Teknik Bilimler Dergisi*, 5 (1): 1-7.
- DiscoverContainers. (n.d.a). Retrieved December 14, 2019. 5 methods to insulate your shipping container home. [Web log post]. Retrieved from <https://www.discovercontainers.com/5-methods-to-insulate-your-shipping-container-home/>
- DiscoverContainers. (n.d.b). Retrieved December 20, 2019. Should you build with Refrigerated Shipping Containers? [Web log post]. Retrieved from <https://www.discovercontainers.com/should-you-use-a-refrigerated-shipping-container-for-your-container-home/>
- Elrayies, G. M. (2017). Thermal performance assessment of shipping container architecture in hot and humid climates. *International Journal on Advanced Science Engineering Information Technology*, 7 (4), 1114-1126. doi: 10.18517/ijaseit.7.4.2235
- Evola, G., Marletta, L., Sicurella, F. (2013). A methodology for investigating the effectiveness of PCM wallboards for summer thermal comfort in buildings. *Building and Environment*, 59, 517–527. doi: 10.1016/j.buildenv.2012.09.021

- Garrido, L. (2011). *Sustainable architecture-containers*. Barcelona: Monsa Publishers.
- de Grassi, M., Carbonari, A., Palomba, G. (2006). A statistical approach for the evaluation of the thermal behavior of dry assembled PCM containing walls. *Building and Environment*, 41(4), 448–485. doi: 10.1016/j.buildenv.2005.02.005
- de Gracia, A., Navarro, L., Castell, A., Cabeza, L. F. (2013). Numerical study on the thermal performance of a ventilated facade with PCM. *Applied Thermal Engineering*, 61(2), 372–380. doi: 10.1016/j.applthermaleng.2013.07.035
- Ham, J. J., & Luther, M. B. (2014). Prefabricated modular housing: A case study. F. Madeo ve M. A. Schnabel (Der.), *Architectural Research through to Practice: 48th International Conference of the Architectural Science Association 2014* içinde (ss. 491-500). Yer: The Architectural Science Association & Genova University Press.
- Herr, R. (2013, December 8). Best insulation ideas for shipping containers. [Web log post]. Retrieved from <https://containerauction.com/read-news/best-insulation-ideas-for-shipping-containers>
- IEA / ECBCS. (2005). *Vacuum insulation panels: Study on VIP-components and panels for service life prediction of VIP in building applications (Subtask A)*. Erişim adresi http://www.iea-ebc.org/Data/publications/EBC_Annex_39_Report_Subtask-A.pdf
- İlerisoy, Z. Y., & Koşan, N. S. (2020). Standart nakliye konteynerlerin mimari tasarım kapsamında araştırılması ve Türkiye'deki kullanımına yönelik öneriler. A. Erçetin ve D. Aydemir (Der.), *Geleceğin Dünyasında Bilimsel ve Mesleki Çalışmalar 2020 Mimarlık ve Tasarım / I* içinde (ss. 31-48). Bursa: Ekin Basım Yayın Dağıtım.
- İslam, H., Zhang, G., Setunge, S., & Bhuiyan, M. (2016). Life cycle assessment of shipping container home: a sustainable construction. *Energy and Buildings*, 128, 673-685. doi:10.1016/j.enbuild.2016.07.002
- İsmail, M., Al-Obaidi, K. M., Rahman, A. M. A., & Ahmad, M. I. (2015). Container architecture in the hot-humid tropics: Potential and constraints. Tow, T. T.,

- Yusup, Y. & Fadhlullah, W. (Ed.) International Conference on Environmental Research and Technology (ICERT 2015) içinde (ss. 142-149), Penang: Redhouse Business Solution.
- Jjchouses. (2019, November 27). How to insulate a shipping container - The ultimate guide in 2020. [Web log post]. Retrieved from <https://www.jjchouses.com/how-to-insulate-a-shipping-container-the-ultimate-guide-2/>
- Kahev, P., & Mahdavi, A. (2014). A performance comparison of ordinary and container classrooms in Austria. *Asian Journal of Civil Engineering (BHRC)*, 15 (3), 383-390.
- Kotnik, J. (2008). Container architecture: This book contains 6441 containers. Barcelona: Links International.
- Kumlutaş, D., & Yılmaz, U. (2008). Enerji: Binalarda vakum izolasyon panelleri kullanılmasıın soğutma yüküne olan etkisi. *Mühendis ve Makine Dergisi*, 49 (583), 10-16.
- Pisinger, D. (2002) Heuristics for the container loading problem. *European Journal of Operational Research*, 141 (2), 382-392. doi: 10.1016/S0377-2217(02)00132-7
- PremierBox (2017, November 1). How to insulate your shipping container. [Web log post]. Retrieved from <https://premiershippingcontainers.com.au/2017/11/01/how-to-insulate-your-shipping-container/>
- Sevim, N. (2017). *Atriyumlu yapılarda doğal havalandırma*. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Smith, J. D. (2005). *Shipping containers as building components*. Mater's Thesis, University of Brighton, Brighton.
- Smith, R. E. (2010). *Prefab architecture: a guide to modular design and construction*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Sun, Z., Mei, H., & Ni, R. (2017). Overview of modular design strategy of the shipping container architecture in cold regions. International Conference on Environmental and Energy Engineering (IC3E 2017) içinde (ss. 1-7). Suzhou: IOP Publishing. doi :10.1088/1755-1315/63/1/012035

- Vijayalaxmi, J. (2010). Towards sustainable architecture—A case with greentainer. *Local Environment: The International Journal of Justice and Sustainability*, 15 (3), 245-259. doi: 10.1080/13549830903575596
- Xiao, W., Wang, X., & Zhang, Y. (2009). Analytical optimization of interior PCM for energy storage in a lightweight passive solar room. *Applied Energy*, 86 (10), 2013-2018. doi: 10.1016/j.apenergy.2008.12.011
- Yellishetty, M., Mudd, G. M., Ranjith, P. G., & Tharumarajah, A. (2011). Environmental life-cycle comparisons of steel production and recycling: sustainability issues, problems and prospects. *Environmental Science and Policy*, 14 (6), 650–663. doi: 10.1016/j.envsci.2011.04.008
- Zal, F. H., & Cox, K. (2008) Pre.Fab: Myth, Hype + Reality. P. Clouston, R. Mann ve S. Schreiber (Ed.), *Without a hitch: New directions in prefabricated Architecture* içinde (ss. 128-141). Erişim adresi: <https://scholarworks.umass.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1016&context=wood>
- Zhou, D., Zhao, C. Y., & Tian, Y. (2012). Review on thermal energy storage with phase change materials (PCMs) in building application. *Applied Energy*, 92, 593-605. doi: 10.1016/j.apenergy.2011.08.025

BÖLÜM 5

TÜRK İNŞAAT SEKTÖRÜNÜN FLEKSİBİLİTESİ

Dr. Mehmet Serkan YATAĞAN¹

¹ İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi İstanbul, Türkiye,
yataganm@itu.edu.tr

GİRİŞ

Türk inşaat sektörü yeterli teşvik görmemesine rağmen Türkiye ekonomisinde önemli bir yere sahiptir. 250'e yakın sanayi ile girdi ilişkisi, istihdam yaratıcı etkisi sebebiyle ekonomide bir itici güç niteliğindedir. İnşaat sektörünün yakın ilişkisinin olduğu sektör sayısı çok olunca sektördeki en küçük hadiseden diğer tüm sektörler etkilenmektedir.

İnşaat sektörü yaklaşık 10 yıldır büyük sorunlarla karşı karşıyadır. 1993 yılında inşaat sektörünün GSMH içindeki payı yüzde 7.3 iken bu oran, 2002 yılı itibariyle yüzde 4.2'ye geriledi. Körfez krizi, arka arkaya yaşanan ekonomik krizler, inşaat sektörünün gelişimini olumsuz yönde etkiledi. Kamu yatırımlarının kaynak ve program olarak azaltılması; inşaat sektörünün en önemli sorunudur. Bununla birlikte ödenek yetersizliğine maruz önemli pek çok proje vardır. Bunlar, ödenek yetersizliğinden dolayı ya yavaş ilerlemekte, ya da beklemeye devam etmektedir. Bu nedenle, ülke ekonomisi başlanamayan veya tamamlanıp zamanında devreye sokulamayan yatırımlar dolayısıyla, yükleniciler de işin bir türlü bitirilememesinin yarattığı çeşitli kayıplar nedeniyle zarara uğramaktadır.

Sonuç olarak; toplu konutların haricinde, bölünmüş yolların bazı kesimlerinin küçük ihaleleri dışında önemli ihaleler gerçekleşmemiş ve inşaat sektörü iç piyasada küçülmüştür. Maliyetlerdeki artış aynı ölçüde satış fiyatlarına yansıtılmadı. Özel sektör yatırımları giderek azaldı. Nakit sıkıntısı ve azalan kârlar, işsizlik ve geleceğe

güvensizlik, konut ve her türlü işyeri satışlarını durma noktasına getirdi. Piyasalarda gayrimenkul alım satımı çok düşük seviyelerde seyrediyor. Firmaların harcamalarını azalttığı, istihdamın daraldığı ve mevcut kapasitelerin küçültüldüğü bir süreç yaşanmaktadır.

İnşaat işleri her zaman diğer ekonomik ve sosyal aktiviteleri kolaylaştırmak için yapılmış ve tüm ekonomik aktiviteler esas girdileri olarak bina ve altyapı inşaaata yatırım yapmayı gerektirir.

Sektörlerdeki değişim, inşaat sektörü içinde kaçınılmaz ve gereklidir. İnşaat sektörü, yıllardan beri uygunsuz ve verimsiz sistemleri kullanarak işleyişini sürdürmüştür. Bugün stratejik yönelme, kalite olgusu, çevre bilinci, uluslararası rekabet, müşteri talepleri ve teknolojik gelişmeler inşaat sektörünü de büyük bir kültürel değişimin eşiğine getirmiştir. Bu değişimin karşısındaki en büyük engel ise, sektöre stratejik esneklik getirirken aynı zamanda en büyük zayıflığına da sebep olan parçalı yapısıdır.

İnşaat sektörünün bu şekilde parçalı bir yapıya sahip olmasına neden olan teknoloji, tüketici, proje ve pazar farklılıklarından kaynaklanan bazı faktörlere esneklik göstermesidir (Alkan. 2000).

1. İNŞAAT PROJELERİ

1.1 Farklı Teknolojiler

İnşaat projeleri, pek çok farklı teknolojiyi bir arada kullanılırlar. Her proje kendine özgü olduğu için proje takımı oluştururken birçok uzman firma bir araya getirilir.

İnşaat firmaları tek bir teknoloji veya birbirine bağlı küçük bir grup teknoloji üzerine uzmanlaşma eğilimindedirler. Genel yüklenici firmaların büyük çoğunluğu da inşaat işini doğrudan üstlenen o işe özelleşmiş alt yüklenici firmaların yönetilmesi işini yaparlar. Bunun nedenleri (Güçlü. & Bilen.1995);

1. Genel masraflar düşük olabilmeli
2. İnşaat masrafları düşük tutulabilir
3. İş almadaki belirsizliklere yanıt verebilme
4. Malzeme ve yatırım maliyetlerinin azaltılması
5. Yüklenicilerin farklı coğrafi yerlerde iş yapabilme esnekliğine sahip olması
6. Mevsimlik risklerin azaltılması

Bu hususların yanı sıra eski ve varolan binaların onarma gereksinimi ne kadar eskimiş olduğuna bakmaksızın geleneksel yapı tekniklerinin uygulanmasını bilmeyi gerektirir. Böylece inşaat sektörü teknolojileri, geleneksel, emek-yoğun, şantiye ağırlıklı teknolojilerden akıllı bina teknolojilerine kadar çeşitlilik gösterir. Son zamanlarda inşaat sektörünün bu koşullara esnekliği göstermesi için bazı eğimler

oluşmaktadır. Örneğin prefabrikasyon inşaat işlerini şantiyeden fabrikaya taşıyan bir teknik olarak ortaya çıkmıştır. Elektronik kontrol, CAD/CAM teknolojileri, iletişim sistemleri, akıllı binaların yapımına temel teşkil ederken, çevresel ihtiyaçlar ise geri dönüşümlü malzeme ve yapı bileşenlerinin kullanımı inşaat üretim süreçlerine esneklik kazandırır.

1.2. Farklı Müşteri Tipleri ve Talepleri

Sektördeki ilk ve çoğunluğu oluşturan müşteri tipi, problemleri basit işler ile çözülebilen bireyler ve küçük firmalardır. Talep ettikleri ise, sabit ücretli, çabuk sağlanan garantili servistir.

İkinci müşteri tipi ise, inşaat konularında uzman olmamakla birlikte daha özellikli inşaat işlerine gereksinim duyan bir gruptur. Talepleri ise güvенеbilecekleri profesyonel öneriler, tasarım, planlama ve maliyet konularındaki kararlara katılmak, işin uygun fiyata ve çabuk bitirilmesi.

Üçüncü ve son müşteri tipi ise, işin istedikleri biçimde yapılmasını sağlamak için uygun görecekları danışman ve yüklenicilerin karışımını oluşturmada tecrübeli olanlardır. Kendi iş yapma usullerine uyacak kontrat koşullarına karar verme ve projeye özel gereksinimleri karşılamak üzere özelleşmiş hizmetleri satın alma eğilimindedirler. Bu tip müşteri grubu genellikle danışmanlar ve yüklenicilerle uzun dönem ilişkilere girerler.

Hepsinin beklentisi, işin erken bitirilmesi, konfor standartlarının sağlanması, kalite olgusu, fiyat konusundaki beklentilerdir.

Bugün mal sahipleri inşaat işlerinin yapısı üzerinde daha fazla bilgi sahibidirler, bu da onların bilinçli bir şekilde taleplerinin arttırılmalarına ve beklentilerini yükseltmelerine neden olmuştur.

İnşaat firmalarının gelecekte ayakta kalabilmeleri için yaptıkları işte teknolojiyi yoğun biçimde kullanmalarına ve müşteri beklentilerinin iyi anlamalarının gerekeceğidir. Püf nokta müşteriye bütün bir mühendislik ve hizmet paketi göstermek ve esnek olabilmektir. Ancak Türk inşaat sektörünün en büyük problemi ise talepteki dengesizlik ve süreksizliktir. Bu dengesizlik karlılık kavramını da belirsizleştirirken, uzun dönem planlamayı eğitim ve araştırmalara yatırım yapmayı da imkânsız bir hale getirmektedir ve esnekliği bu şarta göre ayarlamak gerekir (Güçlü. & Bilen.1995).

1.3. Projelerin Çeşitliliği

Büyük çeşitlikteki teknoloji ve müşteri tipleri ile ilişkisi içinde olmasının sonucu olarak, sektör coğrafi olarak yayılmış ve ölçek olarak değişkenlik gösteren tek defalık projelerle karşı karşıyadır.

Talep, nihai ürünün kullanım amacına bağlı olarak da değişkenlik gösterir. Konut, genel bina inşası, onarım-bakım işleri, inşaat mühendisliği ve ağır mühendislik gerektiren işlerin hepsi farklı firmalar tarafından hizmet verilecek farklı pazarlar oluşturur. Bu pazarlar ilgi gruplarına ve performanslarına göre önemli farklılıklar gösterir. Örneğin konut yapım uzmanları modülerizasyon,

standartlaşma ve yeni ürünlerle ilgilenirken, sosyal ve demografik değişimlerden etkilenirler.

Pek çok inşaat projesi ilk örnek olma özelliği gösterir çünkü inşaat projelerinin özelliği tek defaya özgü olmalarıdır. Önemli miktarda tasarım girdisi vardır ve bu girdilerden rutin olanlarla araştırmaya geliştirmeye dayananları birbirinden ayırmak zordur.

Ayrıca inşaat sektöründe ilk yatırım kararı alınımından işin tamamlanmasına kadar oldukça uzun bir zaman geçmektedir. Arz talep dengeleri durağan olmaktan çok uzaktır ve sektörde bu açıdan dalgalanmalar yaşanır.

1.4. Ayrı Pazarların Oluşturduğu Firma Özellikleri

Teknoloji, müşteri talepleri, coğrafya, ölçek ve yapılmış binaların fonksiyonları, inşaat firmaları için pek çok farklı pazarlar oluşturur. Bu pazarlardaki talebin derecesi ani beklenmedik biçimde değişim gösterir.

Bu özelliklerin bileşik etkisi, her biri küçük ve orta büyüklükte firmalar tarafından hizmet verilen inşaat pazarlarının oluşmasına, böylece sektörün pek çok yapıda olmasına neden olur. Bu firmaların ayakta kalabilmeleri, sabit sermaye aktiflerini minimize etmelerine ve yüksek oranda esneklik gösterebilmelerine bağlıdır.

İnşaat sektörü düşük teknoloji seviyesini kullanan ve farklılaşmamış ürün ve hizmet sunan firmalarla doludur. Sektörde var olan firmalar bu nedenle pazara yeni girenlerin tehdidi ile karşı karşıyadır. Yüklenici mevcut pazarı ve rakiplerini düşünerek ne çeşit bir strateji seçmesi gerektiğine karar vermeli ve stratejik pozisyonunu almalıdır. Türk inşaat sektörü, uluslararası çapta her türlü altyapı ve üstyapı inşaatlarını yapacak güçte firmalara sahiptir. Teknik elemanların eğitim düzeyi ve tecrübesi, gerekli makine ve diğer teçhizat imkânları, mevcut kalifiye ve düz işçilerin ekonomikliği ve maddi varlıkları, içeride ve dışarıda başarılı işler yapılması için yeterli olmaktadır.

1990'lı yıllara kadar inşaat sektöründe arz-talep dengesi birbirine yakın seyretmiş, aşırı stoklar oluşmamış ve ihracata önem verilmemiştir. Globalleşen ekonomi ve hızla yeni girişimcilerin inşaat sektörüne yatırım yapması, arz-talep dengesinde arzın lehine bir bozulma başlatmıştır. Bu dengenin bozulmasıyla birlikte kuruluşlar bir yandan dış pazarlara yönelmiş, bir yandan da iç pazarda hâkimiyet kurma, kendini emniyete alma içerisine girmişlerdir.

1.5. Bilgi Eksikliği ve Kalite

Pek çok girişimci projelerin ilk yatırım maliyetleri ile ürünün kalitesi ve projelerin son maliyetler arasındaki ilişkiyi bilmemektedir. Pek çok tüketici, inşaat malzemeleri, süreçler hakkında çok az bilgiye sahiptir ve nihai ürünün kalitesini değerlendirmekten yoksundur. Bu nedenle,

sektördeki rekabet fiyatları temel olarak yapılmaktadır böylece kalite ve performans eksiklikleri meydana gelir.

İnşaat ürünlerinin kullanıcıları, tasarım ve üretim süreçlerinde hiçbir katılımı olmayan kişilerdir ve risk oluşturmaktadırlar. Bu nedenle özel sektörün inşaat işleri devlet otoriteleri, tasarımcı ve danışmanlar tarafından dikkatle ve özenle kontrol edilmelidir.

Kalite olgusu, inşaat sektörünün temel problemidir. Şantiyedeki kötü ve zor çalışma koşulları nihai üretimin kalitesini düşürmekte, bu da sektörün imajını olumsuz etkilemektedir. Kalitenin istenen düzeyde olmaması;

1. Tasarımdan veya yapım aşamasından kaynaklanan hatalar, detaylarda gereken dikkat ve özenin gösterilmeyişi, yetersiz kontrol ve denetleme, mal sahibinin ihtiyaçlarının net olarak tanımlanmayışı
2. İlk yatırım maliyetini düşürmek için, performans, dayanıklılık, estetik olgularından ve uzun dönemde bakım maliyetlerini düşürmek isteğinden vazgeçmek

İnşaat işlerinin mimarlar ve mühendisler tarafından sıkı denetlenmediği ve kontrol edilmediği durumlarda oluşan kalite düşüşü, küçük çaptaki projelerin tüketicilerini küstürür. Ters bir durum ise, çok sıkı denetim yapılması, yasakların olması durumunda işlerin yürütülmesi zor ve küçük çaplı işler için oldukça pahalı bir hal alır.

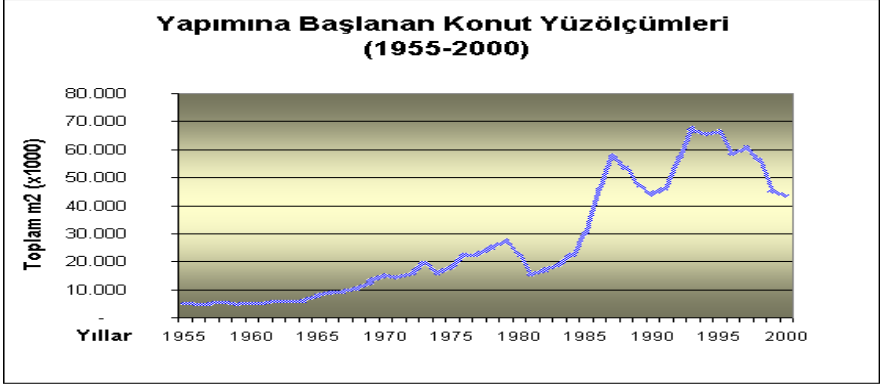
1.6. Şantiye İşi

Yapım aşaması dış hava koşullarında şantiye ortamındadır. Kötü hava koşulları gibi dış etkenlere bağlı olarak verim düşmekte, projeler zamanında bitirilememekte ve maliyetler artmaktadır. İş gücünün esnek olması ve inşaat işlerinin halka açık bir ortamda yapılmasından ötürü sektörde yenilikler yaratmak firmalar için oldukça zordur.

Her inşaat işvereninın gösterdiği arazi ve zeminde yapılır, bu nedenle yüklenicinin çalışma sahası sürekli olarak yer değiştirilir. Her seferinde ne gibi makineler kullanılacağı, ne gibi personele gereksinim olduğu, iş yerinin koşullarına göre işin ne surette başarılılabileceği ve yeni şantiyede ne kadar iş yapılacağıının düşünülmesi zordur.

1.7. İş Gücü

Son yıllarda inşaat sektörü hızlı nüfus artışının da neden olduğu konut talebini karşılamaya yönelik olarak, endüstrileşmeye gidilmesi yolundaki eğilimlerin ağırlık kazandığı bir ortam oluşmuştur. Kısa sürede çok sayıda konut üretmek amaç olmuş, bu da üretimin daha kısa sürede tamamlanmasını ve iş gücünün daha üretken olmasını zorunlu kılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. 1955-2000 yılları arasındaki konut toplam alanları (Alkan. 2000).

Bilindiği gibi bir yapının kaliteli olmasında, iş gücü kalitesi büyük önem taşır. Bu nedenle kullanılan teknolojiden ayrılmadan daha yukarı standartta üretim yapabilmek için iş gücünün niteliklerini geliştirmek gereklidir.

Yurtdışına giden çok sayıdaki yetişmiş usta işçilerin yerleri ne yazık ki doldurulamamıştır. Acemiler, çıraklar ustalarının yerlerini almışlardır ama onların yaptıklarını yapmadıkları için inşaatların kalitesi olumsuz olarak etkilenir.

Bu durumdaki mevcut iş gücünü eğitmeden inşaat sektörünün herhangi bir alanında kullanmak birçok hatalı sonuç ve geri dönüşlere neden olacağından üretimin sürekliliği etkilenecektir. Bir yapının gerçekleştirilmesi için planlama, projelendirme aşamalarında detaylandırmaya, uygulamaya kadar tüm teknik bilgiye sahip organizasyonu, sürecin kesintisiz sürmesini sağlayacak işçilerin boş

vakitlerini minimuma indirecek, planlama ve denetim elemanlarının da yetişmesi gereklidir.

Sonuç olarak, yapı sektörü geleneksel değişiklik yapısından dolayı diğer sektörlerle karşılaştırıldığı zaman yeni gelişmeler daha fazla direnç göstermektedir. Uluslararası inşaat pazara açık rekabet ve yapılarda istenen ileri teknoloji seviyesinin sürekli artması yapı sektörünün ciddi bir şekilde değişmeye itmektedir. İşverenin sektör üzerinde her geçen gün artan isteklerini yerine getirmek için sistematik ve düzenli bir değişim kaçınılmaz hale gelmiştir. Geleceğin inşaat sektörü teknolojide olan sürekli gelişmeler ve toplumun değişen yargıları ve beklentileri göz önünde bulundurularak değerlendirilmelidir.

2. 1980'DEN GÜNÜMÜZE TÜRK İNŞAAT SEKTÖRÜNDEKİ DEĞİŞİMLERE GÖRE KAPASİTESİNİN İNCELENMESİ

Türkiye'de inşaat sektörünün gelişimini doğrudan etkileyen unsurlar ekonomik ve demografik koşullarda meydana gelen gelişmelerdir. 1980'li yılların başından itibaren Türkiye ekonomisinin serbest Pazar ekonomisine geçişi sürecinde yaşanan gelişmeler, Batı Avrupa standartlarında yüksek kaliteli işyeri, konut ve sanayi tesislerine olan talebin artmasında etkili olmuştur. Daha önce çoğunlukla uluslararası şirketlerce tercih edilen birinci kalitedeki işyerleri pazar ekonomisine geçme ile birlikte Türk şirketlerince de talep görmeye başlarken, benzer türde bir gelişme konut piyasasında da görülmüş ve gelir

seviyesindeki artışa paralel olarak kaliteli konuta olan talepte artış olmuştur (Alkan. 2000).

1990-1999 yılları arasında hızla artan konut arazi ve inşaat maliyetlerinin yüksekliği karşısında doygunluğa ulaşmış, risk hesapları iyi yapılmadan başlanmış olan birçok proje tamamlanamamıştır. Özellikle 17 Ağustos 1999 ve 12 Kasım 1999 Marmara Bölgesi'nde yaşanan depremler ve kriz nedeniyle iyice yavaşlayan yapı sektöründeki faaliyetler depremlerden sonra yeni yasal düzenlemeleri yapmak için yaşanan boşlukta iyice durma noktasına gelmiştir. Yasal düzenlemeler konusundaki en önemli değişiklik yapı denetimi ve sigortasının önem kazanması ile bu alanda yaşanmıştır. Ancak, yapılan bu düzenlemelerin gerçek yansımaları durma noktasındaki yapı sektörünü yüzünden tam olarak görülememiştir.

2000 yılıyla birlikte ekonomide görülen düzelme ne yazık ki inşaat sektörüne yansımamış, 2000 yılının ilk çeyreği itibariyle % 4,2 oranında büyüyen ekonomiye rağmen inşaat sektörü % 2,5 oranında küçülmüştür. Nisan ayında yürürlüğe giren yapı denetiminin düzenlenmesine göre pilot bölge olarak belirlenen bazı illerde yapı denetim kuruluşlarının oluşturulmasını bağlı olarak Temmuz ayına kadar inşaat ruhsatlarının durdurulması sonucunda sektördeki küçülme 2000 yılının ilk yarısı itibariyle % 0,4 oranında olmuştur. 2000-2001 döneminde yaşanan mali krizler de konut sektörünü tamamen durma noktasına getirmiştir. Öyle ki, 2000 yılında üretimine başlanan konut

yüzölçümü 1990'lardaki seviyesine düşmüştür. Bundan sonraki yıllarda da bu durum devam etmekte ve yapı sektörünün GSMH'daki payı her geçen sene düşmektedir. Körfez krizi, arka arkaya yaşanan ekonomik krizler, inşaat sektörünün gelişimini olumsuz yönde etkiledi. Bugün stratejik yönelme, kalite olgusu, çevre bilinci, uluslararası rekabet, müşteri talepleri ve teknolojik gelişmeler inşaat sektörünü de büyük bir kültürel değişimin eşiğine getirmiştir. Sahip olduğu sorunlarla, bu değişimlere ayak uydurma zorluğunu yaşamaktadır. Yurtdışı işleri, deprem konutları veya toplu konut hamleleri ile bu zorlukları aşmaya çalışan inşaat sektörünün şu anki durumu belirsizliğini korumaktadır.

2.1. 1980'li Yıllarda Türkiye İnşaat Sektörünün Gelişimi

12 Eylül 1980'deki askeri müdahale Türkiye için adeta bir dönüm noktası özelliği taşımaktadır. Askeri müdahale döneminden sonra gelen hükümetlerin değişen liberal ekonomi politikaları anlayışı ülkedeki tüm değerleri olduğu gibi mimarlık alanında da mevcut kuralları altüst etmiştir. Bunların en önemlileri 1980'li yıllarda çıkarılan Toplu Konut Yasası ile Toplu Konut İdaresi'nin kurulması, İmar ve İskân Bakanlığının kaldırılması, il nazım bürolarının lağvedilerek belediye yetkilerinin arttırılarak imar planı yapılması ve onaylama yetkilerinin verilmesidir (Taş. 2003).

Ancak Toplu Konut yasaları çıkartılarak bu alanın kurumsallaştırılması 1980'li yılların ilk yarısında oldu. Çıkarılan yasanın gerçekleştirmeyi amaçladığı çözüm ile gerçekleşen toplu

konut süreçleri arasında önemli farklılıklar vardı çünkü 1970'lerin sonlarında yaşanan toplumsal ve siyasal bunalım ile birlikte, hızla yükselen enflasyon ve döviz darboğazı Türkiye ekonomisinde 24 Ocak İstikrar Tedbirlerinin alınmasını zorunlu hale getirilmiştir. Piyasa ekonomisine geçilmesi, fiyatların ve döviz kurunun serbestçe belirlenmesi benimsenirken, ihracata dayalı sanayileşme politikası uygulanmaya başlanmıştır (Güçlü. & Bilen.1995);

Bundan dolayı bu benimsenen politikaların uygulamaya başlanması ile ihracata verilen önem sebebiyle, inşaat sektöründe bir canlanma görülse bile yasayla istenenler fazla karşılanmamıştır.

1980'lerdeki yapısal dönüşüm toplumsal hareketliliği azaltmadı, kısmen yönünü değiştirdi. Devletin konut sektörü içinde oynadığı rol bu istikrar tedbirleri politikası sebebiyle önemli bir değişime uğradı. Yeni liberal para politikalarının ürünü olan yeni yatırım kanalları (döviz, faiz, borsa) küçük birikimleri saklama konusunda konut sektörüne rakip olmuşlardır. Bu durumda, büyük ölçekli yatırım yapma deneyimi ve gücü olmayan konut sektörü kendi haline bırakıldığında gerilemeye mahkûm görünüyordu. Nitekim 1980'lerin başında üretim yarı yarıya düşmüştür. Ancak bunu gören yönetim 2 nedenle konut piyasasını kendi haline bırakmadı. Birincisi, sektörün gerilemesinden birçok sektör birden etkilenecekti. İkincisi de toplumsal hareketliliğin istikrar kazanmadığı ortamda, son derece hassas dengeler üzerinde duran arz-talep dengesi bozulabilir ve o zamana dek yaşanmamış bir konut açığı sorunuyla karşılaşılabilirdi.

Neo-liberal politikaları uygulayan batı devletleri uzun süre müdahale ettikleri inşaat piyasasından çekildikleri bir dönemde Cumhuriyet yönetiminin konut piyasasının tarihindeki en etkin müdahale araçları Toplu Konut Yasası, Toplu Konut İdaresi ve Toplu Konut Fonu'dur. Bu kurumların amaçları piyasadakileri ve piyasaya yeni girecekleri yeni biçimlere ve ölçeklere alışmasına destek olmaktır (T.C. Toplu Konut İdaresi Başkanlığı. 1991). Türkiye'de konut ihtiyacının karşılanması için devletin gerekli tedbirleri alması gereği, 1982 Anayasası'nın 57. maddesinde; "Devlet, şehirlerin özelliklerini ve çevre şartlarını gözeterek bir planlama çerçevesinde, konut ihtiyacını karşılayacak tedbirleri alır, ayrıca toplu konut teşebbüslerini destekler" hükmü ile yer almıştır. Bu bakımdan Türkiye'de konut talebinin karşılanabilmesi, orta ve dar gelirli vatandaşların konut sahibi yapılması ve konut sektörünün geliştirilmesine yönelik olarak devlet tarafından 1984 yılında Toplu Konut İdaresi Başkanlığı kurulmuştur. Toplu Konut Yasası'nın çıkmasıyla toplu konut üretiminde ve yapı sektöründe büyük bir canlılık yaşanmış, standardı yüksek binlerce konutluk yerleşmeler, büyük inşaat şirketleri eliyle ve kooperatifler yolu ile gerçekleşmiştir (Taş. 2003). 1981 yılında çıkartılan 2487 sayılı toplu konut yasasının ardından bu alanların bir kooperatif örgütlenme içinde gerçekleşmektedir.

Ancak görülen bazı eksiklikler ve amaçlanan çözüme ulaşılmaması nedeniyle, bazı düzenlemeler ve yeni yasalar çıkarılmıştır. 1982 yılında 2634 sayılı Turizmi Teşvik yasası ile 1983 yılında çıkarılan 2805 sayılı İmar affı ve 2960 sayılı Boğaziçi Yasası, Türkiye'de

özellikle İstanbul'da inşaat sektörünün hareketlenmesini sağlamıştır. Bunun yanında çıkarılan Toplu Konut Yasası'nda büyük sermaye girişimleri kooperatif örgütlenmesi dışında tutulmuştur. Bundan dolayı 1984 yılında da 2985 sayılı yasa bu alanı özel sermayeye açmak için çıkarılmıştır. Ama önemli bir gelişme gözlenmemiştir çünkü kentleşmeye açık büyük alanlar üzerinde oluşan kentleşme getirilerinin tek elde toplanmasının siyasal meşruiyetinin toplumda kurulamamasıdır (T.C. Toplu Konut İdaresi Başkanlığı. 1991).

1984 sonrası toplu konut projelerinin ağırlığının artması ve büyük ölçekli firmaların bu sektöre girmeleri, ileri yapım tekniklerinin kullanımının yaygınlaşmıştır. Spekülatif konut üretimi yani satış amaçlı konut yapımı firmaların politikalarını etkileyerek konut üretimin arttırmıştır.

1984 sonrasında konut sektörünün canlanması ile birlikte çok sayıda konut yapımcısı firmaların kurulduğu, daha önce başka sektörlerde bulunan firmaların da konut sektörüne girdiği görülmüştür. Tablo 1.'de bu durum görülmektedir.

Özellikle 1984 yılında başlayan atılım döneminin bugün ulaştığı aşamayı, gerçek bir gelişimin ve değişimin yansıması olarak değerlendirilebilir. Toplu Konut anlayışı, ülkemiz için hem çağdaş bir kentleşme anlayışını ifade etmektedir; hem de dar gelirli vatandaşlarımızın konut sahibi olacağı bir mekanizmanın kurulması anlamını bünyesinde barındırmaktadır.

1985 sonrası dönemde hızlı enflasyon oranı ve inşaat malzemelerinin fiyat artışları inşaatların tamamlanmasını güçleştiren faktörlerdir. İnşaat maliyetlerindeki artış, Toplu Konut Fonu'nun darboğaza girmesi ayrı etkenler olarak kabul edilmektedir (Tablo 2).

Türkiye'de özellikle 1980 yılından sonra vergi kanunlarında yapılan değişikliklerle yatırımları teşvik edici vergisel düzenlemelerin sayısı oldukça artmıştır. Teşvik edici politikaların uygulanmasının neticesinde, toplumsal nitelikli kaynakların devlet eliyle belirli kesimlerin lehine transfer edildiği gerçeği inşaat sektöründe de görülmüş ve bunun yardımıyla inşaat sektöründeki hareketlilik devam etmiştir (İNTES. 2003). Tablo 3'te konut üretimindeki artış görülmektedir.

Tablo 1. Konut sektörüne giren firma sayıları(T.C. Toplu Konut İdaresi Başkanlığı, 1991).

Yıllar	Kurulan Kooperatif Sayısı	Yapı izni Alan	Yapı kullanma İzni Alan
1980	540	578	287
1981	333	418	314
1982	295	910	348
1983	279	523	435
1984	1219	787	490
1985	2397	1302	365
1986	3822	2304	627
1987	5201	2810	648
1988	3148	2616	738
1989	1688	2223	859

Çıkarılan bu yasalar ve düzenlemeler bir hareketlilik getirirse bile bazı sorunları da beraberinde getirmiştir. 1984 yılında çıkarılan İmar Affı

gecekonduları, kaçak yapı, getirim ile orman alanları ve su havzalarının işgaline neden olmuştur ve çarpık bir yapılaşma ile doğal ve tarihi çevrenin bozulmasına sebep olmuştur.

Tablo 2. Konutların m² değerleri (T.C. Toplu Konut İdaresi Başkanlığı. 1991).

Yıllar	Kooperatif Değeri	Diğer Konut Değeri
1980	8.4	8.4
1981	11.0	10.8
1982	13.5	13.2
1983	18.8	18.6
1984	28.6	28.0
1985	44.9	43.4
1986	69.3	68.1
1987	94.7	90.4
1988	179.1	177.4
1989	270.8	274.1

Tablo 3. Konut üretimi (İNTEŞ. 2003).

Yıllar	Ev+ apartman	Üretilen Konutların Fiyatları Milyon T.L
1980	58970	116.793.2
1981	53257	131.770.0
1982	50261	161.314.8
1983	50719	228.737.7
1984	54186	362.183.6
1985	49380	544.191.9
1986	67528	1.234.924.1
1987	76106	1.919.741.2
1988	78787	4.038.420.0
1989	89795	7.530.322

1980'lerde Türkiye, bir yandan önceki dönemlerden devreden kentleşme ve konut sorunlarına, bir yandan da yeni dönemin sorunlarına çözüm bulmaya çalışmıştır. 1980'den sonraki dönemde

kentsel alanlarda yaşanan değişimlerden birisi, gecekondulaşmanın değişen niteliğidir. Kullanıcıların başkalarının arsaları üzerinde kendi emekleri ile ürettikleri tek ya da az gecekonduların yerini, kullanıcı dışındaki gruplarca üretilen çok katlı yapılaşma almıştır. Ayrıca, kentlerin imarlı kesimlerinde de benzer gelişmeler yaşanmış, orta ve üst gelir gruplarına yönelik seçeneklerin, kooperatiflerin konut üretimindeki payı artmıştır. Bunun nedeni de Toplu Konut İdaresi'nin kooperatiflere açtığı kredilerdir. Kooperatiflerin üretimden aldığı payın artması, arsa gereksinimini artırmış ve arsa alarak konut üretimini buralarda yapmalarına yol açmıştır. Ayrıca konut üretiminin kent dışına taşınmasında Emlak Bankası ve Toplu Konut İdaresi uygulamalarının da etkisi olmuştur. Bu oluşumların sonucu daha büyük kent parçalarının açılmasını gerektiren toplu konut türü gelişmeler, egemen olmaya başlamıştır (Gerçek. 2016).

1980'ler daha önce de sözünü ettiğimiz gibi çok farklı bir Türkiye'yi temsil etmektedir. 24 Ocak 1980 kararları ile peş peşe devreye sokulan serbestlik politikaları Türkiye'nin kapitalizme bütünleşme daha da hızlandırmıştır. Neo- liberal politikalarla birlikte finansal sermayenin Türkiye'ye olan ilgisi artmıştır. Kamu arazilerinin özel mülkiyete devrini kolaylaştıracak uygulamalar devreye sokulmaktadır. Arsa kullanımı konusunda merkezi otoriteden, yerel otoriteye yetki devri söz konusudur. 1984 yılında kurulan Toplu Konut Fonundan sağlanan krediler, kooperatif patlamasına yol açmış, hızlı bir apartmanlaşma süreci başlamıştır. Bu yıllar aynı zamanda Atatürk barajı, otobanların inşası, iletişim ve ulaşım şebekelerinin kurulması

gibi çağı yakalamaya hizmet eden adımların atıldığı yıllardır. Yeni yönetim teknikleri, bilgi ve teknoloji öğrenilmiş, finans kapitalle artan ilişkiler, Türk inşaat firmalarının cesur adımlar atmasına neden olmuştur. Sayıları az olmakla birlikte bir grup Türk firması küresel aktör haline gelmektedir (Eşkinat. & Tepecik. 2012)

Sonuçta 1984 yılında büyük ivme kazanan ve toplumda da yaygınlaşan Toplu Konut Kültürü, sadece insanlara çağdaş yaşama alanları sunmakla kalmamış, çevre bilincini de ön planda tutan bir gelişmişlik kültürünü doğurmuştur. Toplu Konut Kültürü, daha geniş çerçevesiyle inşaat sektörü, aynı zamanda ekonomik canlılığın da göstergelerindedir.

2.2. 1990'lı Yıllarda Türk İnşaat Sektörünün Durumu

1980'li yılların sonunda Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği'nin dağılması ve bölgenin küresel dünya ekonomisine bütünleşme çabaları, Türk firmalarına yeni fırsatlar yaratmıştır. Türk firmalarının geçmişte kazanmış oldukları tecrübe ve bölge ülkeleri ile Türkiye arasındaki kültürel yakınlık, inşaat sektörü açısından dikkatlerin Orta Asya'ya çevrilmesi anlamına gelmektedir (Tayanç. 2011). Orta Asya'nın dış Pazar olarak önem kazanmasının ardında yatan diğer bir neden ise 1990'lı yıllarda Orta Doğu'da yaşanan politik ve ekonomik istikrarsızlıklardır. Rusya Federasyonu başta olmak üzere Ukrayna, Kafkasya, Türk Cumhuriyetleri ile artan ilişkiler büyük projelerin gerçekleştirilmesine neden olmuştur. Bu dönem pazarların

çeşitlenmesine sahne olmuştur. Politik istikrarsızlık nedeni ile Irak pazarı kaybedilmiş, Suudi Arabistan'la ilişkiler azalmıştır. Ancak faaliyet gösterilen ülkeler listesine çok sayıda yeni ülke katılmıştır. Pakistan, Özbekistan, Kazakistan, Azerbaycan, Türkmenistan, Bulgaristan bunlardan sadece birkaç tanesidir. 1998 yılında başlayan Türkiye'nin Afrika kıtası ile ekonomik, politik ve kültürel ilişkileri geliştirme yaklaşımı 2005 yılının Türkiye'de Afrika yılı ilân edilmesi ile ilerleme kaydetmiştir. Afrika ile artan ilişkiler kıtanın inşaat sektörü için önemini de arttırmıştır

1990'lı yıllarda Türkiye'deki inşaat sektörünün performansı, 1980'li yılların altında seyretmektedir. İstatistiklere bakıldığında 1990'lardaki genel ekonomik gelişmelerden en olumsuz etkilenen sektörün, tarımla birlikte inşaat sektörü olduğu görülmektedir.

İnşaat sektöründeki durgunluğun temel nedeni ise, konut ve konut dışı bina alt sektörlerindeki dalgalanmalar ile devletin finanse ettiği altyapı yatırımlarında görülen büyük boyutlardaki gerilemelerdir. Özellikle 1999 yılında inşaat sektörü % 12,7 küçülme ile rekor bir küçülme yaşamıştır. Bunun nedenleri kamu harcamalarındaki kısılmalar, reel ekonomideki yüksek faizler, vergi oranlarının yüksek oluşu, işçi maliyetlerindeki artışlar ile konut talebindeki ve özel sektör yatırımlarındaki azalışlardır.

1990-1999 yılları arasında hızla artan villa tipi konut arzı, arazi ve inşaat maliyetlerinin yüksekliği karşısında doygunluğa ulaşmış, risk hesapları iyi yapılmadan başlanmış pek çok proje yarım kalmıştır.

Toplu Konut İdaresi 1980’li yıllardaki yeni biçimlere ve ölçeklere alıştırma göreviyle yetinmeyerek, 1990’ların ilk yarısındaki yönetim alternatif bir piyasanın önünü açmaya yönelik kayda değer ölçeklerde üretim de yaptı. Devlet, yeni kurumları aracılığıyla güçlerini birleştiren ve belediyelerden de arsa üretimi desteği alan kooperatiflere ve yüklenicilere destek oldu. Ayrıca büyük ölçekli sermaye de toplu konut alanlarına yatırım yapmaya başlamıştı. Bütün bunların sonucunda 1990’lı yılların başından itibaren konut çevrelerinin çehresi değişmeye başladı (Akkoyun. *et al.* 2003).

1990’lı yılların başında konut sektöründeki yeniliklerden biri de batı ve güney sahilleri boyunca tatil konutu üretimidir. Küçük ve orta ölçekli üretilen bu konutlar yine bir küçük bir girişimcinin isteğiyle örgütlenmekte ve tıpkı yap-satçılıkta olduğu gibi, bir bölümü inşaat sırasında satılarak gerçekleştirilmektedir.

1990’lı yılları ayırt eden asıl önemlik özellik, büyük sermaye gruplarının inşaat sektörüne ve gayrimenkule sistematik olarak yatırım yapmaya başlamasıdır. Bu, toplumsal hareketliliğin unsurlarından biri olan paranın hareketi açısından önemli bir gelişmedir (T.C. Toplu Konut İdaresi Başkanlığı. 1991).

1990'lı yıllarda konut üreticilerinin yıllık konut üretim kapasiteleri gelişen kent büyüklüğü ile doğru orantılı olmuştur. Örneğin, Bolu'da 16 konut, Manisa 23, Gaziantep 39, Ankara 113 ve İstanbul'da 335 konut üretimi yapılmıştır (T.C. Toplu Konut İdaresi Başkanlığı. 1991). 1990'lı yıllarda belirtildiği gibi dışa dönük bir sanayileşme stratejisine uygun olarak yatırımları teşvik edici vergi politikalarının amaçları yeniden belirlenmiş, kullanılan araçlar daha da çeşitlendirilmiş ve müteşebbislerin daha çok yatırım yapmaları yoğun bir şekilde desteklenmiştir. Bu amaçla vergi kanunlarında bir dizi değişiklikler yapılmış ve Türk Vergi Sistemi adeta bir “teşvikler, istisna ve muafiyetler” mevzuatı haline dönüştürülmüştür (TOBB. 2011).

Oluşturulan bu yatırım sisteminde;

- Tüm teşvikler merkezi hükümet tarafından verilmekte ve tüm uygulama Hazine Müsteşarlığına bağlı Teşvik ve Uygulama Genel Müdürlüğü tarafından yürütülmektedir ve teşvik verme sistemi çeşitli bölgelere, sanayisi gelişen bölgelere ayrılarak yapılmıştır.
- 1990'lı yıllarda bu bölgelendirme büyük ölçüde tekrar değiştirilmiştir. Teşvikler ülke çapında yaygınlaştırılan genel bir uygulama niteliği kazanmış ve zamanla seçicilik özelliğini yitirmiştir (İNTES. 2003).

Özellikle 1994'te yaşanan mali krizden sonra, kamu kaynaklarından yatırımlara ayrılan pay, şimdiye dek hiçbir dönemde görülmemiş oranlara inmiştir. Bu oran 1992'de % 13,2'ye, 1994'te % 8,1'e,

1997’de % 7,9’a, 1998’de ise %6,4’e ve 1999’da % 4,9’a düşmüş, buna karşın bu oran 1987 yılında % 18,1’dir. 1994 ve 1995 yıllarında gerek konut ve konut-dışı bina, gerekse altyapı inşaat yatırımlarında gerilemeler yaşanmıştır. Bu olumsuz gelişmeler sonucunda inşaat sektörü 1994’te % 2, 1995’te % 4,7 oranında küçülmüştür. 1996’da % 5,8,1997’de % 4,6 oranında büyüyen oranında büyüyen sektör milli gelire yaptığı değeri en yüksek 1997 yılında ulaşmıştır. 1994 kriziyle birlikte eksiye düşen altyapı yatırımları 1996 yılından itibaren canlanmaya başlamış ancak yatırımların artmasına rağmen kriz öncesi rakamlara henüz ulaşılammıştır. 1998’de ise inşaat sektörü konut yapımındaki düşüşün etkisiyle % 0,3 oranında gerilemiştir. 1999 sektör için tarihi bir daralmanın yaşandığı bir yıldır. Tablo 4’te bu oranlar gösterilmiştir (Koç. *et al.* 2017).

Tablo 4. GSMH ve İnşaat Sektöründe Büyüme (Koç. *et al.* 2017).

Yıllar	GSMH %	İnşaat %	İnşaat Sektörünün GSMH’deki payı (%)
1993	7.1	7.9	6.4
1994	-6.1	-2.0	6.7
1995	8.0	-4.7	5.9
1996	7.1	5.8	5.8
1997	8.3	5.0	5.7
1998	3.9	0.7	5.5
1999	-6.4	-12.7	5.1

1990-1999 arasında inşaat sektörü toplam % 5,9 büyürken, milli gelirdeki gelişme % 32 olmuştur.

1994 krizinin geniş kitlelerin gelir-harcama, tasarruf-yatırım dengelerinde yarattığı olumsuzluklar, konut talebini geriletirken, yüksek faiz ortamında sermayenin spekülâtif alanlara kayması ve Toplu Konut Fonu'nun bir konut finansman kaynağı olmaktan çıkarılması konut arzını düşürmüştür.

Türkiye'de 1993 yılında 269.965 konut bitirilerek yapı kullanma izni alırken, bu rakam 1994'te 245.610'a gerilemiş, 1995'te 246.098, 1996'da 267.306, 1997'de ise 277.056 olarak gerçekleşmiştir. 1998'de 238.958, 1999'da 215.613 adet konut tamamlanmıştır.

Toplu Konut İdaresi 1998 yılını "Konut hamlesi yılı" ilan etti. 1998 yılında 100 milyon dolar tutarında 18 bin konut yapmayı planlamış olan Toplu Konut İdaresi, öncelikle göçü önlemek için yatırımlarını Güneydoğu Anadolu'da yoğunlaştırmayı planladı. Diyarbakır, Gaziantep, Şanlıurfa ve Adana'da 8 bin, Güneydoğu Anadolu Bölgesinde 2 bin, Kars'ta 200, İstanbul Halkalı'da 3 bin, Ankara Mamak'ta etrafı gecekonduyla çevrili toplu konut alanında 600 konut yapmayı planlamıştı (OECD. 1997).

1998 yılında hükümet, konut kredilerini yüzde 400 arttırdı. Toplu Konut İdaresi 1998 yılında 126 bin konuta 50 trilyon lira kredi vermeyi hedefledi. Ancak, 1992 sonrasında Fon gelirlerinin genel bütçeye aktarılmasının ardından Fon, bütçeden kendisine uygun görülen miktarlarla yetinmek zorunda kalmıştır. Bütçeden gelen katkının ihmal edilebilecek kadar düşük düzeylere inmesiyle, Toplu

Konut Fonu, konut satışından elde edilen gelir ve kredi dönüşlerini ana gelir kaynağı olarak kullanmaktadır. Ayrıca ithalattan ve yurtdışına çıkışlardan alınan Toplu Konut Fonu, Avrupa Birliği ile gerçekleştirilen Gümrük Birliği çerçevesinde tamamen sıfırlanmıştır. Böylece, Toplu Konut Fonu gelirlerinin reel bakımdan düşmesine paralel olarak açılan kredilerin konut bedelini karşılama oranı giderek azalmıştır. Özellikle son yıllarda konut bedellerinin ancak % 10-20'sini karşılayabiliyordu.

Büyük ölçüde özel sektör yatırımlarındaki gelişmeye paralel bir eğilim gösteren konut-dışı yatırımları, 1994 ve 1995'te kısmi bir durgunluk gösterse de, 1996 yılında özel sektörün ticari amaçlı bina yatırımlarını hızlandırmasıyla önemli bir sıçrama yapmıştır. 1998'de sinai bina yatırımları artış gösterirken, ticari amaçlı binalarda gerileme görülmüştür. Buna karşın 1994 sonrası altyapı yatırımlarında dramatik düşüşler görülmüştür. 1996'dan sonra altyapı yatırımları çıkış trendi içine girmiştir (Koç. *et al.* 2017). Tablo 5 altyapı yatırımlarını göstermektedir.

Tablo 5. 1990'lı yıllarda altyapı yatırımları (Koç. *et al.* 2017).

Yıllar	Milyon Dolar	Değişim (%)
1993	6.458	10,7
1994	4.392	-31,9
1995	3.350	-23,7
1996	4.470	33,4
1997	5.850	30,9
1998	6.250	6,8

1998 yılında inşaat sektörü de küresel krizlerden önemli ölçüde etkilenmiş, gerek verilen yapı ruhsatları gerekse yapı kullanma izin belgelerinde önemli oranlarda azalmalar meydana gelmiştir. 1998 yılında yapı ruhsatı verilen yapıların toplam inşaat alanında %9,9, daire sayısında %10,7 ve yapı sayısında %11 oranlarında azalmalar olduğu görülmüştür.

17 Ağustos ve 12 Kasım 1999 tarihlerinde yaşanan deprem neticesinde çok sayıda can kaybının yanı sıra 250 bin dolayında konut oturulamaz hale gelirken, 40 bin kadar işyeri de hasar görmüştür. Deprem bölgesinin Türkiye'nin ekonomik etkinlik bakımından en ağırlıklı bölgesinde yer alması mali kayıpların son derece büyük olmasına neden olmuştur.

Deprem konut ve ticari/sınai yapı yanında yol/otoyol, köprü, ulaşım aracı, makine-teçhizat ve mamul-yarı mamul mal stoklarında da önemli kayıplar yaratmıştır. Dünya Bankası toplam gelir ve üretim kaybının 7,5 ila 12,2 milyar dolar arasında olduğunu tahmin etmektedir. Zararın yaklaşık yarısı inşaat sektörü kapsamında bulunmaktadır. Deprem zararlarının finansmanı kısmen dış yardım ve kredilerle finanse edilirken, önemli bir kısmı da ek vergi ve bedelli askerlik gibi uygulamalarla iç kaynaklardan karşılanmaktadır.

1999 yılında oluşturulan istikrar tedbirlerinin bir sonucu olarak kamu yatırımlarında azalmaya gidilmesi ve alınan tedbirlerin yarattığı belirsizlik özel sektör yatırımlarının da durmasına veya belirsiz bir süre ertelenmesine yol açarak inşaat sektörünü bir daralma süreci

içerisine sokmuştur. Bunun yanısıra yüksek kredi faizleri ve durgun piyasa özel sektör yatırımlarındaki daralmanın boyutunu genişletmiştir.

Kamu yatırımlarının artırılmasının yanı sıra yatırım projeleri ödeneklerinin bütçeye tam olarak konması, yüklenici ödemelerinin zamanında yapılması, ihalelerin şeffaflaştırılması ve ihale yöntemlerinin çağdaşlaştırılması da sektörün gelişimi için alınması gerekli tedbirlerin başında gelmektedir (Alkan. 2000).

Türkiye’de inşaat sektörü ile kamu yatırımları arasında son derece yakın bir ilişki söz konusudur. 1998 yılında özellikle Uzakdoğu ve BDT ülkelerinde ortaya çıkan kriz bir sonraki yıl etkisini sürdürmeye devam etmiş, ayrıca yıl içerisinde merkezi ve yerel seçimlerin getirdiği belirsizlikler, vergi yasaları ve uygulanan istikrar tedbirleri kamu harcamalarında ve dolayısıyla kamu yatırımlarında kısıntıya gidilmesine yol açmıştır. İnşaat harcamalarının yaklaşık % 33’ünü kamunun gerçekleştirdiği göz önüne alındığında sektör açısından kamu yatırımlarının önemi daha bariz bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Bu durumda sektörün önünün açılabilmesi için kamu yatırımlarının hızlanması gerektiğini söyleyebiliriz. Ancak uygulama ne yazık ki bu yönde oluşmamaktadır. 1999 yılında kamu yatırımlarının bütçeden aldığı pay yaklaşık % 4,8 iken bu oran 2000 yılı için % 4,9 olarak belirlenmiştir.

2.2.1. 1990'lı yıllarda İnşaat Sektöründe İstihdam

1990'lı yıllarda özellikle imalat sanayinde ve inşaat sektöründe istihdam hacmi düşme göstermiştir. Uygulanan ekonomik politikalar, düşük ücret temeline dayandırılmıştır. 1989 yılında işçi-hükümet arasında imzalanan protokolle ücretlerde hissedilir bir iyileşme sağlanmıştır (Güçlü. & Bilen.1995).

DİE tarafından Türkiye'deki istihdam 1999 yılı itibariyle 22 milyon olarak açıklanmıştır. Bu istihdamın % 5,4'e karşılık gelen 1,2 milyonu inşaat sektöründe yoğunlaşmıştır. Çoğunlukla vasıfsız işçi olarak kabul edilen bir kesim için son derece önemli bir istihdam sahası olan inşaat sektörü ekonomik daralma ve genişleme dönemlerinde bünyesindeki mevcut istihdam miktarının değişmesiyle toplumsal talepte önemli bir rol oynamakta, böylece bir yandan ekonomideki değişmelerden etkilenirken aynı zamanda ekonomik gelişmeleri de etkilemektedir (Alkan. 2000). Tablo 6, 1990'ların sonlarındaki inşaat sektöründeki istihdam durumunu göstermektedir.

Tablo 6. 1990'ların sonundaki istihdam durumu (Alkan. 2000).

Yıllar	Toplam İstihdam (Bin kişi)	İnşaat sektöründeki istihdam (Bin kişi)	Toplam istihdamdan aldığı pay (%)
1994	20,397	1,232	6,1
1995	21,378	1,227	5,7
1996	21,698	1,356	6,3
1997	20,815	1,323	6,4
1998	21,958	1,335	6,1
1999	22,049	1,192	5,4

2.2.2. 1990'lı yıllarda İnşaat Sektöründe Arz-Talep

1990'lı yıllarda yüksek faiz uygulamaları, firmaları büyük ölçüde borçlanmaya dayalı olarak faaliyet gösterme yoluna itmiş ve böylece faiz giderleri üretim maliyetlerinin sabit ve önemli bir unsuru haline gelmiştir. Firmalar faiz giderlerindeki artışları, talep koşullarına bağlı olarak büyük ölçüde nihai fiyatlara yansıtılmışlardır. Talep, arza göre fazla bir artış göstermediği için, ekonomi durgunluğa girmiştir (Güçlü. & Bilen.1995).

DİE tarafından hazırlanan istatistiklere göre 1999 yılında 1998 yılına göre belediyeler tarafından verilen ve inşaat sektöründeki arz miktarını ifade eden yapı ruhsatı izin belgesinde % 28,4, sektördeki talep miktarını ifade eden yapı kullanma izin belgesinde ise % 8,7 oranında azalma olmuştur. 1998 yılında 116 bin yapıya yapım ruhsatı verilirken bu sayı 1999 yılında 83 bine, 92 bin yapıya verilen yapı kullanma izni ise 84 bine inmiştir. 2000 yılının ilk yarısında ise bu rakamlar daha da azalarak 1999 yılının aynı dönemine göre yapı kullanma izin belgesi verilen yapı sayısında % 23,3, yapı ruhsatı verilen yapı sayısında da % 50,2 oranında azalış göstermiştir. Bu dönemde yapı ruhsatı verilen yapı sayısı 24 bin, yapı kullanma izni verilen yapı sayısı ise 29 bin civarında olmuştur (Alkan. 2000).

1999 yılında yapı kullanma izin belgesi verilen yapıların yüzölçümü olarak % 58,2'si apartman, % 12,4'ü ev, % 10,2'si sınai yapı, % 14,9'u ticari yapı, % 2,8'i sıhhi, sosyal ve kültürel yapı ve % 1,5'i de

diğer amaçlarla kullanılmıştır. 2000 yılının ilk yarısı itibariyle ise yine yüzölçümü olarak yapıların % 61,9'u apartman, % 8,8'i ev, % 10,7'si sınai yapı, % 14,7'si ticari yapı, % 2,1'i sıhhi, sosyal ve kültürel yapı ve % 1,8'i de diğer amaçlarla kullanılmış ve apartman sayısında önemli miktarda artış gerçekleştiği tespit edilmiştir.

2.3. 2000'li Yıllarda Türk İnşaat Sektörünün Gelişimi

2000'li yıllar Marmara depremlerinin yaralarını sarmak ve sorunlara çözüm bulmakla geçmektedir. Ekonomik kriz ve depremin yarattığı olumsuz etkileri silmek için çeşitli yasalar ve düzenlemeler yapılmaktadır.

10 Nisan 2000 tarihinde 595 sayılı Yapı Denetim Hakkında Kanun Hükmünde Kararname ile bunu takiben 9 Haziran 2000 tarihinde 6235 sayılı Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği Kanunu'nda değişiklik yapılmasına dair 601 sayılı kanun hükmünde kararname ve bunların uygulama yönetmelikleri çıkarılmıştır. Son olarak 29 Haziran 2001 tarihinde 4708 sayılı Yapı Denetimi Hakkında Kanun yürürlüğe girmiştir. Yapılan bu düzenlemelerin gerçek yansımaları durma noktasındaki yapı sektörü yüzünden tam olarak görülememiştir (Taş. 2003).

1999 yılında Kocaeli ve Düzce'de yaşanan deprem felaketleri inşaat sektöründe kalitesiz ve karmaşık bir yapılanmanın var olduğunu ortaya çıkarmıştır. 10 Nisan tarihinde Resmi Gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren Yapı Denetimi Konusundaki Kanun Hükmündeki

Kararname bu alandaki olumsuzluğu bertaraf etmek amacıyla hazırlanmıştır. Ancak anılan kararnamenin sektöre kalite getirme ve denetimi sağlama hususunda bir boşluğu dolduracak nitelikte olmasına rağmen Türkiye’de 27 ilde ve bunlara bağlı ilçelerde üç ay süreyle inşaat ruhsatlarını durdurması, ülkenin hızlı biçimde yeniden yapılanmasını gerektiren bir dönemde uzunca bir süre sektör yatırımlarını ertelemesi nedeniyle bazı kesimlerce eleştirilere maruz kalmıştır.

Geçen yıl meydana gelen depremler sonrasında konut kalitesinin artırılması amacıyla getirilen Yapı Denetim Kararnamesi düzenlemesine ilaveten, konutlarda meydana gelecek hasarları karşılayabilmek amacıyla Zorunlu Deprem Sigortası da oluşturulmuştur. 27 Eylül 2000 tarihinde uygulamaya giren bu sigorta ilk günlerde birtakım sıkıntılara neden olmuş ve bu doğrultuda, zorunlu olan bu sigortanın tek yaptırımı olan; sigortasız konutların tapu işlemlerinin yapılmayacağına ilişkin düzenleme iki ay süreyle ertelenmiştir. Bu sigortaya ilişkin KHK’nın 17. maddesinde düzenlenen ve kısaca sigortalı hasarının bazı durumlarda tamamıyla karşılanamamasının söz konusu olabileceği hususu sektör yetkililerince eleştirilmekte, ancak yinede uygulamanın konut sektöründe kalite ve güvenliği artırıcı bir etkisinin olacağı ifade edilmektedir.

1999 yılında Türkiye ekonomisi üzerinde negatif etkide bulunan deprem felaketinin, 2000 yılıyla birlikte yeniden yapılanma

kapsamında yapılacak harcamalarla büyüme hızını önemli ölçüde artıracığı tahmin edilmektedir. Deprem felaketi ile yıkılan ve hasar gören yapıların yenilenmesi ve yeni imar projelerinin devreye girmesi ile birlikte 2000 yılının ikinci yarısından itibaren olumlu gelişmeler beklenmektedir. Bunların yanı sıra özelleştirmelerin hızlanması ve çıkarılan tahkim yasasına ilaveten Yap-İşlet-Devret (YİD) ve Yap İşlet (Yİ) uygulamalarında süreç değişikliklerinin gerçekleştirilmesinin de inşaat sektörüne önemli canlılık getireceği tahmin edilmektedir (Alkan. 2000).

Ancak 2000-2001 döneminde yaşanan mali krizler de konut sektörünü tamamen durma noktasına getirmiştir. 2000 yılında üretimine başlanan konut yüzölçümü 1990'lardaki seviyesine düşmüştür. 2000'li yıllarda konut açığı sorunu ortaya çıkmaya başlamıştır.

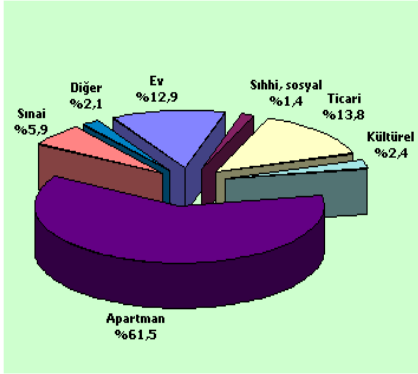
2000 yılının ilk üç ayında 1999 yılına göre yapıların yapı ruhsatı verilen toplam inşaat alanında % 6,6 yapıların kullanma izin verilen yapıların toplam inşaatında %7,6'lık bir azalış olmuştur (Tablo 7).

Tablo 7.1999-2000 arasındaki yapı ruhsatı ve kullanma izin belgesi değişimi (Alkan.2000)

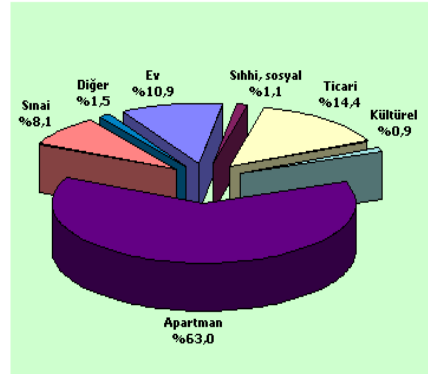
	Yapı Ruhsatı			Yapı Kullanma İzin Belgesi		
	1999	2000	Değişim %	1999	2000	Değişim %
Yapı sayısı	92 469	75 884	-17,9	86 777	88 168	1,6
Yüzölçümü (m ²)	62 761 914	58 605 730	-6,6	38 499 532	41 412 515	7,6
Değer (milyon TL)	4 970 994 880	6 780 395 103	36,4	3 081 051 406	4 754 865 277	54,3
Daire sayısı	339 446	302 916	-10,8	215 613	239 111	10,9

2001'in ilk yarısında inşaat sektöründe yaşanan ekonomik küçülme %8.9 olmuştur. İşsizlik artmaktadır. Yılın ikinci çeyreğinde imalat sanayinde üretimde çalışanların sayısı geçen yılın aynı dönemine göre %8.8 azalmıştır. Bu düşüş 2002 yılında da devam etmiştir. 2003 yılının Ocak-eylül döneminde verilen yapı ruhsatı sayısında yüzde 19, yapı kullanım izninde de yüzde 1,3 artış oldu. Kullanım izni verilen yapılarda metrekare değeri yüzde 20,7 artarak 284,9 milyon liraya yükseldi (Şekil 2).

2000 yılında Yapı Ruhsatı'na göre kullanma amaçları yüzölçümlerinin yüzde dağılımı



2000 yılında Yapı Kullanım İzin Belgesi'ne göre kullanma amaçları yüzölçümlerinin yüzde dağılımı



Şekil 2. 2000 yılındaki değişimin grafiksel görünümü (Alkan. 2000).

2000'li yıllardaki bu düşüşün sebepleri arasında, Kamu Yatırım Bütçesinin yetersizliğine bağlı olarak ortaya çıkan diğer sorunlar;

- İhale edilmiş ve devam eden işlere ait ödeneklerin yetersizliği sorunu, ödenek yetersizliğine bağlı olarak, Müteahhitlere ödemelerin zamanında yapılamaması ve dolayısıyla pahalı banka kredilerini kullanma zorunluluğu ile Müteahhitlerin karşı karşıya bırakılması sorunu,

- Ödemelerin zamanında yapılamamasının iş sahibi idarelere herhangi bir sorumluluk yüklememesi sonucu, Müteahhitlerin haklarını arayamamaları, hak kaybı sorunu,
- Şubat 2001 Ekonomik Krizi, giderek beraberinde fiyat artışları getirmekte ve dolaylı olarak enflasyon oranı yükselmektedir. Bu durum karşısında, esasen kısıtlı olan ödenekler daha da küçülmüş olacak ve dolayısıyla devam eden işlerde düşünülen ilerleme gerçekleşemeyecektir. Bu sorunun, sözleşme değişikliklerine olanak sağlayacak bazı düzenlemelerle aşılabacağı düşünülebilir (OECD. 1997)

3. BİNA MALİYETLERİ DEĞİŞİMİ

İnşaat sektörü maliyet endeksindeki en yüksek artış, büyük boyutlu bir ekonomik krizin olduğu ve döviz darboğazının yaşandığı 1994 yılında ortaya çıkmış ve inşaat maliyetleri % 108 oranında artmıştır. Toplam maliyetler içerisinde en büyük artış ise döviz fiyatlarına son derece bağımlı olan makine ve inşaat malzemeleri maliyetlerinde görülmüştür. İleriki yıllarda inşaat maliyetlerindeki artış devam etmiş, 1998 yılında yaşanan ekonomik daralma ve sektörün içinde bulunduğu olumsuz koşullar neticesinde maliyetlerde nispi bir azalma oluşmuş, aynı eğilim 2000 yılına kadar sürmüştür.

Tablo 8. Bina İnşaat Maliyet Endeksindeki Yıllık Ortalama Değişimler (T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, 2004)

Yıllar	Toplam maliyetler %	İşçilik maliyeti %	Makinaların maliyeti %	Malzemelerin maliyeti %
1994	108	79	129	123
1995	68	70	85	67
1996	77	88	96	71
1997	90	98	116	85
1998	74	84	84	68
1999	56	70	54	48
2000 (6 Aylık)	53	56	55	50

4. İNŞAAT MALZEMELERİNİN GENEL GÖRÜNÜMÜ

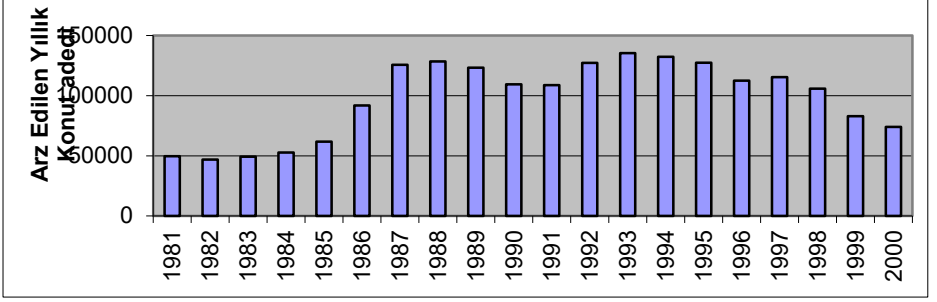
1980’lerde ve 1990’ların başında inşaat malzemeleri sanayisi oldukça iyi bir dönem geçirmiş, yaklaşık tüm ürün gruplarının üretim ve satışlarında istikrarlı artışlar yaşanmış, kapasite artırmaya yönelik yatırımlar yanında, teknoloji geliştirme ve modernizasyon yatırımlarıyla daha kaliteli ve verimli üretim hedeflenmiştir. Bu olumlu tablo, 5 Nisan 1994 kararlarından sonra tersine dönmüştür. Maliyetlerdeki aşırı artışlar ve talepteki kesin düşüşler sonucu sektördeki üretici firmalar yatırımları askıya alma, işçi çıkarma gibi önlemler almışlardır. İhracata yönelen sektör iç piyasadaki talep gerilemesini kısmen telafi etmiştir. 1995 yılı, inşaat üreticilerinin rehabilitasyon yılı olmuştur. 1996’da üretim ve talepte önceki yıla göre daha canlı bir seyir izlenmiştir. 1997 yılında ise yaklaşık tüm ürün gruplarında üretim artışı olmuştur. Sektör 1998’de oldukça temkinli davranmış, yatırım ve istihdam konusunda genişlemeye gitmeyerek

durgun dönemini olabildiğince az kayıpla geçirmiştir. 1999 başında piyasalardan olumlu sinyaller alınırken, Gölçük ve Düzce depremleri inşaat sektörünü derin durgunluğa itmiştir. İç talepteki gerileme tüm ürün gruplarında üretimin kısılmasına neden olmuştur. Dış pazarlardaki yoğun rekabet, düşen fiyatlar, yetersiz talep ihracatın artmasını engellemiştir. 2000 yılına umutla girilmesine rağmen beklenen canlılık yakalanamamıştır. 2001 yılında ise iç piyasadan umudu kesen üreticiler ihracata yönelmektedirler (Alkan. 2000).

5. KONUT SEKTÖRÜNÜN 1980'DEN 2000'Lİ YILLARA KADAR OLAN KAPASİTESİ

1980'li yıllar Türkiye'de inşaat sektörünün atağa kalktığı yıllardır. Bu pozitif ivme, 1989 yılında hız kesmiştir. Bu gelişmede rol oynayan faktörler, 1980'li yılların alt yapı yatırımlarının dönem sonunda hız kesmesi ve Türkiye'de uygulanan serbestlik politikaları nedeni ile yükselen faizlerin hem yatırım hem de finansman maliyetlerini arttırması olmuştur. 1990'lı yılların kamu açıkları ve 2000'li yıllarla gelen tasarruf tedbirleri de sektördeki kamusal yatırımları olumsuz etkilemiştir. Bu olumsuz gidiş 2002 yılında yön değiştirmiştir. 2004'te başlayan konut talebi patlaması, 2006 döneminde zirve yapmış, 2006'nın ikinci yarısından itibaren duraklama sürecine girmiştir. 2007'nin ikinci çeyreğinden itibaren inşaat sektörü büyüme hızı gerileme sürecine girmiştir (Eşkinat. & Tepecik. 2012)

Tablo 10. 1981'den 2000'e kadar arz edilen konut adedi değişimi (Tasman. 2003)



Tepe noktalarına göre kapasite bulma yöntemine göre inceleme yapıldığında, maksimum çıktının 135281 konut arz edildiği görülmektedir, bu noktanın inşaat sektörünün kapasitesi olduğu kabul edilmiştir (Tasman. 2003).

Son kez 2001 yılında küçülmüş ve 2002-2007 döneminde uluslararası konjonktürün de etkisiyle yılda ortalama %7'nin üzerinde büyüme kaydetmiş olan Türkiye ekonomisi 2008 yılından itibaren küresel krizin etkisi altına girmiş, bu etki üretime, milli gelir hareketlerine ve işsizlik rakamlarına yansımıştır (TMB, 2011:16-17). Ekonominin 2008'de %0,7'ye gerileyen büyüme performansı, 8 yıllık aradan sonra ilk kez olmak üzere 2009'da yerini %4,8 oranında küçülmeye bırakmıştır. Krizin dip noktasını oluşturan Ocak-Mart 2009'da ise milli gelir, bir önceki yılın aynı dönemine göre %14,7 oranında daralmıştır. Türk inşaat sektöründe 2002-2007 arasında yaşanan sürekli ve dalgalı büyüme 2006'da %18,5 ile doruk noktasına ulaşmış, 2007'de hız kesmiş, 2008'de yerini küçülmeye bırakmıştır. Markalı konut fiyatları 2008 yılında artış eğilimini sürdürmüştü de ABD eşik-altı konut piyasasının çökmesi ile başlayan ve kısa zamanda tüm

dünya ekonomisini etkisi altına alan küresel kriz, bu alanı da söndürmüştür. 2009'da ise %16,1'e ulaşan keskin bir küçülme yaşanmıştır. Türkiye'nin, 2010 yılı ikinci çeyreğine ait büyüme rakamları, konut sektöründe kriz sonrası toparlanmanın nihayet başladığına işaret etmektedir. 2010'un ilk çeyreğinde GSYH'deki büyüme %12 olurken inşaat sektörü %8.3'lük bir artış göstermiştir. Bununla beraber, ikinci (%20,4), üçüncü (%22,1) ve dördüncü çeyrekte (%17,5) göstermiş olduğu büyüme performansı ile sektörün toparlanma sürecinde hızla yol aldığı gözlenmektedir. 2010 yılı genelinde GSYİH %9 büyürken inşaat sektörünün büyümesi %17,1 düzeyinde gerçekleşmiştir (Eşkinat. & Tepecik. 2012).

SONUÇ

Teknolojik gelişmeler ile inşaat sektörü 2000'li yıllara gelindiği zaman son derece tecrübeli, deneyimli ve başarılı bir duruma geçmiştir. 90'lı yılların başında yurtdışı taleplerinin artması nedeniyle, Türk inşaat sektörü ülke içinde azalma gösterse de 1999 yılında Kocaeli ve Düzce'de yaşanan deprem felaketleri tekrar sektöre canlılık getirmiştir. İnsanların deprem konusunda bilinçlenmeye başlaması ile oluşan talepler ve teknolojik gelişmeler konut üretiminin devamını sağlamaktadır. Günümüzde Kentsel Dönüşüm projeleri ile sektör başarısını devam ettirmekteyken, küresel piyasada da söz sahibi olmaya devam etmektedir.

KAYNAKLAR

- Akkoyun, I. Artan, D. İltter, T. (2003) “1980’den Günümüze Konut Piyasasındaki Değişmeler”, Teknik Rapor.
- Alkan S. (2000) “Sigorta Sektörü” , Türkiye Vakıflar Bankası T.A.O, Sektörel Araştırmalar Serisi No:22.
- Eşkinat R. & Tepecik F. (2012) “İnşaat Sektörüne Küresel Bakış”, Afyon Kocatepe Üniversitesi, İİBF Dergisi, C.XIV, S I.
- Gerçek, A. (2016). Türkiye’ de Yatırımları Teşvik Edici Vergi Politikaları ve Etkinliği. Bursa: Uludağ Üniversitesi İktisadi Bilimler Fakültesi Maliye Bölümü Dergisi. 16 (1-2) , 113- 129.
- Güçlü S. & Bilen M. (1995) “1980 sonrası dönemde gelir dağılımında meydana gelen değişmeler”, Yeni Türkiye Dergisi, sayı 6, ss 160-171.
İNTEŞ İnşaat Sektörü raporu-Ocak 2003.
- Koç, E. Kaya K. & Şenel M.C. (2017) “Türkiye’de İnşaat Sanayi Sektörünün Gelişimi-Temel İnşaat Sanayi Göstergeleri”, Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi Cilt 6(2) 643-660.
- OECD 1997 TÜRKİYE RAPORU; Çev: AKALIN, HALUK. Tasman, B. (2003) “Türkiye’de Konut Talebi ve Arzının Gelişimi”, Teknik Rapor
- Taş M. (2003) “Osmanlı’dan Günümüze Yapı Üretiminde Mimarlık Meslek Örgütlenmesinin Gelişimi”, Uludağ Üniversitesi Müh ve Mim Fak. Dergisi Cilt 8,sayı 1.
- Tayanç, T. (2011) “İnşaatçıların Coğrafyası-Türk İnşaat Sektörünün Yurtdışı Müteahhitlik Hizmetleri Serüveni”, Türk Müteahhitler Birliği, Ankara.
- T.C Toplu Konut İdaresi Başkanlığı. (1991) Konut Araştırmaları Sempozyumu Konut Araştırmaları Dizisi.
TOBB, (2011) Türkiye İnşaat Malzemeleri Sektör Görünüm Raporu 2011.
- T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, (2004) İnşaat Ve Tesisat İşyerleri İstatistikleri 1992 - 2001
- TMB, (2011) 30. Olağan Genel Kurulu Dönem Raporu (Nisan 2008-Nisan 2011), Türk Müteahhitler Birliği, Ankara, .

