

Mühendislik ve Mimarlık Bilimlerinde Güncel Araştırmalar

# Mühendislik ve Mimarlık Bilimlerinde Güncel Araştırmalar

Editör  
Dr. Öğr. Üyesi Ali Kılıçer

ISBN: 978-9949-46-023-5

Cetinje 2020  


Cetinje 2020

STAMPARIN  


# **Mühendislik ve Mimarlık Bilimlerinde Güncel Araştırmalar**

**Editör**

**Dr. Öğr. Üyesi Ali Kılıçer**

Cetinje 2020



**Editör**  
Dr. Öğr. Üyesi Ali Kılıçer

Birinci Baskı •© Haziran 2020 /Cetinje-Montenegro

ISBN • 978-9949-46-023-5

© copyright All Rights Reserved

web: [www.ivpe.me](http://www.ivpe.me)

Tel. +382 41 234 709

e-mail: [office@ivpe.me](mailto:office@ivpe.me)

Ivpe Cetinje, Montenegro

## ÖN SÖZ

“Mühendislik ve Mimarlık Bilimlerinde Güncel Araştırmalar” başlıklı kitabın amacı, bu alanlarda çalışan akademisyenler ve araştırmacılar için akademik bir forum sunmaktır. Mühendislik ve mimarlık bilimleri disiplinlerarası olduğu için kitap birçok alanı kapsamaktadır. Ayrıca, mühendislik ve mimarlık bilimleri ile ilgili güncel konular ve çalışmalar için bir araştırma yöntemi olarak kullanılmıştır. Bu kitapta, farklı alanlarda çalışan akademisyen ve araştırmacılar yaptıkları çalışmalarla ilgili sonuçları paylaşmaktadırlar.

Kitapta yer alan yazılar hakem ve editörlük süreçlerden geçmiştir. Kitabın ortaya çıkmasında yazıları ve hakem olarak görüşleri ile katkıda bulunan meslektaşlarımıza teşekkür ederiz

## İÇİNDEKİLER

ÖN SÖZ.....	I
İÇİNDEKİLER.....	II
HAKEM KURULU.....	V

### BÖLÜM I

**Elif İnce**

ATIKSU ARITIMINDA YENİ BİR TEKNİK: MEMBRAN DİSTİLASYON BİYOREAKTÖR.....1

### BÖLÜM II

**Elif İnce**

MÜHİMMAT ENDÜSTRİSİ ATIKSULARININ ARITIMI.....13

### BÖLÜM III

**Volkan Akan**

TARİHİ BİNALAR İÇİN TAHRİBATSIZ MUAYENE TEKNİĞİ OLARAK MİKRODALGA ÖLÇÜM TEKNİKLERİ.....26

### BÖLÜM VI

**Fuat Başçiftçi**

TEKTONİK HAREKETLERİN JEODEZİK YÖNTEMLERLE İZLENMESİ.....34

### BÖLÜM V

**Atilla Söğüt**

COVID-19 PANDEMİSİ SONRASI NORMALLEŞME SÜRECİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞE ETKİSİ.....55

### BÖLÜM VI

**Fatih Yılmaz**

ENDÜSTRİYEL ATIKLARIN ZEMİN STABİLİZASYONUNDA DEĞERLENDİRİLMESİ.....68

### BÖLÜM VII

**Fatih Us**

MİMARİ ANİMASYONLARDA MİMARİ TASARIMIN SUNUM VE ANLATIMININ SİNEMATOGRAFİK BAĞLAMDA DEĞERLENDİRİLMESİ.....80

### BÖLÜM VIII

**Aslı Er Akan & Hilal Tuğba Örmecioğlu**

18. VE 19. YÜZYIL KURAMCILARININ GÖZÜYLE 'MİMARLIKTA HATA'.....104

## **BÖLÜM IX**

**Hilal Tuğba Örmecioğlu & Aslı Er Akan & İrem Şanlı & Yaren Şekerci**

**BİR CENGİZ BEKTAŞ YAPISI: OLBİA SOSYAL ÖZEĞİ.....119**

## **BÖLÜM X**

**Murat Şahin & Tuba Nur Olgun**

**19. YÜZYIL İZMİR KONUTLARI VE İNGİLİZ SIRAEVLERİNİN MEKÂN-DİZİM YÖNTEMİ İLE KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ.....130**

## **BÖLÜM XI**

**Rüveyda Kömürlü & Tarık Yurdal**

**İNŞAAT SEKTÖRÜNDE TEDARİK YÖNETİMİ VE TEDARİKÇİ.....146**

## **BÖLÜM XII**

**Burçin Ekici**

**EKOLOJİK TASARIM ÖRNEKLERİNDEN BİYOLOJİK GÖLETLER.....163**

## **BÖLÜM XIII**

**Hande Sanem Çınar & Nazlı Kanbur**

**FLORİOGRAFİ -YUNAN MİTOLOJİSİ ÖRNEĞİ.....172**

## **BÖLÜM XIV**

**Umay Yılmaz Arer & Nuray Öz Ceviz**

**TEKSTİL YÜZEYLERİNİN VE TEKSTİL TABANLI KOMPOZİT MALZEMELERİN İÇ MEKÂNDAN TASARIM ÖĞESİ OLARAK İRDELENMESİ.....191**

## **BÖLÜM XV**

**İbrahim Doruk**

**ÇELİK/CAM ELYAF HİBRİT KOMPOZİT BORU ÜRETİMİ...213**

## **BÖLÜM XVI**

**Murat Çağlayan**

**UNESCO DÜNYA MİRAS KOMİTESİ 42. OTURUMU ÜZERİNE.....224**

## HAKEM KURULU

Prof. Dr. Aleksandar AKDIJEVIC, Belgrad Üniversitesi, Sırbistan

Prof. Dr. Galia MARINOVA, Sofya Teknik Üniversitesi, Bulgaristan

Prof. Dr. Mehmet Sinan BİLGİLİ, Yıldız Teknik Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Rıdvan KARAPINAR, Burdur Mehmet Akif Ersoy  
Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Serdar SALMAN, Milli Savunma Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Tanja SOLDATOVIĆ, Novi Pazar Devlet Üniversitesi,  
Sırbistan

Doç. Dr. Firudin AGAYEV, Teknoloji Bilimleri Enstitüsü, Azerbaycan

Dr. Öğr. Üyesi Dhia Hadi HUSSAIN, Mustansiriyah Üniversitesi, Irak

Dr. Öğr. Üyesi Tuncay YILMAZ, Manisa Celal Bayar Üniversitesi,  
Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Ali KILIÇER, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Türkiye

Dr. Gordana ROVCANIN, Montenegro Üniversitesi, Karadağ

Dr. Sercan BÜLBÜL, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Türkiye

## BÖLÜM I

# ATIKSU ARITIMINDA YENİ BİR TEKNİK: MEMBRAN DİSTİLASYON BİYOREAKTÖR

*Elif İnce\**

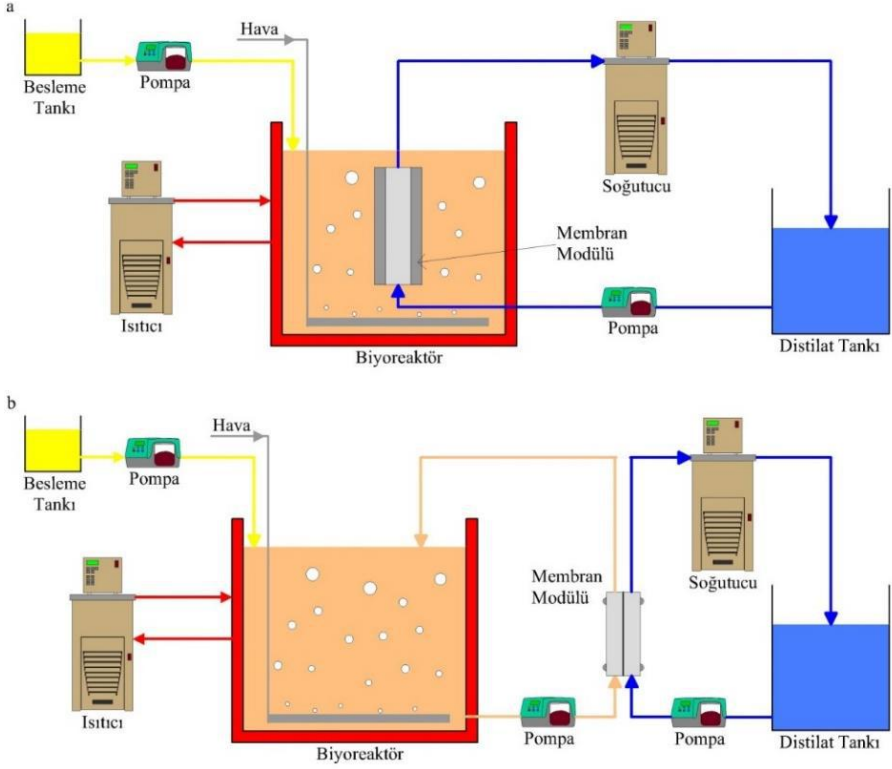
### I. Giriş

Membran distilasyon biyoreaktör (MDBR), klasik aktif çamur sistemine membran distilasyon (MD) sisteminin batık ya da harici olarak entegre edilmesi ile oluşan yeni bir atıksu arıtma prosesidir (Goh ve diğ., 2015:140). Biyoreaktör işletme sıcaklığı tipik olarak termofilik mikroorganizmalar için uygun olan 45 - 55°C aralığındadır. Biyoreaktörün içindeki sıcaklık, termofilik şartların sağlandığı optimum koşul veya MD için gizli ısıyı sağlama yeteneği dikkate alınarak değerlendirilir.

Yeni bir uygulama olan MDBR’de polipropilen (PP), poliviniliden florid (PVDF) ya da politetrafloroetilen (PTFE) gibi mikroporoz hidrofobik membranlar kullanılmaktadır. Hidrofobik membranın porları temas eden sıvı tarafından içerden ıslanmadığı sürece membran distilasyonu verimli ve güvenilir bir prosestir (Phattaranawik ve diğ., 2008: 223). Membran distilasyonunda sadece su buharı gibi uçucu bileşikler membran porlarından geçerek süzüntü tarafına geçebilir. Böylece membran uçucu olmayan kirleticiler için seçici bir bariyer gibi davranır. Bu yüzden MD uçucu olmayan organikler, tuzlar ve mikroorganizmalar için tam bir giderme sağlar. Üstelik distilasyon membranının biyolojik arıtma reaktöründe kullanılması ile hidrofobik membranın sadece buhar fazı geçeceğinden süzüntü kalitesi hemen hemen biyolojik aktiviteden bağımsızdır (Gryta, 2002: 142). Şekil 1’de MDBR’nin olası iki konfigürasyonu gösterilmiştir.

---

\* (Doç. Dr.) Gebze Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Kocaeli-TÜRKİYE, e-mail: e.senturk@gtu.edu.tr



**Şekil 1.** MDR diyagramı (a) batık MDR, (b) harici MDR

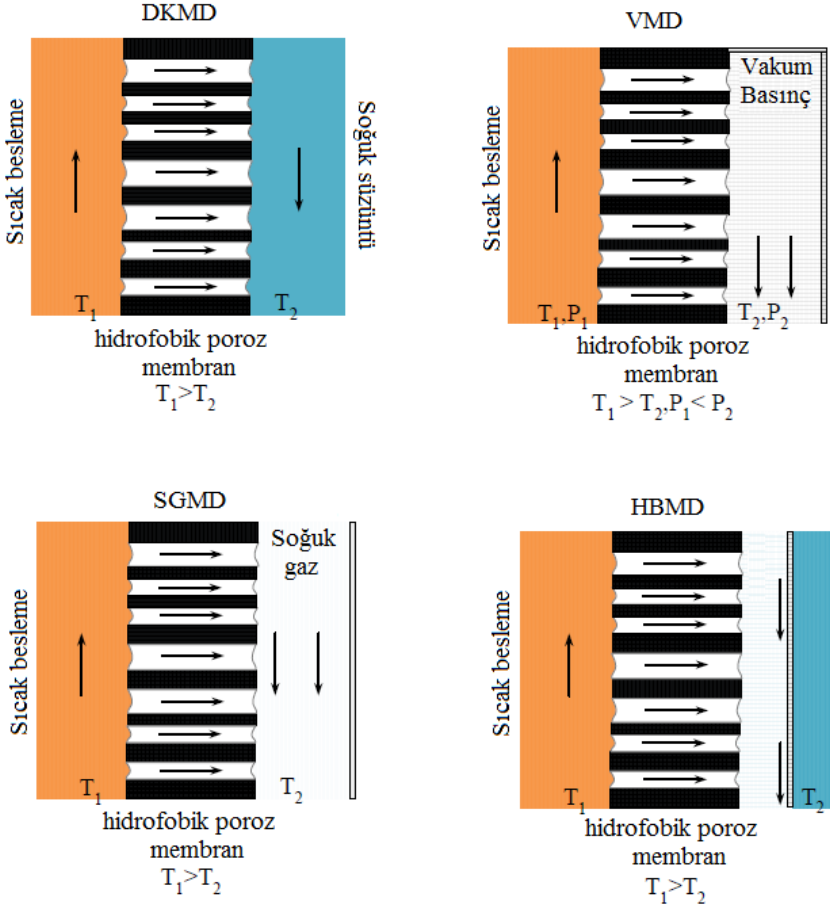
Hidrofobik membranların her iki tarafındaki çözeltiler arasındaki sıcaklık farkı 5-70°C aralığında tutulmalıdır. MD işlemi, termal sürücülü bir proses olduğu için ısı enerjisi gerektirmektedir. Bununla birlikte, atık ısı mevcutsa ve düşük maliyetli soğutma sistemlerinin (su, hava soğutması) kullanılması durumunda MD endüstriyel ölçekte oldukça avantajlı olabilmektedir.

Son çökeltme tankının devre dışı bırakılması ve daha yüksek MLSS (Karışık Sıvı Süspansiyon Katı Madde) konsantrasyonuna imkan vermesinden dolayı daha az alan gereksinimiyle beraber ihmal edilebilir derecede askıda katı madde ve daha düşük TOK (Toplam Organik Karbon) içermesine rağmen MF/UF-MBR (Mikrofiltrasyon/Ultrafiltrasyon-Membran Biyoreaktör) bazı organik kirleticilerin arıtımı açısından dezavantajlara sahiptir. Molekül ağırlıkları düşük organik maddelerin süzüntüdeki konsantrasyonları ile MBR içerisindeki süpernatanttaki konsantrasyonları eşit olabilmektedir. Söz konusu organik kirleticilerin MF/UF-MBR'de

kalış süreleri hemen hemen HRT (Hidrolik Kalış Süresi) ile eşittir. Bunun anlamı MF/UF-MBR düşük molekül ağırlığına sahip yavaş biyodegrade edilebilir organik kirleticiler reaktör içerisinde verimli bir şekilde tutulamazlar.

HRT ve ORT (Organik Kalış Süresi)'yi birbirinden ayırmak için çeşitli metotlar denenmiştir. Örneğin Rautenbach ve Mellis (1994: 95) katı atık depolama sahası sızıntı suyunun artıldığı UF-MBR'nin çıkışına NF (Nanofiltrasyon) uygulayarak rekalsitran organikleri içeren konsantreyi MBR'ye tekrar göndermiştir. Bu hibrit MBR konsepti mikroorganizmaları hedef organik kirleticilere aklamaya etmek amacıyla yapılmıştır. Bu yaklaşımın dezavantajı ise harici NF sisteminde hem transmembran basıncı hem de çapraz akış için önemli miktarda enerji gereksinimidir. Bu problemi çözmek için Choi ve diğerleri (2002: 146 ve 2005: 51) membran olarak NF hollow fiber membranın kullanıldığı batık MBR önermişlerdir. Ancak bu sistemin en önemli dezavantajı ise uygulanan transmembran basıncının harici NF membranına göre düşük olmasından dolayı elde edilen akının biyoreaktörü işletilebilmek için yetersiz olmasıdır.

Klasik MBR'lerden oldukça farklı olan MDBR klasik MBR'deki basınç sürücülü membranın distilasyon membranı ile yer değiştirmesi sonucu oluşmaktadır. MDBR'de membran distilasyon prosesi biyoreaktör içerisindeki karışık sıvıdan yüksek kalitede çıkış suyu elde etmek için kullanılmaktadır. MD buhar fazın hidrofobik poroz membrandan geçtiği termal sürücülü bir membran prosesidir (Gryta, 2000: 56). Teorik olarak, literatürde yoğun olarak araştırılan dört farklı MD konfigürasyonu (hava boşluklu MD, vakum MD, gaz ile süpürme MD ve direkt kontakt MD) MDBR'de kullanılabilir (Alkudhiri ve diğ., 2012: 287). Şekil 2'de söz konusu MD konfigürasyonları verilmiştir. MDBR henüz emekleme aşamasında olduğu için, literatürde yapılan çalışmalarda, laboratuvarında rahatlıkla yapılabilmek için kullanılan direkt kontakt membran distilasyon (DKMD) modülü kullanılmıştır. Direkt kontakt membran distilasyon biyoreaktör sisteminde ısıtılan aktif çamur ve kondanse su distilasyon membranının karşıt yüzeylerinde sirküle olur. Distilasyon membranının her iki tarafındaki sıcaklık farkı su buharının hidrofobik membrandan geçişini sağlayan transmembran buhar basıncını oluşturur. MDBR sistemleri genellikle atmosfer basıncında hem mezofilik hem de termofilik şartlarda işletilebilir (Khaing ve diğ., 2010: 74).



**Şekil 2.** MD konfigürasyonları (DKMD: Direkt Kontakt Membran Distilasayon, VMD: Vakum Membran Distilasyon, SGMD: Gaz ile Süpürme Membran Distilasyon, HBMD: Hava Boşluklu Membran Distilasyon)

Söz konusu proseste sürücü kuvvet olan buhar basıncını sağlamak amacıyla distilasyon membranının besleme çözeltisinin orta sıcaklıkta (30-80°C) olması gerekmektedir. MDBR’de ortalama akı 2 - 15 L/m<sup>2</sup>·saat arasındadır (Phattaranawik ve diğ., 2008: 223). Bu akı değerleri NF-MBR’den elde edilen akı değerinden oldukça (100 kat) yüksektir (Choi ve diğ., 2002: 146; Choi ve diğ., 2005: 51). Ayrıca bu değer membran tıkanmasını önemli ölçüde azaltacak ve geciktirecek kadarda düşüktür.

MD prosesinde uçucu olmayan bileşikler tamamen tutulurken uçucu bileşikler membrandan geçebilir. Bununla birlikte biyolojik degradasyon atıksu içerisindeki uçucu bileşiklerin giderimine katkıda bulunabilir. Bu

durum MDBR'nin hemen hemen bütün organik kirleticileri yüksek verimle arıtma potansiyelinin olduğunu göstermektedir

MDBR ve konvansiyonel MF/UF-MBR'ler arasındaki temel farklar Tablo 1'de özetlenmiştir. Dikkat edilmesi gereken önemli bir nokta, tuz gibi uçucu olmayan bileşikler proseste tutularak atık çamuru ile atılıncaya kadar birikmesidir.

MDBR'nin MBR'lere göre avantajları aşağıda verilmiştir:

- ✓ Süzüntü kalitesi, ters osmoz (TO) süzüntü kalitesindedir ve biyolojik aktiviteden bağımsızdır. Reaktör içerisinde biyoaktivitenin düşük olması durumunda dahi süzüntü kalitesinin sürekliliği sağlanabildiğinden şok yüklemelere ve işletme problemlerine karşı dirençlidir.
- ✓ MDBR ile tek bir sistemde elde edilen süzüntü kalitesi klasik aktif çamur sistemi + MF + TO ile veya MBR + TO gibi çoklu sistemlerin elde ettiği çıkış suyu kalitesi ile aynıdır.
- ✓ MDBR'de süzüntü kalitesi reaktör içerisindeki biyoaktiviteye bağlı olmadığından işletmeye almak için gereken süre klasik MBR'ye göre çok daha kısadır.
- ✓ Yavaş biyodegrade olan ve rekalsinrant olan kirleticiler biyoreaktör içerisinde daha uzun kalarak parçalanmaları sağlanabilir.
- ✓ MDBR atmosfer şartlarında işletilen bir sistem olduğundan elektrik enerjisine bağıllığı çok azdır. Termal ısı ihtiyacı atık ısıdan veya güneş enerjisinden sağlanabilir.
- ✓ 10 L/m<sup>2</sup>·saat (klasik MBR'den az) ortalama akı hedefi ile membran kirliliğini azaltmak amacıyla uygulanan hava sıyırma için gerekli olan enerji azaltılabilir.
- ✓ MDBR'de membranın hasar görüp görmediğini gözlemek sadece iletkenlik ölçerek mümkündür. Klasik MBR'de ise basınç düşmesi/artması ya da partikül gözlemleri gerekmektedir.

MDBR'nin, MBR + TO ile maliyet açısından karşılaştırılması Tablo 2'de verilmiştir. Tablo 2'den de görülebileceği gibi MDBR'ün hem yatırım hem de bakım masrafları MBR+TO sistemine göre daha ucuzdur. Bunun en önemli nedeni, MDBR'in tek bir sistem halinde ve atmosferik şartlarda işletilebilmesidir.

**Tablo 1: MF/UF-MBR ve MDBR arasındaki farklar**

<b>Karakteristik</b>	<b>MF/UF-MBR</b>	<b>MDBR</b>
Sürücü kuvvet	Basınç (genellikle vakum tercih edilmektedir)	Atmosfer basıncında sıcaklık farkı
Membran	UF ya da MF, hidrofilik tercih edilmektedir	Poroz, hidrofobik MF (genellikle PTFE ve PVDF tercih edilmektedir)
Membran porlarındaki faz	Sıvı	Buhar, gaz
Hedef bileşikler için alıkonma	Küçük organik bileşikler için %50'den az, mikrorganizmalar	%100 tuzlar, uçucu olmayan organik bileşikler ve mikroorganizmalar
Süzüntü kalitesi	Biyolojik aktiviteye bağlı TOK: 3-10 mg/L	Biyolojik aktiviteden bağımsız, distilasyon ürünü ile mukayese edilebilir, TOK<0,8 mg/L
İnorganikler	Tuzlar tutulamaz	Tuzlar tutulur ve atık çamur ile uzaklaştırılır
İşletmeye alma zamanı	Yavaş	Potansiyel olarak daha hızlı
Organik ve hidrolitik bekleme süresi	ORT~HRT	Organik maddeler uçucu hale ya da CO <sub>2</sub> 'te dönüşüncüye kadar ORT, HRT'den bağımsız
Akı	10-30 L/m <sup>2</sup> .saat	55°C'de 2-15 L/m <sup>2</sup> .saat (~TO akısı), membran özelliğine göre değişebilmektedir.
Membran hasar (yırılma vs) izleme	Parçacık sayma teknikleri, bulanıklık izleme, aralıklı basınç düşürme testleri	Sürekli olarak iletkenlik ölçümü

**Tablo 2:** MF/UF-MBR + TO ve MDBR sistemlerin ekonomik açıdan karşılaştırılması

Maddeler	Hibrit UF-MBR + TO	MDBR
<b>I. Ana+Maliyet</b>		
Alan	MBR ve TO olmak üzere iki proses içerdiğinden MDBR'den daha büyük olabilmektedir.	Daha küçüktür ancak klasik MBR (düşük akılı) sistemlere nazaran daha büyüktür.
Membranlar ve modüller	MBR ve TO olmak üzere iki proses içerdiğinden MDBR'den daha pahalıdır.	Atmosfer basıncında işletilen bir proses olduğundan dolayı daha ekonomiktir.
Pompalama sistemleri, vanalar ve pompalar	Yüksek basınçta pompalama ve TO dolayısıyla yüksek maliyet	Atmosfer basıncında işletilmesinden dolayı düşük maliyetlidir.
Membran sağlamlığı izleme sistemi	Yüksek maliyet; özel ekipman ihtiyacı	Akış ve iletkenlik sürekli takip edilebildiğinden daha ekonomiktir.
Isı değiştirici	İhtiyaç duyulmamaktadır	İyi bir ısıtıcı ve soğutma işlemine ihtiyaç vardır.
<b>II. Enerji ve işletme maliyeti</b>		
Prosesin işletilmesi için gerekli enerji kaynakları	Sadece elektrik	Düşük derece atık ısı, güneş enerjisi, az miktarda elektrik enerjisi
İş gücü maliyeti	İki prosesten dolayı daha yüksek	Daha düşük
Çamur bertarafı	Daha yüksek	Daha düşük
<b>III. Bakım maliyeti</b>		
	Daha yüksek basınç uygulanması, daha fazla ekipmanların olması nedeniyle daha yüksek	Daha düşük

MDBR özellikle yüksek su kalitesinin gerekli olduğu ve/veya rekalsitrant organik kirleticilerin biyodegrade olmaları için daha uzun süre reaktörde kalmaları gereken durumlar için uygundur. Bu durum farmasotik, tekstil, gıda gibi atık ısının bulunduğu endüstrileri de kapsamaktadır. Ayrıca MDBR'ler yeterli alan problemi olan petrol kuyusu platformları veya büyük gemiler için de (tek bir sistemle yüksek kalite süzüntü suyu sağlandığından) uygulama potansiyeline sahiptir.

MDBR henüz yeni bir uygulama olduğu için literatürde sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bunlardan biri Khaing ve diğerleri (2010: 74) MDMR ile petrokimyasal atıksuların arıtımını çalışmışlardır. Çalışma sonunda çıkış suyunun bütün ulusal standartları sağladığı (TOK çok az standardın üzerinde olduğu) belirtilmiştir. Ayrıca MDBR'nin atıksu arıtımı ve arıtılan atıksuyun geri kullanımı için fizibil olduğu rapor edilmiştir. Wijekoon ve diğerleri (2014: 159), 30 farklı MK'lerin MDBR'de %95'ten fazla giderildiğini rapor etmiştir. Söz konusu MK'lerin arıtımının reaktör içerisindeki tuzluluğun artmasından olumsuz etkilendiğini belirtmişlerdir. Ancak MK'lerin MDBR'de giderme mekanizmasının ve etkili parametrelerin tespiti için başka çalışmaların da yapılması gerektiği ifade edilmiştir (Khaing ve diğ., 2010: 74).

## II. MD Membranların Özellikleri

Membran distilasyonu, gözenekli bir membran boyunca distilasyonun gerçekleşmesi prensibine dayanır. MD membranının tipik gözenek boyutu 10 nm ila 1 µm arasındadır (El-Bourawi ve diğ., 2006: 285). MD'de en temel şart membran gözeneklerinin ıslanmamasıdır. Eğer ıslanma gerçekleşirse, sıvı kendiliğinden membranının gözeneklerine nüfuz eder. Bu nedenle MD membranı yapmak için polipropilen (PP), polietilen (PE), politetrafloroetilen (PTFE) ve poliviniliden florid (PVDF) gibi hidrofobik materyaller kullanılmaktadır. Islanabilirlik, sıvı ile polimerik malzeme arasındaki afiniteye bağlıdır ve düşük afinite (yüksek hidrofobiklik durumunda) ıslanma meydana gelmez. Temas açısı ölçümleri ile membranın ıslanabilirliği hakkında bilgi elde edilebilir (Hurwitz ve diğ., 2010: 349). Düşük afinite için temas açısı 90°'den daha büyük bir değere sahip olurken, yüksek afinite durumunda ise temas açısının değeri 90°'den daha düşük olmaktadır. Böyle durumlarda, öncelikle membran yüzeyi sonrasında ise membran gözenekleri kolayca ıslanmaktadır. Bu nedenle, MD'de kullanılacak membran en azından aşağıdaki on şartı sağlaması beklenmektedir.

1- Membran tek katman veya çok katmandan oluşabilir. Fakat besleme ile temas eden tabaka hidrofobik bir malzemedan yapılmalı ve gözenekli olmalıdır.

- 2- Gözenek boyut dağılımında gözenek çapları mümkün olduğunca küçük olmalı ve besleme sıvısı gözeneklere nüfuz etmemelidir. Membran sıvı giriş basıncı (LEP) mümkün olduğunca yüksek olmalıdır.
- 3- Gözenek eğrilik faktörü mümkün olduğunca küçük olmalıdır.
- 4- Porozite mümkün olduğunca yüksek olmalıdır; çünkü yüksek gözenekliliğe sahip membran, buharlaşma için geniş alan sağlar ve daha düşük ısı kaybı gözlenir.
- 5- Tek katmanlı membranın kalınlığı, kalınlığın membran boyunca gerçekleşen kütle ve ısı transfer hızıyla ters orantılı olması nedeniyle optimize edilmiş bir değere sahip olmalıdır. Çok tabakalı membran durumunda ise hidrofobik tabaka mümkün olduğunca ince olmalıdır.
- 6- Membran malzemesinin ısı iletkenliği mümkün olduğunca düşük olmalıdır.
- 7- Besleme çözeltisi ile temas eden membran yüzeyi, yüksek tıkanma direncine sahip bir malzemeden yapılmalıdır.
- 8- Membran bir bütün olarak iyi bir termal stabilite göstermelidir.
- 9- Membran malzemesi farklı besleme çözeltisine karşı kimyasal direnç göstermelidir. Yüksek porozite (% 70 - 80) ve üniform gözenek boyutu dağılımı olan malzemeler mikro gözenekli membran üretimine uygundur.
- 10- Membran, stabil bir MD performansı sağlayabilecek şekilde uzun ömre sahip olmalıdır.

Genel olarak, daha önce belirtilen ön gereklilik dışında, MD membranı ucuz olması da tüm membran sistemleri için ortak bir gerekliliktir.

Yukarıda belirtildiği gibi, MD prosesinde mikro gözenekli ve hidrofobik membran kullanılmalıdır. Genellikle, MD prosesi için üretilen membranlar, MF gibi diğer ayırma prosesleri için de üretilmektedir. Ticari olarak uygun MF membranlar, MD prosesi için ihtiyaç duyulan membranları karşılamaktadır. Buna karşın, MD prosesi için özel olarak üretilmiş membrana olan ihtiyaç birçok araştırmacı tarafından kabul edilerek önerilmektedir.

MD prosesinde kullanılan membranların genel gözenek boyutu 0,01  $\mu\text{m}$  ve 1  $\mu\text{m}$  arasındadır. Gözenek boyutu, membranlara LEP'i etkileyen ana faktörlerden biridir. Normalde, küçük boyutlu membranlarda yüksek LEP bulunur, ancak küçük gözenekli membranlar muhtemelen MD sürecinde gerek duyulmayan difüzyon mekanizmasına sahiptir. MD sistemi için yüksek LEP membranları, gözeneklerin ıslanmasının önlenmesi açısından tercih edilmektedir (Saffarini ve diğ., 2013: 429).

DKMD için istenilen membranlar, membran gözeneklerinin ıslanmasını önlemek için yüksek LEP'e sahip olmalıdır. LEP, her

membrana özeldir ve yüksek hidrofobikliğe ve küçük gözeneklere sahip membran malzemesi kullanılarak elde edilebilir. Ancak, membran gözenek çapının azalması membranın geçirgenliği de azaltır.

DKMD için istenilen özelliklerden biri de yüksek geçirgenliktir. DKMD'de gözenek boyutunun ve porozitenin artmasıyla süzüntü akısı artmakta iken, membran kalınlığı ve gözenek eğriliğinin azalması ile artmaktadır. DKMD membranı mümkün olduğunca ince olmalı ve porozitesi ve gözenek boyutu ise mümkün olduğunca büyük olmalıdır (Gryta 2007: 287). Membran gözenek boyutları, kritik gözenek boyutuna (su buharı moleküllerinin ortalama serbest yolu) yakın olduğu zaman, gözenek boyutlarının artması akının mutlaka artmasını gerektirmez.

DKMD'de membran matriksinde ve gözeneklerde iletkenliğe bağlı ısı kaybı gözlenir. DKMD için düşük termal iletkenliğe sahip membranlar tercih edilmektedir. Bu özellik düşük termal iletkenliğe sahip membran malzemesi kullanılarak sağlanabilir fakat çoğu polimerik malzeme yüksek termal iletkenliğe sahiptir. Yüksek poroziteye sahip membran malzemeleri DKMD'deki ısı kaybını azaltabilir. Membran gözeneklerinde tutulan gazın iletken ısı kaybı, membran matriksi boyunca olan ısı kaybından daha azdır. Buharlaştırma için mevcut yüzey alanının artması ile yüksek DKMD akısı gözlenir. Membran kalınlığı, daha ince membranlardaki yüksek kütle transferi veya daha kalın membranlarda membran boyunca olan düşük iletken ısı transferi gereksinimleri arasında çelişkili bir durum mevcuttur. Bu çelişkiye çözüm olarak, kütle transferi için çok ince bir hidrofobik tabakaya ve kalın bir hidrofilik destekleyici tabakaya sahip olan kompozit gözenekli hidrofobik/hidrofilik membranlar kullanılabilir.

### III. Değerlendirme

MDBR'nin potansiyel avantajları aşağıdaki gibi özetlenebilir;

\* Geçirgenlik kalitesi TO işlemi ile karşılaştırılabilir seviyededir ve biyolojik aktiviteden bağımsızdır. Reaktörde biyolojik aktivitenin düşük olması durumunda, membran ayırmaya bağlı bir proses olduğu için geçirgenlik kalitesi de sabit kalır. Bu sistem böylece bazı şok yükleri ve işletme problemlerini kontrol edebilir.

\* Konvansiyonel MBR'ye göre işletmeye alma zamanı daha kısadır, çünkü süzüntü kalitesini elde etmek için biyolojik aktivitenin standart bir değere ulaşmasına ihtiyaç yoktur.

\* Uzun bekletme süreleri ile biyolojik olarak bozunan ya da bozunmayan kirlenimler tamamen tutulmaktadır.

\* Atmosfer basıncında işletilebilir ve potansiyel olarak elektrik güç kaynaklarına daha az bağımlı olarak işletme potansiyeline sahiptir. Isı gereksinimlerinin atık ısı kaynaklarından veya güneş enerjisinden

karşılabilir. Birden fazla etkili buharlaştırma sağlamak için proseste birtakım enerji geri kazanımı yapmak mümkündür.

\*  $10 \text{ L/m}^2 \cdot \text{saat}$  gibi akı değerlerinde işletilebilmesi sebebiyle membran kirliliğini azaltmak amacıyla kullanılan hava debisi dolayısıyla gereken enerji azaltılabilir.

\* MDBR'nin çıkış suyu kalite kontrolü sadece basit bir iletkenlik ölçümü ile sürekli gözlenebilir. Hasar gören membran fiberler içinden artan iletkenlikte su geçireceğinden, membranın bütünlüğünü izlemek için basitleştirilmelidir ve çevrimiçi iletkenlik analizi, konvansiyonel basınç düşüşünden veya parçacık denetiminden daha kolaydır (Phattaranawik ve diğ., 2008: 223).

Yukarıda bahsedilen avantajları düşünüldüğünde MDBR, farmasotik, tekstil, gıda, kağıt hamuru ve kağıt endüstrisi atıksuları gibi yüksek kalitede su geri kazanımı gerektiren ve atık ısının mevcut olduğu endüstriler için avantajlı bir arıtma sistemi olarak gelecek vaat etmektedir. Ayrıca bu sistem, alan problemi olan büyük gemiler ve petrol kuyusu platformları gibi sektörlerde de kullanım potansiyeline sahiptir.

### **Kaynaklar**

- ALKHUDHİRİ, A., DARWİSH, M., HİLAL, N. (2012), "Membrane distillation: A comprehensive review", *Desalination*, 287, 2 - 18.
- CHOİ, J. H., DOCKKO, S., FUKUSHİ, K., YAMAMOTO, K. (2002), "A novel application of a submerged nanofiltration membrane bioreactor (NF MBR) for wastewater treatment", *Desalination*, 146, 413 - 420.
- CHOİ, J. H., FUKUSHİ K., YAMAMOTO, K. (2005), "Comparison of treatment efficiency of submerged nanofiltration membrane bioreactors using cellulose triacetate and polyamide membrane", *Water Science and Technology*, 51, 305 - 312.
- EL-BOURAWİ, M.S., DİNG, Z., MA, R., KHAYET, M. (2006), "A framework for better understanding membrane distillation separation process", *Journal of Membrane Science*, 285, 4 - 29.
- GOH, S., ZHANG, J., LİU, Y., FANE, A.G. (2015), "Membrane Distillation Bioreactor (MDBR) – A lower Green-House-Gas (GHG) option for industrial wastewater reclamation", *Chemosphere*, 140, 129 - 142.
- GRYTA, M. (2000), "Ethanol production in membrane distillation bioreactor", *Catalysis Today*, 56, 159 - 165.
- GRYTA, M. (2002), "The assessment of microorganism growth in the membrane distillation system", *Desalination*, 142, 79 - 88.

- GRYTA, M. (2007), "Influence of polypropylene membrane surface porosity on the performance of membrane distillation process", *Journal of Membrane Science*, 287, 67 - 78.
- HURWITZ, G., GUILLEN, G.R., HOEK, E.M.V. (2010), "Probing polyamide membrane surface charge, zeta potential, wettability, and hydrophilicity with contact angle measurements", *Journal of Membrane Science*, 349, 349 - 357.
- KHAİNG, T.H., LÌ, J., LÌ, Y., WAÌ, N., WONG, F. (2010), "Feasibility study on petrochemical wastewater treatment and reuse using a novel submerged membrane distillation bioreactor", *Separation and Purification Technology*, 74, 138 - 143.
- PHATTARANAWİK, J., FANE, A.G., PASQUİER, A.C.S., BİNG, W. (2008), "A novel membrane bioreactor based on membrane distillation", *Desalination*, 223, 386 - 395.
- RAUTENBACH, R., MELLİS, R. (1994), "Waste water treatment by a combination of bioreactor and nanofiltration", *Desalination*, 95, 171 - 188.
- SAFFARİNÌ, R.B., MANSOOR, B., THOMAS, R., ARAFAT, A.H. (2013), "Effect of temperature-dependent microstructure evolution on pore wetting in PTFE membranes under membrane distillation conditions", *Journal of Membrane Science*, 429, 282 - 294.
- WİJEKOON, K., HAÌ, F.I., KANG, J., PRİCE, W., GUO, W., (2014), "A novel membrane distillation-thermophilic bioreactor system: biological stability and trace organic compound removal", *Bioresource Technology*, 159, 334 - 341.

## BÖLÜM II

### MÜHİMMAT ENDÜSTRİSİ ATIKSULARININ ARITIMI

*Elif İnce\**

#### 1. Giriş

Nitro-aromatik, nitro-heterosiklik bileşikler ve diğer bazı azot içeren yapılar patlayıcı, pestisit, plastik, boya ,ilaç ve petrol endüstrisinde kullanılmaktadır (Ye ve diğ., 2004: 20). Endüstriyel üretim taşıma ve bu bileşiklerin kullanımı sonucunda ciddi çevresel problemler oluşmaktadır. Bu maddeler, yan ürünleri ve ara ürünleri oldukça toksik, mutajenik ve karsinogenik olabilirler. Bu yüzden çevre ve insan sağlığı için tehdit teşkil etmektedirler. Sonuç olarak bu bileşiklerin biyolojik parçalanabilirliği oldukça önemlidir. Nitro-aromatikler ve nitro-heterosiklik farklı biyokimyasal mekanizmalarla parçalanmaktadırlar. Nitro-aromatiklerin mikrobiyal degradasyonuna yönelik ilk çalışmalar nitro-aromatiklerin nitrat içermeyenlere göre daha rekalsitran olduğunu göstermiştir (Nishino ve diğ., 2000). Bu tür ksenobiyotiklerin çevreye verilmesi mikrofloranın zehirlenmesine yol açarken bu nitro-aromatikleri degrade edebilen mikroorganizmaların sayısını da arttırmıştır. Son yıllarda yapılan çalışmalarda nitro-aromatik bileşikleri degrade edebilen çok sayıda mikroorganizma izolasyonu yapılmıştır (Kulkarni & Chaudhari, 2006: 97). Fakat bu organizmalar içerisinde içerisinde karbon ve/veya azot kaynağı olarak sadece nitro-aromatik bileşiği kullananların sayısı oldukça düşüktür (Kulkarni & Chaudhari, 2007: 85).

Mühimmat endüstrisi atıksuyunun kompozisyonu proses materyali ve işletmeye bağlı olarak oldukça değişkenlik göstermektedir. Genellikle mühimmat atıksuyu 2, 4, 6 – trinitrotoluen (TNT), heksahidro – 1, 3, 5 trinitro - 1, 3, 5 triazin (RDX), 1, 3, 5, 7 – tetranitro – 1, 3, 5, 7 – tetra azo etan (HMX), 2, 4 – dinitro toluen (2, 4 – DNT), 2, 6 – dinitro toluen (2, 6 – DNT), 1, 3 – dinitro benzen (1, 3 – DNB), 1, 3, 5 – trinitro benzen (1, 3, 5 – TNB) ve nitro benzenden oluşmaktadır. Bu enerjik bileşiklerden mühimmat atıksuyunun içerisinde en çok nitro-aromatik olan TNT ve nitro-heterosiklik yapıda olan RDX ve HMX bulunmaktadır. Söz konusu bu bileşiklerin biyodegradasyona dayanıklı ve toksik oldukları bilinmektedir. TNT ve RDX EPA tarafından muhtemel karsinogen (Grup C) sınıfında kabul edilmektedir. TNT ve RDX için sulu ortam konsantrasyonları sırasıyla 2 µg/L ve 300 µg/L olarak tavsiye edilmektedir (Sullivan ve diğ., 1979). HMX ise TNT ve RDX'e göre daha az toksiktir ve mutajenik özellik göstermemektedir. Ayrıca HMX karsinogen bileşikler

---

\* (Doç. Dr.) Gebze Teknik Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Kocaeli-TÜRKİYE, e-mail: e.senturk@gtu.edu.tr

sınıfında yer almamaktadır. Mühimmat üretimi ve açığa çıkan atık ve atıksuyu çevreyi oldukça olumsuz yönde etkilemektedir.

Nitro-aromatik ve nitro-heterosiklik yapıdaki bileşiklerin biyolojik olarak degradasyonu oldukça güçtür. Bu nedenle bu rekalsitran kirleticilerin fizikokimyasal metotlarla degradasyonu alternatif yöntemdir. Rekalsitran kirleticiler dikkate alındığında ise fizikokimyasal metotların biyodegradasyon ile kombinasyonu, söz konusu atığın sadece fizikokimyasal metotlarla mineralizasyonundan daha ekonomiktir. Böyle durumlarda söz konusu metotların kapasitelerini ve sınır şartlarını bilmek daha etkili ve ekonomik bir proses oluşturmak için oldukça önemlidir. Geçmişte ileri oksidasyon prosesleri, rekalsitran kirleticileri daha kolay biyodegrade olabilen ürünlere dönüştürmek için biyolojik arıtma öncesi kullanılmıştır.

## **2. Mühimmat Endüstrisi Atıksularının Arıtma Teknolojileri**

Son yıllarda patlayıcı içeren atıksularda bulunan kirleticilerin özellikle TNT, RDX ve HMX ile kirlenmiş toprak ve suyun arıtım teknolojilerini geliştirmek amacıyla oldukça yoğun araştırmalar yapılmaktadır. Mühimmat endüstrisi atıksularının arıtımı üzerine UV oksidasyon (Ryon ve diğ., 1987), H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ile oksidasyon (Semmens ve diğ., 1984), ozon ile oksidasyon (Burrows ve diğ., 1984), ters osmoz (Sullivan ve diğ., 1979), kimyasal hidroliz (Spontarelli ve diğ., 1993) gibi çok sayıda araştırma yapılmıştır. Ancak bu araştırmalar sonucu mühimmat endüstrisi atıksularının arıtımı için yeterli bir çözüm olmadığı rapor edilmiştir.

### **2.1. Karbon Adsorpsiyonu**

Aktif karbon adsorpsiyonu mühimmat endüstrisi atıksularının arıtımı için yaygın olarak kullanılmaktadır. Aktif karbon prosesi bir faz transfer teknolojisidir. Karbon adsorpsiyonunda arıtma verimi %99.5'ten daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Sublette ve diğ., 1992: 34). Ancak aktif karbon adsorpsiyonu hem rejenerasyon gerektirmesi hem de nihai bertarafının yakma ile gerçekleşmesinden dolayı pahalı bir metottur.

Büyük ölçekli patlayıcı endüstrisi atıksularının arıtımında daha çok granüler aktif çamur kullanılmaktadır. RDX ve HMX gideriminde aktif karbon kullanımı oldukça verimlidir. TNT giderimi için kullanılan bazı reçinelerin verimi ise aktif karbonun veriminden daha yüksektir.

Mühimmat endüstri atıksularının içinde bulunan karışık kirleticilerin adsorpsiyonu oldukça problem yaratmaktadır. Çünkü her bir enerji bileşik adsorpsiyon için yarışır hale gelmektedir. Bununla birlikte rejenerasyon yapılamayacak duruma gelen aktif karbonların tehlikeli atık olması sebebiyle arıtmalarının sağlanması da ayrı bir problem ve maliyettir. Aktif karbon üzerine adsorplanan patlayıcılar ağırlıkça %8'i geçtiği zaman termal rejenerasyon açısından uygun değildir.

Kirlenen aktif karbonların bertarafı için yaygın olarak kullanılan metot açık yakmadır. Yakma sonucu oluşan küller birinci sınıf tehlikeli atık olarak kabul edilmektedir. Kirlenen aktif karbonların katı atık depolarında depolanması başka bir yöntem olsa da problem yaratmaktadır.

Alternatif fizikokimyasal arıtım metotları için bazı çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalardaki alternatiflerden biri de sentetik polimerik adsorbenttir. RDX'in adsorplanmasında sentetik adsorbent, aktif karbona göre daha verimlidir (Patterson ve diğ., 1976). Sentetik adsorbentin rejenerasyonu asetatla yapılmaktadır.

## 2.2. İleri Oksidasyon

İleri oksidasyon prosesleri oldukça etkili hidroksil radikallerinin oluşumuna dayalı bir yöntem olup, toksik ve kalıcı özellikteki organik maddeleri zararsız son ürünlere dönüştürebilmektedir. Hidroksil radikalleri hemen hemen hiç bir organik madde ayrımı yapmadan oksidasyon reaksiyonuna girerek, uygun reaksiyon şartlarında kirletici organik maddenin tamamen mineralizasyona uğrayarak CO<sub>2</sub> ve H<sub>2</sub>O gibi son ürünlere dönüşmesini sağlamaktadır.

TNT'yi tamamen okside edebilecek ve ileride potansiyel bir kirlilik yaratacak yan ürün bırakmayan teknolojiler aranmaktadır. Bunun için özellikle UV oksidasyonu gündeme gelmektedir. UV'ye dayalı oksidasyon prosesleri ileri oksidasyon prosesleri olarak tanımlanmaktadır (Wols & Hofman-Caris, 2012: 46).

İleri oksidasyon prosesleri UV, UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/UV, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/Fe<sup>2+</sup> (Fenton prosesi) ve UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/Fe<sup>2+</sup> (Foto/Fenton prosesi) gibi çeşitli kombinasyonlarda bulunmaktadır (Kanakaraju ve diğ., 2018: 219).

UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> Prosesi: Bu proses ile kirleticilerin arıtımında, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/kirletici oranı oldukça etkili olmaktadır. pH değişiminin ise verime önemli bir etkisi bulunmamaktadır. Ayrıca H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dozundaki artış belli bir noktaya kadar verim artışına sebep olurken, belli bir dozdan sonra inhibe etkisi göstermektedir (Riga ve diğ., 2007: 211). Bunun nedeni ise, yüksek hidrojen peroksit konsantrasyonlarında, hidrojen peroksit, hidroksil radikallerinin oluşumunu engelleyerek, azalmasına neden olmaktadır. Hidrojen peroksitin hidroksil radikallerinin oluşumunu inhibe etmesi 1 ve 2 nolu eşitliklerde belirtilmektedir .



H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/Fe<sup>2+</sup> ve UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/Fe<sup>2+</sup> ( Fenton – Foto/Fenton Prosesi): Fenton prosesinin esası, Fe<sup>2+</sup> ve H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'nin reaksiyona girmesi sonucu oluşan hidroksil radikallerin oluşumuna dayanmaktadır. Foto-Fenton prosesi ise fenton reaktifinin UV ışınları katalizörlüğünde organik maddeleri kısa

zamanda okside ederek zararsız hale dönüştürebilmektedir (Freire ve diğ., 2014: 70).

Arıtma esnasında biyolojik arıtma öncesi Fenton- Foto Fenton prosesinin ön arıtma olarak kullanılması önerilmektedir. Foto-Fenton prosesinin reaksiyonu ise denklem 3 ve 4'te verilmektedir.



Fenton ve Foto-Fenton reaksiyonları kıyaslandığında, aynı  $\text{H}_2\text{O}_2$  ve  $\text{Fe}^{+2}$  dozlarında gerçekleşen çalışmalarda, Foto-Fenton reaksiyonunda daha fazla  $\cdot\text{OH}$  radikallerinin oluşumu nedeni ile arıtım daha etkili olmaktadır. Ayrıca Foto-Fenton prosesi için gerekli olan reaksiyon süresi daha kısa olup, işletme koşullarının (pH değeri, hidrojen peroksit ve demir tuzu konsantrasyonlarının) optimize edilmesi ile daha da kısaltılabilmektedir (Freire ve diğ., 2014: 70).

Yapılan bir çalışmaya göre TNT'nin yalnız UV ile oksidasyonu çok yavaş olmaktadır. 254 nm UV ile ozonun kompozisyonunda TNT'nin halka yapısı tamamen parçalanmıştır (Burrows ve diğ., 1984). Fakat bu teknolojinin TNT ile kirlenmiş atıksuların arıtımında kullanılmamasının sebebi TNB (1,3,5-Trinitrobenzene) oluşmasıdır. USEPA, TNT kadar TNB'nin de toksik olduğunu belirlemektedir. TNT ve TNB'nin birlikte bulunduğu atıksulardaki hedeflenen arıtma seviyesinin karşılanması için gerekli bekleme süresinin %70'i TNB'nin oksidasyonu için gerekmektedir. UV'ye dayalı oksidasyon proseslerinin diğer bir dezavantajı da bulanık atıksudaki UV geçirgenliğinin az olmasıdır. Dolayısıyla kuvars lambalar, okside olmuş demir ve kalsiyumun yüzeyi kaplamasından dolayı oldukça kirlenmektedir. Yüksek bekleme süresi, yüksek bakım maliyeti ve arıtma maliyeti sebebiyle UV'ye dayalı ileri oksidasyon metotları oldukça pahalıdır.

RDX içeren atıksuların UV ile degradasyonu sağlanmaktadır. Ayrıca ön arıtma olarak ozon tarafından okside edilmektedir. Potasyum dikromat, potasyum permanganat ve kalsiyum hipoklorit RDX'yi kimyasal olarak okside edebilmektedir. RDX içeren çözeltinin UV'ye maruz kalması sonucunda nitrat, nitrit, amonyak, formaldehit, nitrozoksit, formamit ve N-nitroso-metilendiamin oluşmaktadır. Fakat UV radyasyonu sonucu oluşan bu maddelerden özellikle formaldehit, formamit ve N-nitroso-metilendiamin tehlikeli ara üründür, karsinojendir. Bu oluşumdan dolayı UV kullanımı dezavantajlıdır.

HMX, UV kullanılarak oksitlenebilmektedir. Potasyum dikromat, potasyum permanganat ve kalsiyum hipoklorit HMX'yi de kimyasal olarak okside edebilmektedir. Fakat bu tür teknolojilerle HMX ve benzeri

kirleticilerin giderimi yüksek maliyetli olduğundan kullanımı verimli bulunmamaktadır.

**Ultras:** Yapılan bir çalışmada DNB, NB gibi organik maddelere 660 kHz ve 20 kHz'lik frekansa sahip ultrases ile oksidasyon prosesi uygulanmıştır. 660 kHz frekansında çok daha iyi sonuçlar alınmış olup, toksik organik maddelerin daha az zararlı son ürünlere dönüştüğü gözlemlenmiştir (Çatalkaya ve Şengül, 2001). Ayrıca nitrotoluenin ses ile oksidasyonunda potasyum permanganat eklenmesiyle metil grupların -COOH gibi kararlı ürünlere dönüştüğü belirtilmiştir. Nitrophenol'ün sonolisisinde ise piroliz mekanizmasının daha çok etkili olması ile nitrit, nitrat, benzoquinone, hydroquinone, 4-nitrocatechol, formate ve oksalat gibi son ürünlere dönüşmektedir (Çatalkaya ve Şengül, 2001).

Ayrıca ultrases son yıllarda biyokütlenin aktivitesini arttırmak için direkt olarak biyoreaktöre düşük frekans ve düşük güç yoğunluğunda ultrases uygulayan araştırmalar da yapılmaktadır (Şentürk ve diğ., 2013; İnce ve diğ., 2018: 19; İnce ve diğ., 2019). Şentürk ve diğerleri (2013) TNT, RDX HMX içeren mühimmat endüstrisi atıksularının anaerobik degradasyonunu arttırmak için US destekli anaerobik membran biyoreaktör sistemi çalışmışlardır. Çalışmada anaerobik biyokütleye 20, 40, 60, 100, 200, 400 ve 800 kHz frekansa sahip US uygulamışlar ve optimum frekans güç yoğunluğunun ve uygulama süresinin sırasıyla 10 W/L ve 16 saat ara ile 5 dakika olduğunu rapor etmişlerdir.

### **2.3. Alkali Hidroliz**

TNT'nin deniz suyunda hidrolizi yaklaşık pH 8'de 108 günlük süre içerisinde olmaktadır. Buna göre doğal sularda önemli bir hidroliz beklenmemektedir. Yüksek pH ve yüksek sıcaklık değerlerinde TNT hidrolizi sonucunda oluşan ürünler tanımlanamasa da yüksek pH'ta TNT'nin çöktürülmesinde iki tip sürfektan etkilidir. Bunlardan biri primer amin iken diğeri kuarterner amindir. Artan reaksiyon sıcaklığı (50°C), reaksiyon verimini artırırken daha düşük reaksiyon sıcaklığına göre (25°C, pH = 12), daha düşük pH (11 - 11.5) kullanılmasına imkan vermektedir. Sürfektan/TNT oranının, sıcaklığın, pH'ın optimizasyonu maliyet açısından oldukça önemlidir. Atıksuda bulunan RDX alkali hidrolizle artırılabilir. Oluşan hidroliz ürünleri ise NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, N<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O, HCOO<sup>-</sup>, CH<sub>2</sub>O ve H<sub>2</sub>'dir.

HMX ise %5'lik NaOH ile kaynatılarak parçalanmakta ve yan ürün olarak NH<sub>3</sub>, CH<sub>2</sub>O, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> oluşmaktadır. Ancak HMX'in alkali hidrolizi RDX'in alkali hidrolizine göre on kat daha yavaş ve zordur. Bu kirleticilerin baz hidroliz hızları katyonik sürfektanların katalizi ile sağlanır. HMX'in alkali hidrolizinde hız belirleyici basamak nitrozait oluşturan bimoleküler eliminasyon reaksiyonudur. Yavaş olan reaksiyon basamağında ara ürünler yüksek pH'ta kararsız olduklarından çok çabuk

ürünlere dönüşmektedirler. Nitrozasit, amonyak ve azota göre daha çok miktarda üretilmektedir (Spontarelli ve diğ., 1993). Genellikle HMX, RDX içerisinde bulunduğundan bu kirleticilerle kirletilmiş atıksu ve topraklarda birlikte bulunmaktadır. Bu yüzden alkali hidroliz yapmak için dizayn edilen arıtma tesislerinde HMX hidrolizi hız belirleyici basamaktır. Fakat sistemdeki sıcaklık artışında HMX, alkali hidroliz hızını RDX'e göre daha çok etkilemektedir. HMX'in alkali hidrolizi, yüksek sıcaklıklar (80°C) ve yüksek OH<sup>-</sup> konsantrasyonunda (25 nmol/L) tercih edilebilir.

#### 2.4. Biyodegradasyon

Mikroorganizmalar organik ya da inorganik bileşikleri besin olarak kullanırlar. Çok çeşitli ekolojik şartlar altında yaşayabilirler. Bu özellikleri sebebiyle rekalsitrant yani biyolojik yıkıma dirençli olan bileşikleri parçalayabilirler (Kulkarni & Chaudhari, 2007: 85). Mikroorganizmaların adapte olmadığı bileşikler olsa bile metabolizmalarına uygun değişiklikler yaparak toksik maddeleri degrade edebilirler. Rekalsitrant ve toksik bileşiklerin parçalanması için metabolizma mekanizmasının gelişmesi oldukça zaman alır. Bu süreçte mikroorganizma metabolizması rekalsitrant substrata göre modifiye olur. Redoks enzimi taşıyan organizmalar nitro-aromatik bileşikleri aminlere dönüştürebilir. Fakat nitro-aromatiklerin tamamını katabolik parçalanmasını sağlayan enzimler çok nadirdir. Oluşan ara ürünler de enzim faaliyetlerini inhibe ederek yavaşlatabilmektedir. Buna rağmen; zararlı ara ürün oluşturmaması, proses olarak daha ekonomik olması gibi avantajlara sahiptir.

Nitro-aromatiklerin biyolojik olarak degradasyonu, nitrat içermeyenlere göre daha rekalsitranttır. Son yıllarda yapılan çalışmalarda nitro-aromatik bileşikleri degrade edebilen çok sayıda mikroorganizma izolasyonu yapılmıştır. Fakat bu organizmalardan karbon ve azot kaynağı olarak sadece nitro-aromatik bileşiği kullananların sayısı çok düşüktür. Herhangi bir mikrobiyal tür nitro-aromatik bileşiklerle karşılaştığı zaman; katabolizma yoluyla karbon, azot ve enerji kaynağı olarak sadece nitro-aromatik bileşikleri kullanarak inorganik son ürünlere dönüştürmektedir. Ortamda başka bir substrat varsa bu substratlar için spesifik olan enzimlerle karbon ve azot kaynağı olarak degrade etmektedir (Wang ve diğ., 2010: 45).

Nitro-aromatik bileşiklerin aerobik olarak biyodegradasyonu mono ve di nitro-aromatiklerin karbon, azot ve enerji kaynağı olarak kullanımı ile gerçekleşmektedir. Bakteriler aerobik şartlarda nitro-aromatiklerle karşılaştıklarında; nitro grupların nitrit olarak ortama bırakılarak nitro-aromatik halkanın dioksijenlenir ve dihidroksi ara ürünler oluşturulur. Eposiler için mono oksijenlenmesi ile Hidrit-Meisenheimer kompleksinin oluşması sağlanmaktadır. Nitro grupların kısmen indirgenerek hidroksiaminobenzen türevlerinin ve amonyaklarının kopması ve daha

sonra da hidroksiaminobenzenin kateşole dönüşmesi ile diğer amonyak moleküllerinin eliminasyonu oluşmaktadır (Nishino ve diğ., 2000).

Mono nitro-aromatikler ve bazı di nitro-aromatikler aerobik şartlarda oksijene karşı hassastır. Çünkü nitro-aromatik nükleofilinin özelliğinden dolayı halkanın kırılması için mikroorganizmalar nitro-aromatik halkayı iki ya da daha fazla hidroksil içeren ara ürünlere dönüştürür. Yapılan çalışmalar sonucunda, nitro-aromatikleri aerobik olarak aminlere tamamen indirgeyen mekanizmanın etkili bir degradasyon sistemi olmadığı ortaya çıkarılmıştır (Nishino ve diğ., 2000).

Nitro-aromatiklerin anaerobik dönüşümü her geçen gün daha fazla ilgi odağı olmakta ve bu konudaki araştırma sayısı artmaktadır. Nitro grupların aromatik aminlere indirgenmesi anaerobik ortamda 6-elektron transferi ile gerçekleşmektedir. Nitro-grupların nitroso türevlerine, hidroksil amin veya aminlere indirgenmesi yardımcı substrat varlığında elektron çiftleri ilavesi ile ve nitroredüktaz katalizliğinde gerçekleşir. Çoğu nitro-aromatiklerin sadece anaerobik şartlarda degrade olduğunu rapor eden çalışmalar bulunmaktadır (Şentürk ve diğ., 2013). Anaerobların çok az türü nitro-aromatiklerin CO<sub>2</sub> ve CH<sub>4</sub> gibi son ürünlere dönüşümünü sağlayabilir. Bu yüzden TNT, dinitrotoluen, 3,5-dinitrobenzoik asit, 2,3- ve 4-nitrofenol gibi nitro-aromatiklerin tamamen son ürünlere dönüşümü için gerekli olan sinerjik etki farklı bakterilerin yer aldığı karışık kültürler ile olur. Üç nitro-gruplu nükleofilik aromatik halka yapısı TNT'yi redüktif ataklara karşı hassas yapmasına karşın aerobik organizmaların oksijeniz ataklarına karşı dirençli yapmaktadır. Ayrıca yapılan çalışmalar göstermiştir ki, nitro-aromatikleri aerobik olarak aminlere tamamen indirgeyen mekanizma etkili bir degradasyon sistemi değildir (Nishino ve diğ., 2000). Diğer taraftan anaerobik indirgeyici ataklar nitro-aminleri (-NH<sub>2</sub>) oluşturur. Elektron verici olan bu grup daha sonraki anaerobik ataklara karşı zorlayıcı bir bariyer özelliği gösterir.

Anaerobik indirgeyiciler nitro-aminleri (-NH<sub>2</sub>) oluştururlar. Elektron verici olan bu grup daha sonraki anaerobik degradasyona karşı bariyer özelliği göstermektedir. Bu yüzden nitro-aromatikler doğada bozunmadan veya aminlere dönüşmüş olarak bulunurlar Nitro-aromatik bileşiklerdeki benzen halkasında bulunan elektron çeken nitro grupları yüzünden oksijenaz enzimi tarafından oksitlenmeye karşı dirençlidir. Çünkü elektron yoğunluğundaki azalma, oksijen ile herhangi bir elektrofilik reaksiyonu inhibe etmektedir. Biyotransformasyonun hızı ve ürünleri ortamdaki oksijenin varlığından etkilenmektedir. Atıksu karakteri biyolojik arıtıma uygunsuzsa, maliyet açısından en verimli ve en avantajlı yol biyodegradasyondur. Mikroorganizmaların atıksuya adaptasyonu ve türlerin sürekliliğine bağlı olarak verimlilik değişmektedir.

Yapılan çalışmalar sonucunda mono, di, trinitroso türevlerinin (MNX, DNX ve TNX) ve bu bileşiklerin ürünlerinin parçalanabildiği tespit edilmiştir. TNT'nin nitro gruplarının biyolojik transformasyonu hem anaerobik hem de aerobik şartlarda sağlandığı rapor edilmiştir. Biyolojik transformasyon özelliğine bağlı olarak bir, iki ya da üç nitro grup amino gruba dönüşebilmektedir. Anaerobik ürünler, aerobik ürünlerden üç kat fazla amin içermektedirler. Aromatik yapıda olmayan nitroso bileşikler de kendiliklerinden hidrolitik reaksiyonlara uğramaktadırlar. Bu duruma göre TNT kalitatif ve yarı kalitatif olarak tanımlanır.

Aerobik şartlarda, RDX ve HMX biyodegradasyona karşı dirençlidirler. Aerobik ortamda rekalsitran olmalarına rağmen RDX uygun anaerobik ortamlarda degrades olabilmektedir (McCormick ve diğ., 1984). Hawari ve arkadaşları (2000) RDX'in triazin halkasının metilen dinitroamin (MDNA) oluşturmak için hidroliz ile yarıldığını önermişlerdir. MDNA ve bis-nitramin, formaldehit, metanol  $N_2O$ 'ya degrades olabilmektedir. Formaldehit ve metanol er geç  $CH_4$  ve  $CO_2$ 'ye dönüşür.

RDX için yapılan çalışmalarda tek başına karbon kaynağı olarak bulunduğu aerobik sistemlerde okside edilemediği bulunmuştur. Aerobik ortamda rekalsitran kirleticilere nazaran RDX'in yanında yardımcı bir substratın bulunması halinde anaerobik koşullarda kolayca parçalanabilmektedir. Nitroso gurubunun, hidroksilamin grubuna indirgenmesiyle halka yapısı kararsız duruma geçmektedir. Böylece hidrolitik halka yarılanması gerçekleşmektedir. RDX'in triazin halkası hidroliz ile metilen dinitroamin (MDNA) oluşturarak yarılanmaktadır. MDNA, bis nitramin, formaldehit, metanol  $N_2O$ 'ya parçalanabilmektedir (Hawari ve diğ., 2000: 54).

Literatürde çeşitli anaerobik şartlar denenmiştir. Sülfat indirgeyici olan *Desulfovibrio*, RDX'i tek azot kaynağı olarak kullanmış ve 12 gün içerisinde elimine etmiştir. Aynı zamanda da ortama  $NH_3$  vermiştir. RDX'in biyodegradasyonu nitrat-indirgeyicilerin olduğu ortam da inhibe edilmiştir. Metanol gibi elektron vericiler tarafından nitrat tüketildikten sonra RDX, nitroso ara ürünlerine indirgenmiştir. Ayrıca  $Fe^0$ -tozu ilave edilen anaerobik çamurda  $H_2$  üretimi ile beraber RDX'in indirgenmesinin de arttığı rapor edilmiştir (Oh ve diğ., 2003: 49).

RDX'in anaerobik degradasyonu ile ilgili ilk çalışmalar RDX'in formaldehide dönüştüğünü göstermiştir. Ayrıca nitroso bileşiklerinin oluşumundan sonra hidroksilaminlerin oluştuğunu gösteren indirgenme mekanizması da önerilmiştir. Kararlı olmayan bu yapılar er geç halka kırılmasına yol açar. Söz konusu bu degradasyon mekanizması ihtilaflı olarak kalmıştır (Hawari ve diğ., 2000: 54).

HMX'in biyodegradasyonu anaerobik ortamda nütrient ilavesiyle gerekleŒmektedir. HMX'in anaerobik degradasyonu alıŒılmıŒ ve sadece kendisinin karbon kaynağı olduğu zaman okside edilemediğini belirtmiŒlerdir. Spanggord ve arkadaŒları (1982) 4 mg/L HMX içeren nehir suyunda veya HMX'li sediment içeren nehir suyunda aerobik olarak HMX'in degradasyonunu maya ile alıŒmıŒtır. 4 mg/L HMX konsantrasyonu ekstrakte edilen maya ilavesi ile 0,1 mg/L'ye dŒrlmŒtr. Jackson (1976) ve arkadaŒları 15 mg/L HMX içeren atıksuyunu ilave karbon kaynağı olarak sukroz, metanol ve hidrosietil/selüloz ilavesi ile tamamen arıtmıŒlardır. HMX'in tamamen arıtılabilmesi için gerekli süre metanol için 5 gün, kullanılan diğer karbon kaynakları için ise 7 gündür. Spanggord ve arkadaŒları (1983) HMX'in kirlenmiŒ bölgedeki yüzeysel suda bulunan mikroorganizmalar tarafından aerobik olarak paralanamadığını belirtmiŒtir. Aynı zamanda ekstrakte edilen maya içeren basal tuz ortamında HMX'in anaerobik biyotransformasyonunu alıŒmıŒlardır. HMX'in biyotransformasyonunun maya miktarı arttıka arttığını gzlemlemiŒlerdir. Spanggord ve arkadaŒları (1983) HMX'in biyodegradasyon metabolizmasının kütle spektral analizinde mono, di-, tri- ve tetra-nitroso-HMX'i tanımlamıŒlardır. McCormick (1984) ve arkadaŒları evsel çamur ve nütrient kullanarak anaerobik arıtım alıŒmasında da aynı ara ürünleri bulmuŒlardır. Ayrıca McCormick (1984) ve arkadaŒları aynı Œartlarda yaptıkları RDX degradasyonundan farklı olarak HMX degradasyonunda hidrazine rastlamamıŒlardır. Ayrıca HMX'in degradasyonu RDX'in degradasyonuna göre daha yavaŒ olduğunu gzlemlemiŒlerdir. McCormick (1984) ve arkadaŒları hidrazinin HMX degradasyonunda görünmemesinin sebebi olarak HMX'in daha yavaŒ baŒlangı degede hızının hidrazin birikmesini engellemesi olarak tahmin etmiŒlerdir.

Nitro-aromatik grupların aminlere indirgenmesi anaerobik koŒullarda altı elektron transferi ile gerekleŒmektedir. Nitro gruplar, yardımcı substrat varlığında elektron çiftleri ilavesi ile nitroredüktaz katalizliğinde nitroso türevlerine, hidrosil amin veya aminlere indirgenmektedir. Ayrıca TNT gibi kirleticilerin son ürünlerine dnŒm için gerekli olan sinerjik etki farklı bakterilerin yer aldığı karıŒık kültürlerle sağlanmaktadır.

Œentrk ve diğerleri (2013) ultrases destekli anaerobik membran biyoreaktörde TNT, RDX HMX içeren mühimmat endüstrisi atıksularının anaerobik degradasyonunu alıŒmıŒlardır. alıŒmada optimum iŒletme Œartlarında maksimum giderme veriminin TNT, RDX ve HMX için sırasıyla %100, %98.95 %80.68 olduğunu rapor etmiŒlerdir. Ayrıca alıŒmada kontrol amaçlı alıŒtırılan anaerobik membran biyoreaktörde ise atırma veriminin daha dŒk olduğu da bildirilmiŒtir.

### 3. Değerlendirme

Nitro-aromatik (TNT gibi), nitro-heterosiklik (RDX ve HMX gibi) bileşikler ve diğer bazı azot içeren yapılar mühimmat (patlayıcı) endüstrisinde hammadde olarak kullanılmakta veya ürün olarak ortaya çıkmaktadır. Bu bileşiklerin üretimi, taşınması ve kullanımı sonucunda ciddi çevresel problemler oluşmaktadır. Bu maddeler ile bu maddelerin yan ve ara ürünleri oldukça toksik, mutajenik ve karsinojenik olduğundan çevre ve insan sağlığı için tehdit teşkil etmektedirler. Dolayısıyla, bu bileşikleri içeren atıksuların arıtılması oldukça önemlidir.

Bu endüstrilerden mühimmat endüstrisi atıksuyunun kompozisyonu proses materyali ve işletmeye bağlı olarak oldukça değişkenlik göstermektedir. Genellikle mühimmat atıksuyu 2, 4, 6 – trinitrotoluen (TNT) heksahidro – 1, 3, 5 trinitro - 1, 3, 5 triazin (RDX), 1, 3, 5, 7 – tetranitro – 1, 3, 5, 7 – tetra azo etan (HMX), 2, 4 – dinitro toluen (2, 4 – DNT), 2, 6 – dinotro toluen (2, 6 – DNT), 1, 3 – dinitro benzen (1, 3 – DNB), 1, 3, 5 – trinitro benzen (1, 3, 5 – TNB) ve nitro benzen içermektedir. Bu enerjik bileşiklerden mühimmat atıksuyunun içerisinde en çok nitro-aromatik olan TNT ve nitro-heterosiklik yapıda olan RDX ve HMX bulunmaktadır.

Literatürde yapılan çalışmalar dikkate alındığında söz konusu atıksuların anaerobik arıtımı diğer metotlar ile kıyaslandığında arıtma verimi ve işletme maliyeti açısından daha verimli olduğu görülmektedir. Ancak anaerobik arıtma metodunun endüstriyel ölçekte verimli olarak uygulanabilmesi için hızlandırılması gerekmektedir. Rekalsitrant ve toksik nitro-aromatik ve nitro-heterosiklik yapıda bileşikler içeren mühimmat endüstrisi atıksularının anaerobik degradasyonunun hızını ve verimini arttırmak amacıyla anaerobik proses uygun bir ileri oksidasyon metodu ile hibrit olarak işletilmesi gelecek vaat etmektedir.

#### Kaynaklar

BURROWS, W.D., CHYREK, R.H., SMALL, M.J. (1984), “Treatment for removal of munition chemicals for army industrial wastewaters”, MIDAtlantic industrial waste conference, *Toxic and Hazardous Wastes*.

ÇATALKAYA, E., ŞENGÜL, F. (2001), “Ses ile kimyasal oksidasyon”, IV. Çevre Mühendisliği Kongresi, 183-193.

FREIRE, L.F.A., da FONSECA, F.V., YOKOYAMA, L., TEIXEIRA, L.A.C. (2014), “Study of solar photo-Fenton system applied to removal of phenol from water”, *Water Science and Technology*, 70, 780-786. |

HAWARİ, J., BEAUDET, S., HASLAZ, A., THİOUTOT, S., AMPLEMAN, G. (2000), “Microbial degradation of explosives:

- biotransformation vs mineralization”, *Applied Microbiology and Biotechnology*, 54, 605-618.
- HEILMAN, K.M., WATSON, R.T., VALENSTEIN, E., (1994), “Localization of lesions in neglect and related disorders”, *Localization and neuroimaging in neuropsychology*, SanDiego: Academic, pp: 495-524.
- İNCE, E., İNCE, M., ONKAL ENGİN, G., BAYRAMOĞLU, M. (2012), “Preliminary investigation on the optimum ultrasound frequency for the degradation of TNT, RDX, and HMX”, *Global NEST Journal*, 19, 733-738.
- İNCE, M., (2019), BİLGİLİ, M.S., YÜKSEL, E., İNCE, E. (2019), “Ultras destekli termofilik aerobik membran distilasyon biyoreaktör hibrit sistemi ile hastane atıksularının arıtımı”, *115Y277 TÜBİTAK-ÇAYDAG Proje Final Raporu*, Kocaeli.
- JACKSON, R.A., GREEN, J.M., HASH, R.L. (1976), “Nitramine removal study”, Holston Defence Corporation Contract No. DAAA 09-73-0079, Kingsport, Tennessee.
- KANAKARAJU, D., GLASS, B.D., OELGEMÖLLER, M. (2018), “Advanced oxidation process-mediated removal of pharmaceuticals from water: A review”, *Journal of Environmental Management*, 219,189-207.
- KULKARNİ, M.A., CHAUDHARİ, A.B. (2007), “Microbial remediation of nitro-aromatic compounds: An overview”, *Journal of Environmental Management*, 85, 496-512.
- KULKARNİ, M.A., CHAUDHARİ, A.B. (2006), “Biodegradation of p-nitrophenol by *P. Putida*”, *Bioresource Biotechnology*, 97, 982-988.
- MCCORMICK, N.G., CORNELL J.H., KAPLAN A.M. (1984), “The fate of hexahydro-1,3,5-trinitro-1,3,5-triazine (RDX) and related compounds in anaerobic denitrifying continuous culture systems using simulated wastewater”, Technical Report Natick/TR-85/008, ADA149462. US Army Natick Research and Development Center, MA.
- NİSHİNO, S.F., SPAIN, J.C., HE Z. (2000), “Strategies for aerobic degradation of nitroaromatic compounds by bacteria: process discovery to field application”, *Biodegradation of Nitroaromatic Compounds and Explosives*, Lewis Publ., New York, pp: 7-61.
- OH, B., SHEA, P.J., DRİJBER, R.A., VASİLYEVA, G.K., SARATH, G. (2003), “TNT biotransformation and detoxification by *P. aeruginosa* sp.”, *Biodegradation*, 14, 309-319.

- PATTERSON, J.W., SHAPIRA, N.I., BROWN, J. (1976), "Pollution abatement in the military explosives industry", *Proceeding of the 31<sup>th</sup> Industrial Waste Conference*, pp: 837-842.
- RİGA, A., SOUTSAS, B., NTAMPEGLİOTİS, K., KARAYANNİS, A., PAPAPOLYMEROU, P. (2007), "Effect of system parameters and of inorganic salts on the decolorization and degradation of Procion H-exl dyes. Comparison of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/UV, Fenton, UV/Fenton, TiO<sub>2</sub>/UV and TiO<sub>2</sub>/UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> processes", *Desalination*, 211, 72–86.
- RYON, M.G. (1987), "Water Quality Criteria for 2,4,6-Trinitrotoluene (TNT)", Final Report, U.S. Army Medical Research and Development Command, No: DE-AC05-840R21400.
- SEMMENS, M.J., BARNES, D., O'HARA, M. (1984), "Treatment of a RDX-TNT waste from a munition factory", *Proceeding of the 39<sup>th</sup> Industrial Waste Conference*, pp: 837-842.
- SPANGGORD, R.J., MABEY, W.R., CHOU, T., LEE, S., ALFERNESS, P.L., MİLL, T. (1983), "Environmental fate studies of HMX", *Final Report*, US Army Medical Bioengineering Research and Development Lab., Maryland.
- SPANGGORD, R.J., MORTELMANS, K.F., GRIFFİN, A.F., SIMON, V.F.(1982), "Mutagenicity in *Salmonella typhimurium* and structure-activity relationship of wastewater components estimating from the manufacture of trinitrotoluene", *Environmental Mutagenesis*, 4, 163-79.
- SPONTARELLİ, T., BUNTAİN, G.A., SANCHEZ, J.A., BENZİNGER, T.M. (1993), "Destruction of waste energetic materials using base hydrolysis", *Proceeding Incineration Conference*, Tennessee, pp: 787-791.
- SUBLETTE, K.L., GANAPATHY, E.V., SCHWARTZ, S. (1992), "Degradation of munition wastes by phanerochaete chrysosporium", *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 34, 709-723.
- SULLIVAN, J. H., PUTNAM, H.D., KEİRN, M.A., PRUİTT, B.C., NİCHOLS, J.C., MCCLAVE, J.T. (1979), "A summary and evaluation of aquatic environmental data in relation to establishing water quality criteria for munitions-unique compounds", *Part 4: RDX and HMX*. ADA087683, US Army Medical Research and Development Command, Fort Detrick.
- ŞENTÜRK, E., İNCE, M., YEŞİLÇİMEN Akbaş, M. (2013), "Nitro-aromatik ve nitro-heterosiklik organik kirleticilerin ultrases destekli anaerobik membran biyoreaktörde arıtımı", *110Y299 TÜBİTAK-ÇAYDAG Final Raporu*, Kocaeli.

- WANG, Z., Ye, Z., ZHANG, M., BAI, X. (2010), “Degradation of 2,4,6-trinitrotoluen (TNT) by immobilized microorganism-biological filter”, *Process Biochemistry*, 45, 993-1001.
- WOLS, B.A., HOFMAN-CARIS, C.H.M. (2012), “Review of photochemical reaction constants of organic micropollutants required for UV advanced oxidation processes in water”, *Water Research*, 46, 2815-2827.
- YE, J., SINGH, A., WARD, O.P. (2004), “Biodegradation of nitroaromatics and other nitrogen-containing xenobiotics”, *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 20, 117-135.

### BÖLÜM III

## **TARİHİ BİNALAR İÇİN TAHRİBATSIZ MUAYENE TEKNİĞİ OLARAK MİKRODALGA ÖLÇÜM TEKNİKLERİ**

*Volkan Akan\**

### **I. Giriş**

Tarihi binaların yapısal durumunun değerlendirilmesi mimari mirasın sürdürülebilirliği için hayati önem taşımaktadır. Bununla birlikte, deneysel araştırma yoluyla binalar hakkında bilgi sahibi olmanın önemi yadsınamaz olsa bile, incelenen binanın kompleks yapısının incelenmesi sırasında binanın dokusuna zarar vermeden bu işlemleri gerçekleştirmek çok önemlidir. Bu sebeple tahribatsız ve az tahribatlı test yöntemleri oldukça önemlidir. Bu kitap bölümünde de özellikle gelecekte daha da yaygınlaşacağı düşünülen tahribatsız muayene tekniklerinden biri olan mikrodalga ölçüm yöntemi ele alınmaktadır. Bu yöntemle tarihi binaların statik durumları hızlıca teşhis edilebilmektedir. En önemli avantajı tarihi binaların var olan eksikliklerini ve yapısal çatlakları tespit edebilmesidir. Bu özelliği ile bu ölçüm yöntemi özellikle deprem bölgesindeki tarihi yapıların durumu hakkında bilgi verebilir. Ayrıca mikrodalga ölçüm yönteminin yaygınlaştırılması Türkiye'nin sismik olarak hareketli bölgelerinde bulunan tarihi binaların sürekliliğini sağlamak için değerlendirilebilir. Tarihi binalar, yer çökmesi, bitkisel aşınma, nem koşulları nedeniyle iklimsel deformasyonlar ve insan yapımı yıkımların yanı sıra yüzyıllar boyunca sismik hareketler, seller, fırtınalar gibi doğal afetler yaşarlar. Bu etkiler malzeme üzerinde deformasyona ve bozulmaya ne<sup>1</sup>den olur ve malzeme içinde boşluklar ve çatlaklar oluşturur. Bu gizli sorunlar ampirik yöntemlerle teşhis edilemeyebilir ve daha büyük yapısal sorunlara yol açabilir. Çeşitli yapısal analiz yazılımları yapının olası sorunlu alanlarını tespit etse de, gerçek bina üzerinde yerinde inceleme yapılmadan yapının gerçek durumunu değerlendirmek ve belirlemek mümkün değildir. Tarihi dokunun kaybolması ve çökmesi riski nedeniyle özellikle malzemenin altında yatan kusurları ve arızaları anlarken, testler sırasında binaya zarar vermemek de aynı derecede önemlidir. Araştırma yapılırken en önemli nokta test edilen parçaları tahrip etmemektir. Aksi takdirde tarihi binanın özgün dokusu geri dönüşü olmayan bir şekilde tahrip edilebilir. Tahribatsız muayene, diğer alanlarda üretilen teknolojik

---

\* (Dr.); TÜBİTAK Uzay Teknolojileri Araştırma Enstitüsü, Mikrodalga ve Anten Sistemleri Grubu Ankara, Türkiye. E-mail: volkanakan@hotmail.com

ilerlemenin bina bilimine uyarlanmasıyla geliştirilmiştir. Ayrıca, tarihi binalardaki yapısal sorunların teşhisi için teknolojinin kullanılması, ekip kavramının mimarlık, elektrik mühendisliği, inşaat mühendisliği vb. gibi çeşitli disiplinlerin potansiyel katkılarını bir araya getirme de gerektirir. Bu nedenle, bu çalışmada, bu disiplinlerden bakış açısı, yıkıcı test yöntemlerinden bahsedilmiş ve bunlardan biri olan mikrodalga ölçüm tekniği temel olarak ele alınmıştır.

## II. Tarihi Binalar İçin Tahribatsız Test Yöntemleri

Tarihi yığma binalar, mevcut veya gelecekteki kullanımdan bağımsız olarak, zamanlarının teknolojisini, kültürünü ve sosyal durumunu temsil eden yapısal istikrar göstermelidir. Tarihi, kültürel ve mimari değerlerine ek olarak, bu eserler, dini binalar gibi halka açık olanları insan hayatı için de önemlidir. Yaşam riski, yapının mevcut durumuna bağlı olarak ortaya çıkabilir ve yapılan bir sınıflandırma, söz konusu bina ile ilgili güvenlik değerlendirmesinin ele alınmasını kolaylaştırabilir. İnsan hayatı riski açısından, binanın kullanımına bağlı olarak aşağıdaki kategorilere girebilirler (Macchi, 1992): (i) yalıtılmış ve ulaşılamaz binalar, (ii) kentsel alana ait binalar, (iii) halka açık binalar ve (iv) büyük insan topluluklarına (katedraller, tiyatrolar, vb.) açık binalar (Binda ve Saisi, 2001).

Geleneksel araştırma yöntemleri tarihi binalarda çeşitli boyutlarda hasara neden olabilir ve tarihi eserlerin özgünlüğünün ve mimari tarzın bütünlüğünün kaybolmasına neden olabilir. Bu nedenle, tahribatsız yöntemler mimari bakış açısı için kritik öneme sahiptir. Ayrıca, genellikle geleneksel yöntemlere göre daha uygun maliyetlidir.

Yapı bilimi alanında, son yıllarda tahribatsız muayene olarak çeşitli teknikler uygulanmıştır. Tahribatsız testlerin çoğu, inşaat malzemeleri ve duvar elemanları, ahşap, çelik, beton ve diğer homojen veya homojen olmayan malzemeler gibi elemanlara uygulama için geliştirilmiştir. Koruma çalışmalarında kullanılan tahribatsız tekniklerin listesi aşağıdaki gibidir:

- Radyografi
- Ultrason
- Kızıl Ötesi Termografi
- Mikro Delme
- Darbe Radarı
- Endoskopi

- Elektromanyetik Metal Tespiti
- Sıvı Penetrant Testi
- Serbest Elektromanyetik Radyasyon

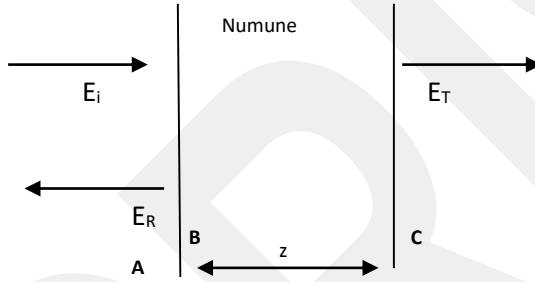
Tüm bu yöntemler, araştırmacılar ve mühendisler tarafından malzeme bilimi, mekanik, inşaat, elektrik, elektronik vb. alanlardaki araştırmaların ve disiplinlerarası bir çalışmanın sonucu ortaya konmuşlardır. Bu teknikler koruma alanında çalışan profesyonellere pratik araçlar sunar. Görünmez sorunları ve bazen ciddi yapısal riskleri tanımlamaya ve teşhis etmeye yardımcı olurlar. Ayrıca, sorunların ve başarısızlıkların kaydedilmesi, profesyonellerin yapılardaki temel hasarların davranışlarını kaydetmelerine ve anlamalarına yardımcı olmaktadır.

### **III. Mikrodalga Teknoloji ve Tarihi Binalardaki Problemlerin Tespit ve Teşhisi**

Bugüne kadar, yapı malzemelerinin, bileşenlerin ve sistemlerin fiziksel ve yapısal özelliklerini tahribat yaratmadan değerlendirmek için çeşitli teknikler geliştirilmiştir. Bunlar öyle önemli yöntemlerdir ki, araştırma, sorun giderme ve ürün değerlendirmesinde zaman ve para tasarrufu sağlamaktadırlar. Bina bilimi bakış açısından en çok tercih edilen teknikler GPR (Yere Nüfuz Eden Radar) veya darbe (impulse) radarı (Maser, 2009; Maierhofer, Wöstmann, ve Hennen, 2003), ultrason (Valluzzi, Porto, Modena, 2003), dielektrik mikrodalga rezonatör tekniği (Rath, vd., 2006), mikrodalga-faz interferometrisi (Kharkovsky, vd., 2002), kızılötesi termografi'dir. (Maser, 2009). Özellikle karmaşık iç yapıyı ortaya çıkarmak ve korumanın asıl önemli olduğu tarihi yapıların bozulma durumunu araştırmak için bu teknikler kullanılabilir. Böylece yapının müdahale gerektiren kısımları doğru bir şekilde belirlenebilir. Ayrıca, yapı malzemelerinin özelliklerini belirlemek için başka bir uygulama alanı daha vardır. Örneğin çimento bazlı numunenin mikrodalga yansıma ve iletim özelliklerini incelemek için ucuz bir sistem ve basit bir kompleks dielektrik sabit hesaplama yöntemi önerilmiştir (Kharkovsky, vd., 2002). Çimento esaslı malzemelerin  $w / c$  oranı ile mikrodalga sinyalinin gönderilen ve alınan mikrodalga sinyalinin yansıma katsayısı arasında bir korelasyon olduğu bilinmektedir (Kharkovsky, vd., 2002; Bois, vd., 1999; Benally, ve Zoughi, 2000). (Maierhofer ve Wöstmann, 1998; Binda ve Saisi, 2009; Da Porto, vd., 2009) 'de, radar tekniklerinin tarihi yapılara ve malzemelere uygulanması özellikle açıklanmıştır. Bunlar nem içeriği ve dağılım tayini, yığma binaların iç yapısı ve gömülü yapıların bulunması, farklı frekanslarda tuz dağılımıdır.

#### IV. Binaların Tahribatsız Muayenesi için Temel Mikrodalga Teorisi

Şekil 1'de numuneden geçen elektromanyetik dalga gösterilmektedir (Kharkovsky, vd., 2002). Elektromanyetik dalganın bir kısmı A katmanından yansır ve dalganın geri kalanı numunenin içinde hareket eder. Elektromanyetik dalga katman B'ye ulaştığında, bir kısmı yansır ve geri kalanı hareket etmeye devam eder. Yansıyan dalga tekrar katman-C'ye ulaştığında, bir kısmı yansır ve geri kalanı havada ilerler. Bu mekanizma devam eder ve bu çoklu yansımalar olarak bilinir. Burada yansıma ve iletim formüllerini basitleştirmek için bir varsayım yapılabilir.



Şekil 1. Numune boyunca normal doğrultusunda gelen elektromanyetik dalga (Bois, vd., 1999).

Varsayım, numunenin içindeki dalganın zayıflamasının, çok sayıda yansımanın ihmal edilebileceği kadar büyük olmasıdır. Bu nedenle yansıma katsayısı  $\Gamma$  ve iletim katsayısı  $T$  aşağıda verilmiştir (Kharkovsky, vd., 2002).

$$\Gamma = \frac{1 - \sqrt{\epsilon_r}}{1 + \sqrt{\epsilon_r}} \quad (1)$$

$$T = (1 - \Gamma^2) e^{-j\Theta} \quad (2)$$

ve

$$\Theta = k_o \sqrt{\epsilon_r} z, \quad k_o = \frac{2\pi}{\lambda_o} \quad (3)$$

Burada  $\epsilon_r$  ve  $\lambda_o$  sırasıyla bağıl dielektrik geçirgenlik ve dalgaboyunu ifade etmektedir. Yansıma ve iletim katsayıları karmaşık geçirgenliğin

işlevleridir. Bu katsayılar bulunduğu, numunenin geçirgenliği (1), (2) ve (3) kullanılarak elde edilebilir.

$\varepsilon_r$ ,  $\varepsilon_r/2 = a + jb$  şeklinde yazılırsa Eşitlik (1) ve (2)

$$\Gamma = \frac{\sqrt{(1-a)^2 + b^2}}{\sqrt{(1+a)^2 + b^2}} \quad (4)$$

$$T = \frac{4(a - jb)e^{-j\theta}}{(1+a - jb)^2} \quad (5)$$

olarak ifade edilebilir. Ayrıca yansıma ve geçirgenlik katsayılarının genlikleri

$$|\Gamma| = \frac{\sqrt{(1-a)^2 + b^2}}{\sqrt{(1+a)^2 + b^2}} \quad (6)$$

$$|T| = \frac{4\sqrt{a^2 + b^2}e^{-k_0 db}}{(1+a)^2 + b^2} \quad (7)$$

şeklinde yazılır.

Eşitlik (6) ve (7) kullanılarak tekrar düzenlenirse b terimi  $\Gamma$ , T and a ile ilişkilendirilebilir. Daha sonra (Kharkovsky, vd., 2002) de verilen ilişki elde edilir.

$$\sqrt{2a(1-|\Gamma|^4) - (1-|\Gamma|^2)^2} \cdot \exp\left\{-k_0 d \sqrt{\frac{2a(1+|\Gamma|^2)}{(1-|\Gamma|^2)} - (1+a^2)}\right\} - |\Gamma|a = 0 \quad (8)$$

Eşitlik (8) herhangi bir kök bulma metodu ile çözülebilir. Sonrasında dielektrik geçirgenlik reel ve sanal kısımların eklenmesi ile aşağıdaki gibi bulunabilir

$$\varepsilon_r' = a^2 - b^2, \quad \varepsilon_r'' = 2ab \quad (9)$$

Bununla beraber zaman domeninde yansıma reflektometrisi yöntemi kullanılabilir. Ancak bu yöntemde ortamın kompleks dielektrik değerini hesaplamak için bütün eşitlikler zaman domeninde elde edilmelidir. Daha sonra kompleks dielektrik geçirgenlik değeri ilerleyen ve yansıyan dalganın pozisyon bilgisi cinsinden yazılabilir. Bu nedenle

$$\varepsilon_r' = \left( \frac{c_0 \Delta t}{\Delta z} + 1 \right)^2 - \left( \frac{c_0 \ln \alpha}{w \Delta z} \right)^2 \quad (10)$$

$$\varepsilon_r'' = -2 \left( \frac{c_0 \Delta t}{\Delta z} + 1 \right) \left( \frac{c_0 \ln \alpha}{w \Delta z} \right) \quad (11)$$

Şeklinde eşitlikler (Cerny, 2009)'deki gibi ifade edilir. Burada  $c_0$  vakumdaki ışık hızını,  $\alpha$  numune ortamının kayıp sabitini,  $\Delta z$  numune kalınlığını ve  $\Delta t$ 'de dalganın numune ortamında ilerleme süresini göstermektedir. Frekans veya zaman domeninde nem, tuzluluk vb. oranları ölçmek için kalibrasyon eğrilerine ihtiyaç vardır. Ortamın dielektrik karakteristiği hesaplandıktan sonra nem, tuzluluk vb. değerleri kalibrasyon verileriyle karşılaştırılıp hesaplanır. Ayrıca yansıyan dalganın geçirdiği zaman bilgisinden bina yapısının içindeki çatlak, bozulma, kullanılan metal lokasyonu gibi bilgileri elde etmek mümkündür.

### Sonuç

Tahribatsız testlerin çoğu dolaylı ölçümler içerdiğinden (servis verilebilirliği doğrudan etkileyen malzeme özellikleri dışındaki özelliklerin), bu tür ilgili özellikler bulunmalı ve değerlendirilmelidir. Bu tür bilgiler elde edildiğinde ve inşaat mühendisliği ve ahşap üretim ve kullanma endüstrileri, gerekli araştırma ve geliştirmeyi desteklemeye hazırlandığında, bu uygulama alanlarındaki tahribatsız muayene tekniklerinin hızla geliştirilebilmesi muhtemeldir. Gelişmeler bu yapısal malzemelerin daha etkin ve ekonomik kullanımına izin verip, malzeme mukavemeti ve kalite güvencesinin olmamasına bağlı olarak mevcut aşırı güvenlik faktörlerini azaltarak, tahribatsız muayenenin gerçek faydalarına ulaşılabilir.

Bu çalışmada mikrodalga teknolojisinin temel olarak bina biliminde tahribatsız testlerde nasıl kullanılabileceği ve bu amaçla yöntemin basit teorisi verilmeye çalışılmıştır. İlk olarak, iletilen ve yansıtılan dalga özellikleri kullanılarak karmaşık geçirgenlik bulgusu verilmiştir. Daha sonra aynı amaç için zaman alanı yaklaşımı gösterilmiştir. Ortamın karmaşık geçirgenliğinin belirlenmesinden sonra nem içeriği, tuzluluk ve benzeri için kestirimin yapılabileceği açıktır. Ayrıca çatlak, boşluk ve iç yapı bilgilerinin mikrodalga zaman domeninde reflektometri tekniği ile elde edilebileceği vurgulanmıştır. Bu çalışmanın ana amacı da tarihi binalardaki problemlerin yapılara zarar vermeden tespit ve teşhisinin disiplinler arası çalışmalar ile çözülebileceğinin gösterilmesidir.

### Kaynakça

- Macchi, G., (1992), "Monitoring and diagnosis of monumental structures", *COMETT course: Monitoraggio e Indagini Non Distruttive di Strutture Monumentali*, Pavia.
- Binda, L., Saisi, A., (2001), "Non destructive testing applied to historic buildings: The case of some Sicilian Churches", *Historical Constructions*, P.B. Lourenço, P. Roca (Eds.), Guimarães.
- Maser, K.R., (2009), "Integration of Ground penetrating Radar and Infrared Thermography for Bridge Deck Condition Evaluation", NDTCE'09, *Non-Destructive Testing in Civil Engineering*, Nantes, France.
- Maierhofer, C., Wöstmann, J., and Hennen, C., (2003), "Non-destructive investigation of complex historic masonry structures with impulse radar", *Non-Destructive Testing in Civil Engineering*.
- Valluzzi, M., Porto, F. D., Modena, C., (2003), "Structural Investigations and Strengthening of the Civic Tower in Vicenza", *Proceeding of 10th International Conference Structural Faults + Repair*, London UK.
- Rath, E., Dang, Klein, C. N., Krause, H., Durmat, F., (2006), "Dielectric Microwave Resonator for Non-destructive Evaluation of Moisture and Salinity", *9th European Conference on NDT*, Berlin.
- Zak, O., Vrba, J., and Pourova, M., (2007), "Microwave Phase Interferometry for Non-destructive Testing in Industry", *PIERS Proceedings*, Prague.
- Kharkovsky, S. N., Akay, M.F., Hasar, U. C., Atis, C. D., (2002), "Measurement and Monitoring of Microwave Reflection and Transmission Properties of Cement-Based Specimens", *IEEE Trans. Instrumentation and Measurement*, Vol.51, No.6, pp. 1210-1217, Dec. 2002.
- Bois, K. J., Benally, A.D., Nowak, P.S. and Zoughi, R., (1999), "Cure-state Monitoring and w/c Ratio Determination of Fresh Portland Cement-Based Materials using Near Field Microwave Techniques", *IEEE Trans. Instrumentation and Measurement*, Vol.47, pp. 628-637, 1999.
- Benally, K. J. A.D., and Zoughi, R., (2000), "Microwave Near-Field Reflection Property analysis of Concrete for Material Content Determination", *IEEE Trans. Instrumentation and Measurement*, Vol.49, pp. 49-55.
- Maierhofer, C. and Wöstmann, J., (1998), "Investigation of dielectric properties of brick materials as a function of moisture and salt content using a microwave impulse technique at very high frequencies", *NDT & EInternational*, Vol.31, No.4, pp.259-263.

- Binda, L. and Saisi, A., (2009), "Application of NDTs to the diagnosis of Historic Structures", NDTCE'09, *Non-Destructive Testing in Civil Engineering*, Nantes, France, June 30th – July 3rd.
- Da Porto, D. F., Mosele, F., Munda, S., Zanzi, L., (2009), "Calibration and on-site application of radar and sonic methods for quality control of reinforced masonry", *Non-Destructive Testing in Civil Engineering*, Nantes, France, June 30th – July 3rd.
- Cerny, R., (2009) "Time-domain reflectometry method and its application for Measuring moisture content in porous materials: A review", *Measurement*, Vol.42, pp. 329-336.

## BÖLÜM IV

# TEKTONİK HAREKETLERİN JEODEZİK YÖNTEMLERLE İZLENMESİ

*Fuat Başçiftçi\**

## 1. Giriş

Teknolojik gelişmenin ve bilimsel çalışmaların günümüzde gelmiş olduğu nokta sayesinde birçok doğa olayının tabiatı tanımlanabilmekte ve bu doğa olaylarından bazılarının geçmişteki ve gelecekteki davranışları modellenenmektedir. Tüm bilimsel gelişmelere rağmen ne yazık ki bazen doğa olaylarının can ve mal kaybına neden olması önlenememektedir. Büyük can ve mal kaybına neden olan doğa olaylarının başında da depremler gelmektedir (Yavaşoğlu, 2003).

Bilim insanları ilk yüzyıllardan bu yana depremlerin nedenlerini merak etmiş ve araştırmışlardır. 18. yy' da, ilk olarak İsviçreli matematikçi Leonhard Euler, kutup civarlarındaki hareketlenmeyi tarif eden küresel geometri teoremini kullanarak, litosferin hareketini açıklamıştır (Erdoğan 2006). Litosfer, bir bütün halinde olmayıp, birbirlerine göre sürekli hareket halinde olan levhalardan oluşmaktadır. Manto katmanında ısınan malzemenin yükselmesi ve soğuyarak tekrar sıcak malzemeye katılmasının neden olduğu hareketler sırasında levhalar birbirinden uzaklaşır, birbirlerine çarpar veya birbirlerine göre yanıl harekette bulunurlar. Depremlerin nedeni de tüm bu hareketlilik ve levha sınırlarında oluşmaları tesadüf değildir (Yavaşoğlu, 2009).

Litosferik levhaların ve karşılıklı fay bloklarının birbirlerine göre hareketlerinin belirlenmesi ise birçok disiplinin günümüzde ilgilendiği bir konudur. Jeoloji, jeofizik, jeodezi, uzaktan algılama gibi birçok bilim dalı kendi yöntemleri ile levhaların hareketlerini ve dolayısı ile depremlerin yer ve zamanını, büyüklüğünü ve vereceği hasarı belirlemek amacı ile çalışmaktadır (Yavaşoğlu, 2009). Levha ve fay hareketleri yerkabuğunda deformasyonlara neden olmaktadır. Bu deformasyonlar sonucunda levhaların ve fayların iki tarafındaki noktalar birbirine göre hareket etmekte, hatta bu hareketin miktarı yıllık 100 mm' ye kadar çıkabilmektedir (Herring, 1999). Yeryuvarının herhangi bir bölgesinde sürekli deformasyonların oluşması ise ya litosferik levhaların ya da

---

\* (Dr. Öğr. Üyesi): Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü, Harita ve Kadastro Programı, Karaman-TÜRKİYE, e-mail: fuatbasçiftci@kmu.edu.tr

fayların hareketlerine bağılı olarak gerçekleşir. Jeodezik ve jeofizik ölçümler sonucu depremlerin önceden tahmin edilebilmeleri bu alandaki tüm bilimsel çalışmaların genel hedefini oluşturmaktadır (Erdoğan 2006).

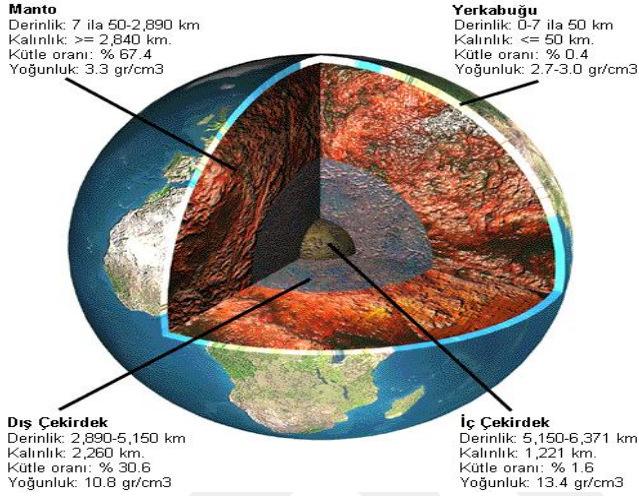
20. yüzyılın son çeyreğinde uzay jeodezisinin de gelişmesi ile jeodezi bilimi de levha hareketlerinin belirlenmesinde önemli roller üstlenmiştir (Yavaşoğlu, 2009). Gelişen uzay teknolojileri Jeodezi’ de VLBI (Very Long Base Interferometry- Uzun Bazlı İnterferometri), SLR (Satellite Laser Ranging- Yapay uydularla lazer ölçmeleri), GNSS (Global Navigation Satellite System) gibi tekniklerle kullanılmaya başlamıştır. VLBI ve SLR yaklaşık olarak aynı mantık çerçevesinde çalışmakta olup ölçmelerde milimetre mertebesinde doğruluk elde edilmektedir (Altın, 2006). Fakat VLBI ve SLR tekniklerinin yüksek maliyeti, taşıma kolaylığının olmaması, istenen her yerde ölçüm yapma imkânının olmaması nedeni ile günümüzde tektonik hareketler GNSS teknolojisi ile belirlenmektedir. Uzay tabanlı bir diğer teknik olan InSAR (Yapay Açıklıklı Radar İnterferometri) da deformasyonların belirlenmesi için kullanılmaktadır. InSAR tekniği özellikle ERS uydularında tandem modunun yer alması sebebiyle yaygınlaşmıştır. Deprem, volkanizma, buzul erimesi vb. yer bilimleri çalışmalarında sıklıkla kullanılan bir tekniktir (Yavaşoğlu, 2009).

## **2. Dünyamızın İıyapısı ve Levha Tektoniği**

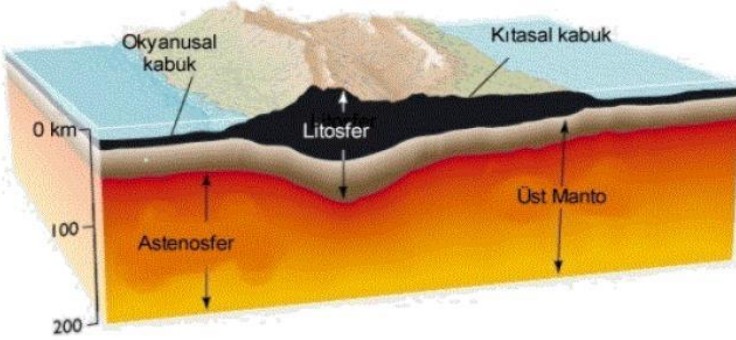
Dağların oluşumu, depremler ve yanardağ etkinlikleri gibi jeolojik olayları inceleyen yerbilimciler, bu olayların nedenleri ve oluşum mekanizmaları ile ilgili çok çeşitli varsayımlar ve kuramlar ortaya çıkmıştır. Bu kuramlar; Kontraksiyon Kuramı, Ekspansiyon veya Genişleme Büyüme Kuramı, Konveksiyon Akıntıları Kuramı, Kıtaların Kayması ve bunu izleyen Levha Tektoniği Kuramı şeklinde sıralanabilirler. Ancak bu teorilerin en önemlisi Kıtaların kayma teorisi, Alman Jeofizikçi Alfred Wegener tarafından 1912’de ortaya konmuş olan Levha Tektoniği kuramıdır (Tiryakioğlu, 2012).

Levha tektoniğinin daha iyi anlaşılabilmesi için Dünya’ nın içyapısının bilinmesi önemlidir. Yerküremiz, dıştan içe doğru kabuk, manto ve çekirdek olarak adlandırılan katmanlardan oluşmuştur. Manto, üst ve alt Manto olmak üzere 2 kısma ayrılırken çekirdek dış ve iç çekirdek olarak alt katmanlara ayrılmaktadır (Şekil 1). Yerin en dıştaki katmanı olan yerkabuğu, karalarda ortalama 25–80 km, okyanusların altında ise 5-8 km’ lik bir kalınlığa sahiptir (Şekil 2). Yerkabuğu kendisi gibi katı olan ve litosfer adı verilen ve yaklaşık olarak 70-120 km kalın bir katmanın en üst kısmını oluşturur. Litosferin altında ise üst mantonun daha yumuşak (akıcı)

bölgesi olan ve astenosfer olarak adlandırılan bölüm yer alır (Tüysüz, 1999).



**Şekil 1.** Yerkürenin Katmanlı İç Yapısı (Tiryakioğlu, 2012; Erdoğan, 2006).

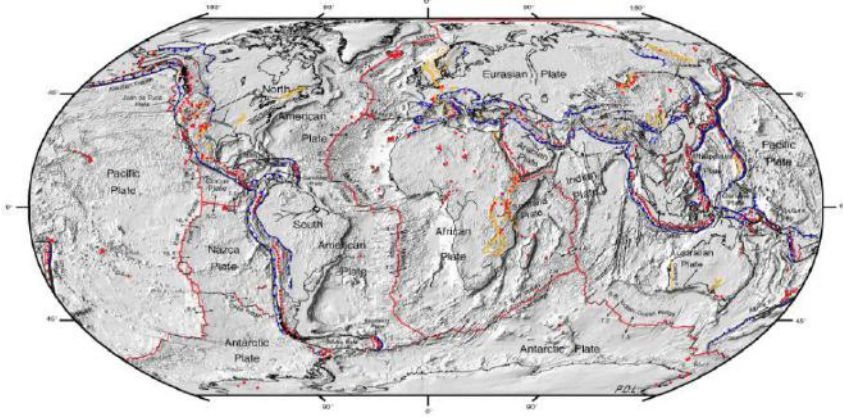


**Şekil 2.** Dünyamızın dış kısmındaki katmanlar (Press & Siever 1999)

Manto, Litosfer ile çekirdek arasındaki katmandır ve yer hacminin en büyük bölümünü oluşturur. Manto' nun üst kesimi yüksek sıcaklık ve basınçtan dolayı plastiki özellik gösterir. Alt kesimleri ise sıvı halde bulunur. Litosfer; mantonun üstünde yer alan ve yeryüzüne kadar uzanan katmandır (Tiryakioğlu, 2012). Litosfer birbirine göre hareket eden çeşitli boyutlardaki parçalara ayrılmıştır. Bu litosfer parçalarına Levha, bunların hareketini açıklayan teoriye Levha Tektoniği adı verilir (Tüysüz, 1999).

Dünyada 7 tane büyük, çok sayıda küçük levha bulunmaktadır. Şekil 3' de gösterilen levhalardan büyük olanları; Avustralya, Pasifik, Kuzey Amerika, güney Amerika, Afrika ve Antartika levhalarıdır. Küçük

levhalardan başlıcaları da Antiler, Filipinler, Kokos ve Nazka levhacıklarıdır.



Şekil 3. Dünyamızın Tektonik Levha Yapısı (URL 1)

### 3. Depremlerin Oluşumu ve Faylar

Deprem, insanın hareketsiz kabul ettiği ve güvenle ayağını bastığı toprağın da oynayacağını ve üzerinde bulunan tüm yapılarında hasar görüp, can kaybına uğrayacak şekilde yıkılabileceklerini gösteren bir doğa olayıdır. Depremlere neden olan olayların temelinde değişik jeolojik olaylar vardır. Kökenlerine göre depremler volkanik, çöküntü, tektonik deprem ve tsunami olarak 4'e ayrılır (Karaman 2006). Levha hareketleri sonucu levha sınırları yada içlerinde oluşan depremlerin tümü tektonik depremler olarak adlandırılır. Yer kabuğunun derinliklerinde magma odalarında aşırı gaz basıncı sonucu magmanın hareket etmesi sonucu oluşan depremlere de volkanik depremler denilmektedir. Çöküntü depremler ise, özellikle karstik yapıları alanlarda yeraltı mağara ve boşluklarının çökmesi sonucu oluşur. Deniz tabanındaki kırılma, deprem, volkanik patlama, deniz altı heyelanları gibi nedenlerle deniz tabanının sarsılması ile deniz yüzeyinde açığa çıkan uzun periyodlu büyük dalgalara da tsunami denilmektedir (Karaman 2006; Umutlu, 2019)

Dünya'da meydana gelen depremlerin büyük bir kısmı tektonik nedenli depremlerdir. Levha ve kıta hareketleri ve faylanmaların nedeni de tektoniktir. Buradan da anlaşıldığı gibi deprem olaylarının özünde diri fay hareketleri bulunmaktadır (Tüysüz, 1999).

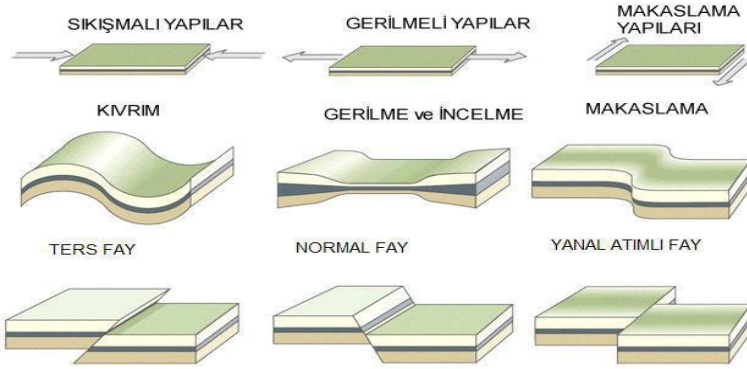
#### 3.1. Faylar

Dünyamızda oluşan yıkıcı depremlerin neredeyse tamamı faylarla ilişkilidir. Bu nedenle faylar depremlerin anlaşılması açısından en önemli unsurlardan biridir. Eğer bir kırığın iki tarafındaki kayalar birbirlerine göre gözle görülür miktarda hareket etmişlerse bu kırığa fay adı verilir. Faylar,

blokların hareket yönü ile fay düzlemi arasındaki ilişkiye göre eğim atımlı, yan atımlı (oblik) ve doğrultu atımlı faylar olarak sınıflandırılırlar. Bunlar sıkışma, gerilme ya da makaslama kuvvetlerinin etkisi ile gelişir ve kendilerini oluşturan kuvvete bağlı olarak farklı şekiller alırlar (Tüysüz,1999).

**Eğim atımlı faylar:** Bu tür faylarda hareket fay düzlemi boyunca aşağı ve yukarı doğrudur. Tavan bloğu taban bloğuna göre aşağı düşmüşse eğim atımlı normal faydan, tavan bloğu taban bloğuna göre yukarı çıkmışsa eğim atımlı ters faydan söz edilir. Normal faylar gerilmeli tektonik rejim altında gelişir ve bölgenin genişlemesine neden olurlar. Ters faylar ise sıkışmalı tektonik rejim altında gelişir ve bölgenin kısılmasına neden olurlar.

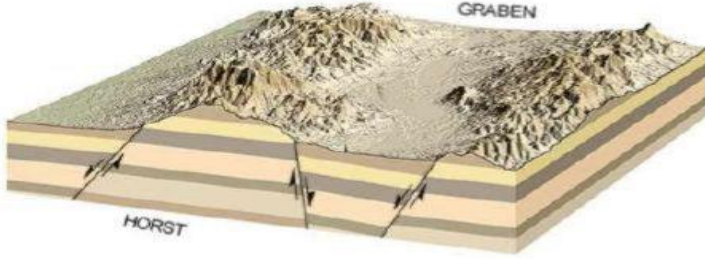
**Doğrultu (yanal) atımlı faylar:** Fay düzlemine göre düzlemin her iki tarafındaki blokları, yatay olacak şekilde birbirinden ters yönde hareket etmiş olan faylara denir. Bloklardan biri üzerinde durulup karşı bloğa bakıldığında karşı blok sağa doğru hareket etmişse sağ yanal, sola doğru hareket etmişse sol yanal atımlı faydan söz edilir (Tüysüz, 1999). Bu tür faylar makaslama kuvvetleri etkisinde gelişirler (Şekil 4).



**Şekil 4.** Fayların Gelişimi (Pres & Siever, 1999)

**Yan atımlı (verev) faylar:** Bu tür faylar hem doğrultu hem de eğim yönünde hareket eden faylardır. Bunlar eğer tavan bloğu alçalmışsa oblik normal fay, eğer tavan bloğu yükselmişse oblik ters fay olarak adlandırılır. Ters fayların eğim açısı düşükse bindirme fayı adını alırlar. Yatay ya da yataya yakın eğimdeki ters faylara ise nap adı verilir. Bunlar atımı yüzlerce kilometreyi bulan ve büyük dağ sıralarının oluşumu esnasında gelişen sıkışmalı yapılardır. Bir bölgede normal faylar ardışıklı olarak geliştikleri zaman horst-graben yapısının gelişimine yol açarlar (Şekil 5). Horstlar yükselen, grabenler ise alçalan fay bloklarına karşılık gelirler. Horstlar

dağlık ve yüksek alanları, grabenler ise alçak ve düzlük alanları oluştururlar (Tüysüz, 1999).



**Şekil 5.** Horst ve Graben Yapısı (Pres & Siever, 1999)

#### **4. Tektonik Hareketlerinin Belirlenmesinde Kullanılan Jeodezik Yöntemler**

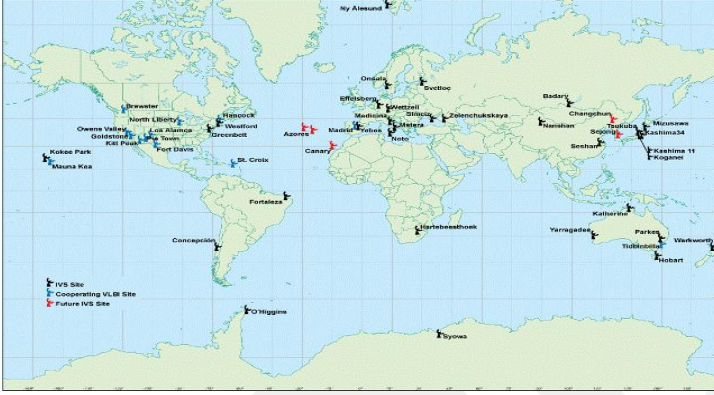
Depremi nereden yeri kabuğundaki deformasyonlardır. Bu deformasyonları belirlemenin yollarından biri de jeodezik çalışmalardır. Jeodezi, hem dünyanın genel şekli hem de yüzeyi ile ilgili ölçmeleri içine alan bir bilim dalıdır. Tektonik hareketler üzerine yapılan çalışmalar Dünya yüzeyindeki farkına varılmayan değişimlerin jeodezi ile ölçülmesine dayanır ki sonuçta bulunan anlamlı değişimler tektonik aktiviteyi işaret etmektedir. Günümüzde kullanılan bazı jeodezik ölçümlerin doğruluğu öyle üst seviyededir ki tektonik olarak aktif olan bölgelerdeki küçük deformasyonlar bile tespit edilebilmektedir. (Keller & Pinter, 1996).

Teknolojinin gelişimi ile doğru orantılı olarak düşen maliyetler ve artan ölçme doğruluğu sayesinde levha hareketlerinin belirlenmesi gibi yerbilimleri çalışmalarında uydu jeodezisinin kullanımı oldukça yaygınlaşmıştır. VLBI, SLR, InSAR ve GNSS vb. sistemlerin kullanımı yersel çalışmaların önüne geçmiştir (Yavaşoğlu, 2009). GNSS genel olarak çok sayıda ülkenin konumlandırma sisteminin tamamını tanımlamak için kullanılmaktadır. ABD'nin GPS, Rusya'nın GLONASS, Avrupa Birliği'nin GALILEO, Çin'in BEIDOU, Japonya'nın QZSS ve Hindistan'ın IRNSS sistemleri ve diğer yer bazlı sistemler ile yer bazlı bölgesel sistemler hep birlikte GNSS sistemini oluşturmaktadır. GPS' de bu sistemin alt bölümlerinden biridir (Kahveci & Yıldız, 2009; Groves, 2013).

##### **4.1. Çok Uzun Bazlı İnterferometri (VLBI)**

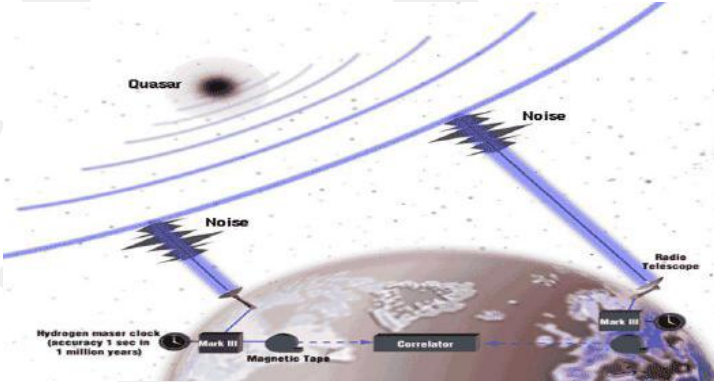
VLBI ölçmeleri 1977 yılında NASA tarafından başlatılmıştır. 1990 yılına gelindiğinde küresel bir ağ haline dönüşen VLBI, şu anda dünya üzerinde değişik ülkelere dağılmış sabit ve gezici olmak üzere birçok

istasyondan oluşmaktadır (Şekil 6). VLBI, ile uzayın dış kısımlarında bulunan astrogalakitik radyo kaynaklarının yayımladığı radyo sinyalleri toplanmakta ve bu istasyonların konumları bu radyo sinyalleri ile 1 cm'nin altında doğrulukla belirlenebilmektedir (Yeats vd., 1997).



**Şekil 6.** VLBI İstasyonları (URL 2)

Dünya üzerindeki radyo teleskoplar astrogalakitik kaynakları izlemekte ve sinyal yayımladıklarında kaydetmektedirler. İstasyon noktalarında kaydedilen sinyaller kaydedilme zamanları dışında tamamen birbirinin aynıdır. Sinyallerin bir istasyonda diğerinden daha geç algılanması sayesinde bu iki istasyon arasında uzaklık ilişkisinin kurulması mümkün olmaktadır. (Yeats vd., 1997) (Şekil 7).



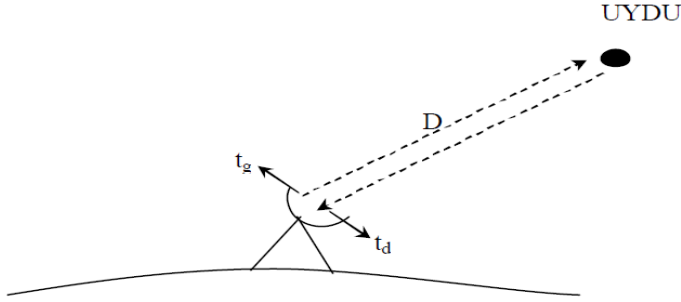
**Şekil 7.** VLBI Çalışma Prensibi (Erdoğan, 2006)

VLBI, gök merkezli Jeodezik teknikler içinde en yüksek doğruluğa sahip olan tekniktir. Ayrıca hava koşullarından etkilenmemesi nedeni ile, yer kabuğu hareketlerinin belirlenmesinde, yeryuvarının dönme hızının ve dönme ekseninin hareketlerinin belirlenmesinde, göksel koordinat sisteminin temel altlığının oluşturulmasında ve birçok tektonik hareket ve sismik deformasyonların belirlenmesinde başarı ile kullanılmaktadır

(Yeats vd., 1997). Bu avantajlarının yani sıra taşınabilir olmaması, yüksek maliyeti ve geniş hacimli bir donanıma ihtiyaç duyması ve dünya üzerinde homojen dağılımlı sürekli istasyonları bulunmaması gibi dezavantajları vardır (Yavaşoğlu, 2003).

#### 4.2. Yapay Uydularla Lazer Ölçümü (SLR)

SLR, Küresel levha hareketlerinin belirlenmesinde kullanılan bir diğer uzay jeodezisi tekniğidir. Bu teknikte istasyon noktasından uyduya yöneltilen lazer vurusunun uyduya gidiş-dönüş zamanı çok hassas biçimde ölçülmektedir. Böylelikle uydu ile istasyon arasındaki mesafe hassas bir şekilde ölçüle bilmektedir (Altın, 2006) (Şekil 8).



Şekil 8. SLR Çalışma Prensibi

Yer istasyonlarında SLR ölçmelerine ait üç çeşit veri saklanmaktadır: uydu ile yer istasyonu arasındaki mesafeler, istasyon noktasının ölçme uzayı içinde bulunan uyduların konumları ve ölçülen zamanlar. Elde edilen bu verilerden iki şekilde yararlanılmaktadır. Birinci metotta kaydedilen veriler eşzamanlı olarak aynı SLR uydusuna yöneltilen diğer istasyon noktaları ile karşılaştırılmaktadır. Bu metod ile iki istasyon noktası arasındaki mesafe büyük bir doğrulukla hesaplanabilmektedir. İkinci metotta ise; istasyon konumlarını belirlemek için yeryüzü üzerindeki tüm SLR istasyonlarının verileri kullanılarak uydu yörüngeleri periyodik olarak hesaplanmaktadır (Yavaşoğlu, 2003).

#### 4.3. Küresel Konumlama Sistemleri (GNSS-Global Navigation Satellite System)

Gelişmekte olan teknoloji ile birlikte doğa olayları daha hassas bir biçimde tespit edilebilmektedir. Depremler, deprem parametrelerinin tespiti, fay mekanizmaları, depremin yer yüzeyinde ve altında yol açtığı etkileri gibi birçok konuda araştırma yapan mühendislik dalları bu gelişmelerin başında gelmektedir (Umutlu, 2019).

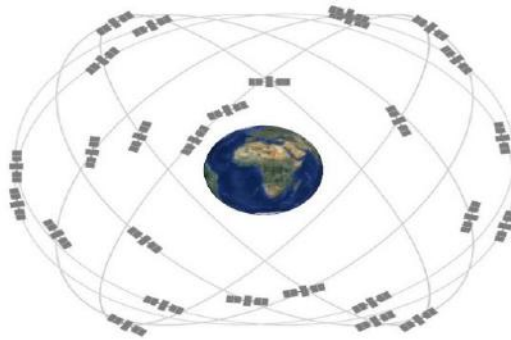
20. yüzyılın son çeyreğinden sonra ABD tarafından GPS geliştirilmiştir. GPS uzun zaman küresel konumlama sistemleri adı ile bütünlük olarak anılmıştır. Daha sonra sırasıyla Rusya Federasyonu

tarafından işletilmekte olan GLONASS ve Avrupa Birliği ülkeleri tarafından kurulmakta olan ve ilk uyduları fırlatılan GALILEO uydu konumlama sistemlerinin kurulmasıyla küresel konumlama sistemleri GNSS adını almıştır. GNSS, ABD' nin GPS, Rusya'nın GLONASS ve Avrupa'nın GALILEO ve benzer uydu sistemlerini içinde barındıran konum belirleme sisteminin genel adıdır. Ayrıca Çin Halk Cumhuriyeti BeiDoiu isimli uydu konumlama sistemi ile Japonya'da Quasi-Zenith konumlama sistemi (QZSS, Quasi-Zenith Satellites System) ile ilgili çalışmaları yürütmektedir (Kaplan & Hegarty, 2006).

#### 4.3.1. GPS (Global Positioning System)

Uzay tabanlı konumlandırma sistemi olan GPS, ABD tarafından geliştirilen bir sistemdir. Sistemin temel amacı, GPS alıcısına sahip herhangi bir sivil ya da askeri kullanıcının uydu sinyalleri vasıtasıyla hava koşullarından bağımsız olarak yeryüzünün herhangi bir açık gökyüzü gören bölgesinde yüksek doğrulukta ve ekonomik olarak koordinat verisi elde edebilmesine olanak sağlamaktır (Kahveci & Yıldız, 2009; Alkan, 2018).

Sistem üç ana bölümden oluşur: Uzay bölümü, kontrol bölümü, kullanıcı bölümü. Uzay bölümü GPS uydularından oluşmaktadır. Uydular ekvator düzlemi ile 55°' lik açı yapacak şekilde planlanan 6 yörünge düzlemi üzerinde yer almaktadır. Uyduların yerküreden yüksekliği yaklaşık olarak 20.200 km olup, her yörüngede 4 ve daha fazla uydudan oluşacak şekilde konumlandırılmışlardır (Şekil 9). Aktif olarak toplam 31 uydu bulunmaktadır. Uyduların dünya etrafındaki yörüngelerini tamamlama zamanı 11 saat 58 dakikadadır (Daniels & Huxford 2000, URL3).



Şekil 9. GPS uyduları dağılımı (URL 4)

Yörüngedeki GPS uyduları yeryüzüne sürekli olarak sinyaller vasıtasıyla bazı bilgiler gönderirler. Zaman bilgileri, diğer uyduların konumuna ait veriler ve yörünge parametre verileri temel olarak GPS uydularından yayınlanan L1 (1575.42 MHz) ve L2 (1227.60 MHz)

frekanslarıyla taşınırlar. Bunun yanı sıra sisteme yeni eklenen uydular L2C, L3 (1381.05 MHz) ve L5 (1176.45 MHz) frekanslarından da yayın yapmaktadır (Dixon; 1991; Hager vd., 1991; Alkan, 2018).

Kontrol bölümü dünyanın çeşitli bölgelerinde bulunan 1 ana ve 1 alternatif ana kontrol istasyonu, 11 komuta ve kontrol anteni ile 16 izleme istasyonundan oluşmaktadır. İzleme istasyonları uyduların izlenmesinden ve efemeris verilerinin ana merkeze iletilmesinden sorumludur. Ana istasyon ise tüm sistemi kontrol ederek her bir uydu için yörünge verilerini ve saat düzeltmelerini hesaplayarak uydulara iletir. Kullanıcı bölümü ise yeryüzündeki sivil ve askeri kullanıcıları kapsar. Konum doğruluğu değişken olmakla beraber el tipi GPS alıcıları ya da çok frekanslı hassas GPS alıcıları çeşitli amaçlara haiz şekilde koordinat verisi üretmek için kullanılmaktadır (Kahveci & Yıldız 2009, URL 3).

#### **4.3.2. GLONASS (GLObal NAVigation Satellite System)**

GLONASS sistemi; Sovyet Rusya tarafından GPS' e karşı geliştirilmiş olan konum belirleme sistemidir. Sistem 1980'li yılların başlarında tasarlanmıştır. Dönemim Sovyet Rusya' sını GLONASS sisteminin ilk uydusunu 12 Ekim 1982 yılında fırlatmıştır. Ancak Sovyet Rusya'nın dağılması ile sistemin uygulanışı 1990' lı yılların ortasına kadar askıya alınmıştır. 2003 yılında GLONASS M, 2005 yılında da GLONASS K uydularının fırlatılmasıyla günümüzde 3 yörüngede aktif 21, yedek 3 uydu ile hizmet vermektedir. 21 uydu ile Dünya'nın %97'lik bölümünde en az 4 uydudan, 24 uydu ile Dünya'nın %99'luk bölümünde en az 5 uydudan sinyal alınabilmektedir. C/A kod üzerinden 100 m, P kod üzerinden 10-20 m doğrulukla konum belirleme imkânı sunmaktadır. 0.5625 MHz aralıklarla 25 kanallı, L bant üzerinden iki sinyal taşıyıcı frekansı (1602.5625 - 1615.5 MHz ve 1240 - 1260 MHz) kullanılmaktadır. 19.100 km de dairesel ve 64.8° eğiklikli yörüngelerin her birinde 8 uydu yörüngelerini 11 saat 15 dakikada tamamlamaktadır (Tiryakioğlu, 2012).

GLONASS sisteminde iki frekans bandında yayın yapılmaktadır. Bu frekans bantları L1 (2005 yılının sonuna kadar 1602–1609.31 MHz, 2005 yılından itibaren 1598.06–1605.38 MHz) ve L2 (7/9 L1) frekanslarıdır (Tiryakioğlu, 2012). P kod L1 ve L2 frekansları, C/A kod ise sadece L1 frekansı üzerinden yayınlanmaktadır. GLONASS navigasyon mesajının yayınlanması 2.5 dakika sürmekte, efemeris ve saat bilgileri 30 saniyede bir tekrar edilmektedir. P kod ise 12 dakikada yayınlanmakta olup, efemeris ve saat bilgileri 10 saniyede bir tekrar edilmektedir (Kaplan & Hegarty, 2006; Kazantsev, 1995).

GLONASS ve GPS farklı zaman sistemleri kullanılmaktadır. GLONASS zaman sistemi UTC (SU/Soviet Union) iken GPS zaman sistemi UTC

(USNO/United State Naval Observatory) dur. UTC (SU), NETS (National Etalon Time Scale) kurumu tarafında belirlenirken UTC (USNO), U.S. Naval Observatory tarafından belirlenmektedir. İki zaman sistemi arasında birkaç yüz nanosaniye farklılık göstermektedir (Levine, 2002).

### 4.3.3. GALİLEO

Galileo Uydu Sistemi, Avrupa Birliği tarafından ABD denetimindeki GPS ile Rus GLONASS sistemine alternatif olarak tasarlanmış bir navigasyon sistemidir. Galileo Uydu Sistemi, 2000 yılında tasarlanmış olup 2002–2005 yılları arasında uydu geliştirilmesi, yer istasyonları ile altyapı tesislerinin oluşturulması ve test çalışmaları yapılmıştır. Sistemin ilk uydusu olan Giove uydusu 28 Aralık 2005 tarihinde Kazakistan uzay istasyonundan fırlatılmıştır (URL 5).

Galileo Uydu Sisteminde, her biri yaklaşık 675 kg ağırlığında ve boyutları 2.7 m x 1.2 m x 1.1 m olan 27 asıl 3 yedek olmak üzere toplam 30 adet uydudan oluşacaktır. Uyduların yörünge yüksekliği yaklaşık olarak 23616 km dir. Bir uydunun dolanım süresi 14 saat 22 dakikadır. Yörüngeler ekvatorla 56° lik açı yapacaktır (Seeber, 2003). Dünya üzerinde herhangi bir yer ve zamanda en az 6 uydunun gözlenebilmesi sağlanacaktır. Tam faaliyette iken  $\pm 1$  m hassasiyetinde konum belirleme yeteneği olacaktır. Galileo uyduları 6 navigasyon sinyali gönderecek ve bu navigasyon sinyalleri 6 frekans bandında üretilecektir. Bunlar L1F, L1P, E5a, E5b, E6C ve E6P sinyalleridir. Bu sinyallerin taşıyıcı frekansları E5 sinyali için 1164-1215 MHz, E6 sinyali için 1260-1300 MHz ve L1 sinyali için 1559-1592 Mhz olarak belirlenmiştir (Pratt & Owen, 2004).

Galileo, GPS referans koordinat sistemi WGS84' den farklı olarak GTRF (Galileo Terrestrial Reference Frame) kullanmaktadır. GTRF ile WGS84 arasında birkaç cm' lik fark olacağı düşünülmektedir. Bu farkın sadece çok hassas uygulamalar dışında önemli olmadığı düşünülmektedir. Galileo sistemi referans zamanı olarak GST (Galileo System Time) kullanmaktadır. Ancak sistemin GPS zamanından nanosaniyeler mertebesinde farklılık göstermesinden dolayı ikisi aynı kabul edilmektedir (Kaplan & Hegarty, 2006; Tiryakioğlu, 2012).

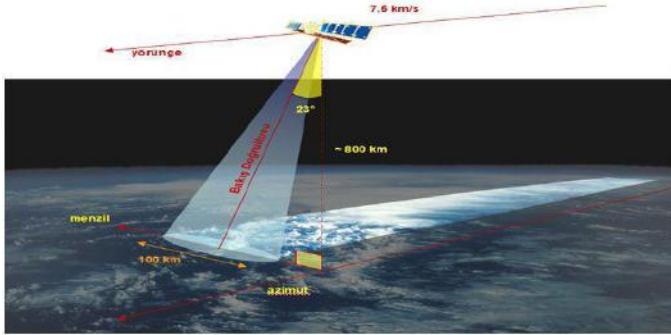
### 4.4. İnterferometrik Yapay Açıklıklı Radar Sistemi (InSAR)

InSAR tekniği, radar görüntüsü toplayan uydu veya hava araçları vasıtasıyla elde edilmiş görüntülerin Sayısal Arazi Modeli-(SAM), yer yüzeyinin değişiminin incelenmesi ve buzul veya volkanik hareketlerin gözlemlenmesi vb. için görüntülerin birleştirilmesi işlemi olarak tanımlanabilir (Hanssen, 2001; Yavaşoğlu, 2009).

InSAR, aynı bölgeye ait iki SAR görüntüsünün interferogram denilen faz girişimi görüntüsünü elde etmek üzere birleştirilmesidir (Zebker &

Goldstein, 1986). SAR görüntüleri faz ve genlik değerlerinden oluşur. Genlik bilgisi yansıma özelliklerini içerir, faz değeri ise radar anteni ile hedef arasındaki uzaklık bilgisini içerir. SAR algılayıcıları gönderdiği elektromanyetik sinyalin hem geri yansıyan kısmının şiddetini, hem de sinyaldeki gecikme zamanlarını kaydeder. İnterferogramdaki faz bilgisi kullanılarak çalışılan bölgeye ait sayısal yükseklik modeli, yükseklik değişimleri ve deformasyonlar tespit edilebilmektedir (Doğru & Özener, 2011).

InSAR tekniği, her türlü hava koşulunda, geniş alanlarda (100 km), yüksek çözünürlükte (10 m) radar görüntüleri ile cm altı yüzey deformasyonlarının belirlenmesinde kullanılan bir tekniktir. InSAR Yer bilimlerinde en çok deprem öncesi ve sonrası, deprem arası kabuk deformasyonlarının, çökme ve heyelanların izlenmesinde kullanılmaktadır. InSAR tekniğinde interferogramların elde edilmesinde topografik etkiyi ortadan kaldırmak için iki radar görüntüsü ve çalışma bölgesine ait sayısal arazi modeli kullanılmaktadır (Doğru & Özener, 2011). InSAR tekniğinin temeli faz bilgisine dayanır. Radar uydu algılayıcılarının eğik görüntüleme açısı sayesinde sinyalin uydudan hedefe gidiş ve dönüş süreleri arasındaki fark bilgiyi üretir (Şekil 10).



Şekil 10. Veri elde etme geometrisi (Doğru & Özener, 2011)

#### 4.5. Tektonik Hareketlerin Belirlenmesinde GNSS' in Kullanımı

Tektonik hareketlerinin incelenmesi sayesinde bugün, büyük depremlerin birçoğunun nerelerde olacağı tahmin edilmektedir. Tektonik hareketler yüzünden litosfer parçalarında deformasyon meydana gelmektedir. Bu deformasyon sonucunda levha ve fayların iki taraflarındaki noktalar birbirine göre hareket etmektedir. Bu hareketin miktarı yıllık 10 cm'ye kadar çıkabilmektedir (Herring, 1999).

GNSS tektonik hareketlerin zamana bağlı hareketlerini anlama ve deprem riskini kestirme açısından oldukça önemli bir çalışmadır. GNSS ile depremlere neden olan aktif kırık sistemleri boyunca deprem öncesinde, deprem sırasında ve deprem sonrasında meydana gelen

deformasyonlar uzun gözlemler sonucu belirlenebilmektedir. GNSS' in tektonik kullanımı için, fay kırıkların ayırdığı blokların üzerinde ve bloğun tamamını temsil edecek şekilde bir ağ tasarımı yapılır. Tesis edilen bu ağ, bölgedeki kabuk kalınlığı kadar faya yakın ve uzak çevresine yeteri kadar GNSS noktası tesis edilir. Bu noktalarda belli aralıklarla kampanya tipi veya sürekli olarak gözlemler yapılır. Elde edilen ölçülerin değerlendirme aşamasında yeryüzüne yayılmış ve koordinatı çok uzun süreler boyunca ölçülen global noktalardan faydalanılır. Zamansal değişimlere göre hesaplanan yer değiştirme vektörleri ile bölgede oluşan gerilme ve sıkışma miktarları tahmin edilebilmektedir (Tiryakioğlu, 2012).

Dünya üzerinde tektonik hareketleri GNSS ile belirleyebilmek için küresel ölçekte birçok ağ kurulmuştur. 1993 yılında Japonya'da tesis edilen, 1200 istasyondan oluşan GPS Earth Observation Network (GEONET), Fransa Alplerindeki hareketleri takip etmek üzere kurulan REGAL, İtalya'daki kabuk hareketlerini takip etmek üzere kurulan GEODAF, Güney Kaliforniya GPS Ağı (SCIGN) ve kuzey Kaliforniya GPS ağı (BARD) bu anlamda tesis edilen ağlardan birkaçıdır. Bu ağlardan en büyüğü ise IGS (International GPS Services for Geodynamics) ağıdır. IGS Uluslararası Jeodezi Birliğince (IAG) 1993 yılında tesis edilmiş ve 1994 yılında aktif olarak çalışmaya başlamıştır. IGS GNSS istasyonlarından aldığı sürekli verileri değerlendirerek eş zamanlı olarak internet üzerinde yayınlanmasını sağlayan bir sisteme sahiptir. IGS dünya üzerinde 400 den fazla istasyona sahip olmasıyla global bir ağ özelliğini taşır (Poyraz, 2009) (Şekil 11).



Şekil 11. IGS İstasyonlarının Konumları (URL 6)

#### 4.6. Jeodezik Çalışmalar

1900 yıllarının basından itibaren jeodezik verilerin üretilmesi, değerlendirilmesi ve modellenmesi ile yeryüzünde oluşan deformasyonun belirlenmesi için yersel ve yersel olmayan tekniklere dayanan birçok çalışma yapılmıştır. Jeodezik yöntemler ile yapılan ve sonucunda tektonik

hareketlerle ilişki kurulan ilk çalışma 1892 yılında Sumatra' da Tapanuli, deprem bölgesinde Müller tarafından (Yeats ve dig., 1997) yapılmıştır. Bu çalışmada bölgede deprem öncesi ve sonrasında yapılan açı ölçmelerinin tutarsızlığı fark edilerek bunların depreme bağlı deformasyonu işaret ettiği belirlenmiştir.

Geniş alanda jeodezik yöntemlerle veri toplanarak yapılan ilk çalışma ise San Andreas fayı üzerinde 1851-1865, 1874-1892 yılları arasında (depremden önce) ve 1906 (depremden sonra) yıllarında yapılan ve H. F. Reid' in elastik yer değiştirme teorisine altlık oluşturan çalışmadır. Bu çalışmada 1906 San Andreas depremi öncesi yapılan iki grup ölçme ile depremden çok kısa bir süre sonra yapılan üçüncü grup ölçme sonuçları karşılaştırılmış ve San Andreas Fayı' nın batı blokunun doğu blokuna nazaran 3.2 m kuzeye doğru hareket ettiği anlaşılmıştır. Yapılan bu çalışmalar ışığında H. F. Reid, deprem olmadan önce kabuk üzerinde yıllar boyunca biriken elastik gerilimin deprem ile birlikte boşaldığını ortaya koymuş, böylece bugün de kabul edilen elastik yeniden serbestlenme (elastic rebound, Reid, 1910) kavramı ortaya çıkmıştır.

McClusky vd. (2000) ve Reilinger vd. (2006) yayınlarında doğu Akdeniz ve özellikle ülkemizi içine alan bölgede GPS verileri toplanmış ve bölgenin kinematik özelliklerini belirlemek için modellenmiştir. Hesaplanan modele göre Arap Levhası Kızıldeniz boyunca Afrika'dan ayrılmakta ve 15 mm/yıl hızla kuzeye, Afrika Levhası 5 mm/yıl hı ile kuzeybatıya hareket etmektedir. Anadolu Levhası ise bu Kuzey Anadolu Fayı boyunca 24 mm/yıl ve Doğu Anadolu Fayı boyunca 10 mm/yıl hızla batıya ilerlemektedir. Doğu Akdeniz bölgesinde Anadolu Levhası, sabit kabul edilen Avrasya Levhasına göre saat yönünün tersine Sina yarımadası kutup noktası olacak şekilde dönmektedir. Yapılan güncel jeodezik çalışmaların milyonlarca yılda oluşan jeolojik veriler ile uyduğu görülmektedir.

Mantovani vd. (2001) çalışmasında Doğu Akdeniz bölgesinde depremsellik verilerini kullanarak sonlu elemanlar yöntemi kullanarak gerilme analizleri yapmışlardır. Bu amaçla çalışma bölgesini daha önce GNSS ölçüleri yapılan çalışmalara göre 64 alt bölgeye ayırmışlardır. Sonlu Elemanlar Metodu (SEM) kullanırken sınır şartı olarak elde edilen hızların sabit kabul edildiği plakaların sınırlarını kabul etmiştir. GNSS hızları sonlu elemanların serbestlik derecesini belirleyeceği için sonlu elemanlar çözümü 2 boyutlu olarak ele alınmıştır. Bölgenin tabaka yapısı elastik olarak kabul edilmiştir.

McClusky vd. (2003) Afrika ve Arap plaka hareketlerini GPS ile inceledikleri çalışmada Ölü Deniz Fayı (ÖDF)' nın en güneyinden kuzeye doğru ÖDF ve Doğu Anadolu Fayı (DAF) kavşağı yakınlarında kayma

hızını  $5.6 \pm 1$  mm/yıl ile  $7.5 \pm 1$  mm/yıl arasında olduğunu, Zagros' un güneyinde  $23 \pm 1$  mm/yıl sıkışma ve azalan gerinim ile birlikte sağa doğru artan doğrultu atımlı  $19 \pm 1$  mm/yıl hızla kayma hareketi olduğunu belirlemişlerdir. DAF boyunca ortalama sol yönlü kayma hızını  $9 \pm 1$  mm/yıl olduğunu ve Karlıova üçlü eklemının batısındaki doğu segmentinin genişleme bölümü olduğunu belirtmişlerdir.

Kiamehr & Sjoberg (2005) çalışmasında Güney İsveç'in Skane boyunca uzanan Torngust bölgesi, fay yapısını GNSS gözlemleriyle incelemişlerdir. Bölgede kabuk hareketlerini izleyebilir GNSS ağı kurulmuştu. Sonuçlar, bölgedeki maksimum makaslama gerinimini ve açılmayı, aktif fay bölgesinde tam olarak yerini ve kesişimlerini göstermiştir. Ancak Torngust bölgesindeki son kabuk hareketlerini tamamen keşfedebilmek için jeofiziksel ve jeolojik bilgilerle birlikte ağda daha fazla gözlemlere ihtiyaç olduğunu görmüşlerdir. Bu çalışmada 1989 yılında bölge üzerine GNSS deformasyon ağı kurulduğu ve bu ağda 1989, 1990, 1992, 1996, 1998 epoklarına dayalı gözlem yapıldığı belirtilmiştir.

Vernant & Chéry (2006) çalışmasında İran ve Kuzey Umman'da Alp-Himalaya dağ bölgesindeki yer değiştirmeyi ölçmek için 27 GNSS istasyonu tesis edilmiştir. Çalışmada 1999 Eylül ve 2001 Ekim'inde yapılan iki araştırmanın sonuçları sunulmuş ve yorumlanmıştır. Umman'daki GNSS istasyonları, Arap plakasının Avrasya'ya göre kuzeye hareketinin NUVEL-1A tahminlerinden daha yavaş olduğunu göstermektedir. Bu ise  $27.9^{\circ} \pm 0.5^{\circ}N$ ,  $19.5^{\circ} \pm 1.4^{\circ}E$   $0.41^{\circ} \pm 0.1^{\circ}$  M/yıl' lık bir GNSS Arap-Avrasya vektörü tanımlamaktadır. Bu çalışma ile deformasyonun 2 mm/yıl dan küçük olduğu görülmüştür.

Erdoğan (2006)' ın çalışması Burdur Fethiye fay zonunu içermektedir. Burdur Fethiye fay zonu Türkiye'nin güney batısında güneyde Fethiye'den, kuzeyde Çay-Şarkıkaraağaç' a kadar olan bölgede yaklaşık 300 km' lik bir hat boyunca uzanım gösteren sol oblik atımlı normal bir faydır. Bu fay tek yapısal bir çizgi halinde olmayıp birbirine paralel gelişmiş kesikli segmentlerden oluşmaktadır. 2003 yılı Ağustos, 2004 yılı Mart ve Eylül, 2005 yılı Ağustos ayında GPS kampanyaları gerçekleştirilmiştir. Anadolu levhasının yıllık 25–35 mm' lik hızla güney batı yönünde bir hareket sergilediği sonucuna varmıştır.

Yavaşoğlu (2009) çalışmasında Kuzey Anadolu Fayı' nın (KAF) Lâdik ile Ilgaz arasında kalan orta kesimini içermektedir. Burada KAF, güneye doğru uzanan içbükey kollar içerir. Bu kollar genel olarak sağ yanal atımlıdır. Sungurlu Fay' ı olarak bilinen kol bunların en büyüklerinden biridir. Bu fay Niksar'dan baslar ve güneybatıda Çankırı Havzası'na kadar uzanır. Diğer önemli kollar Merzifon ve Lâcin faylarıdır. 2001, 2002, 2003 ve 2004 yılları Temmuz-Ağustos ayları içerisinde GPS kampanyaları

gerçekleştirilmiştir. Anadolu Levhasının 20.5 mm/yıl batıya ilerlediği sonucuna varmıştır.

Poyraz (2009) çalışmasında çalışma sahası batıda Tokat (Erbaa), doğuda Erzincan (Çayırlı), Kuzeyde Gümüşhane (Kelkit) ve Ordu (Gürgentepe), Güneyde ise Tokat (Çördük) ve Sivas yerleşkeleri arasında kalmaktadır. 2006 yılı Temmuz ayı, 2007 yılı Temmuz ayı, 2008 yılı Temmuz ayı içerisinde GPS kampanyaları gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışmada genel olarak hız vektörleri Anadolu Levhası üzerinde doğru 15-22 mm' lik hızla doğudan batıya doğru bir hareket sergilediği sonucuna varmıştır.

Tiryakioğlu (2012) çalışmasında Güneybatı Anadolu Bölgesi'ndeki blok hareketleri ve gerilim alanlarını belirlemeye yönelik GNSS ölçümleri yapılmıştır. Bölgeye kurulan 57 noktalı Güneybatı Anadolu Tektonik GNSS Ağı (GATGA) ölçümleri GAMIT/GLOBK yazılım takımıyla değerlendirilerek bölgenin hız alanı elde edilmiştir. Ayrıca GRID\_STRAIN ve ANSYS yazılımları kullanılarak Güneybatı Anadolu'nun yamulma (strain) ve gerilme (stres) alanları elde edilmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda Anadolu bloğu üzerinde bulunan noktaların Avrasya bloğuna göre 10-15 mm/yıl ( $\pm 0.5$  mm/yıl) hız ile hareket ettiği görülürken, bu hız değeri Ege açılma bloğunda 26-29 mm/yıl ( $\pm 0.5$  mm/yıl), Marmaris bloğu üzerinde ise 31-34 mm/yıl ( $\pm 0.5$  mm/yıl) kadar ulaştığı görülmektedir. Yine Güneybatı Anadolu'nun gerilme analizi sonunda Fethiye-Burdur Fay Zonu çevresinde anlamlı yamulma ve gerilmeler tespit edilmiştir.

Umutlu (2019) Jeodezik Verilerden Alaşehir (Manisa) Bölgesindeki Gerilim Alanlarını incelediği çalışmasında Çalışma bölgesinde tektonik hareketler sonucu deformasyon etkisinde kalan bölge, GNSS yöntemi ile geçmiş yılların verileri kullanılarak ve iki yıl (2017 ve 2018 yıllarında) takip edilmiştir. GNSS ölçülerinin değerlendirilmesi aşamasında GAMIT/GLOBK yazılımı kullanılmıştır. GNSS sonuçlarından elde edilen yatay hız bileşenleri 18 mm/yıl ile 29 mm/yıl arasında, düşey hızlar ise -15 mm/yıl ile -108 mm/yıl arasında hesaplanmıştır. GNSS verilerinin değerlendirilmesi sonucu bölge tektoniğine uygun sonuçlar elde edilmiştir.

## **5. Sonuç**

Yer kabuğu, hemen altında yer alan manto tabakasındaki konveksiyon akımları nedeniyle sürekli hareket halindedir ve bundan dolayı zaman içerisinde çok sayıda irili ufaklı parçaya bölünmüştür. Tektonik levha adı verilen bu yapıların hareketleri kıtaların bugünkü şeklini almasında en önemli rolü oynamıştır. Gözle görülemeyen, ancak günümüz modern ölçüm yöntemleri ile anlaşılabilen bu hareketler milyonlarca yıldır çok

yavaş bir şekilde devam etmektedir. Bunun sonucu olarak da blok sınırlarında fay zonları oluşmaktadır. Fay zonları, blokların birbirlerine göre yaptığı rölatif hareketlerin sönümlendiği bölgeler olarak tanımlanmaktadır. Bu bölgelerde bloklar, kayaçlardaki sürtünme kuvveti nedeniyle serbest hareket edemezler; yani kısmen ya da tamamen kilitli durumdadırlar. Bloklar sürekli hareketlerine devam ederken, kayaçlar fay boyunca bu harekete belirli bir eşiğe kadar mukavemet göstermekte ve bu da gerinim birikimine neden olmaktadır.

Blok hareketlerinin belirlenebilmesi için sismik ve jeolojik yöntemlerin yanı sıra, saha ölçümlerinde kullanılan bazı teknikler de mevcuttur. Önceleri klasik yersel ölçme teknikleri kullanılarak yürütülen çalışmalar teknolojinin gelişmesiyle beraber VLBI, SLR, GNSS ve InSAR gibi teknikler ile gelişme ve genişleme imkânı bulmuştur. Özellikle uydu bazlı jeodezik ölçme tekniklerinin gelişmesi yer bilimleri için önemli bir kazanç olmuştur.

GNSS tekniği, büyük ölçeklerde oluşturulan ve büyük bazlara sahip gözlem ağlarında alıcıların portatif bir şekilde kullanılabilmesi, her türlü hava koşullarında ve gece-gündüz kullanım olanağı sağlaması, yüksek doğruluğu ve düşük maliyeti nedeniyle günümüzde en fazla tercih edilen tekniklerden biridir. SLR ve VLBI teknikleri de tektonik hareketlerin analizi için kullanılsa da, GNSS, bu özelliklerinden dolayı yer kabuğu hareketlerinin incelenmesinde en fazla kullanılan yöntemdir. InSAR GNSS gibi ucuz, kolay ulaşılabilir ve yüksek doğruluğa sahip bir yöntemdir. Özellikle uydunun bakış yönündeki deformasyonlara karşı duyarlılığı fazla olan bir sistemdir. Bu özelliği ile GNSS gibi yatay bileşeni kuvvetli sistemlerde düşey bileşenin açığını kapayabilecek önemli bir araçtır.

Belli aralıklarla tekrarlanan GNSS gözlemlerinin değerlendirilmesi sonucu, bir fayın karşılıklı bloklarındaki noktaların ilk ölçme anından son ölçmelerin yapıldığı tarihe kadar olan yer değiştirmeleri belirlenmekte ve hız vektörleri ve yer değiştirmeleri yardımıyla bölgedeki deformasyonlar hesaplanabilmektedir. Yapılan çalışmalarda elde edilmek istenen sonucun, levhaların veya fayların birbirine göre hareketlerinin belirlenmesi olduğu düşünüldüğünde ve elde edilen verilerin doğruluk kalitelerine bakıldığında jeodezik uzay teknikleri ve özellikle GNSS tekniği levhaların ve fayların hareketlerinin belirlenmesi için en uygun tekniktir.

## Kaynaklar

- ALKAN, M.N. (2018), “Kuzey Anadolu Fayı (KAF) Bolu-Çankırı Ve Amasya Bölgelerindeki Asismik Tektonik Yapının Periyodik GPS Ölçümleri İle Belirlenmesi”, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- ALTIN, M.U. (2006), “Kuzey Anadolu Fayının Batı Marmara Bölümündeki Hareketlerinin GPS Ölçmeleri İle Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- DANIÉLS, R.C. & HUXFORD, R.H. (2000), “Using Global Positioning Systems (GPS): How it Works, Its Limitations, and Some Guidelines for Operation”, Publication No. 00-06-015, *Shorelands & Environmental Assistance Program*, Washington Department of Ecology, Olympia, WA.
- DİXON, T.H. (1991), “An Introducton to the Global Positioning System and Some Geological Applications”, *Reviews of Geophysics*, 29 (2), 249-276.
- DOĞRU. A., ÖZENER, H. (2011), “GPS ve Insar ile Yerdeğiştirmelerin Belirlenmesi”, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 13. *Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, Ankara
- ERDOĞAN, S. (2006), “Burdur Fethiye Fay Zonu Tektonik Hareketlerinin GPS ile Belirlenmesi”, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- GROVES, P.D. (2013), “Principles of GNSS, Inertial, and Multisensor Integrated Naigation Systems”, *Artech House*. Second Edition, Boston.
- HAGER, B.H., KİNG, R.W. & MURRAY, M.H. (1991), “Measurement of Crustal Deformation Using the Global Positioning System”, *Annu. Rev. Earth Planet. Sci*, 19, 351-382.
- HANSSSEN, R.F. (2001), “Radar Interferometry Data Interpretation and Error Analysis”, *Kluwer Academic Publishers*, Dordrecht, The Netherlands.
- HERRİNG, T.A. (1999), “Geodetic Applications Of GPS”, *IEEE*, 87, 1.
- KAHVECİ M, YILDIZ, F. (2009), “GPS/GNSS Uydularla konum belirleme sistemleri teori ve uygulama”. *Nobel*, Ankara.
- KAPLAN, D.E. & HEGARTY, C.J. (2006), “Understanding GPS Principles and Application”, *Artech House*, Second Edition, Boston.
- KARAMAN, E. (2006), “Yapısal Jeoloji ve Uygulamaları”, *Gelişim Yayınevi*, Ankara
- KAZANTSEV, V. (1995), “The GLONASS and GLONASS-M Programs”, Proceedings of the 8th International Technical Meeting of

- the Satellite Division of The Institute of Navigation (ION GPS 1995), Palm Springs, Kaliforniya
- KELLER, E. A., & PİNTER, N. (1996), “Active Tectonics”, *Prentice Hall Press*, New Jersey.
- KİAMEHR, R. & SJOBERG, L. (2005), “Analysis of Surface Deformation Patterns Using 3D Finite Element Method: A Case Study in The Skåne Area, Sweden”, *Journal of Geodynamics*, 39(4):403-412.
- LEVİNE, J. (2002), “Time and frequency distribution using satellites”, *Institute of Physics Publishing*, Rep. Prog. Phys. 65, 1119–1164.
- MAHMOUD, Y., MASSON, F., MEGHRAOUİ, M., ÇAKİR, Z., ALCHALBİ, A., YAVASOGLU, H., YÖNLÜ, O., DAOUD, M., ERGİNTAV, S. & INAN, S. (2013), “Kinematic study at the junction of the East Anatolian Fault and the Dead Sea Fault from GPS Measurement”, *Journal of Geodynamics*, 67:30-39.
- MANTOVANİ, E., CENNİ, N., ALBARELLO, D., VİTİ, M., BABBUCCİ, D., TAMBURELLİ, C. & ONZA, F.D. (2001), “Numerical simulation of the observed strain field in the central-eastern Mediterranean region”, *Journal of Geodynamics*, 31:519-556.
- MCCLUSKY, S., BALASSANİAN, S., BARKA, A., DEMİR, C., ERGİNTAV, S., GEORGİEV, I., GURKAN, O., HAMBURGER, M., HURST, K., KAHLE, H., KASTENS, K., KEKELİDZE, G., KİNG, R., KOTZEV, V., LENK, O., MAHMOUD, S., MİSHİN, A., NADRİYA, M., OUZOUNİS, A., PARADİSSİS, D., PETER, Y., PRİLEPİN, M., REİLİNGER, R., SANLİ, I., SEEGER, H., TEALEB, A., TOKSOZ, M.N. & VEİS, G. (2000), “Global Positioning System Constraints on Plate Kinematics and Dynamics in The Eastern Mediterranean and Caucasus”, *Journal of Geophysical Research*, 105, 5695-5719.
- MCCLUSKY, S., REİLİNGER, R., MAHMOUD, S., BEN, S., D., & TEALEB, A. (2003), “GPS Constraints on Africa (Nubia) and Arabia Plate Motions”, *Geophys. J. Int.*, 155:126–138.
- PRATT, A.R. & OWEN, J.J.R. (2004), “Performance of GPS/Galileo Receivers Using m-PSK BOC Signals”, Proceedings of the 2004 National Technical Meeting of The Institute of Navigation, 26 - 28 Ocak 2004, San Diego
- POYRAZ, F. (2009), “Kuzey Anadolu Fay Zonu Doğu Kesiminde Yatay Yerkabuğu Hareketleri Ve Gerilme Birikiminin Araştırılması”, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- PRESS, F. & SİEVER, R. (1999), “Understanding Earth”, H., Freeman and Company.

- REILINGER, R., MCCLUSKY S., VERNANT P., LAWRENCE S., ERGİNTAV S., CAKMAK R., ÖZENER H., KADİROV F., GULİEV I., STEPANYAN R., NADARİYA M., HAHUBİA G., MAHMOUD S., SAKR, K., ARRAJEHİ, A., PARADİSSİS D., AL-AYDRUS, A., PRİLEPİN M., GUSEVA T., EVREN E., DMİTROTSA A., FİLİKOV S. V., GOMEZ F., AL-GHAZZİ R., & KARAM G. (2006), “GPS Constraints on Continental Deformation in The Africa-Arabia, Eurasia Continental Collision Zone and Implications for The Dynamics of Plate Interactions”, *Journal of Geophys. Research - Solid Earth*. 111, B05411:1-26.
- SEEBER, G. (2003), “Satellite Geodesy”, *Walter de Gruyter*, Berlin
- TİRYAKİOĞLU, İ. (2012), “GNSS Ölçüleri ile Güneybatı Anadolu’ daki Blok Hareketleri ve Gerilim Alanlarının Belirlenmesi”, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- TÜYSÜZ, O. (1999), “Yeryuvarının iç Yapısı Depremler ve Türkiye, Ders Notları”, Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- UMUTLU, A.İ. (2019), “Alaşehir (Manisa) Bölgesindeki Gerinim Alanların Jeodezik Verilerden Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon.
- VERNANT, P. & CHÉRY, J. (2006), “Mechanical Modelling of Oblique Convergence in the Zagros, Iran”, *Geophysical Journal International*, 165(3):991–1002.
- YAVASOĞLU, H. (2003), “Kuzey Anadolu Fayının Orta Bölümünün Kinematığının 2001 ve 2002 GPS Ölçmeleri ile Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- YAVAŞOĞLU, H., (2009), “Kuzey Anadolu Fayının Orta Anadolu Bölümündeki Güncel Tektonik Aktivitenin Jeodezik Yöntemler Ve Elastik Yarı Uzak Modelleme İle Belirlenmesi”, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- YEATS, R.S., SİEH, K. & ALLEN, C.R. (1997), “The Geology Of Earthquakes”, Oxford University, New York
- ZEBKER, H.A. & GOLDSTEİN, R.M. (1986),” Topographic Mapping From Interferometric Synthetic Aperture Radar Observations”, *J. Geophys. Res.*, 91, 4993-4999,

### **İnternet Kaynakları**

URL1. [https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b4/Plate\\_tectonic\\_s\\_map.gif](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b4/Plate_tectonic_s_map.gif)

URL 2. <http://ivsc.gsfc.nasa.gov/stations/ns-map.html>

URL 3. <https://www.gps.gov/systems/gps/space/>

URL 4. <https://www.gps.gov/multimedia/images/constellation.jpg>

URL 5. [https://tr.wikipedia.org/wiki/Galileo\\_konulandırma\\_sistemi](https://tr.wikipedia.org/wiki/Galileo_konu%20landırma_sistemi)

URL 6. <http://www.igs.org/network>

## BÖLÜM V

# COVID-19 PANDEMİSİ SONRASI NORMALLEŞME SÜRECİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞE ETKİSİ

*Atilla Söğüt\**

### **Giriş**

Bu çalışma, dünya genelinde oluşabilecek her türlü kriz durumuna göre insanların yaşadıkları mekânları doğru yönde dönüştürme koşullarının neler olduğunun bir araştırmasıdır. İç mekân tasarımcılarının, tasarlanmış alanları dönüştürürken kullanıcı deneyimlerinin kriz durumuna göre nasıl değişmesi gerektiği araştırılmıştır. Makale, iç mekânları oluşturan ana unsurlara dokunmadan, donanımsal özellikleri üzerindeki değişiklikler ile kullanım amacı bambaşka mekânlara dönüşebileceğini savunmaktadır. Makalede önerilen teorik çerçeve, donanımsal özelliklerin iç mekân kullanıcılarının hayatı için ne kadar önemli olduğunu incelemektedir. Yaşanan krizi incelenmesinde, kullanıcıların sağlıkları için gerekli ihtiyaçlarının ön planda tutularak asgari temas ile risksiz bir şekilde sosyalleşme koşulları estetik, subjektif ve fonksiyonel yönleri içinde bağlamlandırılmıştır. Bu sürecin çeşitli aşamalarını göstermek için güncel bir vaka olarak Corona virüs hastalığı 2019 çalışması ile açıklanmaktadır.

Bu kapsamda çalışmada, öncelikle, virüsün ne olduğu ve bu virüs sonrası normalleşme sürecinde yaşam alanlarının gelişimi, sürdürülebilir gelişme kavramı üzerinden değerlendirilmekte ve mekânsal gelişme ile sürdürülebilirlik kavramı arasındaki ilişkinin kurulmasında kullanılacak olası yöntemler incelenmektedir.

Doğa ve insan merkezli bir çevrecilik kavramı olarak sürdürülebilirliğin, yaygın kullanım alanlarından birisi kent planlamadır. Sürdürülebilirliğin kent planlaması üzerinde var olan birçok yapı üzerinden ve her yönden ele alınması mümkündür. Ancak, bu çalışma da hayatımızın önemli bir parçası haline gelen sosyalleşme mekânlarından olan alışveriş yapılarının mekânsal olarak yeniden biçimlenişini, sürdürülebilirlik üzerinden değerlendirmek amaçlanmıştır.

---

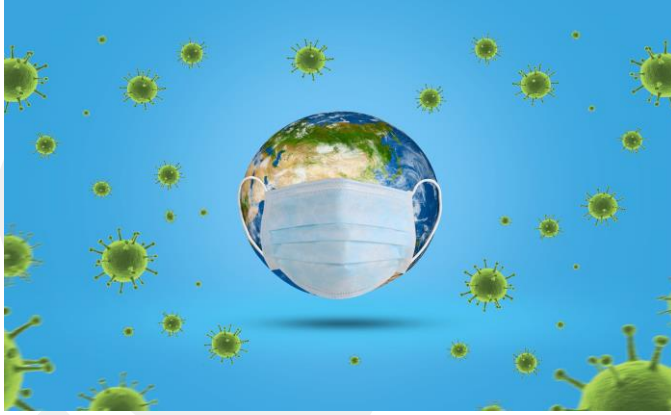
\* (Dr. Öğr. Üyesi), Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, İç Mimarlık Bölümü, İstanbul/ TÜRKİYE, email: asogut17@hotmail.com

## Kriz

Beklenmedik bir durumdan ya da aniden bir olaydan kaynaklanan bir tehdede işaret eder. Bu, bir kişinin yaşantısını veya işletmenin istikrarını tehdit eden bir olay anlamına gelir. Bu tür tehditlerin etkili bir şekilde yönetilmesi sürecine kriz yönetimi denmektedir.

Kriz, zamanın kısa olduğu ve hızlıca bir karar alınması gereken bir durumu tanımlamaktadır. Süreç boyunca tüm durumu kötüleştiren kontrol eksikliği hissini devam ettirerek, daha fazla şoku karşılamak için acil bir plan olması gerektiği sonucunu ortaya çıkarır. Bu planın hiç kuşkusuz esnek, hızlı ve etkili olması gerekmektedir. Olayı yatıştırmak için motivasyon ve çalışanlara verilecek ilham işi olumsuz bir durumdan çıkarmayı sağlayabilir.

Sürdürülebilirlik ise, 1987 Bruntland Raporu'ndan temellenen ve 1992 Rio Zirvesi'nde ön plana çıkan, çeşitli disiplinlerde çok yönlü ilgi gören bir kavram haline gelmiştir. Sürdürülebilirlik, ekonomik, sosyal, çevresel alanlarda olduğu gibi yaşam alanları tasarlama söz konusu olduğunda da önemli bir olgu olarak ön plana çıkmaktadır.



Resim 1: [https://www.adlittle.com/COVID19\\_CEOFirstLearnings](https://www.adlittle.com/COVID19_CEOFirstLearnings)

Ekonomik, siyasi, idari, teknolojik ve doğal afetlerde olduğu gibi sağlık alanında oluşacak kriz'de toplu şekilde hareket edilmesi gerektiği konusunda toplum uyarılmalıdır. Çünkü bu tarz krizler tedarik zincirine ulaşarak toplumun hareket kabiliyetini kısıtlamaktadır. Bu sebeplerden dolayı toplu hareket etme, ihtiyaç durumunu tespit etme bu olayla başa çıkma yöntemlerinden birkaçıdır.

Dünya Sağlık Örgütü'nce Salgın; aynı anda birçok kişiyi etkilemek ve hastalığın kalıcı olarak yaygın olmadığı bir yerden bir kişiye yayılmasıdır. Ayrıca salgının bir bölge veya toplum düzeyinde meydana geldiğini belirtmektedir. Ve yine Dünya Sağlık Örgütü'ne göre yaygın bir

kriz durumunun sonuçları sadece genel nüfusu etkilemekle kalmaz, aynı zamanda sosyal ve ekonomik düzeyde yıkımı da sağlar.

Bir salgın hastalığa kıyasla, pandemik bir hastalık geniş bir alana yayılmış bir salgındır, yani “tüm ülke, kıta veya tüm dünya çapında yaygındır”.

Pandemi , “pandemik hastalık” anlamına gelen bir isim olarak da kullanılır. Dünya Sağlık Örgütü daha spesifik olarak bir salgını “yeni bir hastalığın dünya çapında yayılması” olarak tanımlamaktadır.

Pandemiler (eski Yunanca’dan pan: tüm + demos: insanlar), bir kıta, hatta tüm dünya yüzeyi gibi çok geniş bir alanda yayılan ve etkisini gösteren salgın hastalıkların genel ismi olarak karşımıza çıkar. Pandeminin insanlar üzerindeki yüksek etki derecesi virüsün enfektivitesine ve virülansına, toplum bağışıklığına, bireylerin yaşam alışkanlıkları ve sosyo ekonomik durumlarına, bireylerin ülkeler ve şehirlerarası mesafe aşım kolaylıklarına, bireylerin yaşamında ve çalışma hayatındaki taşıdığı risk faktörlerine, buldukları ülkedeki sağlık hizmetlerinin kalitesine ve salgın etkenin iklime bağlı olarak olumlu ya da olumsuz tavır değiştirme kabiliyetine sahip olmasına göre değişiklik göstermektedir.

Bu tarz risk durumları çeşitli düzeylerde bir sağlık otoritesini ve bunun sonucunda da verimli bir kamu hizmeti ve diğer hizmetlerden daha büyük bir karmaşıklığı etkileyebilir. Bu nedenle, bu kurumların, beklenmedik olaylarda da dahil olan nüfusun ihtiyaçlarını karşılayabilmeleri için hızlı ve uygun bir reaksiyonun etkin bir kapasitesini garanti edebilmeleri ve sağlık operatörlerinin dahil olduğu iyi yapılandırılmış operasyonları aktive edebilmeleri gerekmektedir.

### **Pandemiler ve Covid-19 Pandemisi**

İnsanlık tarihi boyunca salgın hastalıklar büyük olaylara sebep olmuştur. Bugüne kadar görülen salgın hastalıklardan insanlık tarihine en çok etki edenler veba, kolera, tifüs, çiçek, ebola ve grip olduğu bilinmektedir.

Çin ve Orta Asya’dan başlayan Veba, 1347 yılında Avrupa nüfusunun yaklaşık üçte birinin ölümüne neden olmuştur. Hastalık, pirelerin insanları ısırmasıyla veya enfekte insandan insana bulaştığı bilinmektedir.

HIV (insan bağışıklık yetmezliği virüsü) etkeni insanlarda bağışıklık sisteminin çökerterek AIDS hastalığına neden olmaktadır. 1960 yılında ilk kez ortaya çıktığı bilinen HIV virüsü, ilk olarak maymunlarda görülmüştür. 2017 yılında, HIV ilişkili sebeplerden 940 bin ölüm ve 1,8 milyon yeni HIV enfeksiyonu vakası tespit edilmiştir.

Bu grip türü olarak İspanyol Gribi1918-1920 yılları arasında H1N1 virüsünün ölümcül bir alt türünün yol açtığı grip salgınıdır. Birinci Dünya Savaşı’nın son aylarında tüm dünyayı etkisi altına almıştır.

Asya Gribi 1957 yılında Çin'den başlayarak, Uzakdoğu'ya daha sonra da Avustralya, Amerika ve Avrupa'ya yayılmıştır. Asya gribi bulaşıcı bir hastalık olup, genelde dört yılda bir salgın olarak ortaya çıkmaktadır.

Kolera bir bakterinin sebep olduğu bağırsak enfeksiyonu olup 1817'de Japonya'da, 1826'da Moskova'da, 1831'de Berlin'de, Paris'te ve Londra'da salgınlara neden olmuştur. Tarihte ülkemizdeki en büyük kolera salgını 1912-1913 Balkan Savaşları sırasında yaşanmıştır.

Tifüs etkene bit ve pire'nin vektörlük ettiği bulaşıcı bir enfeksiyon hastalığıdır. İkinci Dünya Savaşı yıllarında İstanbul'da ciddi bir tifüs salgını yaşanmıştır.

Ebola virüsü insanlarda ve insan dışı primatlarda viral hemorajik ateş gibi komplikasyonlara neden olmaktadır. 2014 yılında Gine'deki küçük bir köyde başlayarak Batı Afrika'ya yayılmıştır.

Çiçek virüsü hastanın eşyalarıyla, hastaya temasla, sineklerle ve inhalasyonla bulaşmaktadır. Tarihteki ilk aşı, çiçek aşısıdır.

Yakın dönemin salgınları arasında 2003 yılında SARS, 2007 yılında Influenza A H1N5 (kuş gribi), 2009 yılında İnfluenza A H1N1 (domuz gribi), 2012 yılında MERS 2013 yılında Influenza A H7N9, 2014 yılında Ebola ve 2015 yılındaki Zika sayılabilir. (Covid-19 Pandemi Değerlendirme Raporu TÜBA, 2020: 43-7)

Tarihteki salgınlar, beslenmeden mimariye ve hatta imparatorlukların yıkımına kadar birçok konuda yeni gelişmelerin nedeni kabul edilmiştir. Örneğin; Avrupa, Avrasya ve Kuzey Amerika kıtalarında tam rakam bilinmemekle birlikte 1300'ler de İtalya'da yaşanan Kara Veba (Black Death) yüzünden 75-125 milyon kişi hayatını kaybetmiştir. Bu salgın sonuçları ve etkileriyle Avrupa'nın en büyük salgını olarak kabul edilmektedir. Salgın sosyal, ekonomik ve siyasal etkileri sebebiyle Avrupa'da feodalizmin çökmesinde temel etken olarak değerlendirilmektedir.

Kara Veba öncesinde işsizlik hüküm sürerken salgın sonrasında çalışan bireylerin kıymeti artarak onların istekleri de artık dikkat alınır hale gelmiştir. Kadınlar ise öncesinde kabul görmedikleri alanlarda çalışmaya başlamışlardır. Benzer şekilde araziler işlenemediği için kıymetleri kalmamıştır. Ayrıca köylüler kendi arazilerini edinir hale gelmişlerdir. İnsan gücünün eksikliği ise makinalı tarıma çığır açabilecek konuma ulaşmıştır. (Genç, 2011: 123-150)

COVID-19 (KOVİD-19), uzun adıyla Koronavirüs hastalığı 2019; insanları etkileyen, şiddetli akut solunum yolu sendromu koronavirüsü 2'nin (SARS-CoV-2) neden olduğu bulaşıcı bir solunum yolu hastalığı (World Health Organization (WHO), 21 Mart 2020) olup ilk olarak 2019 yılında Çin'in Hubei eyaletinin Wuhan şehrinde ortaya çıkmıştır. Sonrasında dünya çapında yayılarak 2019-20 koronavirüs pandemisine yol açmıştır. (Hui DSI, 2020: 264-266) ,(World Health Organization (WHO), 11 Mart 2020.)

Çeşitli hastalarda belirli bir neden olmaksızın gelişen ve tedavi ile aşılara cevap vermeyen bir zatürre görülmesi üzerine SARS-CoV-2 olarak adlandırılı (Fox, Dan, 2020) yeni bir koronavirüs teşhis edilmiştir. Kişiden kişiye bulaşabilen virüsün bulaşma oranı(CNBC, 2020) 2020 Ocak ortasında büyüme göstererek (Shih, Gerry, 2020) ilerleyen zamanlarda Avrupa, Kuzey Amerika ve Asya-Pasifik'te yer alan çeşitli ülkelerde yaşanan virüs vakaları rapor edilmeye başlanmış, (CDC, 2020)11 Mart 2020'de Dünya Sağlık Örgütü tarafından küresel salgın ilan edilmiştir. (Shih, Gerry, 2020),( CDC, 2020) .13 Mart 2020'de Avrupa'nın artık koronavirüs krizinin merkez üssü haline geldiğini bildirilmiş,( AA,DSÖ,2020) 10 Mayıs 2020 tarihi itibarıyla dünyada 4.144.349 onaylanmış vaka, 1.461.435 iyileşen varken virüs nedeniyle 281.748 hasta hayatını kaybettiği yayımlanmıştır.( Worldometer 29 Ocak 2020)

Virüs ile temastan semptomların oluşmasına kadar geçen sürenin 2 ile 27 gün sürdüğü hastalıkta, virüsün belirtiler ortaya çıkmadan önce de bulaşıcı olduğuna dair bazı kesin olmayan kanıtlar bulunmaktadır. (World Health Organization (WHO). 22 Şubat 2020),(Hessen, Margaret Trexler, 2020), (Rothe, Camilla, 2020) Hastalık semptomları arasında yüksek ateş, öksürme ve nefes almada güçlük bulunmakta olup virüs ölüme sebep olabilmektedir.( Hessen, Margaret Trexler, 2020) Rothe, Camilla, 2020 ) Hastalığın yol açtığı ilk ölüm 9 Ocak 2020'de meydana gelmiştir.

Virüs insandan insana, havada veya yüzeylerde bulunan virüs içeren damlacıkların nefes yoluyla vücuda girmesiyle bulaşmaktadır. (NBC News. 28 Ocak 2020) Hastalığın herhangi bir belirti göstermeden de insandan insana bulaşabileceğine dair bulgular mevcuttur, örneğin Almanya'daki ilk bulaşma olayı bu şekilde gerçekleşmiştir. (Rothe, C., 2020 Chan, J.F.2020: 154-159)

Bulaştırıcı taşıyıcı kişi bulunduğu ortamda nefes alıp vermesi, konuşması, hapşırması, öksürmesi, ile ortama virüsleri dağıtır, o ortamda bulaştırıcı kişi gitse bile virüsler ortam şartlarına göre bir süre daha hayatta kalabilir, ortam havalandırılmıyorsa virionla ortamda bulunmaya devam eder ve bu süre içerisinde başka birisi geldiği zaman gelen kişi virüsle enfekte olabilir.( www.seyahatsagligi)

Covid-19 virüsü'nün yayılımını yavaşlatmanın ve bulaşmasını önlemenin öncelikli yolu hastalığın neden olduğu ve nasıl yayıldığı hakkında bilgi sahibi olmamız gerektiğidir. Bu salgın baş gösterdiği andan bugüne kadar bireysel olarak alınacak önlemlerin hayati önem taşıdığı unutulmamalıdır ki bunlar;

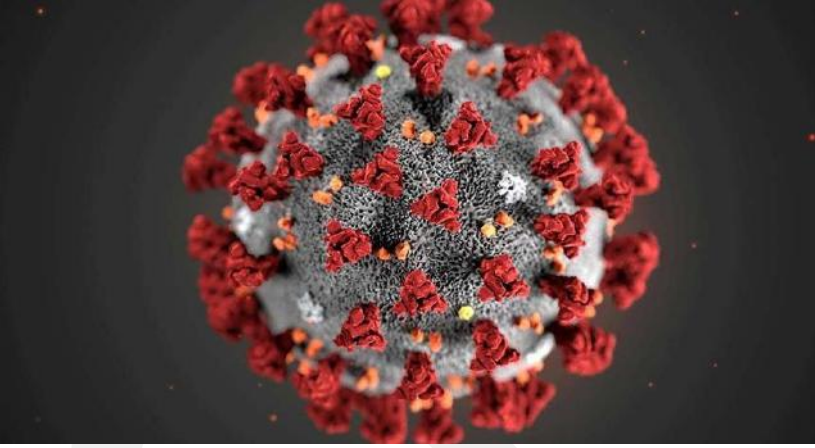
\*Ellerin düzenli olarak sabun ve su ile yıkanması veya alkol bazlı el ovuşturmasıyla temizlenmesi

\*Öksürük veya hapşırma ile aranızdaki kişiler arasında en az 1 metre mesafe bırakılması.

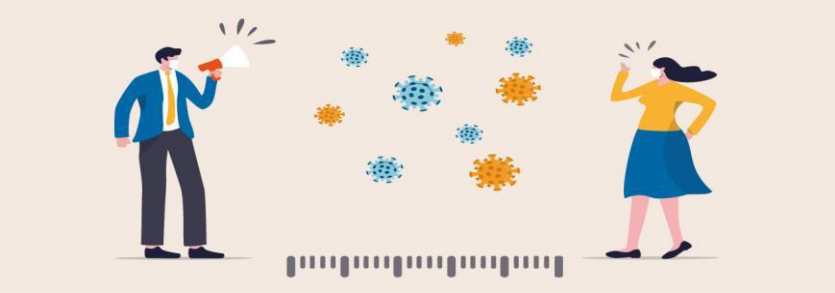
\*Yüze dokunmadan kendinizi ve başkalarını enfeksiyondan korunması.

- \*Öksürürken veya hapşırıırken ağız ve burnun kapatılması
- \*Kişinin kendini iyi hissetmiyor ise evde kalması
- \*Sigara ve akciğerleri zayıflatan diğer aktivitelerden kaçınılması
- \*Gerekli olmadıkça seyahatlerden kaçınarak ve büyük insan gruplarından uzak durarak fiziksel mesafenin uygulanması.

Bugüne kadar yapılan çalışmalar gösteriyor ki; şu anda, COVID-19 için spesifik aşular veya tedaviler yoktur. Bununla birlikte, potansiyel tedavileri değerlendiren birçok klinik çalışma vardır. Dünya Sağlık Örgütü'nün klinik bulgular elde edilir edilmez güncellenmiş bilgi vermeye devam edecektir.



Resim2: [https://www.who.int/health-topics/coronavirus#tab=tab\\_3](https://www.who.int/health-topics/coronavirus#tab=tab_3)



Resim:3 <https://americasaves.org/blog/1745-where-to-get-financial-help-during-the-covid-19-crisis>

COVID-19 salgını, global olarak yaşamsal ve ekonomik olarak alışıldık düzeni tehdit etmektedir. Ancak bu büyüklükteki tehlikeye karşı, özellikle bazı toplumların kendilerini kısa sürede dönüştürebilecek kapasiteye sahip olduğunu bu kötü bir deneyimleme ile gösterme fırsatı

vermiştir. Şimdi ise sistemik bir şekilde her koşula adapte olabilmek için bu değişimi başlatmanın zamanı geldiğini görmekteyiz.

Küresel olarak karşı karşıya olduğumuz salgın tehdidi beraberinde birçok noktada almamız gereken önlemler olduğunu ortaya çıkarmıştır. Bunlar çekirdek bir ailenin kendi mekânı içerisindeki izolasyondan başlayıp, sosyalleşme mekânlarıdaki toplu hareketlere varıncaya kadar her noktayı kapsamaktadır.

Yaşantımızı kaliteli sürdürebilmek için, yaşadığımız ortamlardaki alışkanlıklarımızı güvenli bir şekilde devam ettirmek ile mümkün olacaktır. İnsanlar yaşam alanındaki davranışlarını sürdürdükçe kazanmış oldukları bu alışkanlıklar onları daha rahat deneyimler kazanmaya götürmektedir. Bu deneyimler daha rahat alışveriş yapmak, gösteri izlemek, restoranda yemek yemekten tutunda, asansör, yürüyen merdiven, yürüyen yollar gibi hayatımızda artık vazgeçemeyeceğimiz mekân donatılarına kadar her noktayı kapsamaktadır. Dolayısıyla bu kalıplaşmış davranışlarımızı, yaşadığımız tehditler karşısında kısıtlanmak insan için en büyük güven kayıplarındandır. Normalleşme sürecinde kayıp ettiğimiz değerleri tekrar yerine koymak noktasında, ayakları yere basan yeni formüller ortaya çıkarma durumunu gündeme getirmiştir.

Söz edilen bu formüller sürdürülebilirlik açısından alışveriş merkezleri üzerinden incelenecek olursak farklı deneysel alışkanlıklar ortaya çıkması kaçınılmazdır. Bu bağlamda; Sürdürülebilirlik geniş anlamda sahip olunan her değerın değişen ve ilerleyen her türlü teknolojiye entegre olup varlığını devam ettirebilmesini içermektedir.

Bugün gelinen noktada şehrsel sürdürülebilirlik, bir şehirde yaşayan insanların gündelik ihtiyaçlarının karşılanması, yaşam standartlarını optimum düzeyde sürdürebilmeleri olduğunu görmekteyiz. Bu bağlamda, Alışveriş merkezlerinin kentli insanın gündelik yaşamına, kentlerin toplumsal ve kültürel yapılarına önemli etkileri olduğu açıktır. Dolayısıyla alışveriş merkezlerinin virüs sonrası normalleşme sürecinde sürdürülebilir olması bahsedilen kriterler göz önünde bulundurulduğunda sağlıklı bir yaşamın devam edebilmesi için oldukça önemlidir. (Seda KUNDAK,1999)

Kent kültürü ile yakından ilişkili olan alışveriş mekânları her zaman insanların biraya geldiği, birbiriyle buluştuğu, bilgi alışverişi yaptığı, aynı zamanda ürün ve hizmetlerin sunulduğu, alınıp satıldığı yoğun kullanılan mekânlar olmuştur. Alışveriş mekânları da insanların kentte yaşadıkları bu türden deneyimleri yeni bir yorumla sunmakta, kentteki sosyal aktiviteler için kamusal mekânların üstlendiği görevi üstlenmektedirler. Bu özellikleriyle sürdürülebilir olması gereken en önemli mekânlarından biri olan alışveriş merkezleri, hem özel hem de kamu mekânı olarak görülmektedir. (İldem AYTAR SEVER, 2018)

Tüm dünyayı etkisi altına alan ve sonuçlarını fazlaca can kayıpları ile ödediğimiz covid-19 salgını sonrası normalleşme sürecine girdiğimiz şu

günlerde artık hiçbir şeyin eskisi gibi olmayacağı aşikârdır. Bu bağlamda en küçüğünden en büyüğüne bulunacağımız her ortamda alınacak önlemlerin önemi yaşamımızın sürdürülebilirliği ve sağlığımız açısından oldukça önem taşımaktadır.

Kişilerin birbirleriyle sosyalleşmesi, farklı ortamlarda bulunmaları, açık havada farklı aktivitelerde bulunmaları hem fizyolojik hem de psikolojik açıdan oldukça önemlidir. Yaradılışı nedeni ile yaşamını tek başına sağlıklı bir şekilde devam ettirebilmesi çok zor olan birey için, sosyalleşmek göz ardı edilemeyecek kadar önemlidir. Kalabalığın ve topluluğun bir parçası olmak, görmek ve görülmek, vitrin gezmek, zaman geçirmek, yalnızlıktan ve günlük hayatın sıkıntılarından kurtulmak alışveriş merkezlerinin ziyaret sebepleri arasında en önemlilerindedir. Dolayısıyla, alışveriş eylemi günümüzde insanların sosyal aktiviteleri arasında ilk sıralarda yer almakta, bunun yanında sosyalleşmeye ihtiyaç duyan günümüz insanı için hem ihtiyaç gidermek hem de sosyal hayata katılmayı sağlamaktadır. (İldem AYTAR SEVER, 2020)

Yaşamımızın en önemli olgusu olan sosyalleşmeyi, yine yaşamımızın vaz geçilmez yerleri olan bu alışveriş mekânlarında meydana getirdiğimiz bir gerçektir. Hayatımızın merkezi haline gelen en önemli sosyalleşme alanlarından biri olan alışveriş merkezlerinin önemi bu açıdan bakıldığında oldukça önemlidir. Alışveriş merkezlerinin yaşamımızda ki bu yeri göz önüne alındığında covid-19 salgını sonrası normalleşme sürecinde alınacak önlemlerin sürdürülebilirlik açısından hayati değer taşıdığı anlaşılmaktadır.

Bu bağlamda yapılan bu çalışma da bir takım araştırmalar da göz önünde bulundurularak bazı alınabilecek önlemlerin üzerinde durulmuş.

### **Maske'nin Önemi**

Covid-19 salgını ile tanıştığımız ilk an itibari ile ilk olarak maske ile de tanıştık. Belki de yaşamımızın bundan sonraki uzunca bir dönemde vazgeçilmez bir parçası olacağı düşünülen maskenin, AVM'lerde hem çalışanlar hem de ziyaretçiler için zorunlu tutulması önerilebilir.

### **Eldiven Kullanımının Önemi**

Günümüze kadar yapılan araştırmalar virüsün plastik üzerinde 72 saate kadar canlı kalabildiğini göstermektedir. Dolayısıyla avm içerisinde ya sıkça eldiven değiştirilmeli ya da hiç kullanılmamalı.

### **Isı Ölçer**

AVM girişinde ısıölçer sensör olmalı ki ısısı belli değer üzerinde kişiler, nazikçe içeriye alınmamalı.

### **Maske ve Sosyal Mesafenin Önemi**

Yapılan araştırmalar virüsün kapılı alanlarda daha çok bulaşabildiğini göstermektedir. Bu nedenle 1.5 metrik sosyal mesafe mutlaka korunmalı ve dikkat edilmelidir.

Sosyalleşmemiz için en gözde mekanlar olan AVM'lerde alışveriş eylemi dışında kullandığımız restoran, kafeler, fast-food alanları,

sirkülasyon alanlarında bulunan dinlenme elemanları (banklar) dahil masalar arasında en az 1.5 metre mesafe olmalı. Her kullanımdan sonra masa, sandalye, çatal bıçaklar dezenfekte edilmeli. Mümkünse tek kullanımlık servisler açılmalı.

### **Havalandırmanın Önemi**

‘Alışveriş merkezlerinde bulunan havalandırma sistemlerinin kullanım amacı, yapı içinde iklimlendirmeyi sağlamaktır. Diğer bir amaç ise, yapı içerisinde bulunan yoğun müşteri trafiğinden veya mekânın hava almamasından kaynaklanabilecek kötü kokuları engellemektir.’ İldem AYTAR SEVER (2013)

AVM’lerin havasının yüzde 50-60’ı iç ortam havasıdır yani egzoz havası ve kalan diğer yüzde dış ortam havası ile karıştırılmaktadır. Ama yeni süreçte kesinlikle yüzde 100’ü dışardan alınmalı ve egzoz havası hiçbir şekilde içeriye verilmemeli. Çünkü COVID-19 virüsü, kapalı ortamda 3 saate kadar havada bulaşıcı olarak asılı kalabiliyor. Bunu önlemek için AVM’ye sürekli taze hava verilmeli, içeri havası devri daim edilmemeli. Havalandırma sistemini buna uyarlamayan AVM kesinlikle açılmamalı.

İç ortamlarda, bağıl nemin yüzde 40 ile 60; ısıнын 21-23 derece arasında olması gerekmektedir. AVM’lerde de en çok yüzde 20 ile 30 arasında olmaktadır. Oysa yine yapılan araştırmalar gösteriyor ki; nem arttıkça virüs havada kalamayıp yere düşmektedir. Dolayısıyla nem oranı yüzde 40-60 aralığında olmalıdır. Çünkü çok düşük ya da yüksek nem de zararlı olabilir. Ayrıca havalandırma yatay yönde, türbülans oluşturmayacak şekilde yapılmalıdır.

Bağlantı ve sirkülasyon elemanlarından biri olan asansör kullanımında da maske ve 1.5 metre sosyal mesafe kuralı göz ardı edilmemeli ve asansör negatif havalandırma ile çalıştırılmalı. Asansör içindeki hava dışarı atılmalı.

### **Tuvaletlere Sensörlü Musluk**

Tuvaletler, yapı içinde müşterilerin ihtiyaçlarını karşılamaları için kurgulanmış alanlardır. Tuvalette yine 1.5 metre sosyal mesafe kuralı unutulmamalı ve tuvaleti kullanan herkeste maske olmalı. Tuvaletlerin en büyük bulaşma yeri olduğu göz önünde bulundurulursa daha önce de bahsettiğimiz havalandırmanın sürekli taze hava ile sağlanması gerekmektedir.

Bulaşma riskinin çok fazla olması nedeni ile dikkat çekmesi açısından, kapılara virüs nedeni ile tuvaletin nasıl kullanılması gerektiği büyük puntolarla yazılmalıdır. Tuvalet armatürleri değiştirilmeli Temassız, sensörlü musluklar, bataryalar, kapılar olmalı.

### **Kabinler Dezenfekte Edilmeli**

Alışveriş merkezleri farklı kategorilerde çok sayıda mağazayı içermekte, içinde yer alan bir ya da birkaç büyük mağaza ve süpermarket ya da hipermarket ile sosyal etkinlik alanlarını bütünlüştürmektedir. Hem

alışveriş imkânı hem de sosyal etkinliklere olanak sağlaması nedeniyle kentsel odak noktaları haline gelen alışveriş merkezlerinde kullanılan bu mekanlarda da bir takım önlemler alınabilir. İldem AYTAR SEVER (2013)

Market ve mağazalarda ürünlere çok dokunulduğu için birçok ürün artık poşetlere konularak satışa sunulmuş durumda. Bunun yanı sıra market giriş ve çıkışlarında tek kullanımlık eldiven dağıtımı da düşünülebilir.

Mağazalarda kıyafet denemesi olmamalı ya da teknolojik yöntemler kullanılmalı. Deneme izni verilecekse, 207-222 nanometre FAR-UVC kabinlerinde denenen kıyafetler dezenfekte edilip reyona konulması düşünülebilir.

### **Temassız Kart**

Daha önce de herkes tarafından olmasa da kullanılan temassız banka kartı kullanımı zorunlu hale getirilebilir. Tıpkı eldiven kullanım da olduğu gibi banka kartlarının da plastik olduğu göz önünde bulundurulduğunda virüsün uzun süre yaşayabileceği bu kartları bireysel kullanmak oldukça önemli.

### **Sonuç**

Yaşadığımız ortamdan bulunduğumuz her ortama kadar vakit geçirdiğimiz her alanın güvenli ve sağlıklı olduğunu bilmek geçirdiğimiz zamanı daha kaliteli kılacaktır. Bu güven bulunduğumuz ortamın sürekliliğini sağlayarak psikolojik olarak da daha rahat sosyalleşme imkânı doğuracaktır. Dolayısıyla bu kalıplaşmış davranışlarımızı, yaşadığımız tehditler karşısında kısıtlanmak insan için en büyük güven kayıplarındandır. Normalleşme sürecinde kayıp tehditti altındaki bu değerleri kaybetmemek adına kişilere ışık tutacağına inanılan öneriler sunulmuştur.

Sürdürülebilirlik, gelecek kuşakları kollayan uzun vadeli bir düşünce biçimidir. Yaşamımız için her yönden bu denli önemli bu olgu yine yaşamımızın önemli bir parçası haline gelen alışveriş merkezleri üzerinden irdelenmiş ve sağlıklı bir yaşam için bu iki kavramın öneminin altı çizilmiştir.

Salgın sonrası yaşam alanlarının sürdürülebilir olması süregelen yaşamsal faaliyetlerin devam edebilmesi için oldukça önemlidir. Bu bağlamda önemli yaşam alanlarımızdan biri olan alışveriş merkezlerinin sürdürülebilirlik açısından alınabilecek önlemlerin altı çizilerek bir takım önerilerde bulunulmuştur. Bu öneriler mekânsal acıdan ele alınarak bireylerin psikolojik olarak da daha rahat bir süreç geçirebilmelerini sağlamalarına yardımcı olabileceği ön görülmüştür.

“Her ülke, yaşam tarzının sürdürülmesini sağlamak için dünyanın geri kalanına ve aynı zamanda büyük bir ekzojen şoka tepki vermeye çalışırken izolasyon ve yalnızlığı yansıtan kırılmasını daha da keşfetti.”

\*Viwanou Gnassounou

## Kaynakça

### Kitap ve Makaleler

AYTAR SEVER İldem, (Dr. Öğretim Üyesi), (2018) “*İnsan Ve Mekân İlişkilerinin Alışveriş Merkezleri Üzerinden Değerlendirilmesi*”, Mimarlık Bilimlerinde Güncel Akademik Çalışmalar Kitabı, İç Mimarlık Bölümü, ISBN:978-605-288-221-4 Gece Kitaplığı, ss:3-15

AYTAR SEVER İldem, (Dr. Öğretim Üyesi), (2020) ‘*Geçmişten Günümüze Alışveriş Merkezleri İç Mekân Kurgusu*’ Kitabı, ISBN:978-625-7957-73-1, 1.Baskı, Mart 2020 Syf:89-99

Covid-19 Pandemi Değerlendirme Raporu, Türkiye Bilimler Akademisi Yayınları, TÜBA Raporları No: 34 ISBN: 978-605-2249-43-7

CHAN, J.F.-W., YUAN, S., KOK, K.-H., TO, K.K.-W., CHU, H., YANG, J., XING, F., LIU, J., YIP, C.C.-Y., POON, R.W.-S., TSOI, H.-W., LO, S.K.-F., CHAN, K.-H., POON, V.K.-M., CHAN, W.-M., IP, J.D., CAI, J.-P., CHENG, V.C.-C., CHEN, H., HUI, C.K.-M., YUEN, K.-Y., 2020. A familial cluster of pneumonia associated with the 2019 novel coronavirus indicating person-to-person transmission: a study of a family cluster. *The Lancet*. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30154-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30154-9)

FOX, Dan (24 Ocak 2020). "What you need to know about the Wuhan coronavirus". *Nature*. doi:10.1038/d41586-020-00209-y. ISSN 0028-0836.

GENÇ Özlem, Kara Ölüm: 1348 “Veba Salgını Ve Ortaçağ Avrupa’sına Etkileri” *Tarih Okulu The History School* Mayıs - Ağustos 2011 May-August 2011 Sayı X, 123-150.

HUI DS, I Azhar E, Madani TA, Ntoumi F, Kock R, Dar O, ve diğerleri. (Şubat 2020). "The continuing 2019-nCoV epidemic threat of novel coronaviruses to global health – The latest 2019 novel coronavirus outbreak in Wuhan, China". *Int J Infect Dis*. Cilt 91, s. 264–66. doi:10.1016/j.ijid.2020.01.009.

ROTHE, C., SCHUNK, M., SOTHMANN, P., BRETZEL, G., FROESCHL, G., WALLRAUCH, C., ZIMMER, T., THIEL, V., JANKE, C., GUGGEMOS, W., SEILMAIER, M., DROSTEN, C., VOLLMAR, P., ZWIRGLMAIER, K., ZANGE, S., WÖLFEL, R., HOELSCHER, M., 2020. Transmission of 2019-nCoV Infection from

an Asymptomatic Contact in Germany. *New England Journal of Medicine*. <https://doi.org/10.1056/NEJMc2001468>

ROTHE, Camilla; SCHUNK, Mirjam; SOTHMANN, Peter; BRETZEL, Gisela; FROESCHL, Guenter; WALLRAUCH, Claudia; ZIMMER, Thorbjörn; THIEL, Verena; JANKE, Christian; GUGGEMOS, Wolfgang; SEILMAIER, Michael; DROSTEN, Christian; VOLLMAR, Patrick; ZWIRGLMAIER, Katrin; ZANGE, Sabine; WÖLFEL, Roman; HOELSCHER, Michael (30 Ocak 2020). "Transmission of 2019-nCoV Infection from an Asymptomatic Contact in Germany". *New England Journal of Medicine*. doi:10.1056/NEJMc2001468.

TAŞKIN Deniz, (2017), 'Hızlı Dünyada Sürdürülebilir Mekânlar: Sakin Kentler', *Itobiad: İnsan ve Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, Cilt. 6 Sayı 3, ss.1399-1412.

### **Tezler**

AYTAR İldem, (2013) 'Alışveriş Merkezlerinin Tarihsel Süreç İçinde Gösterdiği Değişimler Ve Mekânsal Kurgularının Sosyal Yaşam Üzerindeki Etkilerinin Örnekler Üzerinde Analizi', Doktora Tezi, Tez No:346498, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, İç Mimarlık Bölümü, ss.116-119, 70-72

KUNDAK Seda, (Ocak 1999), 'İstanbul Konut Alanlarında Mekansal Sürdürülebilirlik', Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, ss: 59,62

### **İnternet Kaynakları**

"Naming the coronavirus disease (COVID-19) and the virus that causes it". World Health Organization (WHO). 21 Mart 2020 , Erişim tarihi: 28 Şubat 2020.

"WHO Director-General's opening remarks at the media briefing on COVID-19". World Health Organization (WHO) (Basın açıklaması). 11 March 2020. Erişim tarihi: 12 March 2020.

"China virus death toll rises to 41, more than 1,300 infected worldwide". CNBC. 24 Ocak 2020. 26 Ocak 2020, Erişim tarihi: 26 Ocak 2020.

SHIH, Gerry; LYNCH, David J.; DENYER, Simon. "Fifth coronavirus case confirmed in U.S., 1,000 more cases expected in China". *The Washington Post*. 27 Ocak 2020. Erişim tarihi: 27 Ocak 2020.

"Confirmed 2019-nCoV Cases Globally | CDC". www.cdc.gov (İngilizce).  
30 Ocak 2020. 20 Şubat 2020, Erişim tarihi: 31 Ocak 2020.

<https://www.aa.com.tr/tr/dunya/dso-avrupa-artik-koronavirus-krizinin-merkez-ussu-haline-geldi/1765444>

"Coronavirus Update (Live) - Worldometer". www.worldometers.info. 29 Ocak 2020

"Novel Coronavirus(2019-nCoV)" (PDF). World Health Organization (WHO). 22 Şubat 2020 (PDF).

HESSEN, Margaret Trexler (27 Ocak 2020). "Novel Coronavirus Information Center: Expert guidance and commentary". Elsevier Connect

"How does coronavirus spread?". NBC News. 28 Ocak 2020, Erişim tarihi: 29 Ocak 2020.

<https://www.seyahatsagligi.gov.tr/site/HastalikDetay/Mers-CoV-Hastaligi>

## BÖLÜM VI

# ENDÜSTRİYEL ATIKLARIN ZEMİN STABİLİZASYONUNDA DEĞERLENDİRİLMESİ

*Fatih Yılmaz\**

### 1.Giriş

Zeminler, kayaçların fiziksel parçalanması ve/veya kimyasal ayrışması sonucu meydana gelirler. Kayaların kimyasal ayrışması, yeni oluşan zeminin kimyasal bileşimini değiştirir. Milyonlarca yıldan beri yerkürede kaya-zemin dönüşümü süregelmektedir. Zeminlerin davranış özelliklerini inceleyen ve mekanik ve hidrolik alanlarını baz alan bilim dalına zemin mekaniği denir. Zemin mekaniği, yük, deprem vb. etkiler altında zeminlerin özelliklerindeki değişimleri inceler. Zeminler üzerine yapılması düşünülen yapı için mühendislik özellikleri bakımından yetersiz olabilir. Bu gibi durumlarda proje değişikliğine gidilebilir, imkanlar dahilinde ise yapının farklı bir yerde inşası tercih edilebilir veya mevcut zeminin geoteknik özelliklerini değiştirmek gerekebilir. Zeminlerin fiziksel, kimyasal, mekanik ve hidrolik özelliklerinin yapıya uygun hale getirilmesi işlemine zemin stabilizasyonu denir. Zemin stabilizasyonu, zeminlerin sahip olduğu özelliklerin amaca uygun hale getirilmesi işlemidir [1]. Stabilizasyonun amacı, mühendislik özellikleri zayıf olan zeminlerin geçirimsizlik, dayanım, durabilite gibi parametrelerini iyileştirmektir [2]. Derin ve yüzeysel stabilizasyon olarak ikiye ayrılan zemin iyileştirme yöntemlerinde, bir yüzeysel stabilizasyon çeşidi olan kimyasal stabilizasyon oldukça yaygın olarak uygulanmaktadır [3].

Zeminin serbest basınç dayanımında, iyileşmelere yol açan katkılar, kalsiyum kökenli çimento, kireç ve uçucu kül, bitüm ile çeşitli tuzlardır [4]. Kireçle stabilizasyon, kimyasal stabilizasyonda özellikle ince dane zeminlerde oldukça yaygın kullanılan bir yöntemdir. Killi zemine kireç ilavesi ile plastisite indisi değerlerinde düşüşler meydana gelmektedir [5,6]. Kireç stabilizasyonu yapılan zeminde kısa dönemde optimum su muhtevası artarken, proktor yoğunlukları düşmekte, proktor eğrisi düzleşmekte, CBR (Kaliforniya taşıma oranı) değerlerinde ise artışlar olmaktadır [7]. Kireç ve polipropilen liflerin birlikte kullanıldığı bir çalışmada, %5 kireç ve %0.25 lifin beraber katkı maddesi olarak kullanılması ile en yüksek serbest basınç dayanımı değerlerinin elde edildiği tespit edilmiştir [8]. İnce daneli (kil-silt) zeminlerde kireç

---

\* (Dr. Öğr. Üyesi); Bayburt Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Bayburt, Türkiye. E-mail: fyilmaz@bayburt.edu.tr

katkısıyla iyileştirmenin, çalışmalarda olumlu sonuçlar verdiği belirlenmiştir [9,10].

Kireç stabilizasyonunda, zemine kuru ağırlığının %5-10'u oranında kireç katılması genellikle optimum seviyeler olarak görülebilir [11,12]. Killi zeminlerde %10'dan daha fazla kireç içeriği olan zeminlerde mukavemet artışının yok denecek kadar az olduğu tespit edilmiştir [13]. Kireç katkı oranı %5 ila %10 arasında alınarak yapılan çalışmalarda plastisite indisinin katkı oranlarının arttırılması ile azaldığı tespit edilmiştir [14]. Killi zeminlerin kireçle iyileştirilmesi yöntemi yıllardır yaygın bir şekilde kullanılan ve birçok ülkede tren yolu, kara yolu, park alanı ve yapı inşaatlarında öncelikli olarak tercih edilen yöntemdir [15-17]. Kireçle stabilizasyon ile birlikte şişme parametrelerinde azalmalar meydana gelir [18,19].

Kireç stabilizasyonu yapılacak zeminde veya boşluk suyunda eğer sülfat iyonu bulunuyorsa, sülfat kilin yapısındaki alüminyum iyonu ve kireçteki kalsiyum iyonu ile etrenjit adı verilen bir bileşik oluşturur [20-22]. Kireçle stabilizasyon esnasında oluşan durumlar sırasıyla; kanyon değişimi, çimentolaşma ve karbonatlaşmadır [23,24].

Eades ve Grim tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada zemine belirli oranlarda kireç katkısı eklenmiş ve serbest basınç deneyleri yapılmıştır. Çalışma neticesine göre, kireç miktarının artmasıyla birlikte %200-1000 arasında dayanım artışlarının meydana geldiği tespit edilmiştir [25].

Son yıllarda birçok araştırmacı, zemin stabilizasyonunda kullanılabilir farklı atık malzemeler üzerine incelemelerde bulunmuşlardır. Atıkların zemin stabilizasyonunda değerlendirilmesi geoteknik mühendisliği açısından önemli olduğu kadar, katı atıkların bertarafı kapsamında çevre mühendisliği açısından da oldukça büyük bir önem sahiptir. Endüstriyel atıkların stabilizasyon malzemesi şeklinde inşaat alanında kullanılması, doğanın temiz kalmasında etkili olacaktır. Bu atıkların kullanımı sayesinde depolama ve geri dönüştürmeden kaynaklanan ek giderler minimuma düşecektir. Bu nedenlerle endüstriyel atık malzemelerin inşaat sektöründe kullanılması gittikçe önem kazanan bir seçenek olarak görülmektedir. Geoteknik alanındaki yeni teknolojik gelişmeler; zemin stabilizasyon yöntemlerinin daha tesirli, verimli ve iktisadi olmasını sağlamıştır [26]. Atık malzemelerin zemin iyileştirmede katkı maddesi olarak değerlendirilmesi hem iktisadi hem çevresel problemlerin çözümüne katkı sağlayacaktır. Dünya ile birlikte ülkemizde meydana gelen atık maddelerin önemli bir çoğunluğu geri dönüştürülebilir malzemelerdir. Yapılan çalışmalarda geri dönüştürülebilir malzemelerin zemin stabilizasyonunda kullanılması iktisadi çözümler üretmiş, çevresel kirlilik ve depolama gibi olumsuz etkilerin azalmasına neden olmuştur.

Atıklarla zemin stabilizasyonu kapsamında öne çıkan katkı maddelerinden biri uçucu küldür. Uçucu kül, termik enerji santralleri içinde öğütülmüş kömürün yanmasıyla ortaya çıkan bir üründür. ASTM C 618'e göre C ve F sınıfı olarak iki farklı tipi bulunmaktadır. Uçucu kül zemine katıldığında bünyesindeki kalsiyum oksit, silikat ve alüminatın hidratasyona uğramasıyla kuvvetli bağlar oluşturarak zemin danelerini bir arada tutar. Literatürde uçucu kül ile yapılmış birçok stabilizasyon çalışması yer almaktadır [27-31]. Yılmaz tarafından yapılan çalışmada killi bir zemine %0, %5, %10, %15, %20, %25, %30 oranlarındaki uçucu kül ilave edilerek hazırlanan karışımlarda en iyi dayanım değerleri %25 uçucu kül içeren karışımlardan elde edilmiştir [28].

Zemin stabilizasyonunda değerlendirilen bir başka katkı maddesi atık lastiklerdir. Atık lastikler, hafif ve iyi drene olabilen malzemelerdir. Tabiatta ayrışıp yok olmaları uzun süreçler gerektiren atık lastiklerin meydana getirdiği temel çevresel problem atık lastik miktarının oldukça fazla olmasıdır [32]. Zemin stabilizasyonu çalışmalarında değerlendirilen [33-36] atık lastiklerin mekanik özellikleri incelendiğinde %20-50 sıkıştırılabilirliğe, 10-2-10-3 m/sn hidrolik iletkenliğe, 19-26° sürtünme açısına, 11-12,7 kN/m<sup>3</sup> özgül ağırlığa sahip olduğu tespit edilmiştir [37].

Mermer tozu atıklarının ulaştırma ve geoteknik alanında kullanılabilirliğini araştıran bir çalışmada [38], kıvam deneyleri ve Kaliforniya taşıma oranı deneyleri yapılmıştır. Bir başka araştırmada [39] serbest basınç dayanım testlerinden yararlanılmıştır. Bu çalışmalar neticesinde, mermer tozu atıklarının ince daneli zeminlerin stabilizasyonu için uygun bir katkı maddesi olabileceği sonucuna varılmıştır. Terzi ve Kardeşin [40], mermer tozu atıklarının asfalt betonu içinde filler malzemesi olarak değerlendirilebilirliğini araştırmışlar ve kullanılabilir olduğunu sonucuna ulaşımlardır.

Yılmaz vd. farklı bir endüstriyel atık olan Bayburt taşı atıklarının zemin stabilizasyonunda kullanılabilirliğini araştırmışlardır [41]. Bayburt taşı yeşil, sarı ve beyaz renklere sahiptir. Her bir taşın fizikokimyasal özellikleri birbirine göre farklıdır [42]. Bayburt taşı atıkları ile yapılan stabilizasyon çalışmaları bu taşların zemin stabilizasyonunda kullanılabilir olduklarını göstermiştir.

Alpyürür tarafından 2016 yılında gerçekleştirilen çalışmada [37] öğütülmüş gazbeton zemin iyileştirilmesinde kullanılmıştır. Gazbetonun farklı zeminlerde etkisini görebilmek için 3 farklı zemin türünde çalışma gerçekleştirilmiştir. Çalışma neticesinde, öğütülmüş gazbetonun problemli zeminlerin yüzeysel iyileştirilmesinde alternatif bir katkı maddesi olarak kullanılabilmesi kanaatine varılmıştır.

Bu çalışma kapsamında, öncelikle gazbeton atıkları %0, %5, %10, %15 ve %20 oranlarında yüksek plastisiteli killi bir zeminin stabilizasyonunda

kullanılmıştır. İndeks, dayanım ve durabilite tetkikleri gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında ayrıca, birincil bağlayıcılar ile gazbeton atıklarının zemin iyileştirme çalışmalarında değerlendirilmesi irdelenmiştir.

## 2. Materyal ve Metod

Deneylerde kullanılan zemin Bayburt ili Demirözü ilçesindeki bir araştırma çukurundan alınmıştır. Birleşik Zemin Sınıflandırma Sistemi'ne standardına göre çalışmada kullanılan zeminin sınıfı yüksek plastisiteli kil (CH) olarak belirlenmiştir. Gazbeton atıkları Bayburt çevresindeki inşaatlardan laboratuvara getirilmiş ve öğütme işlemi neticesinde stabilizasyon çalışmalarında kullanılmıştır. Doğal zemine ait temel özellikler ve deney numuneleriyle ilgili adlandırılmalar Tablo 1 ve Tablo 2'de sırasıyla sunulmuştur.

**Tablo 1.** Doğal zemin özellikleri

Sınıflandırma, (USCS)	CH
Likit limit, LL (%)	54
Plastik limit, PL (%)	22.7
Plastisite indisi, PI (%)	31.3
Optimum su içeriği, $w_{opt}$ (%)	22.5
Maksimum kuru yoğunluk, $\rho_{kmax}$	1.63

**Tablo 2.** Numune notasyonları

Deney numunelerinin karışım oranları	Notasyon
Doğal zemin	Z
Zemin ve gazbeton atığı	ZGB
Zemin ve %5 gazbeton atığı	ZGB5
Zemin ve %10 gazbeton atığı	ZGB10
Zemin ve %15 gazbeton atığı	ZGB15
Zemin ve %20 gazbeton atığı	ZGB20

## 3. Sonuçlar ve Öneriler

Bu çalışma kapsamında gazbetonun zemin stabilizasyonunda kullanılabilirliği üç aşama halinde irdelenmiştir. Birinci aşamada sadece gazbeton zeminle karıştırılmıştır. Daha sonraki iki aşamada ise gazbeton birincil bir bağlayıcı kullanılarak zeminle karıştırılmıştır. İlk aşamada gazbeton atıklarının zeminle karıştırılmasıyla birlikte gerçekleştirilen

deneyler sonucunda, özellikleri Tablo 1’de sunulan doğal zemine göre likit limit değerlerinde azalmalar, plastik limit değerlerinde ise artışlar tespit edilmiştir. Kıvam limitleri deneyleri, karışımların hazırlanmasının ardından bekletilmeden yapılmıştır. Deney numunelerinin kompaksiyon parametreleri Tablo 3’te sunulmuştur. Kompaksiyon sonuçlarına göre, yüksek plastisiteli kil olan doğal zemine gazbeton atıklarının karıştırılmasıyla optimum su içeriği değerlerinde doğal zemine göre nispeten yükselmeler, maksimum kuru yoğunluk değerlerinde ise azalmalar meydana gelmiştir. Çalışma kapsamında belirlenen 7, 14, 28 ve 84 günlük kür sürelerinin ardından gerçekleştirilen serbest basınç testleri sonucunda elde edilen veriler Tablo 4 ve Şekil 1 yardımıyla gösterilmiştir. Islanma-kuruma deneyi sonuçları ise Tablo 5’te sunulmuştur.

**Tablo 3.** Kompaksiyon sonuçları

Numune	Optimum su içeriği ( $w_{opt}$ )	Maksimum kuru yoğunluk, $\rho_{kmax}$ ( $Mg/m^3$ )
Z	22.5	1.63
ZGB5	22.8	1.64
ZGB10	22.8	1.61
ZGB15	23	1.6
ZGB20	23	1.59

**Tablo 4.** Serbest basınç dayanımı sonuçları

Numune	7 gün (kPa)	14 gün (kPa)	28 gün (kPa)	84 gün (kPa)
Z	149.5	150.9	150.7	151.3
ZGB5	172.8	202.6	222	272.8
ZGB10	204.2	250.3	267.1	292.3
ZGB15	231.2	255.8	277.1	311.1
ZGB20	243.2	276.5	295.9	332.4



**Şekil 1.** Dayanım sonuçları

**Tablo 5.** İslanma kuruma deneyi sonuçları

Numune	Başlangıç ağırlığı (gr)	Çevrim 1 sonu ağırlık (gr)	Çevrim 2 sonu ağırlık (gr)
Z	386.4	-	-
ZGB5	382	367	-
ZGB10	389.5	368.3	259.4
ZGB15	376.5	358.7	-
ZGB20	384.5	364.6	-

Serbest basınç dayanımı sonuçlarına göre, gazbeton atıkları dayanım verilerini arttırmıştır. En büyük dayanım %20 oranında gazbeton atığı içeren ZGB20 numunesinden elde edilmiştir. 28 günlük kür süresi sonunda bu numunede doğal zemine göre %96 dayanım artışı tespit edilmiştir. 84 günlük kürün ardından ise doğal zemine göre 2.19 kat dayanım artışı meydana gelmiştir. Hazırlanan deney numunelerine ayrıca ıslanma kuruma deneyi yapılmıştır. Tablo 5'te sunulan verilere göre, gazbeton atıklarının ıslanma-kuruma çevrimine karşı etkin olmadığı belirlenmiştir. Zemin numunesi birinci çevrimle birlikte hacimsel stabilitesini kaybederken, gazbeton atıkları içeren numuneler ikinci çevrim sonucunda tamamen bozulmuşlardır. Gazbeton atıklarının serbest basınç dayanımı üzerinde pozitif etkilerinin olduğu, ıslanma-kuruma çevrimleri altında etkisiz

olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, gazbeton atıkları zemin dayanımını arttırmıştır fakat bu artış istatistiki olarak büyük olmasına rağmen, değer olarak zeminin sağlaması gereken dayanım verileri açısından düşük mertebelindedir.

Gazbeton atıklarının zemin stabilizasyonunda dayanım açısından sınırlı bir etkisinin olduğu tespit edilen çalışmanın ikinci aşamasında bir birincil bağlayıcının varlığında gazbeton atıklarının etkisinin irdelenmesi gerektiği kanısına varılmıştır. Buna binaen, birincil bağlayıcı olarak kireç seçilerek gerekli zemin mekaniği deneyleri yapılmıştır. Kireç zemine, literatür çalışmaları [43-45] dikkate alınarak %6 oranında ilave edilmiştir. Zemin, kireç ve gazbeton numunesi, sadece %6 kireç ve %10 gazbeton atığı ile hazırlanmıştır. İçinde gazbeton atığı olmayan sadece kireç içeren karışımlarda, optimum su içeriği değeri %23.1, maksimum kuru yoğunluk değeri ise 1.56 Mg/m<sup>3</sup> olarak tespit edilmiştir. Buna göre, zemine kireç eklenmesiyle beraber optimum su içeriğinde bir miktar artış, maksimum kuru yoğunluk değerinde ise azalış meydana gelmiştir. Likit limit değerleri yönünden incelenecek olursa, likit limit değerleri zemine kirecin eklenmesiyle %43.5 değerine düşmüş ve gazbeton atıklarının kireçli zemine eklenmesiyle yine azalma göstermiştir. Plastik limit değerlerinde ise kayda değer değişimler meydana gelmemiştir.

Stabilizasyon çalışmalarında katkı maddesinin etkin olup olmadığının tespitinde yararlanılan parametrelerden biri dayanımdır. Dayanım değerlerindeki değişim katkı maddesinin zemin stabilizasyonun kullanılabilirliği hakkında önemli fikirler verir. Bu bağlamda, zemin, kireç ve gaz beton atıkları içeren numunelere serbest basınç dayanımı testi uygulanmıştır. Uygulanan serbest basınç dayanımı testleri için belirlenen kür süresi 28 gündür. Deney sonuçlarına göre sadece zemin ve kireç içeren numune 618,4 kPa dayanım göstermiştir. Zemin, kireç ve gazbeton numunesinden elde edilen dayanım ise 770 kPa olarak belirlenmiştir. Buna göre, kireç içeren zemine göre %25 daha fazla dayanım elde edilmiştir. Bu çalışma, gazbeton atıklarının kireçle beraber değerlendirilebilirliği üzerine yapılmış bir ön çalışmadır. Çalışmadan elde edilen bulgular, gazbeton atıklarının kireçle beraber zemin stabilizasyonunda kullanılabilir olabileceğini işaret etmiştir. Çalışma, farklı oranlarda gazbeton atıklarının dayanım ve durabilite etkisinin araştırılması şeklinde genişletilip, tüm veriler elde edildikten sonra sonuçların tartışılması gerekmektedir.

Bu çalışmanın üçüncü aşamasında uçucu kül ile birlikte gazbeton atıkları zemin stabilizasyonunda değerlendirilmiştir. Çalışmanın bu kısmı uluslararası bir kongrede sunulmuştur [46]. Bu bölümde, birincil bağlayıcı olarak kullanılan uçucu külün ve ikincil bağlayıcı olarak değerlendirilen gazbeton atıklarının birlikte kullanılabilirliği irdelenmiştir. İncelenen zemin ise düşük plastisiteli bir zemin olarak değiştirilmiştir. Stabilizasyon çalışmasında doğal malzemeye öncelikle %20 oranında uçucu kül

katılmıştır. Bunun yanı sıra gazbeton atıklarının etkisinin irdelenebilmesi amacıyla %0, %5, %10, %15 ve %20 oranlarında gazbeton atıkları ilave edilerek deney numuneleri elde edilmiştir. Hazırlanan numunelerin kıvam limitleri incelendiğinde uçucu kül ve gazbetonun beraber katkı maddesi olarak kullanılmasının likit limit değerlerini azalttığı, plastik limit değerlerinde kayda değer değişimler meydana getirmediği, plastisite indisi değerlerini azalttığı belirlenmiştir.

Tablo 6. Uçucu kül ve gazbeton numunelerinin dayanım verileri [46]

Numune	7 gün (kPa)	28 gün (kPa)	84 gün (kPa)
Doğal zemin	175.3	178.7	179.4
Zemin ve uçucu kül	754.4	942.8	1020.1
Zemin, uçucu kül ve %5 gaz beton atığı	944.9	1159.6	1298.5
Zemin, uçucu kül ve %10 gaz beton atığı	819.4	1152.9	1168.9
Zemin, uçucu kül ve %15 gaz beton atığı	751.5	1026.6	1030.1
Zemin, uçucu kül ve %20 gaz beton atığı	526.3	910.9	968.2

Hazırlanan karışımların dayanım parametreleri Tablo 6’da sunulmuştur. Buna uçucu kül ve gazbeton içeren karışımların 7, 28 ve 84 günlük kür süreleri sonucunda dayanım değerlerinin özellikle %5 ve %10 gazbeton atıkları içeren numunelerde arttığı ve gazbeton atıklarının uçucu küle birlikte stabilizasyon çalışmalarında kullanılmasının zeminin mukavemetine pozitif etki yaptığı tespit edilmiştir.

Üç aşamalı bir şekilde gerçekleştirilen bu deneysel çalışma sonucunda gazbeton atıklarının zemin stabilizasyonunda mühendislik özellikleri zayıf zeminlerin dayanımını artırma açısından kullanılabilir bir katkı maddesi olabileceği kanaatine varılmıştır.

### Kaynaklar

[1] Önalp, A.,” Geotechnical Information for Civil Engineers-, Vol II, S.1 145, 1202- 1209, KTU Press, Trabzon, 1983.

[2] Balta, İ. , “Doğu Karadeniz Bölgesi Topraklarının Çimento ve Kireçle Stabilizasyonu”, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1984.

[3] Şenol, A. ve Edil, T., B., 2004. “ Evaluation of CBR Results of Soft Soils Stabilized by Fly Ash m, Tenth National Congress of Soil Mechanics and Foundation Engineering, September, Istanbul, Proceedings Book, 275-280.

[4] Kota, P., B., V., Hazlett, D. ve Perrin, L., 1996. "Sulfate-Bearing Soils: Problems with Calcium Based Stabilizers", Record No. 1546, Transportation Research Board, Washington.

[5] Özaydın, K., 1995. "Zemin Mekaniği", Birsen Publishing House, İstanbul, 261 s.

[6] Uzuner, B., A., 2013." Temel Zemin Mekaniği ", Derya Bookstore, Trabzon, 342-359.

[7]. Kavak, A., 1996. "The Behavior of Lime Stabilized Clays Under Cyclic Loading", PhD Thesis, Boğaziçi University, İstanbul.

[8] Cai, Y., Shi, B., Charles, W., W. ve Tang, C., 2006." Effect of Polypropylene Fibre and Lime Admixture on Engineerin Properties of Clayey Soil", Engineering Geology, 87, 230-240.

[9] Tan, Ö., İyisan, R., "Soil Stabilization with Fly Ash", 6<sup>th</sup> National Congress of ZMTM, Dokuz Eylül Un., P. 417-426, İzmir, 1996.

[10] Kumar, A., Walia, B. S. ve Bajaj, A., 2007. "Influence of Fly Ash, Lime and Polyester Fibers on Compaction and Strength Properties of Expansive Soils", Journal of Materials in Civil Engineering, 19, 3, 242-248.

[11] Yılmaz, F. Tüfit Taşların Zemin Stabilizasyonunda Kireçle Birlikte Kullanılabilirliğinin Standart Deneyler ve Bilgisayarlı Tomografi Tekniği ile Araştırılması, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2015.

[12] Ghosh, A. ve Subbarao, C., (2007), Strength characteristics of class F fly ash modified with lime and gypsum, Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, 133, 7, 757-766.

[13] Ola, S., A., 1978. "The Geology and Geotechnical Properties of the Black Cotton Soils of North-Eastern Nigeria", A. A. Balkema, Rotterdam, 131-144.

[14] Fidan, D. (2016). Killerin Stabilizasyonunda Doğal Puzolanik Katkı Maddesi İnceliğinin Dayanım ve Durabiliteye Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Bayburt Üniversitesi, Fen Bilimleri, Bayburt.

[15] Goldberg, I. ve Klein, A., 1952. "Some Effects of Treating Expansive Clays with Calcium Hydroxide", ASTM Special Publication 142, Symp. on Exchange Phenomenon in Soils, 112-128.

[16] Clare, K., E., Crunchley, A., E., 1957. "Laboratory Experiments in the Stabilization of Clays with Hydrated Lime", Geotechnique, 5, 97-111.

[17] Terrel, R., L., Epps, A., Barenberg, J., E., Mitchell, J., K. ve Thompson, M., R., 1979. "Soil Stabilization", FHWA, U.S. Department of Transportation.

[18] Evans, G., L. ve Bell, D., H., 1981. "Chemical Stabilization Odloes", New Zealand, 10th ICSMFE, Stockholm, 3, 649-658.

[19] Guney, Y., Sari, D., Cetin, M. ve Tuncan, M., 2007. "Impact of Cyclic Wetting-Drying on Swelling Behavior of Lime-Stabilized Soil", Building and Environment, 42, 681-688.

[20] Mohamed, A., M., O., 2000. "The Role of Clay Minerals in Marly Soils on its Stability", Engineering Geology, 57, 193-203.

[21] Mitchell, J., K., 1976. "Stabilization of Soils for Foundations of Structures", University of California-Department of Civil Engineering Press, Berkeley.

[22] Hunter, D., 1988. "Lime Induced Heave in Sulfate Bearing Clays", Journal of Geotechnical Engineering, 114, 2, 150-167.

[23] Yıldırım, S., 2002. Zeminlerin İncelenmesi ve Temel Tasarımı, Birsen Yayınevi, İstanbul, 466 s.

[24] Fang, H., Y., 1991. "Foundation Engineering Handbook 2nd Edition", Van Nostrand Reinhold Publishing, London.

[25] Eades, J. L. ve Grim, R. E. (1966). A Quick Test to Determine Lime Requirements for Soil Stabilization, Bulletin No. 139, Highway Research Board, 61-72.

[26] Han, J. (2015). Principles and Practice of Ground Improvement. New Jersey : Wiley.

[26] Soğancı, A. S. (2011). Nevşehir bölgesinde bulunan pomzaların taşıma gücü ve oturma yönünden geoteknik özelliklerinin belirlenmesi ve iyileştirilmesi. Semantic Scholar.

[27] Çokça E, İpek T. Kireç, Çimento, C ve F Sınıfı Uçucu Kül Katkısının Şişen Bir Zeminin Şişme Basıncına Etkisi. Zemin Mekaniği ve Temel Mühendisliği Sekizinci Ulusal Kongresi, 1998; 10.

[28] Yılmaz, F., Zemin Stabilizasyonunda Uçucu Kül Kullanımı, ISEM2016, 3rd International Symposium on Environment and Morality, 4-6 November 2016, Alanya – Turkey, 2016.

[29] Kumar, B., R., P. ve Sharma, R., S., Effect of Fly Ash on Engineering Properties of Expansive Soils, Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, 130, 7, 764-767, 2004.

[30]Kumar, A., Walia, B. S. ve Bajaj, A., Influence of Fly Ash, Lime and Polyester Fibers on Compaction and Strength Properties of Expansive Soils, *Journal of Materials in Civil Engineering*, 19, 3, 242-248, 2007.

[31]Brooks, R., M., Soil Stabilization with Fly Ash and Rice Husk Ash, *Int. Journal of Research and Reviews in Applied Sciences*, 1, 3, 209-217, 2009.

[32] Gönüllü M. T., “Atık Lastiklerin Yönetimi”, Katı Atık Geri Dönüşüm Teknolojileri Semineri, İstanbul Sanayi Odası, İstanbul, 2004.

[33] Erol, B. (2008). Atık maddelerin yol inşaatlarında temel malzemesi olarak kullanımı. (Yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[34] Zornberg, J. G., Christopher, B. R., Andoosterbaan, M. D. (2005), “Tire Bales in Highway Applications: Feasibility and Properties Evaluation,” Colorado Department of Transportation Research Branch, Colorado, USA.

[35] Çetin, A. Y. (2011).Yüksek Plastisiteli Kil Zeminlerin Alternatif Malzemeler ile Yüzeysel Zemin Stabilizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[36] Edincliler, A., Baykal, G., Saygılı, A. (2010). Influence of different processing on the mechanical properties of used tires in embankment construction. *Waste Management*, 30, 1073-1080.

[37] Alpyürür, M (2016). Zemin İyileştirmesinde Öğütülmüş Gaz beton Kullanımı. (Yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[38] Okagbue, C.O., ve Onyeaobi, T.U.S., 1999. Potential of Marble Dust to Stabilite Red Tropical Soils for Road Construction. *Engineering Geology*, 53, 371-380.

[39] Yılmaz, F. and Yurdakul M. 2017. “Evaluation of marble dust for soil stabilization”, *Acta Physica Polonica A*, 132, 710-711.

[40] Terzi, S., Karaşahin, M., 2003. Mermer Toz Atıklarının Asfalt Betonuna Karışımında Filler Malzemesi Olarak Kullanımı. *Teknik Dergi*, Cilt:14, sayı:2, sayfa: 2903-2922.

[41] Yılmaz F, Kamiloglu H. A., Sadoğlu E. (2015) Soil stabilization with using waste materials against freezing thawing effect. *Acta Phys Pol A* 128:2B.

[42] Yılmaz F, Kamiloglu H. A., Sadoğlu E. (2014) Katı Atık Yönetimi Kapsamında Beyaz Bayburt Taşının Zemin Stabilizasyonunda Kullanılması, ISEM 2014, 2<sup>nd</sup> International Symposium on

Environment&Morality, 24-26 October 2014, Adıyaman, TURKEY, 1218-1224.

[43] Al-Rawas A.A., Taha R., Nelson J.D., Al-Shab T.B., Al-Siyabi H., “A Comparative Evaluation of Varios Additives Used in the Stabilization of Expansive Soils”, *Geotechnical Testing Journal*, 2002., 25(2): 199-209.

[44] Yılmaz F., “Zemin Stabilizasyonunda Puzolanik Katkı İnceliğinin Dayanıma Etkisi”, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 2017, (17): 1048-1054.

[45] Yılmaz F., Fidan D., “Effect of Wetting-Drying Cycles on Volumetric Stability of Clayey Soil Stabilized with Lime and Perlite”, *European Journal of Technique*, 2017, 2(7): 207-218.

[46] Yılmaz F. ve Kamiloğlu H. A., “Killi Zeminin Donma Çözülme Etkisi Altında Uçucu Kül ve Gazbeton ile Stabilizasyonu”, *The International Conference of Materials and Engineering Technology*, 10-12 Ekim 2019, Gaziantep, TÜRKİYE, 871-875.

## BÖLÜM VII

# MİMARİ ANİMASYONLARDA MİMARİ TASARIMIN SUNUM VE ANLATIMININ SİNEMATOGRAFİK BAĞLAMDA DEĞERLENDİRİLMESİ

*Evaluation of Presentation and Expression of Architectural Design in  
Architectural Animations in Cinematographic Context*

**Fatih Us\***

*“Belli bir duygusal alandaki zekice davranış,  
o ortamdaki verilerin anlaşılabilirliğine bağlıdır...”*

*Rudolf Arnheim (2012:33)*

### **Giriş**

Mimarlık tarihinin başlangıcından günümüze kadar mimari tasarımın/bütünün sunum ve anlatımı için birçok araç/teknik kullanılmıştır. Rönesans döneminde ortaya çıkan perspektif kurallarından günümüz bilgisayar teknolojisine kadar mimari sunum anlatım araçlarında önemli gelişmeler olmuştur. Bu araçların temel amacı mimari tasarım fikrini karşı tarafa doğru bir şekilde anlatabilmek olmuştur. Günümüz teknolojilerinde hareketli ve sesli görüntüyü kullanan animasyon, bu amaca hizmet edebilecek imkana sahip olmasına rağmen yeterli düzeye erişememiştir. Bu nedenle bu çalışmada, “mimari animasyon”un mimari tasarımı/konsepti (mimari bütünü) sunum ve anlatım gücünü ortaya çıkarabilmek için son yüz yılın en etkili anlatım dili olarak kabul edilen sinematografik teknikler incelenmiş ve mimari animasyona katkıları araştırılmıştır.

21. yy’ın önemli temsil araçlarından biri olan animasyon, mimarın, mimariyi oluşturan öğelerin istediği kısımlarını dilediği gibi yansıtabildiği ve bunun profesyonel ya da profesyonel olmayan kişiler tarafından kavranabildiği bir ortam sunmaktadır. Animasyonun bu imkanları sunmasına karşın mimarlar bu aracı henüz etkin bir şekilde kullanamamaktadır. Dolayısıyla bu durum mimari temsil ortamı için önemli bir sorunsal olarak görülmektedir. Bu konu ile ilgili çeşitli çalışmalar yapılmaktadır ancak halen istenilen düzeye ulaşamamıştır.

---

\* (Doç. Dr.); Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü,  
Samsun-TÜRKİYE, e-mail: mim.fatihus@gmail.com

Örneğin mimari animasyonun potansiyeli ile ilgili çalışmalar yapan Alvarado (2008:133-149; 2005: 299-316), animasyonun gerçek deneyime yakın bir sunum sergilediği için geleneksel sunum tekniklerinden ayrıldığını belirtirken mimarların bu ortamı kullanırken hala tecrübe eksiklikleri olduğunu da ifade etmektedir. Bir çok araştırmada, profesyonel ve kapsamlı animasyonlar hariç bir çok mimari animasyonun sığ sunumlara sahip olduğu ve genellikle binaların etrafında basit turlar şeklinde yapıldığı ifade edilmektedir (Alvarado ve Isorna, 2004: 366-373). Dolayısıyla bu konu ile ilgili geniş kapsamlı araştırmalara ihtiyaç duyulduğunu belirtmektedir.

Dijital hareketli sunum tekniklerinde önemli bir yer tutan sinematografi, mimari animasyonlarda mimari konseptin sunum ve anlatımını güçlendirici etkenlerden birisi olarak düşünülmektedir. Bunun en büyük nedeni ise sinematografideki hareket kavramı ile mimari tasarımındaki hareket/deneyim kavramının birbiri ile örtüşmesidir. Örneğin Eisenstein (1994), sinematik görüntülerle kullanıcının görsel algısı ile uyumlu düzenlenmiş mimari çevreyi birbirine benzetmektedir. Diana Agrest ve Bernard Tshumi de film tekniklerini kullanmanın mimariyi deneyimlemenin bir yolu olarak görmektedir.

Mimari animasyonun mimari tasarımının sunum ve anlatımındaki etkisini ve film çekim tekniklerinin animasyonlarda kullanımını araştıran çalışmalar bulunmaktadır: Eui--- Jee Hah vd. (2008: 29-41), “Mimari Animasyonlarda Sinematografik Teknikler ve Bunun İzleyici Yargısına Etkileri” / “Cinematographic Techniques in Architectural Animations and Their Effects on Viewers’ Judgment”; Alvarado (2008: 133-149), “Mimari Animasyonlar için Film Yapım Tekniklerinin Analizi” / “Analysis of Filmmaking Techniques for Architectural Animations”; Alvarado vd. (2005: 299-316), “Mimari Animasyonlarda Filmsel Gelişim “Filmic Development of Architectural Animations”; Alvarado & Isorna (2004: 366-373), “Mimari Animasyonlar için Sinematografik Teknikler” / “The Fragmented Eye, Cinematographic Techniques for Architectural Animations”. Bu ve benzeri çalışmalarda sinematografik teknikler ve mimari animasyon arasında güçlü bir bağ olduğunu gösteren bir çok veri elde edilmiştir.

Mimari animasyon, sadece sunum ve anlatım tekniği olarak değil mimari projelerin analizleri için de kullanılmaktadır. M. Saleh Uddin (2005, 341-348), “Mimari Grafik Analizi için Animasyon Tekniği: Richard Meier’in Atheneum Örneği” / “Animation Techniques to Represent Graphic Analysis of Architecture: A Case Study of Richard

Meier's Atheneum" çalışmasında, mimari animasyon teknikleriyle mimari form ve mekanın grafik analizlerinin daha etkili yapılabildiği ortaya konmuştur.

Bu çalışmada ise istenilen hedefe ulaşabilmek için mimari animasyonlar, pazarlama ya da sanatsal bir faaliyet için hazırlananlar arasından değil mimari tasarımın/konseptin sunum anlatımına yönelik hazırlanan mimari proje yarışmaları içinden seçilmiştir. Bu alan çalışmasını yapmadan önce kuramsal altyapının oluşması amacıyla gerekli literatür incelemesinin ardından mimari tasarım/konsept, mimari temsil, sunum anlatım, mimari animasyon ve sinematografik öğeler hakkında tanımlamalar ve açıklamalar yapılmakta sonrasında ise mimari proje yarışmaları üzerinden incelemelerde ve değerlendirmelerde bulunmaktadır.

## **Tanımlar:**

### **I. Mimari Tasarım / Konsept**

Eski Romalı mimar ve mühendis Vitruvius (1990) (İ.Ö. 1yy.), mimarlığı "uygunluk", "güzellik" ve "dayanıklılık" (utilitas, venustas, firmitas) unsurları ile tanımlamıştır. Günümüzde ise bu etmenler "fonksiyon", "biçim" ve "teknik" olarak evrilmiştir. Mimari tasarımı oluşturan faktörleri Bielefeld (2011), "bağlam" "bütünlük", "malzeme ve yapı" ve "işlev" başlıklarında incelerken mimari bütünün oluşumunda mekan boyunca hareketi ve deneyime vurgu yapan mimar, yazar ve ressam Francis D.K. Ching (2010), mimari tasarımı, mimarinin fiziksel, algısal ve kavramsal özellikleri ile tanımlamaktadır. Görüldüğü gibi bir çok mimar ve mimarlık kuramcısı mimari bütünü farklı şekillerde ele almakta ve değerlendirmektedir.

Mimar, tasarımı oluşturan ve yukarıda bahsedilen bu öğeleri kendine özgü yorumlamaktadır. Bu yorumlamalar yapının işlevine bağlı olarak değişebilmekte, kimi zaman çevresel faktörlerin etkisi ile gerçekleşmekte, kimi zaman da mimarın kullanıcıya hissettirmek istediği duyguyla ilişkili olmaktadır. Örneğin mekanda atmosfer hissini öneminden bahseden Pritzker ödüllü İsviçreli mimar Peter Zumthor, Therme Vals termal (1996) projesinde mimari konseptini dik bir yamaçta taşın ve suyun birlikteliği olarak tanımlamaktadır. Daniel Liebeskind'in Berlin Yahudi Müzesi (1999), Yahudi soykırımından önce, sonra ve soykırım sırasında yaşananları yansıtmaktadır. Yokluk, boşluk ve görünmezlik hissini, galerilerle, boş mekanlarla ve çıkmaz sokaklarla vermeye çalışmıştır. Zigzag plan, kaybolma duygusunu cisimleştirirken yapıdaki ufak yarıklar

da en karanlık anda bile umudu gösteren ışığı içeri almaktadır. Antalya Altın Portakal Film Müzesi Yarışması'nda (2002) Alişan Çırakoğlu, sinemadaki ışık faktörünü projenin en önemli ögesi olarak kullanmakta ve iki beton kütle arasında “ışık düzlemi” ni ortaya çıkartmaktadır. Emre Arolat Sancaklar Camii (2013) projesinde ise İslam felsefesi ve İslam mimarisindeki tevazu kavramını yansıtmak istemiştir. Araziye yerleşimde cami, topografya ile hemhal olurken konumlanmada da dış dünyadan uzaklaşmaktadır. Mimar Moshe Safdie'nin Ottawa'da tasarladığı Ulusal Galerî (1988) projesindeki müzede büyük hol kütesinin tepede yer alan Parlamento binasının gotik kulesinden etkilendiği görülmektedir. Safdie, sanatı temsil eden bir yapıyı, yönetimi temsil eden bir yapı ile eşdeğer bir şekilde ifade ederek toplumun sanata verdiği değeri ve toplumun değer yargılarını vurgulamaya çalıştığını ifade etmektedir (Soygeniş, 2010: 28). Tüm bu örneklerden anlaşılacağı gibi her mimar tasarlayacağı projeyi farklı yönlerden ele almakta ve farklı çözümlerde bulunmaktadır.

## **II. Mimaride Temsil ve Sunum – Anlatım**

Mimari temsil, mimari ürünün inşai nitelikte olmayan teknik araçlarla betimlenmesidir. Bu yönüyle tasarlama, projelendirme ve anlatım araçları temsil araçları olarak tanımlanmaktadır (Tanyeli, 2002: 76). Temsil, tasarım fikrini tasarım sürecinde bir ortamda görebilme, deneyimleyebilme ve sunabilme imkanı sağlamaktadır. Maket, çizim, animasyon gibi temsil araçları mimari tasarım sürecinin sonunda sunum ve anlatım aracı olarak da kullanılmaktadır. Bu bağlamda mimari temsil ortamları aynı zamanda mimari sunum anlatım araçları olarak da tanımlanabilmektedir. Porter (1979) temsil ortamlarını ya da mimari sunum anlatım tekniklerini şu şekilde sıralamaktadır: “Kavramsal Grafikler”, “Ortografikler”, “Dinamik Grafikler”, “Perspektif ve Üç Boyutlu Temsiller” ve “Bilgisayar Ortamında Temsiller”. Bu çalışmada incelenen “mimari animasyon” ise bilgisayar ortamında temsiller içerisinde yer almaktadır.

Mimari temsil bir çok kaynakta “tasarım”, “anlatım” ve “pazarlama” olarak üçe ayrılırken bazı kaynaklarda da “eğitsel”, “tasarım ve uygulama” ve “sunum” amaçlı olarak ayrıştırılmaktadır. Bu çalışmada mimari temsil araçlarından biri olan mimari animasyon mimari konseptin ifade edilmesi yönünden inceleneceği için mimari temsil, sunum ve anlatım bağlamında ele alınacaktır.

## **III. Mimari Animasyon**

Canlandırma olarak da tanımlanan animasyonun edebiyat, tıp, turizm, sinema ve televizyon alanlarında farklı tanımları bulunmaktadır. Bu

çalışmada “tek tek resimleri veya hareketsiz cisimleri gösterim sırasında hareket duygusu verebilecek bir biçimde düzenleme ve filme aktarma işi” (TDK, URL 1) olarak tanımlanmaktadır. Türüne ve yapısına bağlı olarak animasyon, çizimlerle, fotoğraflarla ve bilgisayar ortamında hazırlanan görsellerin birlikte kullanımıyla oluşturulabileceği gibi yalnızca tek bir yöntemle de yapılabilir. Saniyede en az 16 görüntünün arka arkaya gösterilmesiyle oluşmaktadır ancak bir hareketi doğal göstermek için saniyede en az 24 görüntü kullanılması gerekmektedir. Andy Wyatt (2010), animasyonu cansız şeylere hayat veren bir sanat olarak tanımlamaktadır.

Mimari animasyon, iki ve üç boyutlu dijital tekniklerle üretilen yapı, yerleşim yeri, insan, ağaç ve araç gibi nesnelere içeren kısa bir mimari film olarak tanımlanmaktadır. Mimari animasyon, kullanımının ilk yıllarında kameranın modelin çevresinde dönmesi ile oluşturulurken günümüzde diyagramlar, sabit görüntüler, tel çerçeve modeller, hareketli görseller, görsel efektler, yazılar, ses ve arka plan müziği ile düzenlenmektedir.

#### **IV. Sinematografik Öğeler**

20. yüzyılın en önemli keşiflerinden olan sinematografi, Lumière Kardeşler’in buluşu olan sinematograf aygıtından türemektedir. Sinematografi, sinema filmi için görüntü kaydederken kamera, ışık ve ses tercihleri yapma disiplini olarak tanımlanmaktadır. Sinematografik görüntüyü oluşturan öğeler şu şekilde sıralanabilir: 1.Çerçeve / Çerçeveleme, 2.Görüntü Düzenlemesi, 3.Görüş Noktası, 4.Kamera (Alıcı) Açısı, 5.Hareket, 6.Çekim Ölçeği, 7.Aydınlatma, 8.Dekor, Sahne Donatımı, Giysi, Makyaj, 9.Oyun / Oyuncu, 10.İçerik / Tema / Konu / Senaryo / Dramatik Yapı, 11.Ses, 12.Renk, 13.Sahne Düzeni / Yönetimi, 14.Kurgu (Özön, 1972). Ancak bu çalışmada, yapılan literatür araştırması ile birlikte sunum-anlatım amaçlı mimari animasyonlarda da karşılığı olan başlıklar seçilmiştir. Seçilen bu başlıklar sırasıyla şu şekilde tanımlanmaktadır:

Senaryo, bir düşüncenin görüntü ve sese aktarılabilmesi için yazıya dökülmesidir (MEGEP, URL 2). Senaryoda kameranın ya da çevredeki nesnelere hareketleri, çekim ölçekleri, ses/müzik gibi görüntünün içeriğini oluşturan pek çok öge yer almaktadır.

Tekil görüntüler, çerçeve düzeni / kompozisyon, çekim ölçekleri, kamera, kameranın görüş açısı olarak sınıflandırılmaktadır. Çerçeve düzeni / kompozisyon, çerçevenin renk, denge, sadelik, ölçü-oran, derinlik-perspektif, netlik-bulanıklık, aydınlık-karanlık, hareket-farklılık

gibi bir takım unsurlarla düzenlenmesi olarak tanımlanmaktadır. Çekim ölçeğinde temel olarak uzak, orta ve yakın çekim ölçekleri bulunmaktadır. Ölçek tercihi gösterilmek istenen nesnelere göre değişmektedir. Kamera, seyircinin bakışı ile kameranın bakışının çakıştığı öznel ve olaya tarafsız bir gözle bakan ve seyirciye olayı sahne içinde görünmeyen bir kişinin gözünden gösteren nesnel olmak üzere iki şekilde kullanılmaktadır. Kameranın görüş açısı, olağan, yüksek ve alçak görüş noktalarından olağan, üstten ve alttan bakış açıları olarak ayrılmaktadır.

Görüntülerin ardışık sıralanışı (hareketli görüntüler) / çekim, kamera hareketleri, çekim süreleri ve hızı olarak incelenmektedir. Kameranın çevrinme ve kayma biçiminde başlıca iki hareketi bulunmaktadır: Çevrinme hareketi, kameranın yer değiştirmeden yukarı aşağı, sağa sola, çapraz ve kendi ekseninde dönmesi olarak tanımlanır. Kayma hareketi ise kameranın öne geriye, aşağı yukarı, sağa sola ve çapraz ilerlemesi olarak ifade edilmektedir. Çevrinme ve kayma hareketlerinin birlikte kullanıldığı görüntülere vinç çekimi denilmektedir. Çevrinme ve kayma hareketinde sıçrama ile yapılan bir hareket vardır ki burada çekimin başı ve sonu belirgindir, arada kalan bölüm ise siliktir. Kameranın hareket etmeden ileri geri kayma hareketini taklit etmesi farklı odaklı merceklerle mümkün olmaktadır ve bu harekete de optik kaydırma denilmektedir. Çekim, kameranın ara vermeksizin duruncaya kadar ya da farklı bir görüntüye geçinceye kadarki görüntüleri kaydetmesidir. Bu kaydetme aşamasında çekimin belirli bir süresi ve hızı bulunmaktadır.

Montaj / kurgu, bir filmin çevrilişi sırasında elde edilen film parçacıkları arasında seçim yapmak, bunları senaryodaki sıralara göre dizmek, bu çekimlerin uzunluklarını saptamak, çekimlerin içerik yönünden ilişkilerini göz önüne almak, bunları belirli bir anlatıma göre düzenleme işidir (Özön, 1972: 122). Kabaca çekimlerin art arda eklenmesi olarak da tanımlanan montajda, çekimler arası “temel ve etkili geçiş türleri” bulunmaktadır. Bu türler arasında en yaygınları ise kesme, kararma-açılma, silme, zincirleme, atlamalı kesme, eşlemeli kesme, ani pan, flow-motion bulunmaktadır.

Sinematografik öğelerden ışık - aydınlatma, ana ışık, arka ışık, fon aydınlatma ve dolgu ışık türlerinden oluşurken bunlardan ana ışık ve dolgu ışık mimari animasyonda kullanılmaktadır.

Mimari animasyonda ses, çevreden gelen kuş, insan ve rüzgar gibi seslerle montaj geçişlerindeki efektleri içermekte, müzik ise belirli bir zaman diliminde ya da animasyon sürecinde çalan müzik bandını kapsamaktadır.

Mimari proje yarışmalarından oluşan alan çalışmasında bu sinematografik öğelerin mimari animasyonlarda nasıl kullanıldığı örnekler üzerinden araştırılmakta ve bu öğelerin kullanımındaki tercihlerle mimari tasarım arasındaki bağlantılar ortaya çıkartılmaya çalışılmaktadır. Dolayısıyla mimari animasyonların mimari tasarımı daha açıklayıcı ya da daha anlaşılabilir düzeyde ifade edebilmeleri için çeşitli ipuçları aranmaktadır.

## **Mimari Animasyonlarda Mimari Tasarımın Sunum ve Anlatımının Sinematografik Bağlamda Değerlendirilmesi:**

### **Mimari Proje Yarışması Örnekleri**

Mimari animasyonlar, uluslararası mimari proje yarışmalarında yer alan, erişilebilir, dijital anlatım teknikleri bakımından güçlü ve anlatım dili birbirinden farklı özelliklere sahip olanlarından seçilmiştir. Çalışmada 2003-2013 yılları arasındaki mimari proje yarışmaları taranmıştır: Zaha Hadid Mimarlık, 3XN, UNStudio Mimarlık, Coop Himmelblau Mimarlık, Snøhetta Mimarlık, Safdie Mimarlık, Cafer Bozkurt Mimarlık & Mecanoo Mimarlık, Adrian Smith+Gordon Gill Mimarlık, Mecanoo ve Marks Barfield Mimarlık gibi ofisler tarafından yapılmış ya da yapılması için ilgili ofislere sipariş edilmiş mimari animasyonlar incelenmiştir. Bunlar arasından büyüklükleri birbirine yakın ve işlevsel olarak da dil birliği olması adına “kültür ve eğitim merkezi” projeleri tercih edilmiştir. Bu doğrultuda incelenmesine karar verilen mimari animasyonlar şunlardır (Us, 2015, 139-141):

Mimari Proje 1: Kral II. Abdullah Kültür ve Sanat Evi / King Abdullah II House of Culture & Arts, Zaha Hadid Mimarlık Ofisi , Ürdün, Amman, 2008 – , Uluslararası Yarışma Birincilik Ödülü

Mimari Proje 2: Dublin Ulusal Konser Salonu: Ek Bina / National Concert Hall, 3XN, İrlanda, Dublin, 2008 - , Yarışmada son iki finalist arasındadır.

Mimari Proje 3: Moskova Müzesi & Eğitim Merkezi / Museum & Educational Centre Moscow, 3XN & ASADOV Mimarlık Stüdyosu, Rusya, Moskova, 2013 - , Yarışmada son altı finalist arasındadır

### **Mimari Proje 1:**

Kral II. Abdullah Kültür ve Sanat Evi /  
King Abdullah II House of Culture & Arts,  
Zaha Hadid Mimarlık Ofisi , Ürdün, Amman, 2008 –

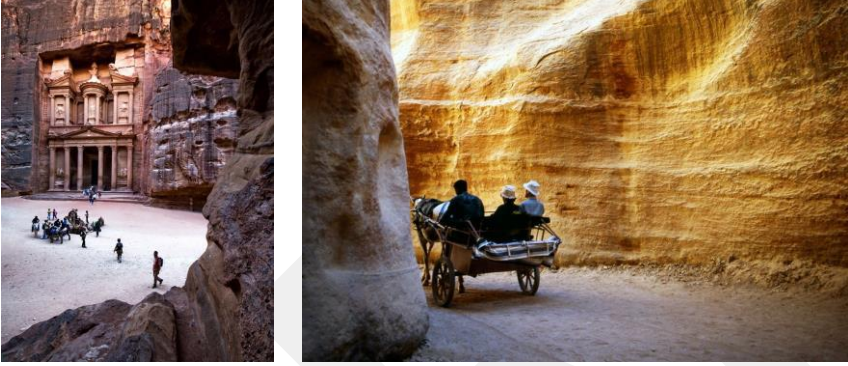
Kral II. Abdullah Kültür ve Sanat Evi, Irak asıllı İngiliz mimar Zaha Hadid'in (Pritzker dlne sahip ilk kadın mimar) (Resim 1) kurduğu mimarlık ofisi tarafından Amman Belediye sahne sanatlarının ve Ürdün kültürünün sergilenmesi için Şehir merkezinde bir gösteri mekanı olarak tasarlanmıştır. Yapı, 1600 koltuklu konser salonu, 400 koltuklu tiyatro salonu, eğitim merkezi, prova odaları ve galerileri içeren bir kompleks biçiminde planlanmıŐtır (Zaha Hadid Architects, URL 3)



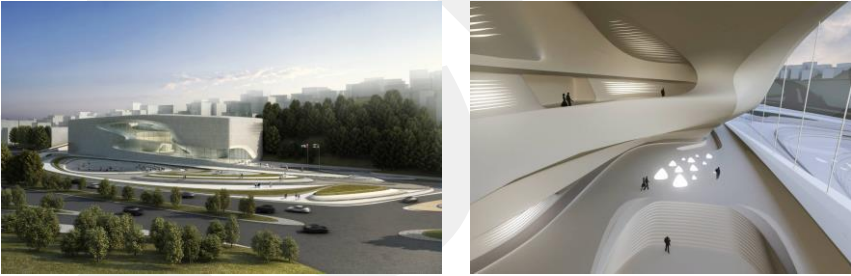
Resim 1. Zaha Hadid (URL 4)

Zaha Hadid Mimarlık (URL 5) tasarımlarında, 2007 yılında dünyanın Yeni Yedi Harikası'ndan biri olarak gösterilen Petra antik kentinden (Resim 2) esinlendiklerini ifade etmektedir. Petra antik kenti, karmaşık doğası ve zarif yapısının yanı sıra mimari ile doğa arasındaki etkileşime iyi bir örnektir. Dik ve aşınmış (erozyona uęramıŐ) kumtaŐı (pembe-kızıl rengi) tepelerinin arasına oyuklar açılarak yapılan antik Şehirde, dışarıdan gelen tehlikelerden korunmak için dar ve dolambaçlı yollarla ulaŐım sağlanmaktadır.

Petra'daki akışkan/aşınmış yüzeyler (the principles of fluid erosion), kültür ve sanat merkezinin temel yapısını oluşturmaktadır. Bu yapı, binanın sadece dış katmanını değil içerideki ortak alanların biçimlenmesini de etkilemiştir. Giriş bölümünden başlayan oyuk, binanın ortasına kadar gelmekte ve iki katlı olarak şekillenmektedir. Aynı zamanda bu alanlarda gün ışığından yararlanmak için tavanda oyuklar açılmıştır. İç mekanlarda erozyon etkisiyle aşınmış yüzeyler hissi oluşturulmaya çalışılmıştır. (Resim 3)



Resim 2. Petra Antik Kenti (URL 6)



Resim 3. Kral II. Abdullah Kültür ve Sanat Evi (URL 7)

### **Mimari Proje 1 Animasyonunda Mimari Tasarımın Sunum ve Anlatımının Sinematografik Bağlamda Değerlendirilmesi:**

Animasyonun senaryosunda yapı ve yapının çevresiyle olan ilişkisinin gösterildiği dış görüntüler ön plandadır. Bu görüntülerle mimari konsepti oluşturan, özellikle dış kabuktaki akışkan – aşınmış ve oyuk yüzeyler gündüz ve gece görüntüleriyle birlikte yansıtılmaktadır. (Tablo 1)

Tekil görüntülerden çerçeve düzeni / kompozisyon olarak animasyona bakıldığında ilk sahnede mimari tasarımın çizgisel anlatımının yavaş yavaş

ortaya çıktığı ve hareketli görüntü ile izleyicinin dikkatinin mimari konsepti yansıtan çizime çekildiği görülmektedir. Animasyonda genel olarak uzak çekim ölçeği, nesnel kamera ve üst görüş açısı kullanılmakta ve böylece projenin biçimsel özellikleri, çevresi, konumu ve zamanı hakkında bilgi verilmektedir. Animasyonun yakın çekim ölçeğinde ve geriye kayma hareketi ile başlaması yapının “oyuk” kısmını dolayısıyla projenin konseptini öne çıkartmaktadır. Yapının girişinde ve iç mekanlarında öznel kamera ve olağan görüş açısı kullanılmakta, sirkülasyon boyunca ileri kayma hareketi, kot farkında çapraz ileri kayma hareketi yapılmakta böylece izleyene yapıyı ziyaret etme hissi verilmekte, mekanın yaşatacağı hissiyatı algılama olanağı sunulmakta ve iç mekandaki aşınmış yüzeylerin kavranması sağlanmaktadır. Animasyonda uzun süren dış görüntülerde yatay çevrinme ve yatay kayma hareketleri yapılarak izleyen mimari tasarıma odaklanması sağlanmaktadır. Konser salonunda birçok farklı kamera hareketi birlikte kullanılarak salonun genel yapısı hakkında bilgi verilmektedir. Animasyonda çekim hızı genel olarak yavaş olmasına karşın yer yer hızlanıp yavaşlamakta ve izleyene mimariyi gözlemleyebilme fırsatı sunulmaktadır. Yapının oyuk/boşluk kısmında, girişte ve konser salonu çekimlerinde çekim hızında artma ve buna bağlı olarak da süresinde de azalma olmaktadır, böylece bu bölgeler daha çarpıcı hale getirilmekte ve ilgi bu noktalara çekilmektedir. Dış çekimlerde çekim süresi uzun ve gece görüntüsü daha fazladır. Bunun nedeni olarak gece aydınlatması ile doluluk ve boşlukların daha iyi anlaşılması gösterilebilir.

Montajda ilk ve son görüntü olarak tasarımdaki boşluk/oyuk kullanılarak projenin konseptine vurgu yapılmıştır. Ayrıca yapının ilk görüntüsünde gerçekleştirilen yakın çekim ile sonrasındaki uzak çekim ile oyulmuş duvar ve boşluklardan mimari bütüne geçişler yapılmış, böylece montaj ile parça ve bütün arasındaki bağlantı kurulmaya çalışılmıştır.

Tablo 1. Mimari Animasyon 1 Senaryosunun Analizi/Görsel Senaryosu  
(Us, 2015: 153)

<p>Tanıtım Sahnesi Başlangıç</p>  <p>00:00-00:13, 13 saniye</p>	<p>Sahne 1 – Çekim 1 Kamera 1</p>  <p>00:14, 5 saniye</p>	<p>Sahne 1 – Çekim 2 Kamera 2</p>  <p>00:21, 13 saniye</p>
<p>Sahne 1 – Çekim 3 Kamera 3</p>  <p>00:36, 44 saniye</p>	<p>Sahne 2 – Çekim 1 Kamera 4</p>  <p>01:22, 13 saniye</p>	<p>Sahne 3 – Çekim 1 Kamera 5</p>  <p>01:37, 11 saniye</p>
<p>Sahne 4 – Çekim 1 Kamera 6</p>  <p>01:49, 4 saniye</p>	<p>Tanıtım Sahnesi Bitiş</p>  <p>01:59, 2 saniye</p>	

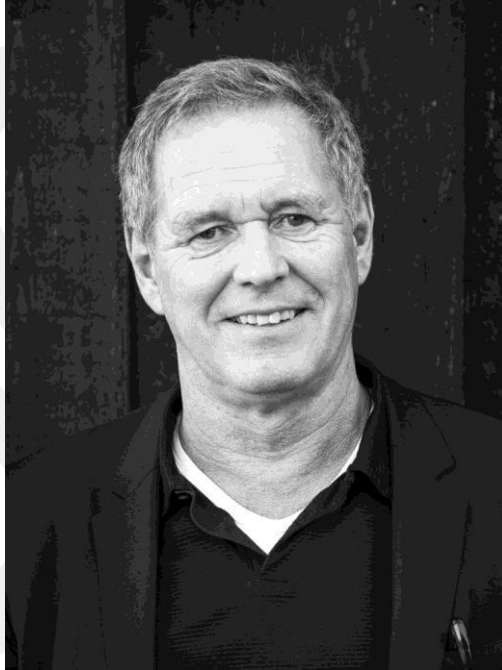
Animasyonda iç ve dış görüntülerde ağırlıklı olarak gece görüntüsü hakimdir. Gece görüntülerinde iç mekânlarda aydınlatma yapılarak yapının oyuk kısımlarına dikkat çekilmektedir.

Animasyonda sadece arka plan müziği - klasik müzik - kullanılmaktadır ve bu da işleyle örtüşmektedir. Ses faktörünün animasyonda kullanılmamasına rağmen müziğin kamera hareketleri ve çekimler arası geçişlerle uyumlu olması nedeniyle animasyonun bu yönde başarılı olduğu söylenebilir.

## **Mimari Proje 2:**

Dublin Ulusal Konser Salonu: Ek Bina / National Concert Hall  
3XN, İrlanda, Dublin, 2008 -

Bir çok ödül sahibi Danimarkalı bir mimari ofis olan 3XN (Resim 4), konser salonuna yaptıkları ek bina tasarımında, eski yapı ile güçlü bir bağ kuran ve aynı zamanda içinde müzik seslerinin yayılmasına imkan veren bir mekan olmasını istemiştir. Yapı, her biri akustik, hacim ve işlevsellik bakımından kendine özgü üç ayrı konser salonundan oluşmaktadır. Birinci salonda ziyaretçiler ve müzisyenler arasında sıcak ve samimi bir ortam sağlanmaya çalışılmış, ikinci salon geleneğe saygı gösteren klasik bir düzende planlanmış, üçüncü salonda ise esnek bir kullanım alanı ile farklı fonksiyonlara cevap veren bir tasarım benimsenmiştir. Salonlar arası sosyal etkileşimi ve misafir akışını güçlendirmek ve tarihi Butler binası ile bağlantıyı sağlamak için yer yer genişleyen ve daralan ana yapıyla uyumlu organik bir fuaye tasarlanmıştır. Mimari tasarımda kentsel mekanın, parkın yapı ile bağlantısı fuayenin kamusal alanlara açılımı ile sağlanmaktadır (URL 8). (Resim 5)



Resim 4. Kim Herforth Nielsen, 3XN Kurucusu (URL 9)




















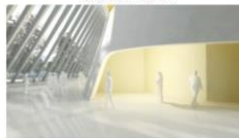
Resim 5. Dublin Ulusal Konser Salonu (URL 8)

### **Mimari Proje 2 Animasyonunda Mimari Tasarımın Sunum ve Anlatımının Sinematografik Bağlamda Değerlendirilmesi:**

Mimari animasyonun senaryosunda kameranın kullanıcının yerine geçtiği görüntülerin olduğu iç mekan çekimleri ağırlıklı olarak yer almaktadır. Böylece mimari konseptte yer alan salonlar arası sosyal etkileşimi güçlendirmek için tasarlanan organik fuaye mekanı ön plana çıkartılmaktadır. (Tablo 2)

Tekil görüntülerden çerçeve düzeni / kompozisyon' da dikkat çeken ilk görüntü olan hareketli nota ve notaların yer aldığı çizgiler (porte) ile projenin işlevine vurgu yapılmaktadır. Gerçeklik hissini artıran ve proje hakkında daha çok bilgi veren 3 boyutlu görseller (renderlar) kullanılmıştır. Öznel kamera tercihleri, olağan görüş açıları ve kameranın kullanıcıyı taklit eden hareketleri ile özellikle mimari tasarımdaki 3 konser salonu arasındaki bağlantıyı sağlayan fuayenin kullanıcılar tarafında algısı vurgulanmakta, orta çekim ölçeği, nesnel kamera tercihleri ve üst bakış açısı ile de yapının biçimi, kütleler arası ilişkileri, işlevleri ve yapının çevresiyle olan ilişkisi hakkında bilgi verilmektedir. Alt açı, üst açı ve çapraz kayma hareketi genellikle farklı kotlar arası geçişlerde (giriş bölümünde), galeri katı ve çatı gibi mimari detayları göstermek için kullanılmıştır. Mimari tasarımın diğer bölümlere göre daha önemsiz olduğu düşünülen yerlerde - yan cephelerde – giriş bölümlerinde ve orta çekimden uzak çekime geçişlerde dikkat çekmek ve zamandan kazanmak için kamera hızı arttırılmaktadır. Hem sabit görüntülerde hem de hareketli görüntülerde çekim süresi mimari konseptin önemli unsuru olan fuayede oldukça uzun tutulmaktadır.

Tablo 2. Mimari Animasyon 2 Senaryosunun Analizi / Görsel Senaryosu  
(Us, 2015, 155-156)

<p>Tanıtım Sahnesi Başlangıç</p>  <p>00:00-00:14, 14 saniye</p>	<p>Sahne 1 – Çekim 1 Kamera 1</p>  <p>00:16, 20 saniye</p>	<p>Sahne 2 – Çekim 1</p>  <p>00:36, 3 saniye</p>
<p>Sahne 3 – Çekim 1</p>  <p>00:40, 2 saniye</p>	<p>Sahne 4 – Çekim 1</p>  <p>00:43, 2 saniye</p>	<p>Sahne 5 – Çekim 1</p>  <p>00:46, 3 saniye</p>
<p>Sahne 6 – Çekim 1</p>  <p>00:49, 2 saniye</p>	<p>Sahne 6 – Çekim 1</p>  <p>00:52, 2 saniye</p>	<p>Sahne 7 – Çekim 1</p>  <p>00:55, 1 saniye</p>
<p>Sahne 8 – Çekim 1 Kamera 2</p>  <p>00:57, 11 saniye</p>	<p>Sahne 8 – Çekim 2 Kamera 3</p>  <p>01:09, 3 saniye</p>	<p>Sahne 9 – Çekim 1 Kamera 4</p>  <p>01:12, 9saniye</p>
<p>Sahne 10 – Çekim 1</p>  <p>01:22, 3 saniye</p>	<p>Sahne 11 – Çekim 1 Kamera 5</p>  <p>01:26, 9 saniye</p>	<p>Sahne 12 – Çekim 1</p>  <p>01:36, 3 saniye</p>
<p>Sahne 13 – Çekim 1 Kamera 6</p>  <p>01:40, 13 saniye</p>	<p>Sahne 14 – Çekim 1 Kamera 7</p>  <p>01:54, 4 saniye</p>	<p>Sahne 15 – Çekim 1 Kamera 8</p>  <p>02:01, 6 saniye</p>

<p>Sahne 16 – Çekim 1</p>  <p>02:08, 3 saniye</p>	<p>Sahne 17 – Çekim 1 Kamera 9</p>  <p>02:12, 7 saniye</p>	<p>Sahne 17 – Çekim 2 Kamera 10</p>  <p>02:20, 14 saniye</p>
<p>Sahne 18 – Çekim 1</p>  <p>02:35, 3 saniye</p>	<p>Sahne 19 – Çekim 1 Kamera 11</p>  <p>02:39, 15 saniye</p>	<p>Sahne 20 – Çekim 1</p>  <p>02:54, 2 saniye</p>
<p>Sahne 21 – Çekim 1 Kamera 12</p>  <p>02:57, 2saniye</p>	<p>Sahne 22 – Çekim 1</p>  <p>03:00 – 6 saniye</p>	<p>Tanıtım Sahnesi Bitiş</p>  <p>03:08 – 03:24 16 saniye</p>

Mimari tasarımın eski yapı ile kurduğu bağlantı, üç farklı konser salonunun özellikleri ve ilişkileri sinematografinin montaj tekniğiyle anlatılmaktadır. Üç konser salonunun da ayrı ayrı önce dış görüntüleri sonrasında iç görüntüleri (3 boyutlu renderlar) gösterilmektedir.

Giriş bölümünün, fuayenin ve konser salonlarının 3 boyutlu renderlarında gece zaman dilimi ve yapay aydınlatma yapılarak yapının kullanımı hakkında bilgi verilmektedir.

Konser salonlarında duyulan alkış sesleri animasyonun başında hem dikkat çekmek hem de işleve gönderme yapmak için kullanılmıştır. Çekimler arası geçişlerde ses efektleri dikkat çekici olurken aynı zamanda rahatsız edici ve dikkat dağıtıcı da olabilmektedir. Yapıya girişte araç sesinin duyulması ve fuayede insan seslerinin olması dikkat çekmekte ve gerçeklik etkisini artırmakta, böylece mimari tasarımın işlevine odaklanılmaktadır. Müzik seslerinin yayılmasına imkan veren bir fuaye tasarımının hedeflendiği projenin animasyonunda da mekanın işleviyle örtüşen klasik müzik sesi arka plan sesi olarak kullanılmıştır.

### **Mimari Proje 3:**

Moskova Müzesi & Eğitim Merkezi /

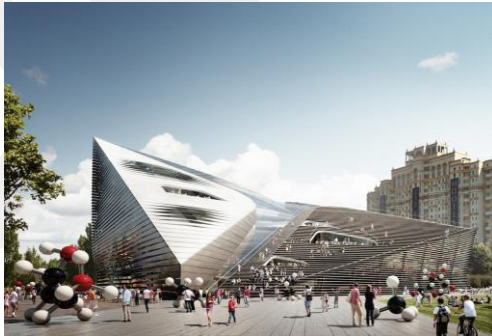
Museum & Educational Centre Moscow

3XN & ASADOV Mimarlık Stüdyosu, Rusya, Moskova, 2013 -

Proje (MEC), bilim, teknoloji ve inovasyon dünyasını halka tanıtmak ve etkileşimi güçlendirmek için tasarlanmıştır. Geleneksel müze yaklaşımlarında kullanılan 'lütfen dokunmayın', 'konuşmayın' gibi uyarıların aksine sergilenen ürünlere dokunmaya ve bu ürünlerle etkileşime yönlendiren bir tasarım anlayışı vardır. Yapı hem şehir ölçeğinde hem de mimari ölçekte halkın kullanımını teşvik eden bir biçimde tasarlanmıştır. Ziyaretçiler, kullanıcılar ve sergiler arasındaki görsel ve işitsel etkileşimi destekleyen sosyal ve merkezi bir alan yaratılmıştır. Bu alan, çeşitli işlevleri ve ziyaretçi deneyimlerini bağlayan, sarmal bir şekilde yükselen, geniş ve diyagonal bir galeri biçiminde tasarlanmıştır (URL 10). Zeminin ve galerinin sarmal hareketini takip eden merdivenin bulunduğu bu galeri, binanın bir çok yerini kontrollü bir şekilde aydınlatılabilen ışık yoğunluklu bir mekana dönüşmüştür.(Resim 6)

Güneybatı cephesinde hem çatı hem de dikey yüzeyler aşama aşama alçalarak amfiteyatroya oluşturulmaktadır. Ayrıca burada yer alan teras kafeler ve oturma yerleri, binaya yaklaşma isteği uyandırmakta ve binanın çevreyle etkileşimini artırmaktadır.

Projenin konsepti üç başlıkta açıklanabilir: 1.MEC, Moskova Devlet Üniversitesi ve Lomonosovsky Bulvarı arasında bir bağ kurması 2.Ziyaretçilerin mimariyle ve verilen bilgilerle etkileşim içerisinde olması 3.Ziyaretçiler, kullanıcılar, görevliler ve koleksiyonlar arasındaki etkileşimin bir strateji yardımıyla işlev kolaylığı sağlayacak şekilde çözülmesidir (URL 10).



Resim 6. Moskova Müzesi & Eğitim Merkezi) (URL 10)

### **Mimari Proje 3 Animasyonunda Mimari Tasarımın Sunum ve Anlatımının Sinematografik Bağlamda Değerlendirilmesi:**

Bu animasyonda diğer iki animasyonda olmayan şematik anlatım teknikleri bulunmaktadır. Dış ve iç görüntülerde eşit çekim süreleri kullanılmıştır. Böylece mimari tasarımı oluşturan faktörler senaryoda dengeli bir şekilde yer almıştır. (Tablo 3)

Animasyonun başında projenin biçimsel yapısı çizgisel hareketli görüntülerle ifade edilmektedir. Mimari tasarımı etkileyen faktörlerin şematik ifadeleri, kırmızı ve sarı renkler, açık ve koyu hareketli çizgiler ve konuşma bulutları kullanılmış, böylece izleyenin dikkati çekilmiş ve mimari tasarımın anlatımı güçlendirilmiştir. Örneğin yapının Moskova Devlet Üniversitesi ve Lomonosovsky Bulvarı arasındaki bağ kırmızı çizgiyle ifade edilmektedir. Projenin yakın çevreyle etkileşimi güçlü olduğu için bunu anlatmak için genel olarak orta çekim ölçeği kullanılmıştır. Dış görüntülerde nesnel, iç görüntülerde ise öznel kamera kullanımı fazla olsa da mimari tasarımı bir çok yönden anlatabilmek için dengeli bir kullanım tercih edilmiştir. Halkın kullanımını teşvik eder biçimde tasarlanan yapının bu özelliği iç mekandaki öznel kamera kullanımının ve olağan görüş açısının yoğunluğunu açıklamaktadır. Öznel kameranın ve alt açının birlikte kullanıldığı galeri boşluğu, mimari tasarımında ziyaretçiler, kullanıcılar ve sergiler arasındaki görsel ve işitsel etkileşimin gerçekleştiği en önemli yerdir. Dış çekimlere yapıyı ve çevresiyle olan ilişkisini anlatmak için kamera yapının çevresinde dönmekte ve çevrinme hareketi yapmaktadır. İç mekamlarda da bulunan ortamı anlatmak için çevrinme hareketi yoğun olarak kullanılırken diğer hareketler de homojen bir şekilde kullanılmıştır. Kameranın hızı, yapının yan cephelerinin gösteriminde ve yakın plan ile uzak plan arasındaki geçişlerde artmaktadır. En uzun çekim, projenin en önemli mekamlarında biri olan galeri boşluğunda gerçekleşmektedir. İç ve dış görüntülerin çekim süreleri ise birbirine yakındır. Animasyon, mimari tasarımın genel kararlarının anlatıldığı 2 ve 3 boyutlu hareketli görüntülerle başlamaktadır. Çekimlerde 3 boyutlu modeller ile oluşturulan hareketli görüntülerden 3 boyutlu renderlara geçiş yapılmakta böylece o mekânın kullanımındaki mimari özellikleri hakkında bilgi verilmektedir. Son sahnede ise yapının çevreyle ilişkisinin yoğun yaşandığı cephenin görüntüsü yer almaktadır.

Tablo 3. Mimari Animasyon 3 Senaryosunun Analizi / Görsel Senaryosu  
(Us, 2015, 158-159)

<p>Tanıtım Sahnesi Başlangıç</p>  <p>00:00-00:7, 7 saniye</p>	<p>Sahne 1 – Çekim 1</p>  <p>00:07, 6 saniye</p>	<p>Sahne 1 – Çekim 2</p>  <p>00:13, 10 saniye</p>
<p>Sahne 2 – Çekim 1</p>  <p>00:24, 10 saniye</p>	<p>Sahne 3 – Çekim 1</p>  <p>00:36, 4 saniye</p>	<p>Sahne 4 – Çekim 1</p>  <p>00:41, 57 saniye</p>
<p>Sahne 5 – Çekim 1</p>  <p>01:39, 2 saniye</p>	<p>Sahne 6 – Çekim 1 Kamera 1</p>  <p>01:42, 10 saniye</p>	<p>Sahne 7 – Çekim 1</p>  <p>01:52, 5 saniye</p>
<p>Sahne 8 – Çekim 1 Kamera 2</p>  <p>01:57, 7 saniye</p>	<p>Sahne 9 – Çekim 1</p>  <p>02:04, 4 saniye</p>	<p>Sahne 10 – Çekim 1 Kamera 3</p>  <p>02:09, 6 saniye</p>
<p>Sahne 10 – Çekim 2 Kamera 4</p>  <p>02:15, 5 saniye</p>	<p>Sahne 11 – Çekim 1</p>  <p>02:21, 3 saniye</p>	<p>Sahne 12 – Çekim 1 Kamera 5</p>  <p>02:25, 2 saniye</p>
<p>Sahne 12 – Çekim 2 Kamera 6</p>  <p>02:27, 10 saniye</p>	<p>Sahne 13 – Çekim 1</p>  <p>02:38, 4 saniye</p>	<p>Sahne 14 – Çekim 1</p>  <p>02:42, 4 saniye</p>

<p>Sahne 15 – Çekim 1 Kamera 7</p>  <p>02:47, 15 saniye</p>	<p>Sahne 15 – Çekim 2 Kamera 8</p>  <p>03:02, 17 saniye</p>	<p>Sahne 15 – Çekim 3 Kamera 9</p>  <p>03:19, 10 saniye</p>
<p>Sahne 16 – Çekim 1</p>  <p>03:30, 3 saniye</p>	<p>Sahne 17 – Çekim 1 Kamera 10</p>  <p>03:34, 16 saniye</p>	<p>Sahne 18 – Çekim 1</p>  <p>03:51, 6 saniye</p>
<p>Sahne 19 – Çekim 1</p>  <p>03:57, 8 saniye</p>	<p>Tanıtım Sahnesi Bitiş</p>  <p>04:06 – 04:14 8 saniye</p>	

3 boyutlu renderlarda mevsimsel dönemleri anlatan görüntüler kullanılarak yapının işlevsel özelliğinden dolayı her dönem kullanılabilirdiği ifade edilmeye çalışılmıştır. İç mekan görüntülerinde dışardan gelen ışık belirginleştirilerek mimari konseptteki ışık yoğunluklu mekanlar isteği yansıtılmaya çalışılmıştır. Ayrıca sergileme alanlarının 3 boyutlu renderlarında sergilenen eserlerin aydınlatması yapılmıştır.

Animasyonun başlangıcında dikkat çeken buzun çözülmesini taklit ederek Moskova'nın soğuk ve karlı iklimine gönderme yapan bir ses efekti duyulmaktadır. İç mekan görüntülerinde insan ve çevre sesleri kullanılarak mimari konseptteki ziyaretçi ile yapılı çevre arasındaki etkileşim faktörü desteklenmektedir. 3 boyutlu renderlarda kuşların hareketiyle kuş sesleri eklenerek gerçeklik hissi artırılmakta, yapının doğal çevreyle ilişkisi vurgulanmaktadır.

## Değerlendirmeler ve Sonuçlar

Son yıllarda mimari proje yarışmalarında katılımcılardan çizim ve görsellerin yanında animasyon da istenmektedir. Mimari animasyonlarda sonsuz sayıda farklı görüntü oluşturulabileceği ve bir o kadar da senaryo hazırlanabileceği için belirli bir yol haritasına ya da bir yardımcı kaynağa ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmanın en önemli amacı animasyonu hazırlayan animatörlere ve mimarlara sinematografik öğeler yardımıyla mimari tasarımı animasyonda nasıl sunabilecekleri ile ilgili ipuçları vermektir.

Mimari animasyonların sadece sunum ve anlatım açısından genel değerlendirilmesi şu şekildedir:

- Mimari animasyonların kurgusunda önce dış görüntülerle başlanması, sonrasında iç görüntülere geçilmesi, yapıyla ilgili önce çevresel bilgilerin verildiği sonrasında ise yapının ziyaret edilme duygusunun hissettirildiği söylenebilir.
- Yapı ve yapı çevresinin anlatıldığı üç boyutlu modellerde ağaç ve çimenlerin yeşil rengi dışında her şey beyaz ve gri tonlarında yapılmaktadır. Çevredeki binalar da saydam prizmalarla temsil edilmektedir. Böylece analog yöntemlerle yapılan mimari temsilde olduğu gibi dijital teknikte de çevresel öğeler tasarlanmış olan mimari projenin önüne çıkartılmaktadır.
- 2 ve 3 boyutlu çizimlerin eklenmesi ve çeşitli şematik anlatımlarla animasyonların dili daha güçlenmekte ve anlatılmak istenen şey daha iyi yansıtılmaktadır.
- 3 boyutlu renderlar mekanda kullanılan malzeme, aydınlatma ve yaşantı hakkında bilgi vermekte böylece mimari konsept daha anlaşılır olmaktadır.
- Özellikle kot farkları ve yapıya giriş öznel kamera kullanımı ve kamera hareketleri ile vurgulanmaktadır.
- Alvarado, birçok filmde duvarların yanından diyagonal, açılı ve hafif kavisli bir yol izlendiğinden bahseder. Bu yöntem incelenen animasyonlarda da görülmektedir. Bu yöntem ile mekanın üç boyutlu ifadesi vurgulanmaktadır.
- Görüntüler arası geçişlerde insanın doğal algısına yakın kesme geçiş tekniği kullanılmaktadır.
- Montaj tekniği kullanılarak yapıya giriş taklit edilebilmektedir.
- Gündüz görüntülerinde de genel olarak homojen bir aydınlatma kullanılarak yapı ve yapının çevresiyle olan ilişkisinin kavranmasına imkan verilmiştir.
- İşlev ile arka plan müziğinin örtüşmesi izleyiciyi animasyonun içine almakta ve gerçeklik hissini güçlendirmektedir.

Animasyonlarla ilgili yapılan incelemeler sonunda sinematografik öğelerin mimari konseptte göre kullanıldığı görülmüştür. Bu sinematografik öğelerin animasyonlarda mimari konseptin sunum anlatımını nasıl güçlendirdiğinin değerlendirmesi şu şekildedir:

- Konsepti oluşturan unsurlar yapının formu ya da çevresi ile ilişkili ise genellikle dış görünüş çekimleri yapılmakta ve nesnel kamera kullanılmaktadır; yapının işlevinden ya da iç mekan organizasyonundan çıkan bir konsept ise genellikle iç mekan çekimleri yapılmakta, öznel kamera kullanılmaktadır. Bu durum özellikle senaryoyu, çekim sürelerini ve montajı etkilemektedir.
- Mimari tasarımı oluşturan faktörler şematik ifadelerle, kırmızı ve sarı gibi canlı renklerle, açık ve koyu hareketli çizgilerle ve konuşma bulutları kullanılarak daha güçlü anlatılmaktadır.
- Yapının formu şematik çizgilerle ve hareketli görüntülerle ifade edilmektedir. Animasyonun başında projenin logosu olarak yansıtılmaktadır.
- Yapının formu ya da çevresiyle olan ilişkisi mimari konseptin önemli bir parçası ise kamera yapı etrafında çevrinme ve çeşitli vinç hareketleri yaparak biçimsel özelliklerin ve çevresel ilişkilerin kavranmasına imkan tanımaktadır.
- Projenin konsepti ile ilgili yere başlangıçta yakın çekim, sonrasında uzak çekim yapılabilir, sıralama değişebilir. Böylece parça ve bütün arasındaki bağlantı sağlanmış ve konseptte vurgu yapılmış olur. Bu kameranın sıçrama ve optik kayma hareketleri ile ya da montaj tekniğiyle de yapılabilmektedir.
- Kameranın hızı yapının görece daha önemsiz olduğu yerlerde – yan cephe gibi – artmakta, konseptin odak noktası olan yerlerde azalmaktadır.
- Montaj / kurgu ile animasyonda çizgiden perspektife, perspektiften gerçekçi görüntülere geçişler yapılabilmekte, mimarin yapının detayı ve bütünü arasında bağlantılar kurulabilmekte, böylece hem anlatım güçlü olabilmekte hem de duygusal bir etki yaratılabilmektedir.
- Montaj tekniğiyle mimari tasarımın esinlendiği yapı ya da objelerle bağlantı kurulabilir. Bu da görsel ya da içerik bakımında birbirine benzeyen iki görüntü arasında yapılan eşlemeli kesme geçiş tekniği ile olabilir.
- Gündüz iç mekan çekimlerinde dışarıdan gelen ışık, gece dış mekan çekimlerinde ise içeride yanan ışıklar belirginleştirilerek yapının dolu boş oranı ve biçimi anlatılmaktadır.
- İnsan ve çevreden gelen sesler kullanılarak yapı ile insan arasındaki etkileşimin ne kadar güçlü olduğuna vurgu yapılmaktadır.

Bu çalışma ile mimari konseptin sunum-anlatımının mimari animasyonda sinematografik öğelerin kullanımı ile daha anlaşılır olabileceği örnekler üzerinden izah edilmiştir. Bu sinematografik tekniklerin sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik gibi yeni teknolojilere de etki edeceği düşünülmektedir. Kullanıcı ile etkileşimli bir ortam sunan sanal gerçeklikte de belirlenmiş ya da önerilen bir takım girdiler bulunmaktadır. Örneğin gezinti rotalarının, ortam ışığının ya da sesin seçiminde sinematografik öğelerin etkisi olacaktır.

## Kaynaklar

- Alvarado, R.G. (2008) “Analysis of Filmmaking Techniques for Architectural Animations”, *METU JFA*, Sayı 25 (2), s.133-149.
- Alvarado, R.G., Castillo, G.A., Márquez, J.C.P. ve Mayorga, S.N. (2005) “Filmic Development of Architectural Animations”, *International Journal of Architectural Computing*, Sayı 3 (3), s.299-316.
- Alvarado, R.G., ve Isorna, J.M. (2004) “The Fragmented Eye, Cinematographic Techniques for Architectural Animations”, In Proceedings of the 22<sup>nd</sup> Conference on Education and Research in Computer Aided Architectural Design in Europe s.366-373.
- Arnheim, R. (2012) *Görsel Düşünme*, Çeviren: Rahmi Ögdül, Metis Yayınları. (1997) *Visual Thinking*, University of California Press.
- Bielefeld, B. ve El Khouli, S. (2011) *Adım Adım Tasarım Fikirleri*, (Çev., Volkan Atmaca), YEM Yayın, İstanbul.
- Ching, F.D.K. (2010) *Mimarlık: Biçim, Mekân ve Düzen*, (Çev., S. Lökçe), 4. Baskı, YEM Yayın, İstanbul.
- Eisenstein, S.M. (1994) *Montage and Architecture*, Eisenstein Volume 2, Towards a Theory of Montage, Ed: Michael Glenny and Richard Taylor, British Film Institute, London.
- Hah, E.J., Schmutz, P., Tuch, A.N., Agotai, D., Wiedmer, M. and Opwis K. (2008) “Cinematographic Techniques in Architectural Animations and Their Effects on Viewers’ Judgment”, *International Journal of Design*, Sayı 2 (3), s. 29-41.
- Özön, N. (2000) *Sinema, Televizyon, Video, Bilgisayarlı Sinema Sözlüğü*, Kabalcı Yayınevi, İstanbul.

- Özön, N. (1985) *Sinema Uygulayımı – Sanatı – Tarihi*, Hil Yayın, İstanbul.
- Özön, N. (1972) *100 Soruda Sinema Sanatı*, Gerçek Yayınevi, İstanbul.
- Porter, T. (1979) *How Architects Visualise*, Cassel, London.
- Soygeniş, S. (2010) *Mimarlık: Düşünmek Düşlemek*, YEM Yayın, 4.Baskı, İstanbul, s.28.
- Tanyeli, U. (2002) “Mimarlıkta Temsiliyet”, *Arredamento Mimarlık Tasarım Kültürü Dergisi*, Sayı 146, s.76.
- Uddin, S. (2005) “Animation Techniques to Represent Graphic Analysis of Architecture: A Case Study of Richard Meier’s Atheneum” *Digital Design: The Quest for New Paradigms*, 23rd eCAADe Conference Proceedings, Lizbon, s.341-348.
- Us, F. (2015) “Dijital Hareketli Sunum Tekniklerinin Mimari Animasyonda Sunum ve Anlatım Amaçlı Kullanımı: “Mimari Proje Yarışmaları” Üzerinden Bir Alan Çalışması”, Danışman: Prof.Dr. Murat Soygeniş, Eş Danışman: Prof.Dr. Fatoş Adiloğlu, Basılmamış Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi.
- Vitruvius, (1990) *De architectura (Mimarlık Üzerine On Kitap)*, (Çev., S. Güven), Şevki Vanlı Mimarlık Vakfı Yayınları, İstanbul.
- Wyatt, A. (2010) *The Complete Digital Animation Course*, Barron’s Educational Series.

### İnternet:

URL 1. <https://sozluk.gov.tr/> [Erişim tarihi 13 Aralık 2019]

URL 2.

[http://megep.meb.gov.tr/mte\\_program\\_modul/moduller\\_pdf/Senaryonun%20Temel%20C3%96geleri.pdf](http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Senaryonun%20Temel%20C3%96geleri.pdf) [Erişim tarihi 13 Aralık 2019]

URL 3. <https://www.zaha-hadid.com/architecture/king-abdullah-ii-house-of-culture-art/> [Erişim tarihi 13 Aralık 2019]

URL 4. <https://www.zaha-hadid.com/people/zaha-hadid/> [Erişim tarihi 13 Aralık 2019]

- URL 5. <https://www.designboom.com/architecture/zaha-hadid-king-abdullah-ii-house-of-culture-and-art/>\_[Erişim tarihi 13 Aralık 2019]
- URL 6. <https://www.ntv.com.tr/galeri/seyahat/urdunun-gizli-hazinesi-petra-antik-kenti-urdun-gezi-rehberi,sDRUoMw0zU2Lfn-rHQ7jbQ>\_[Erişim tarihi 13 Aralık 2019]
- URL 7. <https://www.zaha-hadid.com/architecture/king-abdullah-ii-house-of-culture-art/>
- URL 8. [https://3xn.com/project/nationalt-concert-hall-dublin\\_\\_](https://3xn.com/project/nationalt-concert-hall-dublin__)\_[Erişim tarihi 13 Aralık 2019]
- URL 9. [https://3xn.com/people\\_](https://3xn.com/people_)\_[Erişim tarihi 13 Aralık 2019]
- URL 10. [https://3xn.com/project/mec-moscow/\\_](https://3xn.com/project/mec-moscow/_)\_[Erişim tarihi 13 Aralık 2019]

## BÖLÜM VIII

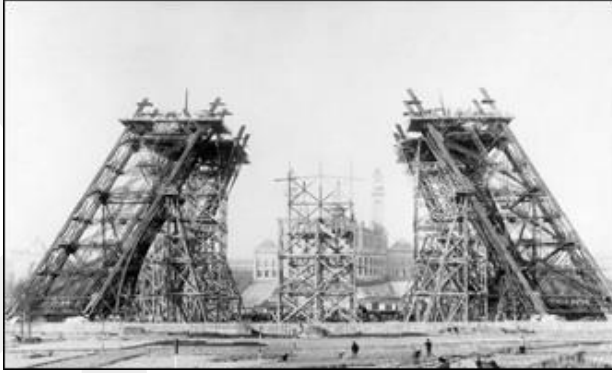
### 18. VE 19. YÜZYIL KURAMCILARININ GÖZÜYLE 'MİMARLIKTA HATA'

*Ash Er Akan\* & Hilal Tuğba Örmecioglu\*\**

*"Biz, yazarlar, heykeltıraşlar, mimarlar, ressamalar, Paris'in bugüne kadar hiç dokunulmamış güzelliğinin tutkun aşıkları, değeri bilinmemiş Fransız zevki adına, tehdit altındaki Fransız sanatı ve zevki adına, başkentimizin tam ortasına yararsız ve canavar görünümlü Eiffel Kulesi'nin dikilmesine var gücümüzle, tüm öfkemizle karşı çıkıyoruz. Paris kenti, giderilemeyecek biçimde alçalmak ve çirkinleşmek için, bir makine yapımcısının tuhaf ve ticari hayallerine daha uzun süre katlanabilecek midir? ... Yüce gotik yapıların Paris'i, Puget'nin Paris'i, Germain Pilon'un Paris'i, Jean Goujon'un Paris'i, Barye'nin, ve diğerlerinin Paris'i Mösyö Eiffel'in Paris'i haline gelecektir."*

Sanatçılar protestosu-14 Şubat 1887<sup>1</sup>

Le Temps'da 14 Şubat 1887'de yayınlanan bu bildiri de henüz yapım aşamasındaki Eiffel Kulesi sert ifadelerle eleştirilmekte, Paris için bir ayıp olarak görülmektedir. Oysa içinde bulunduğumuz zamanı yaşamakta olan herkes, o gün hata olarak değerlendirilen bu kuleyi bir başyapıt olarak hafızasında bulundurmaktadır. Bir zamanlar Parislilerin istemediği bu kule şimdi şehrin vazgeçilemez simgesidir (Barthes, 1996).



*Resim 1. Eiffel Kulesinin ayakları yapılırken. (kaynak: <https://mashable.com/2015/10/14/building-eiffel-tower/>)*

\* (Doç. Dr.) Çankaya Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Ankara-Türkiye, email: aslierakan@cankaya.edu.tr

\*\* (Doç. Dr.) Akdeniz Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Antalya-Türkiye, email: ormecioglu@akdeniz.edu.tr

<sup>1</sup> Charles Gounod , Charles Garnier , Alexandre Dumas Fils , Guy de Maupassant tarafından da imzalanan sanatçılar protestosu için bkz Barthes , R. , Eiffel Kulesi (çev. M. Rıfat – S. Rıfat), İstanbul, 1996, s. 7.

Mimari yapıların eleştirilmesi Eiffel ile ilk defa gerçekleşmiyordu tabii ki ama yine de tarihte en çok tepki toplayan yapılardan biri olarak mimari hatalar denilince ilk akla gelebilecek örnektir. Bu örneği ilginç yapan, 'canavar görünümlü'den bir başyapıta geçerken insanların bakış açısında gözlenen büyük değişimdir.

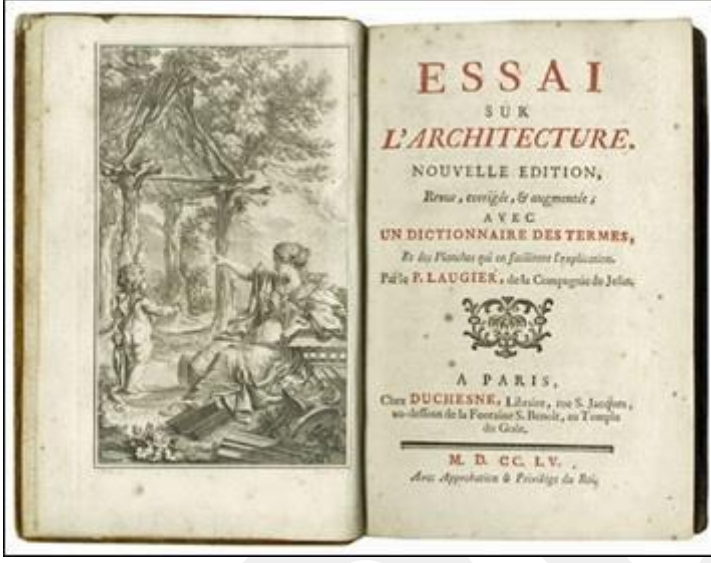
Eiffel örneğinde olduğu gibi tarih boyunca bazı yapılar, planlamalar ve malzeme kullanımları bazen hata kabul edilmiş, bazen de yüceltilmiştir. Bu çalışmada 18. yy'ın ortaları ile 19. yy'ın sonları arasında yaşamış üç kuramcının, dönemlerinin anlayışını yansıtan ve yönlendiren teorilerinde, yanlışlık ya da dürüst olmayan detaylar olarak eleştirdikleri mimari hatalar incelenmektedir.

### **Marc-Antoine Laugier**

Laugier (1713-1769) bir burjuva ailesinin çocuğu olarak Manosque'ta doğmuş, Lyon'da *Collège de Provence*'de teoloji okuyarak vaiz olmuştur. Eğitimi sırasında dini konular dışında, kilise yapılarının mimari özellikleriyle de ilgilenmiştir. 1743'te ilk kez Paris'e gittikten sonra, bu kent ile ilgili gözlem ve hayal kırıklıklarından ve daha önce bulunduğu Nîmes'deki bazı antik yapılarda yaptığı incelemelerden yaralanarak, '*Essai sur l'Architecture*' (Mimarlık Üzerine Denemeler) adlı kitabını oluşturmaya başlamıştır. Kitabı 1753 yılında basılmış ve büyük ilgi görmüştür. Politik nedenlerle 1754'te Lyon'a geri çağırılmış ve burada bir süre daha vaaz vermiştir. Fakat bir seçim yapmak durumunda kalan Laugier din adamlığından ayrılarak tekrar Paris'e yerleşmiş ve meslek yaşamını yazar olarak sürdürmüştür. 1758'de tarih ve sanat eleştirilerini aktardığı ikinci kitabı '*Histoire de la Republique de Venice*'i (Venedik Cumhuriyeti'nin Tarihi) yayınlamıştır. 1765 tarihli üçüncü kitabı '*Observations sur l'Architecture*' (Mimarlık Üzerine Gözlemler) tekrar mimarlık ile ilgilidir ve gotik kiliselerin iç dekorasyonunu konu almaktadır. Laugier özellikle '*Essai sur l'Architecture*' adlı kitabıyla mesleğin dışından kişilerin de mimariye ilgisini çekerek çarpıcı bir başarı yakalamıştır (Laugier, 1977)<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Laugier'nin hayatı için bkz Wolfgang ve Anni Herrmann'ın 'Laugier's an essay on architecture' adlı giriş yazısı, s. vii-xxii ; Laugier, M. A., An Essay on Architecture (çev. ve giriş yazısı W. Herrmann – A. Herrmann), Los Angeles, 1977.

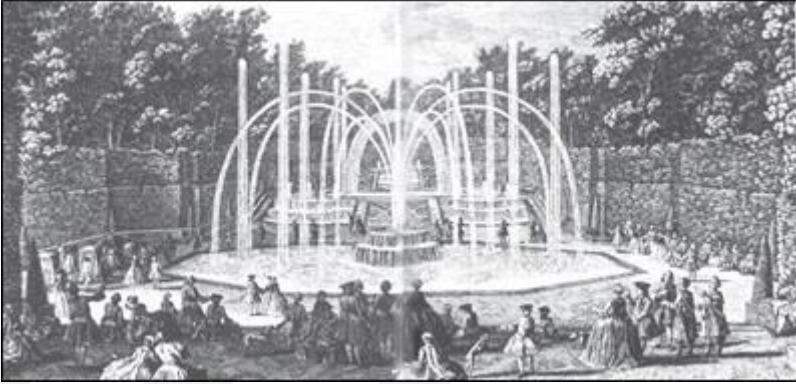


Resim 2. Marc Antoine Laugier'in 'Essai sur l'Architecture' adlı kitabının ilk baskısı 1775. (Kaynak: <http://primitivehuts.blogspot.com/2015/06/the-primitive-hut.html>)

Onun yaşadığı yıllar (1713-69), rokoko tarzının yaygınlaştığı, ardından etkisini yitirdiği bir döneme karşılık gelmektedir. Artık sanatta ve mimarlıkta daha sade, daha basit ve doğal formlara özlem duyulmaya başlanmıştı. Laugier'nin yazıları bu özleme karşılık verecek yeni bir akımın ilk prensiplerini oluşturmuştur. 1750'lerin sosyal ortamını, rokokonun gösterişçi varlığını yaşam stili haline getirmiş zenginler ile fakir halk arasındaki gerilim belirlemiştir. Zengin aristokrat zümre, XIV. Louis mobilyalarına, gösterişli kıyafetlere ve gündelik yaşamlarının bir parçası haline gelmiş maskeli balolara arasında sürekli değişen bir stil arayışı içinde iken; düşünce ve politika ortamında ise özgürlük ve isyan sözcükleri sıkça telaffuz edilmekte ve monarşiden duyulan rahatsızlık dile getirilmektedir. Rousseau 'insan özgür doğar sonra bir vatandaş olmak için bundan vazgeçer' demekte ve halkın eğitilmesine yönelik 'sosyal sanat' dediği bir kavramdan bahsetmektedir. Halkı özgürlük arayışına iten şey, rokoko tarzıyla daha da açığa çıkan sınıfsal gündelik hayatların arasındaki fark iken, zenginleri arayışa iten ise yine rokokonun abartılı gösterişi ve eğlencesinin insanları tatmin edemez hale gelişi olmuştur. Starobinski'nin (1964:120) de belirttiği gibi bu yaşam tarzının amaçsızlığı ruhları aç bıraktığı için, insanların, ruhları için asil amaçlara, bedenleri için ise daha sade mekanlara ihtiyaçları ortaya çıkmaya başlamıştır. Bu durum bir süre sonra ihtilali, neo-klasizmi ve cumhuriyetçi direttore stilini getirecektir.

Laugier kitabıyla bu özlemi ve gelmekte olan yeniyi hem yansıtmış hem de şekillendirmiştir. Yazıldığı dönemde ‘*Essai sur l’Architecture*’ yoğun ilgi görmesinin iki ana nedeni vardır: yeni bir akıma duyulan inancı yansıtmaması ve doğru bir zamanlama ile yayınlanmış olması. Kitabın yayınlanışından sonra yaklaşık 10 yıl içinde neo-klasik mimari ortaya çıkmıştır. Laugier kitabını 10 yıl önce yazmış olsaydı anlaşılmayacak, on yıl sonra yazsaydı çok geç kalacaktır.

Kitabın başarısının bir diğer nedeni de Laugier’nin yazım tarzında sergilediği akıcı ve kendinden emin üsluptur. ‘*Essai sur l’Architecture*’ için, kitabın önsözünde Hermann’ın da aktardığı gibi, özgün olmadığı iddiası vardır. Denilmektedir ki, kitaptaki fikirlerin birçoğu, yayınlanmasından elli yıl önce J. L. De Cordemoy tarafından yazılmış ‘*Nouveau Traite de Toute l’architecture*’deki fikirlerin etkisindedir. Zaten Laugier de kitabın önsözünde Cordemoy’yı referans gösterir. Ama günümüzde Cordemoy’nun değil de Laugier’nin daha çok hatırlanıyor olması, büyük ihtimalle yazarın vaizliğinden gelen kendinden emin yazım tarzının bir sonucudur (Laugier, 1977)<sup>3</sup>.



Resim 3. Üç Çeşme, Versailles gravürü, Jacques Rigaud, (Kaynak: Laugier, M.A., *Das Manifest des Klassizismus*, München 1989, s.192-193)

Laugier’nin denemelerde belirlediği hatalar iki grupta incelenebilir. Birinci grup mimarlık üzerine genel eleştirilerdir. İkinci grup ise mimari bazı konular üzerine noktasal eleştirileri içerir. Birinci gruptaki eleştirilerin ilki mimarlık-doğa ilişkisi ile ilgilidir. Laugier’in (1977:68) ‘...hiçbir yapım –en yetkin insan tarafından bile yapılmış olsa- doğayla çelişki içindeyse iyi bir yapım diye tanımlanamaz’ şeklinde özetlediği bu düşüncesine göre doğa en üstün ve doğru çevredir. Bu nedenle insanların mimarlık yaparken doğayla çatışan, onunla çelişki içinde yapacakları

<sup>3</sup> Denemelerin başarısının nedenleriyle ilgili görüşler için bkz Laugier age, ,Giriş yazısı, s.vii-xxii.

tasarımlar doğru değildir ve Laugier'ye göre hatadır. Bu kapsamda Laugier'in peyzaj düzenlemesi konusunda da yoğun eleştirileri vardır.

Laugier, XIV. Louis'nin yaptırdığı Versailles Sarayı'nın bahçe düzenlemelerini örnek göstererek dönemin peyzaj düzenlemesini eleştirir. O'na göre bahçeler dar vadiler içine, üç taraftan dağlar ve ormanlarla çevrili vahşi doğa şeklinde olmalıdır. Doğal olanın dışında yapılacak katı düzenlemelerin '*çirkin bir yüze ponponlar ve buklelerin yakışacağı kadar*' yakışacağını söyleyerek geometrik ve simetrik bahçe düzenlemelerine karşı çıkar. Laugier'e göre simetri güzel bir doğa düzenlemesi için uygun değildir. Bahçelerin tabii ki bir düzeni olmalıdır ama bu katı bir sisteme dayandırılmamalıdır. Ayrıca, Fransız bahçelerinde kullanılan bitki duvarları sadece bahçeye yapaylık vermez; kişiye açık havada olduğu hissini vermediğinden de yapılmamalıdır. Bahçeler açık alanlardır. Oysa Fransız bahçeleri, içinde dolaşan insana kuşatılmışlık hissi verir. Ayrıca Fransız bahçelerindeki çiçeklerle ve renkli kumullarla yapılan süslemeler, yeşilin oranını azalttığı için hatalıdır. Laugier'e göre bir bahçede parlak yeşil, diğer bütün renklerden daha baskın olmalıdır. Laugier bahçelerde su elemanının bulunmasının tazelik hissi verdiğini söyleyerek Versailles Sarayı'nın bahçesinde su elemanı kullanılmamasını eleştirir.

Laugier'in birinci gruptaki diğer eleştirileri ise '*süsleme*' ile ilgilidir. Mimarlık ve dekorasyon ilişkisinde döneminin mimari anlayışını şiddetle eleştiren Laugier'e (1977:105) göre pahalı malzemelerle yapılan ve heykellerle bolca süslenen mimarlığın iyi olacağını düşünmek hatadır. Mimarlık, biçimlerin ve malzemelerin uyumlu ve doğru yerde kullanılmasıdır. Örneğin, parlak ve farklı renklerdeki mermerler bir arada kullanıldığında ne kadar pahalı olurlarsa olsunlar kötü sonuç verir.

Kitapta ikinci grup olarak adlandırılan eleştiriler ise bazı yapı elemanlarının Laugier'e göre yanlış kullanımları ile ilgilidir<sup>4</sup>. Örneğin; Laugier 18. yüzyıl mimarlığının en yoğun kullanılan yapı elemanları olan sütunların, aralarındaki boşlukların doldurulmasını, onların tekil varlıklarını zedeleyen bir hata olarak görür. Çünkü; sütunların araları doldurulduğunda bir duvar parçası haline gelirler oysa onlar tek başlarına ayakta durmalıdır. Ayrıca Laugier kaidelerin heykeller için olduğunu söyleyerek ekler; '*sütunlar bir binayı taşıyan ayaklar ise onlara da bir ayak vermek kadar saçma bir şey olamaz*' (Laugier, 1997:100). Laugier'e göre pilasterler ise '*zavallı sütun taklitleridir*' ve gereksizdirler. Bu yüzden kullanılmamalıdır.

---

<sup>4</sup> Sütunlarla ilgili hatalar, pilasterlerle ilgili hatalar ve düz atkıyla ilgili yanlışlar için bkz Laugier, 1977, age, Bölüm I :*Mimarlığın genel prensipleri* ; bahçelerin düzenlenmesiyle ilgili hatalar için bkz Laugier, 1977, age, Bölüm VI: *Bahçelerin güzelleştirilmesi üzerine*; şehir düzenlemesiyle ilgili hatalar için bkz Laugier, 1977, age, Bölüm V: *Şehirlerin güzelleştirilmesi üzerine*.

Sütunların üzerine oturması gereken düz atkı şeklindeki kirişlerin kemerin üzerine oturtulmasını da yapısal bir yanlış olarak gören Laugier, bu şekildeki neoklasik uygulamaların kemerin yanlış algılanmasına neden olduğunu söyleyerek, tektonik dürüstlüğün önemini vurgular. Aynı şekilde sütunların üzerine oturtulan düz atkıda köşeler, kırıklıklar, girintiler ve çıkıntılar da olmamalıdır. Bu tip dekorasyon kaygılı hareketler düz atkının kolayca algılanmasını engeller. Bir diğer konu da üçgen alınlık ile ilgilidir. Laugier, dikdörtgen planlı bir yapıda, üçgen alınlığın çatının yapısı gereği kısa kenarda olması gerektiğini anlattıktan sonra 18. yüzyıl mimarlığının tarihi biçimlerin yapısal nedenlerini anlamadan taklit etmesini eleştirerek alınlığın uzun kenar üzerine konmaması gerektiğine işaret eder.

Laugier'nin mimarlıktaki doğruluk ve dürüstlük arayışı sadece yapı ve yakın çevresi ile sınırlı değildir. Kent ölçeğinde de benzer bir anlayışı savunur. II. İmparatorluk döneminde yapılan Haussmann operasyonlarından çok önce Laugier, Paris kentinin yapısını eleştirerek, Paris özelinde kent planlaması ile ilgili de bazı değerlendirmelerde bulunmuştur. Buna göre, şehre gelen insanlar ilk izlenimlerini şehrin girişinde edindiğinden, burada basit gümrük yapıları olmamalı; bunların yerine büyük ve görkemli şehir kapıları yapılmalıdır. Ayrıca, yollar dar ve sıkıcı olmamalıdır. Üstelik dar sokaklar aynı zamanda tehlikelidir. Laugier'e göre önemli meydanlar birbirine küçük ve dar sokaklarla bağlanmamalı; aralarında büyük caddeler olmalıdır. Yolların kenarlarına yapılacak binaların yüksekliği ise yolun genişliğinden fazla olmamalı, bu genişlikle oranlı olmalıdır. Aksi takdirde yolların asaleti binalar tarafından yok edilir. Aynı zamanda şehirdeki evlerin cepheleri birbirinin aynı olmamalıdır. Bu şehre monotonluk ve sıkıcı bir görünüm verir; fakat evlerin cephelerinin tasarımı, sahiplerinin zevklerine de bırakılmamalıdır. Bu durumda şehre bir karmaşa hakim olur. Evlerin cepheleri hem çeşitlilik, hem de düzen içermelidir. Laugier'in bu değerlendirmeleri 19. yüzyıl boyunca kent planlamacıları ve mimarlar tarafından da sıkça kendisine atıfla yenilenecektir (Papayanis, 2004:21).

### **Karl Friedrich Schinkel**

Brandenburg'da doğan Karl Friedrich Schinkel (1781-1841) mimarlık eğitimini David Gilly'den almış ve Berlin Mimarlık Akademisi öğrencisi olmuştur. İtalya ve Fransa seyahatlerinin ardından, ekonomik durgunluk yaşamakta olan Prusya'ya dönmüş, resim yapmaya ve '*Architektonisches Lehrbuch*' (Mimarlık Ders Kitabı) adlı eserini yazmaya başlamıştır. 1810'da resimlerinin getirdiği ünle Kraliçe Louise'nın dikkatini çekmiş ve kraliyet yapılarının dekorasyon işlerini üstlenmiştir. 1815'te Prusya Devlet Mimarlığı'na getirilen Schinkel, reform dönemi Prusya'sının yüksek ideallerini yansıtan çok sayıda eser vermiştir. En bilinen eserleri arasında Potsdam'daki kraliyet binaları, Berlin'deki Altes Museum, Werder Kilisesi ve Berlin Mimarlık Akademisi binası bulunmaktadır. Schinkel, 19.

yüzyılda geçmiş dönem mimarilerini tekrarlamak yerine, onlardan yapısal zmlemeci bakış açısıyla yeni bir yöntem çıkarmaya çalışan ilk mimardır (ESA, 1997:1593).



*Resim 4. Altes Museum'un giriş portiğinden Lustgarten'e bakış, Carl Daniel Freydanck. (Kaynak: Snodin, age, s.129)*

Schinkel'in sistematik bir mimari teori oluşturma çabası hayat boyu sürdürdüğü ve hiç bitiremediğ bir projedir. Beş kitaptan oluşan '*Architektonisches Lehrbuch*' adlı eserini hazırlaması yaklaşık 30 yıl sürmüş, yaşadığı olayların ve gördüğü yerlerin etkileri kitabına yansımıştır. Bu sebeple onu anlamak için yaşadığı dönemi ve fiziksel ortamı anlamak gerekir. Schinkel'in yaşadığı, Laugier'den hemen sonraki elli yıllık dönemi Alex Potts (1991), Avrupa'da mimarlığın yeniden anlamlandırılmaya çalışıldığı bir zaman olarak tanımlar. Çünkü; bütün büyük akımlar baş yapıtlarını vermiş ve tkenmişlerdir. Mimarlar artık mimari alanda yapılabilecek her şeyin yapıldığını düşünmekte ve bu durum onları eklektisizme itmektedir. Diğerk taraftan Fransız ihtilali sonrası hızla değışen sosyal düzen ve endüstri devrimi ile başlayan yeni hayat, toplumun bütün kurumlarından ve tabii ki mimariden de yenilikler beklemektedir. Mimarlık artık Rönesans sonrası kuramlarla idare edemeyeceğ, tarz, işlev ve tekniğın tekrar ele alınması gerektiğ bir döneme girmiştir. Artık Schinkel gibi kuramcılar tarafından, mimari model olarak Roma değil Antik Yunan tekrar ele alınmaya başlamıştır (Potts, 1991).

Schinkel'in yaşadığı dönemde Alman estetik anlayışında, tasarımcının içinde tasarladığı fiziksel evre ile kullandığı malzemelere ve tekniklere bağlı olduğu bir tür 'etik özgürlük' egemendir. Bu anlayış Schinkel'i de etkilemiş ve yazılarında bir yandan tasarımcıların seçme şansını arttırabilecekleri zengin biçim şemaları üretmiş, diğerk yandan bunların hangi malzeme ve yapım tekniğ ile yapılacağını anlatarak kurallar koymaya çalışmıştır (Potts, 1991). Bunu yapmaya çalışırken daha çok görsel ifade yollarını kullanan Schinkel, birçok mimari şema üretmiştir.

Döneminin Alman idealizmine paralel olarak Schinkel'in çalışmaları, estetikle tarih arasındaki ilişkiye bir tekrar bakış, mimari düşüncede antikitenin paradigmatic rolünü tekrar irdeleyiş olarak görülebilir. Snodin'in (1991:106) belirttiği gibi, çalışmalarında geçmiş stillerin eklektik taklidine eleştirel bir bakış, aynı zamanda da modern zamanlar için, klasik dönemde olduğu gibi mükemmele yakın ama onun taklidi olmayan, ona denk yeni bir stil yaratma arzusu hissedilir. Schinkel tarihe baktığında, eski yapılardaki dekoratif formların arkasında konstrüktif bir gereklilik bulur. Oysa yeni yapım teknikleri bu gerekliliği ortadan kaldırmıştır fakat dekoratif elemanlar tekrarlanmaya devam edilmektedir. Bu yüzden tarihin bir başlangıç noktası olarak alınması gerektiğini söyler (Snodin, 1991).

Schinkel, *'Architektonisches Lehrbuch'* adlı mimari teori kitabında, mimari tasarımda kurallar çıkarabilmek için temel konstrüktif süreçleri şematik olarak sınıflandırmıştır. Bu süreçler yapım tekniklerine ve malzemeye bağlı olarak değişmektedir. Onun çalışmaları duvarlar, tavanlar vb. şemaları içeren mimari eleman sözlüğü gibidir. Bu çalışmaları sırasında ortaya iki etik kural koyar. Birincisine göre hiçbir tasarım ya da detaylandırma, yani *'mimarlığın sanatsal yönü'*, büyük strüktürel formları ya da konstrüksiyonu maskeleyememelidir. İkincisine göre ise her konstrüksiyon belirli bir malzeme ile kendi karakterini bulduğu için başka bir malzeme ile bu etki yakalanması mümkün değildir (Snodin, 1991).

Schinkel'e göre işlev, tasarıma başlangıç noktası olarak alınmamalıdır. Amaç öncelikle biçimsel karakteri olan bir binada, işlevi doğru olarak çözmektir. Güzellik ancak ihtiyaçlar özgürce yorumlanırken bulunabilir. Snodin'in (1991:50) Schinkel'den aktardığına göre *'...sadece ihtiyaçlardan güzelliğe ulaşamaz, tıpkı her rastlantısal kullanışlılık faktörünün karakterden bahsederken göz önüne alınamayacağı gibi, yoksa sonuç kaos olur. Yalnız, özgürce maddi ihtiyaçların üzerine çıkabilen kişi güzele ve özgürlüğe varabilir..'*

19. yüzyılın stiller savaşı döneminde yaşayan Schinkel, tarihin mimarlıkta ele alınışı ile ilgili de modern anlamda bazı eleştirilerde bulunmuştur. O'na göre mimarlık - tarih ilişkisi eski formların aynen tekrar edilmesi değildir. Schinkel'in ifadesiyle *'tarih hiçbir zaman kendinden önceki tarihi taklit etmemiştir. Bunu yaptığı zaman ise yapılanlar tarihin parçası olamamıştır'* (Snodin, 1991:51). Bu ifade aslında antik Yunan'ı klasik döneme paradigmatic olarak tercih edişiyile çelişkili değildir. O Yunan ideasını bir referans, bir başlangıç noktası olarak gösterir. Yapmak istediği, Yunan biçimlerini tekrarlamak değil, antik dönemdekine denk bir başarısı olan mimarlık ve estetik mükemmellik oluşturabilmektir. Çünkü Yunan dönemindeki toplumun özgürlüğünü ve açık fikirliliğini Schinkel, modern topluma benzetmekte, bu nedenle Roma İmparatorluğu'na göre daha iyi bir örnek olduğunu düşünmektedir.

Schinkel fikirlerini mimarlığın varlık nedeni ile ilgili şu sözleri ile özetler *'...biçimlendirilmiş olmasının ve katı bir isim olarak varlığının taşınması gereken kaliteyi taşımayan tüm yapılar, mimarlıktan atılmalıdır!'*(Snodin, 1991:53).

### **John Ruskin**

Londra'da doğan Ruskin (1819-1900), ailesinin de etkisiyle resme ilgi duymuş ve 1836-42 yılları arasında Oxford Christ Church College'da konuda eğitim almıştır. Öğrenciliği sırasında şiir ve eleştirisi hakkında yazılar yazmış, okulunun bitmesinin hemen ardından sanat üzerine yazdığı üç büyük eserden biri olan *'Modern Painters'* (Modern Ressamlar)'ın ilk cildini yayınlamıştır. 1845'de İtalya'ya gitmiş ve burada J. D. Harding ile birlikte Venedik konulu resimler yapmıştır. 1849'da yazdığı kitabı *'Seven Lamps of Architecture'* (Mimarlığın Yedi Lambası) ile gotik üslup ve korumacılık ile ilgili fikirlerini aktarmıştır. 1851'de yayınladığı *'The Stones of Venice'* (Venedik'in Taşları) adlı üçüncü kitabı ise gotik sanata, özellikle de Venedik Gotiği'ne bir övgüdür. Endüstrileşmeden hiçbir zaman hoşlanmayan, her zaman klasik olana hayranlık duyan Ruskin, pre-raphaelistleri desteklemiş, ekonomi-politik üzerine çalışmış ve işçilerin durumuyla ilgilenmiştir. John Ruskin, William Morris ile birlikte Arts & Crafts akımının düşünsel temelini oluşturmuştur (ESA,1997:1623).

John Ruskin'in yaşadığı, 1819-1896 yılları arasında, dünya hızlı bir endüstrileşme dönemi içine girdiği için endüstri devriminin ilk toplumsal etkileri görülmektedir. Çelik yapılar yapılmaya başlanmış, döküm tekniğiyle endüstriyel ürünler çoğalarak her eve girmiştir. Fakat bütün bunlar kendi formlarını henüz bulamamışlar ve önceden var olan ve yapısal olarak kendilerinden tamamen farklı eski sistemlerin mevcut biçimlerini taklit etmişler hatta kopyalamışlardır. Bu *'yanlış'*, dönemin sosyal yapılanmasından sanata kadar her alanda geçerlidir. Hemen her şey, tamamen yeni bir teknikle ama eski strüktür sistemleriyle ya da eski biçimlerle tekrar tasarlanmıştır. Örneğin: 1779'da, bir endüstri kenti olan Birmingham'da, Abraham Darby tarafından yapılan Iron Bridge, yepyeni bir teknikle, tamamen döküm parçaların prefabriğe olarak bir araya getirilmesiyle inşa edilmiştir. Fakat parçalar tek tek incelendiğinde bezemeli oldukları ve konstrüksiyonun tamamına bakıldığında ise detayların sanki ahşap bir köprüymiş gibi tasarlandığı görülebilir. Bu dönemde her evde seri üretilmiş döküm bir antik heykel kopyası bulunabilmekte, hemen herkes çok düşük fiyatlara dönemin dekorasyon anlayışından önemli parçaların kopyalarını satın alabilmektedir. Bu ortam, gerek mimaride gerekse ürün tasarımında Ruskin'i ve O'ndan etkilenen diğerlerini -William Morris, Philip Webb ve Dante Gabriella Rosetti- rahatsız etmiştir. Ruskin yazılarında, endüstriyel üretimi *'mutsuz insanların üretimi'* olarak tanımlamış ve endüstrileşmenin sahte estetiklerinden kurtulma yolunu ileriye değil geriye dönük bir yaklaşımda

olduğunu düşünmüştür. Ona göre çözüme, yeni tekniğe uygun yeni formlar önererek değil, mevcut formları kendi geleneksel üretim şekilleriyle üretmek ulaşılabilir. Bu yaklaşım Arts & Crafts akımında somutlaşmış, ancak önerilen çözüm maliyetin yüksekliği nedeniyle yaygınlaşmamış ve endüstriyel üretimle rekabet edecek güce ulaşamamıştır. Yine de devrin kopyacılığına karşı eleştirileri oldukça güçlü olmuş ve bu duruma karşı tavır alınmasını başlatmıştır. Ruskin'in 'Seven Lamps of Architecture' adlı kitabında sözünü ettiği mimari yanlışlar ve bunlardan duyduğu rahatsızlık aslında bir süre sonra gelecek modern mimarlığın ayak sesleri olarak nitelendirilebilir. İlginç olan bir diğer nokta ise Ruskin'in yapılmaması gerektiğini söylediği mimari yanlışların bir çoğunun post-modern mimarlık adına sıkça kullanılmış olmasıdır. Ruskin, kitabının 'the Lamp of Truth' (Doğruluk Lambası) başlıklı bölümünde, mimaride, strüktürde ve resimde yapılan yanlışlardan ve olması gereken dürüstlükten bahsederken şöyle der: '*...dürüst olanda acı çekilmeden sebat edilemez fakat bu zaten onun en iyi yanındır*' (Ruskin, 1989:31).

Ruskin'in kitabında dürüst bulmayarak eleştirdiği mimari hataları malzeme ve teknoloji ile ilgili olarak iki grupta incelemek mümkündür. Örneğin; yüzeylerin gerçek halleriyle değil, boyanarak ya da kaplanarak başka bir malzemeymiş gibi gösterilmesi dürüst bir tavır değildir. Ahşabın mermer gibi boyanması, gözün bunu yanlış görmesine, aklın yanlış algılamasına neden olur. Ayrıca, yüzeylerde boyanarak yapılan kabartma süsleme taklitleri de o yüzeyin yanlış algılanmasına neden olduğundan yapılmamalıdır. Fakat Ruskin'e göre duvar resimleri bu sınıflamada yer almaz. Onlar ister ahşap ister taş üzerine yapılsın, sanat eserleridir ve malzemeyi gizlemek amacıyla yapılmadığı için dürüst olmayan bir 'hile' yada 'hata' değildir.

Tuğlanın farklı bir görünüm elde etmek için değişik şekillerde örülmesi de aynı şekilde yanıltıcı ve dürüst olmayan bir hatadır. Çünkü; bu şekilde yeni bir görünüm elde etmeye çalışırken tuğlanın kesilmesi gerekir ve bu da kabul edilemez. Zaten yapı malzemesi olarak sadece ahşap, tuğla ve taş gibi geleneksel yapı malzemelerinin kullanılmamalı, yeni malzemelere de yer verilmelidir. Ruskin (1989:39-40) zamanın ötesinde bir fikirle bu yeni malzemelerin gün gelip kendi estetikleriyle kullanılacaklarını söylediği şu sözleriyle ifade eder; '*...neden demir de ahşap kadar iyi kullanılmasın ki! Büyük ihtimalle yeni mimari kurallar sisteminin geliştirileceği ve bunların metalik yapıma göre düzenleneceği zamanlar yakındır.*' Fakat yine de yeni malzemelere karşı hazırlıklı olunmalıdır. Onların kullanım alanları belirlenmelidir; '*...yeni bir malzeme kullanılmaya başlamadan önce onunla ilgili sınırlar koyulursa mimarlığın varlığına ve doğasına zarar gelmez...*'



*Resim 5. Solda, Dükler Sarayı'ndan sütun başlığı, Ruskin'in kendi çizimi ve sağda, Paris Ulusal Kütüphanesinden dökme demir başlık (Kaynak: Ruskin, age, s.88 ve Mignot, 1983, s.195)*

Endüstri devrimi ile birlikte yapım ve mimarlık alanında da teknolojinin nasıl kullanılacağı da bir tartışma konusu haline gelmiştir. Ruskin'e göre süslemelerde geleneksel tekniklerin yerine, makine yapımı geleneksel süsleme taklitlerinin kullanılması yanlıştır. Döküm ya da alçı süslemelerle asil bir mimarlık yakalanamaz; çünkü makine yapımı işler hem kalite olarak kötüdür, hem de dürüst değildir. Fakat Ruskin'in de belirttiği gibi süsleme konusunda mimarlık eskiden beri yanıltıcı algıları kullanmıştır. Örneğin; fresklerde kullanılan altın yaldızlar da dürüst değildir ama onların yaldız olduğu herkes tarafından bilindiği için altınmış gibi algılanmazlar. Bu yüzden mimari bir hata olarak görülmelerine gerek yoktur.

Ruskin her ne kadar yeni malzemelerle ilgili bir duyarlılığa sahipse de yeni malzemelere özellikle metallere bakış açısı bugünün görüşlerine göre oldukça farklıdır. Ruskin'e göre, doğru bir mimarlıkta metal konstrüktif bir eleman olarak kullanılmamalıdır. 19. yüzyılda özellikle tren garları ya da bazı kiliselerin taşıyıcısında kullanılan çelik kolonlar ve çelik çatı strüktürleri O'na göre mimarlık değildir. Ruskin'in yeni bir malzeme olarak metalin kullanımını istemesi tamamen farklı bir amaç içindir. Ruskin çeliği destek sistemine uygun görmemekte, bu malzemenin derzlerde dolgu malzemesi olarak harcın yerine kullanılmasını önermektedir. Ruskin'e göre metal taşların ya da ahşap elemanların birbirine bağlanmasında kullanıldığında doğru bir mimari etki verecektir.

Ruskin kitabında mimarlıkta tektonik ilişkiler ve fonksiyon gibi konularla ilgili gördüğü bazı hatalara da yer vermiştir. Buna göre, taşıyıcı olmayan veya işlevsiz yapı elemanlarının taşıyıcıymış gibi gösterilmesi ya da estetik amaçlarla kullanılması büyük bir hatadır. Örneğin, geç gotikte kütlelerin yapıyı daha uzun, görkemli ve güzel göstermek için yükselerek kulelere dönüşmesi Ruskin'e göre gereksizdir. Ruskin (1989:35) ayrıca, tıpkı insan vücudundaki taşıyıcının derinin altında gizlenip açıkça gösterilmediği gibi bir yapının da strüktürünün sergilenmemesi gerektiğini söyler. O'na göre '*...bir yapının strüktürünün büyük sırları, ona bakmayı bilen bilgili gözlerce keşfedildiğinde o yapı asilleşir.*'

### Sonuç yerine



*Resim 6. Berlin Sosyal Bilimler Merkezi maket fotoğrafı. (Kaynak: Bickford T. & Arnell P.(ed.),James Stirling: Buildings & Projects,London,1984,s.290)*

Bugünden bakılarak değerlendirilirse, hata kavramının mimarlıkta göreceli bir içeriğe sahip olduğu fark edilir. Zamanın belli bir kısmı için kuramcılarca ve toplumca hata olarak görülen bir şey, zamanın başka bir kısmında kabul gören bir doğruya dönüşebilmektedir. Değer yargılarındaki bu değişim bazen bir kaos ortamı yaratsa da çoğu zaman ilerlemeyi getirmiştir. Bu çalışmada incelenen kuramcıların da ortaya koydukları doğru ve yanlış tanımları, bazen kabul görmüş bazen de bunların aksi uygulanmıştır. Örneğin Laugier'nin eleştirdiği Paris'in dar ve sıkıcı yolları 19. yy'da Haussman tarafından genişletilmiş, önemli meydanları birbirine büyük caddelerle bağlanmıştır. Laugier'den yaklaşık 150 yıl sonra Corbusier de 'Urbanisme' adlı kitabında benzer kent eleştirileri yapmış, geniş ve geometrik yolların modern bir kent düzenindeki gerekliliğinden bahsetmiştir. Ancak, yine Laugier'nin '*...yolların kenarlarına yapılacak binaların yüksekliği yolun genişliğinden fazla olmamalıdır. Bu genişlikle oranlı olmalıdır. Aksi takdirde yolların asaleti yanındaki binalar tarafından yok edilir...*' şeklindeki görüşü New York başta olmak üzere Hong Kong, Tokyo vb. yeni dünya metropollerinde aksi yönde gerçekleşmiştir. Bu yeni

düşey kentler farklı sokak algıları, yepyeni perspektifleri ve büyük gölgeli bulvarlarıyla ünlenmiştir.



*Resim 7. PPG gökdeleni (Kaynak: Scuri, P., Late Twentieth Century Skycrapers, New York, 1990)*

Schinkel'in ise eklektizm ve canlandırmacılık karşıtı tavrı modernizm ve Bauhaus dönemlerinde benimsenirken, '...tarih hiçbir zaman kendinden öncekileri taklit etmemiştir. Bunu yaptığı zaman ise yapılanlar tarihin parçası olamamıştır!' sözleri post-modern dönemde aksi şekilde gerçekleşmiştir. Bu yeni eklektik binalar, Ruskin'in karşı çıktığı taklit malzeme kullanımlarına, taşıyıcıların ve işlevsiz elemanların sırf estetik kaygılarla kullanılmalarına, bu yüzden neden oldukları yanlış algılara rağmen dönemleri içinde kabul görmüşlerdir. Örneğin, Stirling'in Berlin'deki sosyal bilimler merkezi birortaçağ kalesi, Yunan stoası, kilise ve tiyatrodan oluşurken, Johnson'ın Pittsburgh'daki PPG gökdeleni dev bir gotik katedral kulesi biçimindedir. Fakat her iki yapı da mimarlık tarihindeki yerlerini almıştır. Metal kullanımı Ruskin'in tahmin ettiği gibi mimarlıkta gerçekten yeni bir çağ açmıştır, fakat onun öngördüğü biçimde derz malzemesi olarak değil. Ruskin'e göre bir hata olan metalin konstrüktif kullanımı bu malzemenin yapıdaki ana görevi haline gelmiş, çelik strüktür yapıların hafiflemesine ve yükselmesine olanak sağlamıştır. Çelik strüktür ile yeni bir yapı stili gelişmiş ve high-tech gökdelenler teknolojik gelişmişliğin simgeleri haline gelmiştir.

Anlaşıldığı kadarıyla, tıpkı sanat için uzun zamandır geçerli olduğu gibi, mimarlık için de kesin doğru ve kesin yanlış bulunmamaktadır. Bu tip bir hata tanımının genel geçer olabilmesi imkansızdır. Çünkü bu doğru ve yanlışlar, kişilerin kendilerine ve zamanlarına ait olduklarından, sürekli kullanılacak bir kurallar dizgesi oluşturamamaktadır. Genel geçer

kuralların eksikliği de mimarlıkta etik tartışmalarını beraberinde getirmektedir. Buna karşılık zaman zaman sanat olarak görülen ve özgürlüğü istenen, zaman zaman ise bilim olarak görülüp ölçülebilir verilerle değerlendirilmek istenen mimarlık için kuralları vazgeçilmez kılan nedir? Ya da her şeyin mümkün olduğu bir sistem yaratıcılık potansiyeli maksimum olan sistem midir?

Kurallar ilk bakışta mimarlık için daraltıcı ve sınırlayıcı olarak görülebilir fakat aslında onlar mimari düşüncenin avantgarda yaklaştığı stratejik bölgelerdir. İçlerinde hem sınırlayıcı bir etkiyi hem de onun aşıldığı bir potansiyeli barındırırlar. Mesleği geliştiren şey kuralların yarattığı onları aşmak hissidir. Bu yüzden her dönem bir önceki dönemin kurallarını yıkarak başlar sonra kendi kurallarını ve eleştirilerini oluşturur. Bir sonraki dönem neye karşı çıkacağını böylece bulabilir. Bu açıdan bakıldığında kuralların ve sınırların olmadığı mimarlığın geleceğinin de olmadığı açıktır. Sonuç olarak Tschumi'nin (1996:155) de belirttiği gibi 'sınırları yok etmek mimarlığı yok etmektir' ve sanıldığı aksine 'doğru' ve 'yanlış' tanımlamaları sınırlayıcı değil, teşvik edicidir.

### **Kaynakça**

- (1997), *Eczacıbaşı Sanat Ansiklopedisi*, Cilt III, YEM Yayınları, İstanbul.
- POTTS Alex, (1991) "Schinkel's Architectural Theory", Snodin, M. (ed.), *Karl Friedrich Schinkel: A Universal Man*, Yale Uni. Press, New Haven, s.47-54.
- BARTHES, Roland, (1996), *Eiffel Kulesi*, İyi Şeyler Kitapevi, İstanbul, 1996.
- BICKFORD Ted & ARNELL Peter(ed.) (1984), *James Stirling: Buildings & Projects*, Rizolli Press, London.
- LAUGIER, Marc-Antoine, (1977), *An Essay on Architecture* (giriş yazısı W. Herrmann – A. Herrmann), Hennessey & Ingalls, Los Angeles.
- MIGNOT Claude, (1983), *Architecture of 19<sup>th</sup> Century*, Tashen, London.
- PAPAYANIS, Nicholas (2004), *Planning Paris Before Hausmann*, John Hopkins Uni. Press, Baltimore.
- RUSKIN, John, (1989), *The Seven Lamps of Architecture*, Dover Publications, New York,.
- SCURI, Piera, (1990), *Late Twentieth Century Skycrapers*, Van Nostrand Reinhold Pub., New York.
- SNODIN, Michael, (1991), *Karl Friedrich Schinkel: A Universal Man*, Yale Uni. Press, New Haven, 1991.

STAROBINSKI, Jean, (1964), *The Invention of Liberty: 1700-1789*, Skira, Geneva.

TSCHUMI, Bernard, (1996), "Architecture and Limits I", (ed. Kate Nesbitt), *Theorizing a New Agenda for Architecture: an Antology of Architectural Theory 1965 to 1995*, New York, s.150-156.

## BÖLÜM IX

### **BİR CENGİZ BEKTAŞ YAPISI: OLBA SOSYAL ÖZEĞİ**

*Hilal Tuğba Örmecioglu\* & Aslı Er Akan\*\* & İrem Şanlı\*\*\* &*

*Yaren Şekerci\*\*\*\**

#### **1. Giriş**

Akdeniz Üniversitesi öğrencilerinin kişisel gelişim ve öğrenme deneyimlerine katkıda bulunacak, disiplinler arası ve entelektüel bir ortamda sosyal ve kültürel etkinliklere katılabilecekleri bir sosyal merkez olarak tasarlanan Olbia Sosyal Özeği Y. Mim. Cengiz Bektaş tarafından tasarlanmıştır.

Yapı, mimari nitelikleri nedeniyle 2001 yılında “Sosyal Rekreasyon Projeleri” dalında Ağa Han Mimarlık Ödülü’ne değer görülmüştür. 1977 yılından beri her üç senede bir verilen Ağa Han Mimarlık Ödülleri’nden bugüne kadar Türkiye’de ödül alan toplam mimar sayısı on, toplam proje sayısı on üçtür. Dünyada ise sosyal rekreasyon projesi dalında bugüne kadar Ağa Han ödülü verilen sadece iki proje olmuştur ve bunlardan biri Riyad’daki Tuwaid Sarayı diğeri ise Olbia Sosyal Özeğidir. Ülkemizde bu önemli ödülü alan on üç yapıdan üçü -Türk Tarih Kurumu, TBMM Cami ve Nail Çakırhan Evi- tescillenmiş olup, diğerlerinin de korunması ile ilgili çalışmalar yapılmaktadır.

Projenin öncelikli tasarlanma amacı Akdeniz Üniversitesi öğrencilerinin kişisel gelişim ve öğrenme deneyimlerine katkıda bulunacak disiplinler arası ve entelektüel bir ortamda sosyal ve kültürel etkinliklere katılabileceği bir sosyal kültürel merkez oluşturmaktır. Bu yapının kullanıldığı yıl yapılan ölçümlerde öğrenci başarı yüzdesi %25 artmıştır. Üniversiteler arası yarışmalarda pek çok ödül alınmıştır.

Bu ana amaca ek olarak mimar kampüsün birbirinden farklı zamanlarda ve farklı tarzlarda tasarlanmış yapıları arasında hem fiziksel hem de kimliksel olarak bağlayıcı olma amacı da güder. Fiziksel bağlayıcılık için kampüsün yurtlar, Rektörlük ve farklı noktadaki fakülteleri arasında bir yürüyüş aksı öneren proje, Antalya kentinde var olan geleneksel yapım

---

\* (Doç. Dr.) Akdeniz Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Antalya, Türkiye. E-mail: ormecioglu@akdeniz.edu.tr

\*\* (Doç. Dr.) Çankaya Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Ankara, Türkiye. E-mail: aslierakan@cankaya.edu.tr

\*\*\* Akdeniz Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Antalya, Türkiye.

\*\*\*\* Akdeniz Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Antalya, Türkiye.

teknikleri ve yerel yapı malzemelerini modern tasarımıyla birleştirerek kampüsün mimarisi için özgün bir kimlik önerir. Ağa Han seçici kurulu başkanı Halep'teki ödül töreninde yapıyı 'İşte gerçek bir mimari yapıt' olarak tanıtmıştır.

Yapı içinde Olbia antik kentinin de bulunduğu Akdeniz Üniversitesi kampüsü içerisinde, Dumlupınar bulvarı üzerindeki ana kapıya yakın bir şekilde konumlandırılmıştır. Yakın çevresinde kampüsün ana kapısı olan Dumlupınar Bulvarı üzerindeki giriş kapısı, Sosyal Tesisler (misafirhane ve akademik yemekhaneyi içeren), Güzel Sanatlar Fakültesi, Turizm Fakültesi, kampüse kontrollü bir geçiş ile bağlı olan hastaneler, Tıp ve Diş Hekimliği Fakültelerinin bulunduğu kamusal alana geçiş kapısı, yemekhane, SKS (Sağlık-Spor-Kültür D.B), yurtlar, kütüphane ve Erkut Şahinbaş tasarımı olan Rektörlük binası bulunmaktadır. Ana kapı ile Rektörlük odakları arasında bir yürüme aksı oluşturan yapı, kampüsün ilk sosyal merkezini oluşturmaktadır. Projenin önerildiği dönemde kampüsün eğitim yapıları ağırlıklı olarak Rektörlük ve kütüphane çevresinde konumlandırılmışlardır; bu nedenle proje arazisi merkezi bir nitelik taşımaktadır. Yapı ile ilgili olarak 2001 yılında hazırlanan Ağa Han raporunda bu dönemde yapının yakın çevresinin mimari niteliği ile ilgili bazı sorunlar olduğu belirtilmektedir. Bu dönemde kampüsün içerisindeki yapıların modern karakterde olmasına rağmen yapılar arasında bir dil birliği bulunmadığı ve aynı zamanda kampüs içindeki yapılarının dağınık ve birbirinden bağlantısız şekilde konumlandığına dikkat çekilmektedir (ElKerdany,2001).

Olbia'nın inşasından bugüne kadar geçen 17 yılda kampüs lineer olarak büyümeye devam etmiş ve iki adet daha çarşı yapısı inşa edilmiştir. Bugün kampüsün durumu ve yapının konumu incelendiğinde artık çarşının fiziksel olarak merkezi konumda olmadığı söylenebilir. Ancak her ne kadar başka sosyal merkezler inşa edilmiş olsa da Rektörlük, kütüphane, yemekhane ve yurtlar arasında inşa edilmiş olması ve ana kapıya yakınlığı nedeniyle yapı halen yaya hareketleri için merkez ve sosyal kültürel özek olma niteliğini sürdürmektedir. Öteki, yeni yapılan çarşı yapılarına göre öğrenciler bu yapıyı yeğlemektedir.

## **2. Olbia Sosyal Özeğinin Teknik ve Mekânsal Ayrıntıları**

### **2.1 Yapının Teknik Ayrıntıları**

12.000 m<sup>2</sup>'lik arsa alanı içerisinde 3.000 m<sup>2</sup> taban alanı kullanılarak yapılan Olbia Çarşısı dükkanlar, kafe ve restoranlar, bir adet sergi salonu, 100 ve 150 kişilik iki adet oditoryum salonu, ile 1200 kişilik amfi tiyatro, havuzlu meydan, saat kulesi olmak ile bütünleşen havuzları ve tüm

yerleşimi kat eden sürekli pergolası ile açık ve yarı açık alanlarla bütünleşen bir sosyal bir çarşı ve aks niteliğindedir (Tablo 1). Kıvrılarak ilerleyen ve kampüsün iki odak noktasını birleştiren keyifli bir stoa üreten yürüyüş aksının yaklaşık uzunluğu 300 metredir. Aksı sınırlandıran kütleler zaman zaman kırılarak yakınlardaki önemli merkezlerden de aksa katılımları mümkün kılar.

Tamamı tek katlı ancak farklı yüksekliklerde, parçalanmış kütleler olarak tasarlanan proje alanı içerisinde bazı restoran ve kafelerde asma kat alanları da vardır. Bunlarla birlikte toplam kapalı alan yaklaşık 3.641 m<sup>2</sup>'dir. Kapalı alanları oluşturan kütleler tek eğimli çatı ile örtülüdür ve en yüksekliği yaklaşık 6 Metre yüksekliğindedir. Alanı tanımlamak ve bir odak üretmek amacıyla tasarlanan 12 m yüksekliğindeki saat kulesi ise tüm alanın en yüksek yapısıdır.

Projenin açık hava amfisi, oditoryum kompleksi, sergi salonu, tuvaletler gibi sabit kamusal parçaları dışındaki ticari faaliyetlere hizmet edecek kısımları zaman içinde değişen ihtiyaçlar ve işlemlere göre mekanların gelecekteki bölümlerinde esneklik sağlamak için modül kullanılarak tasarlanmıştır. 3,6m'lik bu temel modüller istenildiğinde birleştirilerek daha büyük mekanlar elde edilebilmesi imkanı yaratılmıştır.

Projenin ana mekanı olan dış mekanları oluşturan, zaman zaman daralıp genişleyerek birbirine paralel ilerleyen, iki yürüyüş aksını gölgelemek için yapılan pergola 378 adet prefabrik betonarme kolon ile gerçekleştirilmiştir. Proje alanı güney-batı yönünde hafifçe eğimlidir ve projenin omurgası boyunca devam eden lineer havuzlar, arazinin doğal eğimini takip ederek doğal bir akış yaratacak şekilde tasarlanmıştır. Peyzaj tasarımını oluşturan yapı elemanlarının yanı sıra yeşil örtü de dikkatli bir şekilde bölgenin endemik bitkilerinden seçilmiş ve tasarımın bir parçası olarak tasarlanmıştır.

**Tablo 1.** Akdeniz Üniversitesi Olbia Sosyal Özeğine Ait Bilgiler

Bugünkü Adı:	Akdeniz Üniversitesi Olbia Sosyal Özek
Eski/Özgün/Farklı Adları:	Olbia Sosyal Özek
Yeri/Adresi:	Akdeniz Üniversitesi Dumlupınar Blv. 07058 Kampus/Antalya
Tipi/İşlevi:	Sosyal Tesis ve Açık Alan Düzenlemesi 1200/1500 kişilik Açık Hava Tiyatrosu 2.Toplantı Salonu (Sinema olarak kullanılacak durumda) 3.Sanat İşlikleri ve Sergileme Yeri

	4.Öğrenci Derneği Odaları 5.Hızlı Yemek Yeri-Lokanta 6.Saat Kulesi 7.Fauna-Flora Müzesi
Yasal Durumu (tescil):	Yok
Tasarım Tarihi:	1998
İnşaatın Tamamlandığı Tarih:	1999
Ödül Aldığı Tarih:	23 Mayıs 2001-Ağahan
Mimarı	Y.Mim. Cengiz Bektaş
Yüklenici	Baki İnşaat
İşveren:	Akdeniz Üniversitesi
Sahibi/bakımından sorumlular:	Akdeniz Üniversitesi
Yapıyla ilgili diğer kişiler:	Peyzaj Tasarımı: Cengiz Bektaş Mimarlık ve Akdeniz Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü Statik Projesi: İnş. Müh. Erol Soner Şantiye Yöneticisi: Atilla Türkoğlu

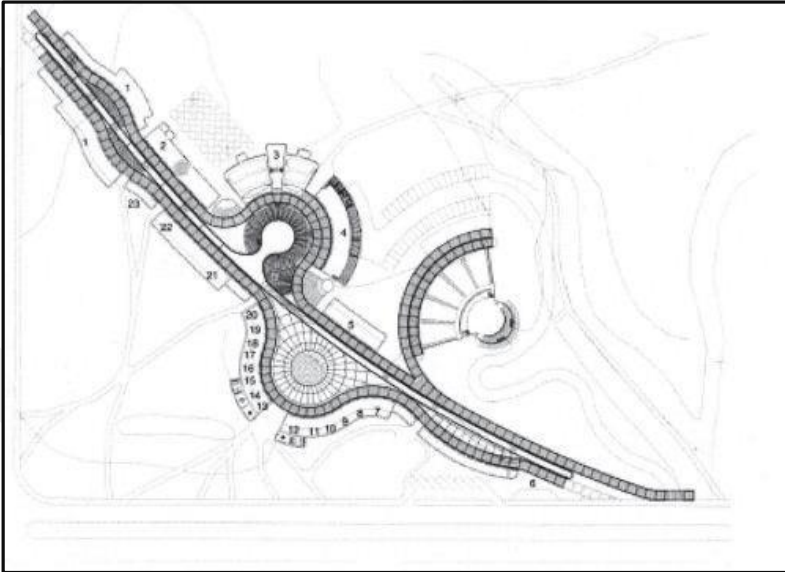
## 2.2 Yapının Mekânsal Ayrıntıları

Olbia Sosyal Özeği mekânsal olarak Antalya kentinin iklimsel verilerini göz önünde bulundurarak dışa dönük bir yaklaşımla tasarlanmış lineer bir şema önerir. Bunu yaparken merkezi bir çarşı alanı değil, doğu kentlerinde bulunan sokak-çarşı tipolojisi ile antik stoaları anımsatır. Her iki tipte de çarşı zaten var olan mevcut bir hareket aksı üzerinde insanların toplanabilecekleri meydanlar, bu harekete katılabilecekleri yarı açık alanlar ve insanların yol üzerinde duraklayabilecekleri ve buradan yaşamın dinamizmi gözlemleyebilecekleri nişlerden oluşur. Mimar, Olbia'nın tasarımında bu özelliklerden yararlanmış ve bunları mekânsal olarak modernize ederek yeniden kullanmıştır.

Yapının omurgasını oluşturan yürüyüş aksına biri amfi tiyatro diğerleri meydan olmak üzere üç adet kamusal alan takılır. Bunlardan amfi tiyatro akustik veriler ve giriş kolaylaştırmak amacı göz önüne alınarak dışa döndürülmüştür. Kuzeydeki meydan oditoryumlar ve ana restoran kütleli ise sınırlandırılır ve ortasında geniş bir yansıtma ve iklimlendirme havuzu bulunur. Su kanallarının bağlandığı bu havuz, etrafındaki ve ortasındaki büyük ağaçların arasında bir vaha etkisi yapar. Bu meydan aynı zamanda çarşının Tıp Fakültesi ve Güzel Sanatlar Fakültesi ile bağlantısını sağlayan,

aksın sınırlarını oluşturan kütlelerin sürekliliğinin kırıldığı noktalardan biridir. Güneydeki meydan ise spiral havuz ile sembolik anlamlar yüklenmiş bir toplanma alanı oluşturur. Ağa Han ödül Jurisi raporunda havuzun Anadolu medeniyetlerinin zaman ile ilgili simgeleri ile sembolik bir ilişki kurması takdir edilmiştir (ElKerdany, 2001). Havuzun kademeli yapısı bu alanda su sesinin dinlenebileceği mekan oluşturmaya imkan verir. İki meydanın arasında ise her ikisinden de görülebilecek ve duyulabilecek şekilde bir saat kulesi tasarlanmıştır. Projenin ana şemasını oluşturan aks büyük meydanlar oluşturmanın dışında da zaman zaman hafifçe kıvrılarak nişler yaratmaktadır.

Olbia Çarşısında kütleler ile tanımlanan boşluklar birbirine serbest bir mekan anlayışında akarken, su ögesi bunları bağlayan bir eleman olarak davranır. Süreklilik gösteren su ögesi, iki yanında birbirine paralel pergola ile örtülü yürüyüş yolları ve tüm bunlara hem fiziksel hem fonksiyonel bir sınır koyan her iki taraftaki taş binalar aksın kıvrımları ile sürekli değişen zengin perspektifler verir. Tıpkı geleneksel dokuda olduğu gibi tek katlı, peyzaj içinde kaybolan mütevazi ölçekteki bu tasarımın en başarılı niteliklerinden birisi de yaratılan mekânların insan ölçeğinde olması, ve geleneksel kent dokularında görüldüğü gibi daralıp genişleyen sürprizli bir perspektif dizisi içinde mekanların birbirine akmasıdır (Şekil 1). Organik formdaki stoalar birbirine akarak süreklilik sağlarken zaman zaman genişlemiş ve agoraları andıran meydanlara dönüşmüştür (Erkarıslan, 2001).



**Şekil 1.** *Olbia Sosyal Özeği Vaziyet Planı*

*(Kaynak: Akdeniz Üniversitesi Yapı İşleri)*

Proje su ögesi, yerel peyzaj elemanları, heykeller ve pergolalar gibi mimari elemanlar ile biçimlendirilen açık bir sirkülasyon omurgası ile tanımlansa da; bu omurgayı sınırlayan başta restoran ve kafeler olmak üzere kitapçı, kırtasiye, banka şubesi vb. çeşitli ticari dükkanlar, öğrenci toplulukları için odalar, sergi salonu, oditoryum kompleksi gibi kapalı alanları da ihtiva eder. Bu kapalı mekanlar modüler tasarım anlayışıyla oluşturulmuş, geleneksel ve modern, yapı malzemeleri ve yapım tekniklerinin bir arada kullanılması ile inşa edilmişlerdir. Cengiz Bektaş geleneksel yapım sistemlerinin kampüsteki kimlik sorununa çözüm olabileceğini önerirken tıpkı mekan organizasyonunda stoa, çarşı vb. kadim ve geleneksel şemalardan yaralandığı gibi, hem-moloz taş duvar örgüsü gibi- kadim yapım tekniklerini hem de -ters ahşap çatı makasları gibi- bu tekniklerin yeniden yorumlanmış halini bir arada kullanmıştır. Böylelikle mimar modernin geleneksel ile birlikte yeniden yorumlandığı yere özgü, özgün bir mimari dil yakalamıştır. Ahşap çatıların alt görüntüsü, tekneleri anımsatır. Bu da yörenin denizle ilişkisini simgeler (Şekil 2).



**Şekil 2.** *Olbia Sosyal Özeği* (Kaynak: Salt Araştırma Arşivi)

### 3. Yapım Sistemi ve Malzemeleri

Yapı için yukarıda bahsedilen amaçlarla yerel kimlik öğelerini yaşatacak kentin ve bölgenin yakın ve uzak geçmişine ait yapı kültürünün izlerini yansıtan yapım sistemleri ve malzemeler seçilerek, çağın modern teknolojileri ve modern mekânsal ihtiyaçları ile birlikte bir tasarım yapılmıştır. Bu tasarımda malzeme olarak brüt beton, masif ahşap ve temel kazısıyla yerinden çıkarılan traverten yapısından seçilen doğal taş kullanılmıştır. Betonarme hatıllı moloz taş yığma duvarlar üzerine tek eğimli ahşap çatı makası ile örtülen kapalı alanların yanı sıra, açık

alanlarda brüt beton kolon ve ahşap kirişler kullanılarak oluşturulan kolonad tasarımın en önemli yapısal elemanlarıdır.

Ağırlıklı olarak tek katlı binalardan oluşan kompleks için oldukça basit yapısal sistem olan betonarme hatıllı yığma moloz taş duvar sistemi seçilmiştir. Yapıda kullanılan moloz taşlar, proje alanın kendisinden gelmektedir ve yapının temelleri kazılırken çıkarılmıştır. Temel kazısı sırasında çıkarılan taşlar daha sonra daha ebatlandırılmış ve sahada kaba yonuları yapılmıştır. Taşların örgüsü sırasında geleneksel horasan harcı yerine çimento ve kireç bazlı harç bağlayıcı modern bir malzeme olarak kullanılmıştır.

Taşıyıcı sistemi oluşturan yığma taş duvarlar geleneksel yapım sisteminde masif ahşap hatıllar ile bağlanırken bu projede bunların yerine yerinde dökme betonarme hatıllar tercih edilmiştir. Hatıllar iki farklı seviyede -1,25 ve 2,5 m- tekrar edilmiş ve böylelikle bazı mekanlarda asma katın ahşap çatkısını destekleyecek şekilde kullanılabilmiştir. İkinci dereceden bir deprem bölgesi olan Antalya'da geleneksel yapım sistemine ek güçlendirmeye ihtiyaç duyulmuş ve betonarme hatılları yığma duvara bağlayacak şekilde duvar içine gömülü demir çubuklar ile desteklenmiştir.

Modern bir dille kullanılan bir diğer geleneksel yapım tekniği de ahşap makaslı, çatı örtüsüdür. Projede ahşap makaslar ahşılageldiğinin aksine tek eğimli ve çatı örtüsünün altında ters makas olarak kullanılarak modern ve yeni bir dil kazandırılmıştır. Çatının geleneksel yapıdaki aksine eğrisel bir alt alanı örtmesi bu tekniğin yapımı sırasında modern çözümler üretilmesini gerektirmiş ve mimar bu çözümler için birebir olarak saha da çalışmıştır. Yığma duvarların üzerine örtü olarak seçilen tek eğimli çatılar geleneksel kiremitler ile kaplanarak Antalya Kaleiçi'ndeki geleneksel yapıları ile uyumlu bir üst örtü elde edilmiştir. Bugün kentte yapılan yapıların büyük çoğunluğunda betonarme teras çatı tercih edildiği için kentin eski geleneksel dokusundan ve silüetinden uzaklaşmıştır. Artık yapıların çok azında tercih edilen çatı sisteminin modern bir dille ancak gelenekselle ilişki kurması yapının ödül almasında etken olan duyarlı tercihlerden biridir (ElKerdany, 2001).

Kapalı alanlarda genellikle ağır malzemelerle ve geleneksel teknikler tercih edilirken, pergolalar nispeten hafif malzemelerden ve modern yöntemlerle üretilmiştir. Pergolalar için prefabrik brüt beton kolonlar üretilmiş ve bu kolonları üzeri masif ahşap kirişler ile yarı geçirgen bir örtü olarak örtülmüştür. Pergolanın ahşap kirişleri ve iç mekanlardaki çatı makasları şeffaf bir koruyucu kaplama ile kaplanırken, diğer tüm yapı elemanları kaplama yapılmadan brüt olarak bırakılmıştır (Şekil 3).



**Şekil 3.** Pergolalar ve Prefabrik Brüt Beton Kolonlar

(Kaynak: Salt Araştırma Arşivi)

İç mekan için seçilen malzemelerde de benzer bir anlayış hakimdir. Çarsıdaki kapalı mekanların döşemelerinde yarı cilalı, rastgele kesilmiş diyagonal traverten kaplama kullanılmıştır. Yerel olarak temin edilen yapısal elemanların brüt ve doğal dokusunun aksine, kapılar ve pencereler, lavabolar (Şekil 4), cam yüzeyler gibi endüstriyel bazı yapı elemanları mat cilalar ve temiz bitişler ile detaylandırılmıştır (ElKerdany, 2001).

Yapısal elemanlar için kullanılan malzemelerin temininde de seçiminde olduğu gibi yerel üreticiler tercih edilmiştir. Doğal taş ve ahşap yerel ve geleneksel malzemelerdir. Çimento, cam ve demir de yerel üreticilerden temin edilmiştir. Dışarıdan temin edilen ve geleneksel inşa teknikleri kullanılarak üretilmeyen tek yapısal eleman pergolayı taşıyan prefabrik betonarme kolonlardır.

Peyzajı tasarımın ana ögesi olan yürüyüş akslarında ise geleneksel dokuları hatırlatacak şekilde yaklaşık 10x10cm büyüklüğünde granit bloklar ile döşenmiş arnavut kaldırımları kullanılmıştır. Peyzajın ikinci önemli ögesi olan su elemanı ise, 2 santimetre kalınlığında traverten döşeme ile kaplanmış beton havuzlar içerisinde kullanılmıştır. Yansıtma havuzu özelliği de gösteren su elemanı üzerine köprü yapmak yerine, mimar derelerde bulunan doğal adım taşlarından oluşan geçişleri modernize etmiş ve prekast betonarme adım taşları ile havuzun iki tarafını birbirine bağlamıştır.



**Şekil 4.** Geleneksel Türk hamamının sekizgen göbek taşına gönderme yapan, gri damarlı mermer kaplı, lavabo tasarımı.

(Kaynak: ElKerdany, 2001)

Bir yapı elemanı olmamakla birlikte proje için seçilen endemik bitkilerde aynı şekilde tasarım kaygıları ile belirlenmiş ve proje içinde konumlandırılmışlardır. Bugün özellikle pergolanın üzerini örtmesi için seçilen ve dikileceği yerler tasarımda belirlenen sarıcı örtücü begonvillerin kesilmiş olması pergola ile ilgili mimarın tasarladığı yarı şeffaf gölge etkisinin yaratılamamasına neden olmaktadır.

#### **4. Sonuçlar ve Değerlendirmeler**

Olbia Sosyal Özek projesi kültürel ve estetik değerleri Ağa Han ödülü ile tescil edilmiş, yakın dönem mimarlık tarihimizin önemli eserlerinden biridir. Ağa Han ödülü “çağdaş tasarım, sosyal konut, toplumsal kalkınma ve iyileştirme, restorasyon, yeniden kullanım ve koruma, peyzaj tasarımı ve çevrenin iyileştirilmesi alanlarında İslam toplumlarının ihtiyaç ve isteklerini başarılı bir şekilde ele alan mimari anlayışı tanımlamayı ve ödüllendirmeyi amaçlar ve mimarlık yarışmaları arasında benzersiz bir şekilde, sadece yapıları ve onların tasarımcılarını değil, aynı zamanda proje süreçlerini, inşa eden ve yaptıran paydaşları da göz önüne alarak yapının tüm sürecine ödül verir (url 1). Olbia Sosyal Özek projesi, kampüsteki yaşama merkez oluşturan bir sosyal odak ve farklı yapılar arasında bağlayıcı bir unsur olarak davranabilecek bölgenin, tarihi ve geleneksel mimarisi ile birlikte modern bir tasarım dili ortaya çıkarması nedeniyle 2001 yılında “sosyal rekreasyon projeleri” dalında Ağa Han Mimarlık Ödülü’ne layık görülmüştür.

Yapının kendisinin mimari nitelikleri kadar, mimarı Cengiz Bektaş'ın da yakın dönem Türk mimarlık tarihinin önemli aktörlerinden biri olması, söz konusu yapının ise mimarın en önemli yapılarından olması Olbia Sosyal Özeğini mimarlık tarihimiz açısından önemli kılan özelliklerdendir. Cengiz Bektaş Türkiye'de önemli bir mimar ve kentsel araştırmacıdır. Geleneksel mimari, Türk evi, koruma, antik dönem mimarisi vb. konularda kitapları ve yazıları bulunmaktadır (Bektaş, 2001, 2013, 2015a, 2015b). Gerek modern ve yerel arasında kurduğu özgün ilişki, gerek tarihten gelen iklime özgü mekan düzenini kullanması, gerek tasarım ve yapım sürecinin yerel ekiplerinin bilgisine yaptığı katkı, gerek ise kampüste hem dil, hem sosyal odak sorunlarını çözen nitelikleri ile bu yapı yakın dönem Türkiye mimarisinin önemli örneklerinden birini oluşturmaktadır.

Sadece bir özek değil sosyal kültürel merkez haline gelen Olbia, halen Akdeniz Üniversitesi'ndeki kampüs hayatı için tek olma özelliğini sürdürmektedir. Bu özellikleri ile korunarak gelecek nesillere aktarılması ve yaşatılması gerekmektedir.

## 5. Kaynakça

1. Nail Çakırhan Evi Tescil Kararı
2. Türk Tarih Kurumu Tescil Kararı
3. TBMM Camii Tescil Kararı
4. Bektaş,C., (2001), “Halk Yapı Sanatı”, *Literatür Yayınları*: İstanbul.
5. Bektaş,C. (2013), “Türk Evi”, *YEM Yayınları*: İstanbul.
6. Bektaş,C. (2015a), “Antalya 2015”, *Arkeoloji ve Sanat Yayınları*, İstanbul.
7. Bektaş,C. (2015b), “Halk Yapı Sanatından Bir Örnek: Antalya”, *Bileşim Yayınları*, İstanbul.
8. ElKerdany, D. (2001), “Aga Khan Award for Architecture 2001”, *Olbia Social Centre Technical Review Summary*.
9. Erkarşlan, Ö. E. (2001), “Ağa Han Mimarlık Ödülleri Sekizinci Dönemini Tamamlarken”, *Mimarlık Dergisi*, 302, ss:13-17.
10. AKDN, “Aga Khan Development Network” url 1: <http://www.akdn.org>, 14.01.2018
11. *Salt Araştırma Arşivi*, 2019.
12. “Yapının Vaziyet Planı”, *Akdeniz Üniversitesi Yapı İşleri*, 2019.

## BÖLÜM X

### **19. YÜZYIL İZMİR KONUTLARI VE İNGİLİZ SIRA EVLERİNİN MEKÂN-DİZİM YÖNTEMİ İLE KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ**

*Murat Şahin\* & Tuba Nur Olğun\*\**

#### **1. Giriş**

Sanayileşme, pek çok alanda olduğu gibi mimarlık açısından da önemli etkileri olan gelişmelere öncülük etmiştir. Başta Avrupa olmak üzere dünyanın hemen hemen her yerinde, endüstriyel mimariyi olduğu kadar konut mimarisini de derinden etkileyen sanayileşme sonucunda kırsal alanlardan kente göçte artış gerçekleşmiş; bu durum hızlı ve çok sayıda konut üretimi ihtiyacını da beraberinde getirmiştir.

Batı'da kentlere göçün artmasıyla birlikte, 19. yüzyıldan itibaren iki farklı konut tipi yaygınlık kazanmıştır (Marcus, 1999). Sıra ev ve apartman blokları olarak karşımıza çıkan bu konut tipleri, sanayi kentlerinin fiziksel, sosyal ve ekonomik koşullarına göre tercih edilmiştir (Kirschenmann ve Muschalek, 1980; Marcus, 1999). Bu anlamda söz konusu konut tipleri Avrupa'da hızla üretilerek, sanayileşme nedeniyle ortaya çıkan barınma ihtiyacının karşılanması hedeflenmiştir.

19. yüzyılda ülkemizdeki konut tipleri incelendiğinde, özellikle İzmir'de rastlanan konutlarla İngiliz sıra evleri arasında pek çok yönden benzerlikler olduğu göze çarpmaktadır. Yan yana dizilen konutlardan oluşan sıra düzeni; yol, avlu ve kütlelerden oluşan kentsel örüntü, mekânsal organizasyon gibi pek çok açıdan benzerlik gösteren bu iki konut tipi, somut veriler sağlayan analiz yöntemleriyle karşılaştırmaya değer niteliklere sahiptir (Çıkış, 2009). Bu anlamda yapılan çalışmanın amacı, aynı dönemde inşa edilen, birbirleriyle benzer özellikleri açısından göze çarpan, ülkemizde ve Avrupa'da yer alan konut tipleri arasındaki ortak ve farklı noktaları somut bir biçimde ortaya koymaktır. Çalışma kapsamında İngiliz sıra evleri ve bu evlerle benzerlik gösteren İzmir konutları, özellikle mekânsal açıdan karşılaştırılmıştır. Çalışma yöntemi olarak mekân-dizim analizi, söz konusu konutların plan tipolojilerine uygulanmış ve elde edilen veriler karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda ortaya çıkan analizlerin, aynı dönemde ancak farklı coğrafyalarda inşa

---

\* \*\* (Araş. Gör.), Fırat Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Elazığ, TÜRKİYE. E-mail: msahin@firat.edu.tr

\*\* \* (Araş. Gör.), Fırat Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Elazığ, TÜRKİYE. E-mail: tnbaz@firat.edu.tr

edilen ve benzerlik gösteren konut tipolojilerinin somut olarak değerlendirilebilmeleri bağlamında referans olması hedeflenmektedir.

## 2. Materyal

Bu çalışmada İzmir bölgesinde tarihi işçi evlerinin ve bu evlerle benzerlik gösteren İngiliz sıraevlerinin mekânsal kurgusuna yönelik morfolojik analiz yöntemlerinden mekân-dizim analiz yöntemi kullanılmıştır. Morfolojik analiz yöntemi, mekânları ve bu mekânların oluşturduğu yapıların mekânsal kurgusunu, biçimlenişini, oluşum şeklini; fiziksel, biçimsel ve yapısal olarak inceleyen ve veriler sunan bir yöntemdir (Yıldırım, 2002).

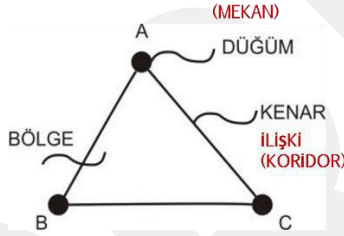
Morfoloji, çeşitli bilim dallarında biçimleri ve biçimlenmeleri inceleyen bir bilim dalıdır (Hançerlioğlu, 1986). Steadman, morfolojiyi mekânın yapı ve formuna ilişkin evrensel bir bilim olarak tanımlamıştır (Steadman, 1983). Mimarlık ve şehircilik alanında da kullanılan morfolojik analizin amacı, mekânlar arasındaki sirkülasyon akışını ve fiziksel çevre koşullarının oluşumuna yönelik verilerin incelenmesini sağlamak olarak özetlenebilir. Bu analizler yardımıyla yerleşme ve konut tiplerinin sınıflandırılmasına temel oluşturacak veriler elde edilebilmektedir (Dursun, 1995). Genellikle plan düzleminde morfolojik analizler bu düzeyde yapılmıştır. Plan düzleminde morfolojik analiz yöntemleri, Bloch, Steadman ve Hillier & Hanson tarafından geliştirilmiştir (Bloch, 1979; Steadman, 1983; Hillier & Hanson, 1984).

Mekân kavramı, insanların barınma, korunma, dinlenme gibi bütün ihtiyaçlarını karşıladığı ve çeşitli faaliyetleri gerçekleştirdiği yerler olarak ifade edilmektedir (Tümertekin & Özgüç, 2002). Dizim ise yapısal elemanların rastlantısal kombinasyonları olarak tanımlanmıştır. Dizim yöntemi mekânsal düzenlemelerin oluşumunda ve kurgusundaki sistematik benzerlik ve çeşitliliklerin sergilenmesini ortaya koymaktadır (Hillier & Handson, 1984).

Mekânlar, toplumların ve sosyal yapının etkisiyle oluşan ve süreç içerisinde de toplumları ve sosyal dokuyu şekillendiren niteliklere sahiptir. Mekân dizim analizi, mekânları, mekânları oluşturan yapıyı ve bu yapıların çevresini, özelliklerini ve kurgusunu analiz ederek mekânsal biçimleniş ve bu oluşum sürecini; bu sürecin etkilerini sayısal tekniklerle ortaya koyan bir disiplin olarak karşımıza çıkmaktadır (Atak, 2009). Mekân dizim yöntemi, biçimin gerisinde mekânsal dokuyu oluşturan sosyal mantığın anlaşılmasına yardımcı olan, mekânların içindeki kullanıcılara bakılarak fiziksel mekânın insanları bir araya getirme ve iletişime geçirme durumunu

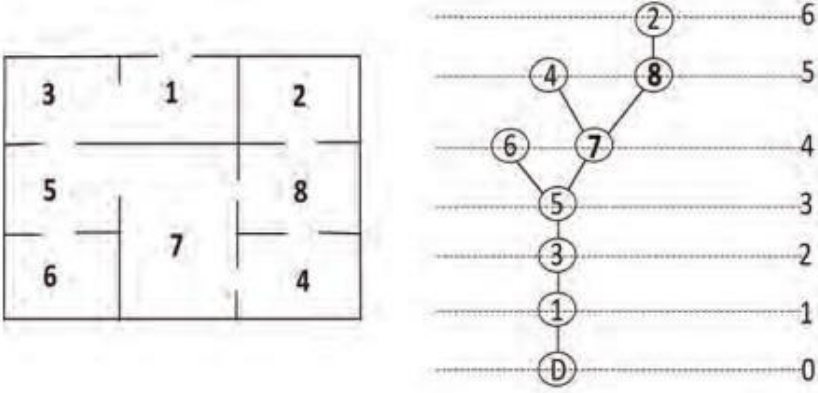
ve potansiyelini algılamaya olanak tanımaktadır (Çil, 2006). Buradan hareketle mekân dizim analizi, inşa edilmiş yapı ve çevrelerin birbiriyle olan ilişkilerini anlamak ve analiz etmek için oluşturulmuştur. Mekân dizim analizinde incelenen mekânın boyutu, oranı, mimari öğeleri, renkleri, dokusu gibi değerler önemsizdir. Bu analizde mekânların birbirleriyle olan ilişkisi ve bağlantıları, bütün yapı içindeki konumları ve bütün mekânlarla olan ilişkileri dikkate alınmıştır (Hanson, 1998).

Mekân-dizim analizi teknik olarak incelendiğinde, değerlendirme amacıyla kullanılan graflara rastlanmaktadır. Graf, birbirine çizgilerle bağlanan noktalar kümesidir. Yöntemde kullanılan noktalar-düğüm mekânları temsil ederken; çizgiler-kenarlar ise bu mekânlar arasındaki bağlantıyı-geçiş ifade etmektedir (Levin,1964).



Şekil 1:Graf Şeması (Kahvecioğlu, 2001)

Graf yöntemi, mekân konfigürasyonlarının ve mimari biçimlenmelerin arasındaki ilişkileri kurmak için mevcut şebekeleri çözümlenmek amacıyla kullanılmaktadır. Düzenlenmiş geçiş grafiklerinde referans olarak seçilen bir mekândan eşit derinlikteki bir başka mekân, aynı yatay kesikli çizgi üzerinde gösterilmektedir. Bu çizgiler derinlik ifadeleridir ve her zaman 0 çizgisine yerleştirilen referans mekânından, herhangi bir hedefe ulaşmak için geçilmesi gereken minimum kapı eşiği sayısını gösterecek şekilde, 0'dan itibaren numaralandırılmaya başlanmaktadır. (Hillier & Hanson, 1984)



Şekil 2: Örnek Bir Mekânsal Örgütlenmenin Erişim Grafiği (Hillier & Hanson, 1984' ten uyarlayan Abbasoğlu Ermiyağil & Erem, 2014)

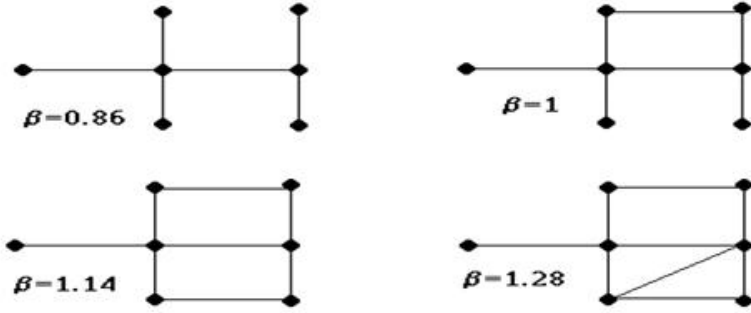
Şekil 2'de yer alan çalışmada graf yöntemi kullanılırken yararlanılan çözümlenme araçları aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

- Beta İndeksi ( $B=E/V$ = Beta İndeksi: Graf Kenarı/ Graf Dügümü ) (Broadbent, 1973)

$$G = \frac{E}{(v^2 - v)} / 2$$

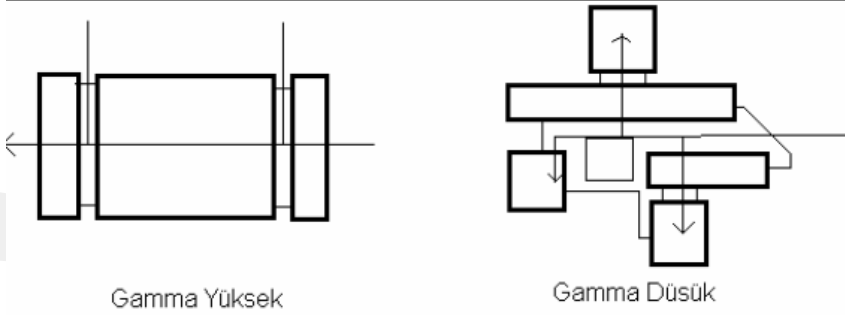
- Gamma İndeksi ( ) (Broadbent, 1973)

Beta İndeksi: şebekenin düğüm ve kenar ilişkilerine bağlı olarak; şebekenin nasıl bir forma sahip olduğunu sayısal olarak ortaya koymaktadır. Toplam kenar sayısının toplam düğüm sayısına oranı olarak ifade edilebilir. Eğer bu değer,  $\beta < 1$  ise yapı ağaç; yani mekânsal kurgunun lineer forma sahip olduğunu;  $\beta = 1$  ise döngü; yani mekânsal kurgunun döngü yapıya sahip olduğunu;  $\beta > 1$  ise bu graf, kompleks devre; yani kompozit bir forma sahip olduğunu göstermektedir (Broadbent, 1973).



Şekil 3. Beta İndeksi (Broadbent, 1973)

Gamma İndeksi: Şebeke elemanlarının ilişki yoğunluğuna bağlı olarak; şebekenin “bağlantılılık” oranını sayısal olarak vermektedir. Bu oranlar ‘0’ ile ‘1’ sayıları arasında değerler almaktadır. 1 değeri tam bağlantılılık iken; 0 değeri şebeke elamanları arasında tam bağlantısızlığı göstermektedir. (Yıldırım, 2001; Baysal & Yıldırım, 2017).



Şekil 4: Gamma indeksi-bina biçimi ilişkisi (Yıldırım, 2002).

- Ortalama derinlik değeri (  $md = \frac{\sum d}{k-1}$  )
- Entegrasyon değeri (  $RA = \frac{2(md-1)}{k-2}$  )

Ortalama derinlik değeri: Bir mekânın tüm sistem içindeki ulaşılabilirliğinin, adım sayısı üzerinden toplanmasını ardından, gamma (geçiş) grafiği üzerindeki tüm noktaların dış mekâna göre derinliklerinin toplanıp mekân sayısına bölünmesi ile elde edilen değerdir (Çakmak, 2011)

Entegrasyon değeri: Bir mekânın sistemle bütünleşip, ayrıştığına dair bilgi edinmeyi sağlayan sayısal değerlerdir. Bilgisayar programı ile elde edilen geçiş grafiği üzerindeki renklerin ifade ettiği anlamlar;

- Kırmızı, en entegre mekânları göstermektedir.
- Koyu lacivert, en ayrışan, sistemin en son ulaşılan mekânını ifade etmektedir (Özyılmaz, 2007).

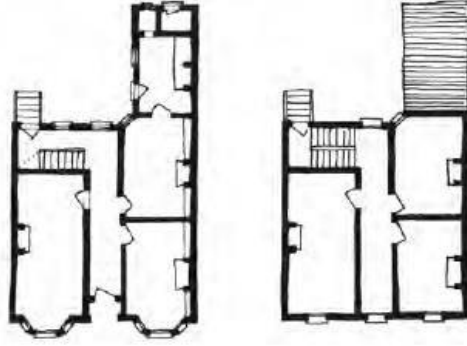
Bu yöntemi kullanarak mekânların birbiriyle olan ilişkisini ve kurgusunu sayısal ve görsel grafiklerle ortaya koymak amaçlanmıştır.

## **2.1 19. Yüzyıl İzmir Konutları ve İngiliz Sıraevlerinin Genel Özellikleri**

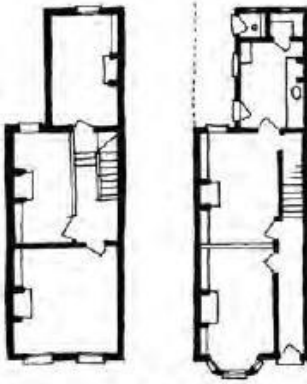
Avrupa'da başlayan ve hızla tüm dünyaya yayılan sanayileşme hareketleri, aynı anda farklı ülkelerde pek çok alanda benzer gelişmelerin yaşanmasını sağlamıştır. Bu bağlamda mimarlık disiplini de dünyanın pek çok noktasında sanayileşmeye bağlı olarak evrilmiş ve yeni gelişmelerle farklı bir boyut kazanmıştır.

Sanayileşmenin artmasıyla birlikte üretimde görev almak üzere kırsal alanlardan kentlere göç eden nüfusun artışı, sanayileşen kentlerde konut ihtiyacının da giderek artmasına neden olmuştur. Bu bağlamda konut ihtiyacının hızla arttığı kentlere ev sahipliği yapan İngiltere'de de diğer birçok ülkede olduğu gibi bu ihtiyaca yönelik olarak çeşitli çözümler üretilmiştir. Bu çözümlerden biri de sıraevlerdir.

Batı'da 19. yüzyılda gelişen konut tipolojileri incelendiğinde, apartman bloklarının ve sıraevlerin göze çarptığı belirtilebilir. Sıraevlerin ise ilk kez İngiltere'de, sanayi şehirlerinde uygulanmaya başladığı görülmüştür. (Çıkış, 2009). Öncelikle işçi konutu olarak uygulanan sıraevler, zamanla işçilerin yoğunlaştığı bölgeler dışında orta ve üst grupların yaşadığı alanlarda da yaygınlık kazanmıştır (Muthesius, 1990). Farklı ve esnek tasarımlarla çeşitlenen sıraevlerde simetrik ve asimetrik plan kurguları öne çıkmıştır (Çıkış, 2009). (Şekil 5, 6, 7)



Şekil 5. Simetrik plan kurgusuna sahip olan İngiliz sıraevlerinin kat planları (Çıkış, 2009)



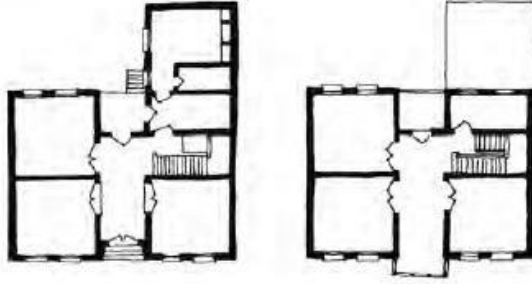
Şekil 6. Asimetrik plan kurgusuna sahip olan İngiliz sıraevlerinin kat planları (Çıkış, 2009)



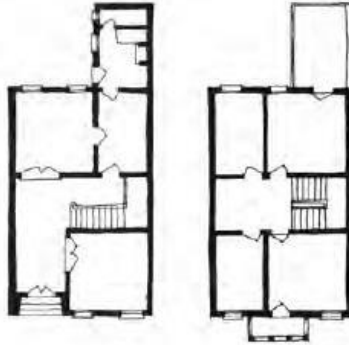
Şekil 7. 19. yüzyıl İngiliz sıraev dizisi örneği (Çıkış, 2009)

19. yüzyılda dünyada yaşanan sanayileşme hareketleri ülkemizde de etkili olmuş ve bu anlamda sanayileşmenin yoğun olarak yaşandığı ülkelerle dış ticaret ilişkileri yoğunlaşmıştır. Söz konusu ilişkilerin arttığı yerleşimlerin başında ise bir liman kenti olan ve pek çok yabancı tüccarın yaşam alanını oluşturan İzmir gelmektedir.

İzmir’de 19. yüzyılda inşa edilen konut tipolojisi incelendiğinde, İngiliz sıraevlerine benzer niteliklerde plan şemasına sahip olan yapıların oldukça yoğun olduğu görülmektedir. Bu konutlar her ne kadar kentin geleneksel konutları olarak ifade edilse de artan yaşama birimi ihtiyaçlarını hızla karşılamaya yönelik olarak tasarlanmış olmaları; bununla birlikte yeni malzeme ve yapım tekniklerinin kullanılmasıyla inşa edilmeleri gibi pek çok etken, geleneksel dışında niteliklere sahip olmalarını da sağlamıştır. Kentin pek çok noktasında giderek yaygınlaşan ve günümüze de örnekleri ulaşan bu yapı tipi de simetrik ve simetrik plan kurgularıyla öne çıkmaktadır.



Şekil 8. Simetrik plan kurgusuna sahip olan İzmir konutlarının kat planları (Çıkış, 2009)



Şekil 9. Asimetrik plan kurgusuna sahip olan İzmir konutlarının kat planları (Çıkış, 2009)



Şekil 10. 19. yüzyıl İzmir konutu örnekleri (Çıkış, 2009)


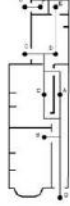
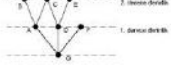


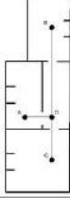

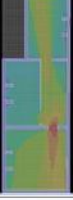
## 2.2 19. Yüzyıl İngiliz Sıraevlerinin ve İzmir Konutlarının Mekân-Dizim Analizi İle İncelenmesi

19. yüzyılda inşa edilen İngiliz sıraevlerinin ve İzmir konutlarının temel plan kurguları karşılaştırıldığında, mekân dizimi olarak pek çok benzerlik göze çarpmaktadır. Bu anlamda söz konusu plan tiplerinin mekân-dizim analizi ile incelenmesi, somut karşılaştırmalar yapabilmek anlamında önemli veriler sağlayacaktır.

SİMETRİK İNGİLİZ EVİ PLAN KURGUSU ANALİZİ				
Zemin kat planı	Plan şeması	Graf şeması	Bağlantılık Analizi (Connectivity)	Sayısal Değerler
				Beta Değeri 1.11 Gama Değeri 0.27 Bağlantılık Değ. Min. Ort. Max. 1 3507.6 13533 Entegrasyon Değ. Min. Ort. Max. 1.4615 16.386 1746.8 Ortalama Derinlik Değ. Min. Ort. Max. 1 2.017 4.423
Ust kat planı	Plan şeması	Graf Şeması	Bağlantılık Analizi (Connectivity)	Sayısal Değerler
				Beta Değeri 0.75 Gama Değeri 0.5 Bağlantılık Değ. Min. Ort. Max. 4 3578.07 13775 Entegrasyon Değ. Min. Ort. Max. 1.695 12.302 60.305 Ortalama Derinlik Değ. Min. Ort. Max. 1 1.967 4.043

Şekil 11. Simetrik plan kurgusuna sahip olan İngiliz sıraevlerinin kat planlarının mekân-dizim yöntemi ile analizi

Simetrik plan kurgusuna sahip olan İngiliz sıraevlerinin mekânsal kurgusu üzerine yapılan çalışma sonucunda **zemin katın**; **beta** değerine bakıldığında kompleks bir mekân kurgusuna sahip olduğu anlaşılmaktadır. **Gama** değeri ise 0'a yakın olduğundan bağımsız ve parçalı bir kurguya sahiptir. Graf şemasında mekânların en fazla 2. derece derinliğe sahip olduğu; yani genel anlamda sığ mekânlardan oluştuğu anlaşılmaktadır. Yapının en derin mekânlarını D,C,E ve G olduğu görülmektedir. Tabloda zemin katın **connectivity**; yani **bağlantılılık** şablonuna bakıldığında kırmızı ile görünen alanların daha geçirgen olduğu anlaşılmaktadır. Yapının **üst katına** bakıldığında **beta** değerine göre ağaç; yani lineer bir yapıya sahip olduğu anlaşılmaktadır. Yapının **gama** değeri 0 ile 1 arasında bir değer olduğundan, ne tam parçalı nede kompakt bir mekân kurgusuna sahip olduğu belirtilebilir. Fakat zemin kata göre daha kompakt bir mekân kurgusuna sahip olduğu anlaşılmaktadır. Üst katı oluşturan mekânların **connectivity**; yani **bağlantılılık** değerlerine bakıldığında orta holün, kapıların olduğu alanların ve A mekânının daha geçirgen olduğu ve bu alanlarda görselliğin daha fazla olduğu görülmektedir. Genel anlamda yapıya bakıldığında, zemin katın daha derin mekânlara sahip olduğu; üst katın daha kompakt mekân kurgusuna sahip olduğu anlaşılmaktadır.

ASİMETRİK İNGİLİZ EVİ PLAN KURGUSU ANALİZİ				
Zemin kat planı	Plan şeması	Graf şeması	Bağlantılılık Analizi (Connectivity)	Sayısal Değerler
				Beta Değeri
				1
				Gama Değeri
				0,29
				Bağlantılılık Değ.
				Min. Or. Max.
				3 4373,68 9041
				Entegrasyon Değ.
				Min. Or. Max.
				1,408 16,808 2570,8
Ortalama Derinlik Değ.				
Min. Or. Max.				
1 1,868 4,490				
				Sayısal Değerler
				Beta Değeri
				0,75
				Gama Değeri
				0,5
				Bağlantılılık Değ.
				Min. Or. Max.
				3 5868,28 13656
				Entegrasyon Değ.
				Min. Or. Max.
2,018 14,75 41,29				
Ortalama Derinlik Değ.				
Min. Or. Max.				
1 1,827 3,008				

Şekil 12. Asimetrik plan kurgusuna sahip olan İngiliz sıraevlerinin kat planlarının mekân-dizim yöntemi ile analizi

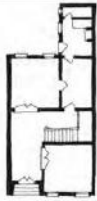
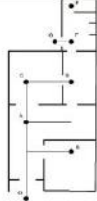
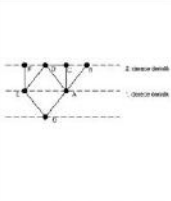
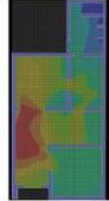

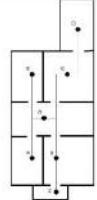
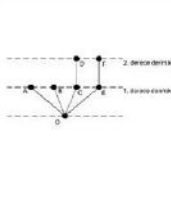
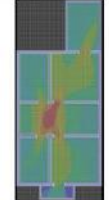
Asimetrik plan kurgusuna sahip olan İngiliz sıraevlerinin mekânsal kurgusu üzerine yapılan analizler neticesinde **zemin kat** planının **beta**

değeri 1'e eşit olduğundan yapının döngüsel bir forma sahip olduğu anlaşılmaktadır. Yapının *gama* değeri 0'a daha yakın olduğu için bağımsız parçalı bir biçimde oluşturulduğu gözlenmektedir. Planın graf şeması incelendiğinde, en fazla 2. derece derinlikte mekânların olduğu görülmektedir. Yani bu derinlik dereceleri bir mekândan başka mekâna geçmek için kademeleri ifade ettiğinden, B, C ve E mekânları en derin mekânlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Yapının *connectivity*; yani *bağlantılılık* şemasına bakıldığında kırmızı olan alanların en geçirgen ve entegrasyonun en fazla olduğu alanları ifade ettiği göze çarpmaktadır. Bu bağlaada orta holün kapılarla birleşen alanlarının, geçirgenliğin en fazla olduğu alanlar olduğu anlaşılmaktadır. **Üst kat planına** bakıldığında, *beta* değerinin 1'den küçük olması nedeniyle yapının ağaç; yani bütünsel olarak lineer bir kurguya sahip olduğu anlaşılmaktadır. Üst mekânın *gama* değerine bakıldığında ise zemin kata göre 1'e yaklaştığı görülmektedir. Bu anlamda üst katın zemin kata göre mekân kurgusunun bağlantılı; yani kompakt bir kurguya sahip olduğu anlaşılmaktadır. Graf şemasına göre bakıldığında aynı derinlik derecesine sahiptir. Yapının *connectivity*; yani *bağlantılılık* şemasına bakıldığında orta holün kapılarının birbirine bakan alanlarının en geçirgen alanlar olduğu ve bu alanlarda entegrasyonun fazla olduğu görülmektedir. Genel anlamda değerlendirildiğinde, zemin katın daha derin mekânlara; daha parçalı ve bağımsız mekânlara ve kompleks bir mekân kurgusuna sahip olduğu anlaşılmaktadır.

SİMETRİK İZMİR EVİ PLAN KURGUSU ANALİZİ																																																																										
Zemin kat planı	Plan şeması	Graf şeması	Bağlantılılık Analizi (Connectivity)	Sayısal Değerler																																																																						
				<table border="1"> <tr><td colspan="5">Beta Değeri</td></tr> <tr><td colspan="5">1</td></tr> <tr><td colspan="5">Gama Değeri</td></tr> <tr><td colspan="5">0,28</td></tr> <tr><td colspan="5">Bağlantılılık Değ.</td></tr> <tr><td>Min</td><td>Ort</td><td>Max</td><td colspan="2"></td></tr> <tr><td>3</td><td>26/8,23</td><td>14430</td><td colspan="2"></td></tr> <tr><td colspan="5">Entegrasyon Değ.</td></tr> <tr><td>Min</td><td>Ort</td><td>Max</td><td colspan="2"></td></tr> <tr><td>1,385</td><td>13,05</td><td>652,06</td><td colspan="2"></td></tr> <tr><td colspan="5">Ortalama Derinlik Değ.</td></tr> <tr><td>Min</td><td>Ort</td><td>Max</td><td colspan="2"></td></tr> <tr><td>1</td><td>1,025</td><td>4,049</td><td colspan="2"></td></tr> </table>	Beta Değeri					1					Gama Değeri					0,28					Bağlantılılık Değ.					Min	Ort	Max			3	26/8,23	14430			Entegrasyon Değ.					Min	Ort	Max			1,385	13,05	652,06			Ortalama Derinlik Değ.					Min	Ort	Max			1	1,025	4,049							
Beta Değeri																																																																										
1																																																																										
Gama Değeri																																																																										
0,28																																																																										
Bağlantılılık Değ.																																																																										
Min	Ort	Max																																																																								
3	26/8,23	14430																																																																								
Entegrasyon Değ.																																																																										
Min	Ort	Max																																																																								
1,385	13,05	652,06																																																																								
Ortalama Derinlik Değ.																																																																										
Min	Ort	Max																																																																								
1	1,025	4,049																																																																								
				<table border="1"> <tr><td colspan="5">Sayısal Değerler</td></tr> <tr><td colspan="5">Beta Değeri</td></tr> <tr><td colspan="5">0,83</td></tr> <tr><td colspan="5">Gama Değeri</td></tr> <tr><td colspan="5">0,33</td></tr> <tr><td colspan="5">Bağlantılılık Değ.</td></tr> <tr><td>Min</td><td>Ort</td><td>Max</td><td colspan="2"></td></tr> <tr><td>4</td><td>6303,5</td><td>16053</td><td colspan="2"></td></tr> <tr><td colspan="5">Entegrasyon Değ.</td></tr> <tr><td>Min</td><td>Ort</td><td>Max</td><td colspan="2"></td></tr> <tr><td>3,403</td><td>16,680</td><td>311,04</td><td colspan="2"></td></tr> <tr><td colspan="5">Ortalama Derinlik Değ.</td></tr> <tr><td>Min</td><td>Ort</td><td>Max</td><td colspan="2"></td></tr> <tr><td>1</td><td>1,741</td><td>3,050</td><td colspan="2"></td></tr> </table>	Sayısal Değerler					Beta Değeri					0,83					Gama Değeri					0,33					Bağlantılılık Değ.					Min	Ort	Max			4	6303,5	16053			Entegrasyon Değ.					Min	Ort	Max			3,403	16,680	311,04			Ortalama Derinlik Değ.					Min	Ort	Max			1	1,741	3,050		
Sayısal Değerler																																																																										
Beta Değeri																																																																										
0,83																																																																										
Gama Değeri																																																																										
0,33																																																																										
Bağlantılılık Değ.																																																																										
Min	Ort	Max																																																																								
4	6303,5	16053																																																																								
Entegrasyon Değ.																																																																										
Min	Ort	Max																																																																								
3,403	16,680	311,04																																																																								
Ortalama Derinlik Değ.																																																																										
Min	Ort	Max																																																																								
1	1,741	3,050																																																																								

Şekil 13. Simetrik plan kurgusuna sahip olan İzmir evlerinin kat planlarının mekân-dizim yöntemi ile analizi

Simetrik plan kurgusuna sahip olan İzmir evlerinin mekânsal kurgusu üzerine yapılan analizler neticesinde zemin katta; *beta* indeksine göre yapının mekân kurgusunun dögüsel bir forma sahip olduğu görölmektedir. *Gama* değerlerine bakıldığında ise 0 değerine yakın olduğu için parçalı ve bağımsız bir yapıya sahip olduğu anlaşılmaktadır. Graf şemasına bakıldığında, mekânsal derinlik derecesinin 3 olduğu anlaşılmaktadır. Yani en derin mekânın G mekânı olduğu ve o mekâna ulaşmak için, 3 mekânın geçilmesi gerektiği anlaşılmaktadır. Zemin katın *connectivity*; yani *bağlantılık* grafiğine bakıldığında, orta hol olan A mekânının en fazla geçirgenlik ve görselliğe sahip olduğu anlaşılmaktadır. Yapının zemin katı incelendiğinde, beta indeksine göre lineer kurguya sahiptir. Gama indeksine göre ise zemin katın daha parçalı ve bağımsız mekân kurgusuna sahip olduğu anlaşılmaktadır. Graf şemasına göre, her mekânın aynı mekânsal derinliğe sahip olduğu anlaşılmaktadır. Mekânların *connectivity*; yani *bağlantılık* grafiğine bakıldığında ise orta holün yani 0 mekânının diğer mekânlara açılan kapıların olduğu bölgede, en fazla entegrasyon geçirgenlik değerine sahip olduğu görölmektedir. Genel anlamda bakıldığında, zemin katın mekânsal derinliği daha fazladır. Zemin kat daha bağımsız ve parçalı mekân kurgusuna sahiptir ve dögüsel mekân yapısını yansıtmaktadır.

ASİMETRİK İZMİR EVİ PLAN KURGUSU ANALİZİ				
Zemin kat planı	Plan şeması	Graf şeması	Bağlantılık Analizi (Connectivity)	Sayısal Değerler
				Beta Değeri
				1,14
				Gama Değeri
				0,33
				Bağlantılık Değ.
				Min Ort. Max
				2 7006,75 152,75
				Entegrasyon Değ.
				Min Ort. Max
				1.419 15,597 897,24
Ortalama Derinlik Değ.				
Min Ort. Max				
1 1,829 3,785				
				Sayısal Değerler
				Beta Değeri
				0,85
				Gama Değeri
				0,25
				Bağlantılık Değ.
				Min Ort. Max
				2 2900,2 148,8
				Entegrasyon Değ.
				Min Ort. Max
1.715 14,671 272,059				
Ortalama Derinlik Değ.				
Min Ort. Max				
1 1,832 4,103				

Şekil 13. Asimetrik plan kurgusuna sahip olan İzmir evlerinin kat planlarının mekân-dizim yöntemi ile analizi

Simetrik plan kurgusuna sahip olan İzmir evlerinin mekânsal kurgusuna bakıldığında **zemin katın; beta** değerine göre kompleks bir yapıya sahip olduğu anlaşılmaktadır. Zemin katın **gama** değeri 0'a yaklaştığından dolayı yapı bağımsız ve parçalı bir yapıya sahiptir. Yapının mekânsal derinlik derecesi 2 olup en derin mekânları F,D,C ve B'dir. Yapının mekânsal **connectivity**; yani **bağlantılılık** şablonuna bakıldığında ise A mekânının C mekânı ile olan geçiş bölgesinde en fazla geçirgenliğin ve görselliğin olduğu anlaşılmaktadır. Yapının **üst mekânları** değerlendirildiğinde, **beta** değerine göre yapının ağaç-lineer bir kurguya yaklaştığı görülmektedir. **Gama** indeksi incelendiğinde, zemin kata göre daha parçalı ve bağımsız bir mekân kurgusuna sahip olduğu anlaşılmaktadır. Üst katın **connectivity**; yani **bağlantılılık** grafiğine bakıldığında orta holün diğer mekânlara açılan kapı bölgesinde geçirgenliğin en fazla olduğu görülmektedir. Genel bağlamda irdelendiğinde, her iki katın da mekânsal derinlik dereceleri benzerlik göstermektedir. Beta değerlerine göre yapının zemin katı kompleks iken üst katı daha lineer bir mekan kurgusuna sahiptir. Yapının gama indeksine göre üst kat daha bağımsız ve parçalı bir kurguya sahiptir.

### 3. Değerlendirmeler ve Sonuç

Tarih boyunca insanlar çevrelerini şekillendirmeye ve denetlemeye çalışmışlardır. Zaman içerisinde insanlar korunma, barınma, dinlenme gibi her türlü ihtiyaçlarını karşılamak için açık, yarı açık ve kapalı mekânlardan oluşan yapılara ortaya koymuşlardır. Bu yapılar, zaman içerisinde bir araya gelerek çevreyi şekillendirmiş ve kentler oluşmuştur. Kentlerin önemli bir bölümünü oluşturan konutlar, inşa edildikleri dönemin sosyo-kültürel ortamı, mimari üslubu, yapım tekniği, örf, adet ve gelenekleri gibi zamanının her türlü izlerini bizler yansıtmaları bağlamında önemli bir yere sahiptir. Bu bağlamda yapıları oluşturan mekânları ve bu mekânların birbirleriyle olan ilişkileri içinde mekânsal kurgularını irdelemek büyük önem taşımaktadır.

Çalışma kapsamında mekân-dizim yöntemi kullanılarak, birbirleriyle benzerlik gösteren ancak farklı coğrafyalarda, aynı dönemde inşa edilmiş olan konut yapılarını oluşturan mekânların kurgusal yapısını şematik, görsel ve sayısal olarak ortaya koymak amaçlanmıştır. Böylece söz konusu dönemin izlerini taşıyan mekânlar arasında yapısal olarak değerlendirilmelerde bulunulmuştur. Ele alınan dört yapının zemin ve üst kat olmak üzere ayrı ayrı mekânsal kurguları, mekân-dizim yöntemi kullanılarak tablolar hâlinde ortaya konmuş ve detaylı değerlendirmeler yapılmıştır. Yapılan değerlendirmeler neticesinde, simetrik mekân

kurgusuna sahip olan İzmir evinin mekân derinlik derecesinin en fazla olduğu ve en derin mekânlarla sahip olduğu; diğer üç evin üst kat mekânsal derinliklerinin aynı olduğu ortaya çıkmıştır. Simetrik ve asimetrik mekân kurgusuna sahip olan İngiliz sıraevlerinin üst kat planlarının şemaları farklı olmasına rağmen, yapılan analizler neticesinde mekânsal kurgularının (beta, gama değerlerinin) aynı olduğu görülmektedir.

Asimetrik mekân kurgusuna sahip olan İzmir evinin zemin kat mekân kurgusunun kompozit ve kompleks forma sahip olduğu; simetrik ve asimetrik mekân kurgusuna sahip olan İngiliz sıraevlerinin üst kat mekân kurgularının ise en lineer ve ağaç forma sahip olduğu anlaşılmaktadır. Yapılan değerlendirmeler de asimetrik mekân kurgusuna sahip olan İzmir evinin üst katının en bağımsız ve parçalı mekân kurgusuna sahip olduğu; buna karşın simetrik ve asimetrik mekân kurgusuna sahip olan İngiliz sıraevlerinin üst katlarının en bağlantılı ve kompakt mekân kurgusuna sahip olduğu ortaya çıkmıştır.

Çalışmada ele alınan plan şemalarına uygulanan yöntem sayesinde süreç içerisinde yapı özelinde değişen mekânlar kıyaslanabilmekte; bununla birlikte çalışmada olduğu gibi farklı yapıların mekân kurgularını birbiri içerisinde kıyaslama bağlamında önemli veriler elde edilebilmektedir. Buradan hareketle yapılan çalışmanın, mekânları ve bu mekânlardan oluşan yapıları grafikler yardımıyla ve sayısal olarak değerlendirmek açısından benzer çalışmalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

### **Kaynaklar**

ABBASOĞLU ERMİYAGİL, M. Selen ve EREM, Ömer, (2014), Geleneksel Kırsal Türk Evinde Mekân Dizim Analizi: Balıkesir ili Örneği, VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu, 26-27 Haziran 2014, 115-125, İYTE Mimarlık Fakültesi, İzmir.

ATAK, Özlem, (2009), Mekan Dizim ve Görünür Alan Bağlamında Geleneksel Kayseri Evleri, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

BAYSAL, Merve ve YILDIRIM, Mehmet Tayfun, (2017), Ankara'da Apartmanlar ve Kapalı Güvenlikli Toplu Konutlar Mekânsal Konfigürasyonu Sentaktik Analizi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 5(2), 177-190.

BLOCH, C. Jack, (1979), Catalogue of Small Rectangular Plans, Environment and Planning B, 6(2), 155-190.

- BROADBENT, Geoffrey, (1973), Design in Architecture, John Wiley & Sons, London.
- ÇAKMAK, Bilgehan Yılmaz, (2011), Kırsaldan Kente Göç İle Kent Çeperlerinde Oluşan Konutların Mekansal Dizim Yöntemiyle Analizi, Konya Örneği, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Konya.
- ÇIKIŞ, Şeniz (2009), 'Modern Konut' Olarak XIX. Yüzyıl İzmir Konutu: Biçimsel ve Kavramsal Ortaklıklar, METU JFA, 26 (2), 211-233.
- ÇİL, Ela, (2006), Bir Kent Okuma Aracı Olarak Mekan Dizim Analizinin Kuramsal ve Yöntemsel Tartışması, MEGARON Dergisi, 1 (4), 218-233.
- DURŞUN, Pelin, (1995), Gecekondu ve Yarı-Gecekonduarda Morfolojik Analiz, Yayımlanmamış Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- HANÇERLİOĞLU, Orhan, (1986), Toplum Bilim Sözlüğü, Remzi Kitabevi, İstanbul
- HANSON, Julianne, (1998), Decoding Homes And Houses, Cambridge University Press, Cambridge.
- HILLIER, Bill ve HANSON, Julianne, (1984), The Social Logic of Space, Cambridge University Press, Cambridge.
- KIRSCHENMANN, Jorg ve MUSCHALEK, Christian, (1980), Residential Districts, Granada Press, Londra.
- LEVIN, P. Henry, (1964), Use of Graphs to Decide the Optimum Layout of Buildings, The Architects' Journal, Liverpool.
- MARCUS, Sharon, (1999), Apartment Stories, University of California Press, London.
- ÖZYILMAZ, Havva, (2007), Diyarbakır Geleneksel Konut Mimarisinde Morfolojik Analiz: Geleneksel Konutların Güncel Kullanımda Değerlendirilmesi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara.
- PAKER KAHVECİOĞLU, Nurbin, (2001), Mimari Tasarım Eğitiminde Bilgi ve Yaratıcılık Etkileşimi, Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

STEADMAN, Philip, (1983), Architectural Morphology, Pion Ltd.,  
Londra, 1-5, 33-45, 52-155.

TÜMERTEKİN, Erol ve ÖZGÜÇ, Nazmiye, (2002), Beşeri Coğrafya  
İnsan, Kültür, Mekan. Cantay Kitabevi, İstanbul.

YILDIRIM, Mehmet Tayfun, (2002), Bina Fonksiyonu – Bina Biçimi  
İlişkisinde Çizge Teorisi Kullanımı İle Veri Eldesi, Doktora Tezi,  
İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

## BÖLÜM XI

# İNŞAAT SEKTÖRÜNDE TEDARİK YÖNETİMİ VE TEDARİKÇİ

*Rüveyda Kömürlü \* & Tarık Yurdal \*\**

### 1. Giriş

İnşaat sektöründe gerçekleştirilen projeler her geçen gün yapılanın bir üstüne koyarak kendini geliştirmekte, daha büyük ve karmaşık hale gelmektedir. İnsanın var olmasından başlayan ve her geçen gün gelişmekte olan yapılaşmalar beraberinde yönetim sorunları getirmektedir. Proje yönetimi ise bu sorunların çözümü için kaçınılmaz bir gereklilik olmuştur. Proje yönetimi, proje başlangıcından başlayıp projenin kapanışına kadar olan tüm süreçlerin işleyişini önceden planlayıp karşılaşılabilecek problemlerin çözüm yollarını önceden ortaya koymaktır (Demirel, 2014, s.3-4). Bu sayede proje yönetimi projede istenilen kalitenin yakalanması için ihtiyaç duyulan ürün ve hizmetlerin, proje bünyesine en doğru şekilde (uygun fiyat ve yüksek kalitede) entegre edilmesini sağlamaktadır.

Proje süreci tasarım ve yapım aşamalarını kapsamaktadır. Bu doğrultuda proje süreci boyunca verilecek kararların en başta verilmesi sayesinde projeyi etkileyecek tüm faktörler kontrol altına alınabilmektedir. Bu kontrolü sağlamak için proje yönetimi birçok alt başlıkta basamaklanmaktadır, bu vesileyle projedeki örgütlenmenin en doğru şekilde yapılması amaçlanmaktadır. Son yıllarda proje yönetiminin örgütlenme sırasındaki başarısı gözle görülür olması itibari ile birçok şirket bünyesinde bu organizasyonu gerçekleştirmeye çalışmaktadır.

Projelerin büyük ve karmaşık olması beraberinde hizmet veya ürün ihtiyacı getirmiştir. Bu durum tedarik kavramını, tedarik kavramı da tedarik yönetimi kavramını ortaya çıkarmıştır. Tedarik yönetimi üst ölçekte yapılan proje yönetimine paralel bir işleyişe sahiptir.

Paydaşlar projenin başlangıcından kapanışına kadarki tüm süreçlerde var olarak projeye ürün ve hizmet tedarikinde bulunmaktadır ve paydaşlarla yapılması gereken sözleşmeler, toplantılar, geri dönüşler işleyişin sağlıklı ilerlemesine olanak sağlamaktadır. Buradaki en büyük amaç ise tedarikçi ve proje menfaatlerinin aynı doğrultuda olmasıdır. Bu nedenle proje yöneticisi risklerin en aza inmesi için, tedarikçi seçimi

---

\* (Doç. Dr.), Kocaeli Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Yapı Bilgisi Anabilim Dalı, İzmit, Kocaeli, Türkiye, ruveydakomurlu@gmail.com

\*\* Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Mimarlık Y. Lisans Programı, İzmit, Kocaeli, Türkiye, yurdaltarik@gmail.com

sırasındaki tedarikçinin aktif olduğu süreçte ve projeden ayrılışı evresine kadar olan her evresini dikkatlice incelemektedir. Tedarikçi menfaatleri-proje menfaatleri dengesi çok dikkatli kurulmalıdır. Doğru kurulamayan ilişkiler projede olumsuz durumların oluşmasına neden olabilmektedir.

## **2.Tedarik Yönetimi**

Tedarik, proje bünyesinde temin edilemeyecek veya proje içerisinde oluşturulamayacak ürün veya hizmetin dışarıdan temin edilmesi olarak ifade edilebilmektedir (Özlemiş, 2010, s.7-8). Tedarik kelimesi, projede ihtiyaç duyulacak teknik ekipmanların (elektronik makine, parça, malzeme vb.) uygun firmalardan temin edilmesini ifade ettiği gibi, temin öncesi ve sonrasında analiz, görüşme, stok takibi, nakliye vb. aktivitelerin tümünü kapsamaktadır (LODER, 2017). Bu temin sırasında projenin kısıtları veya istekleri doğrultusunda doğru adımlar atılabilmesi için tedarik yönetimi kavramı ortaya çıkmıştır. Tedarik yönetiminin tanımına bakıldığında ise; tedarikçilerden başlayan ve tedarik edilen malzeme ve hizmetin proje bünyesine hangi aşamada dâhil olacağına kadar tüm silsilenin planlanıp o doğrultuda hareket edilmesini amaçlamaktadır. Bu yüzden malzemelerin veya hizmetlerin kalitesi, fiyatı ve kapsamının proje ihtiyaçları doğrultusunda yönetilmesini amaçlamaktadır (Alagöz, 2019, s.7-10).

Projede yer alacak hizmetin veya ürünün temin edilmesi öncesinde projenin şartnamelerine ve sözleşmelerine uygunluğu tespit edilmelidir. Ardından risk, kar, avantaj gibi kavramlar dikkate alınarak projenin başarılı olması sağlanmalıdır (Evcimen, 2016, s.44-53).

Firmaların tedarik yönetimini kullanarak planlamalarını üst noktaya çıkarması, daha hızlı ve süreçteki esnemelere karşı daha dirençli olmalarını sağladığı gibi dış piyasadaki rekabete karşı da ellerini güçlendirmektedir. Bu nedenle tedarik yönetiminin son yıllarda tercih edilmesi kaçınılmaz olmuştur (Başkol, 2011, s.15-20).

Yapının maliyetlerine bakıldığında yarısından fazlasını malzeme giderleri oluşturmaktadır. Yapım sürecinde tedarik yönetimiyle verimliliğin artırılması önemli bir konudur. Tedarik edilecek ürünün erken gelmesi stok sorununa, geç gelmesi ise iş programının aksaması anlamına gelmektedir. Tedarik yönetimi de tüm bu durumlar üzerinde analiz ve değerlendirme yaparak gereksiz harcamaların yanında iş programı, üretim aşamaları vb. tüm durumlara mantıklı çözüm yöntemleri sunmaktadır (Akboğa ve Baradan, 2012, s. 353-354).

Tedarik yönetiminin tercih edilmesi firma için bir avantaj sağlamanın yanında, firmanın ilişki kurduğu tüm firmalar arasında kazan kazan durumunu ortaya çıkarmaktadır. İki tarafın da projedeki değerinin artmasıyla ikili ilişkiler daha da güçlenerek esnek sözleşmeleri, kaliteyi ve doğru fiyatı da beraberinde getirmektedir. Firmadaki bu pozitif hava firmadaki çalışanlardan başlayarak müşteriye giden tüm basamaklarda

pozitif bir hava oluşturmaktadır. Basit bir inşaat projesinde tedarik basamaklarında rol alan paydaşlara bakıldığında çivi satan tedarikçiden, şantiyedeki saha sorumlusuna ve projenin sonlanıp müşteriye sunulmasına kadar olan tüm süreçte doğru adımlar atılmasını sağlayarak projenin değerine olumlu olarak yansımaktadır. Projedeki doğru tedarik adımları nakit akışı, finans, değer vb. birçok parametreyi etkilemektedir (Seçkin, 2018, s.47-50).

Tedarik yönetimi, proje kısıtlarında etkin rol oynanmasına yardımcı olabilmektedir. Bunlardan önemli olanları aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

- **Zaman:** Projede yer alacak hizmet veya malzemenin, iş programına uygun şekilde şantiyeye temin edilmesine yardımcı olmaktadır (Karaman ve Kale, 2012, s.1). Doğru tedarik süreci gerçekleştirilerek iş programında bollukların oluşmasına yardımcı olmaktadır. Zamandan kaynaklanacak zararların azaltılmasında etkin rol oynamaktadır.
- **Maliyet:** Firmalar projelerin maliyetlerini düşürüp, müşteri memnuniyetlerini en üst seviyede tutmaya çalışmaktadır (Ata ve Öncü, 2017, s.2). Tedarik sürecinde fazladan verilecek finansın projeye katkısı olmayacağı için maliyet firmalar için dikkat edilen önemli konuların başında gelmektedir. Sadece tedarik yönetiminde atılacak doğru adımlar, projenin hiçbir parametresinde küçülmeye gitmeden daha karlı bir üretim gerçekleşmesine yardımcı olmaktadır.
- **Kalite:** Doğru yapılan tedarik yönetimi sayesinde firmanın nakit akışındaki rahatlatma, kaliteli seçimlerin önünü açmaktadır. Kaliteli ürün veya hizmetler daha uygun koşullarda projeye dahil olabilmektedir (Koca, 2001, s.14-15).
- **Kapsam:** Tedarik sürecinde iyi işler çıkaran firmalar, projeye uygun ürün ve hizmet temin ederek ortaya konulacak ürünün istenilen şartlarda müşteriye sunulmasına imkan tanımaktadır.

### 2.1. Tedarik' in Proje Sürecindeki Yeri

Proje sahibinin proje yöneticisini atamasıyla ve genel hatları çizilip gerekli maddi alt yapı oluşturulduktan sonra projenin başlangıç aşaması başlamaktadır. Proje yöneticisi projeyi daha iyi kontrol edebilmek için projeyi evrelere bölmektedir. Projenin evrelere bölünmesi beraberinde tedarik yönetiminin de aşama aşama yönetilmesine olanak sağlamaktadır. Bu evreler şu şekilde bölümlenir:

- a) Tedarik Planlama Evresi,
- b) Tedarik Yürütme Evresi,
- c) İzleme ve Kontrol Evresi,
- d) Kapanış Evresi.

Tedarik planlama evresinde; uygulanacak projenin nasıl yürütülmesi gerekliliği, projenin programı, projeye dahil olacak proje ortakları, ihtiyaç duyulacak kaynak ve hizmetlerin hangi miktarda gerekliliği gibi birçok parametre ortaya koyularak bir yol haritası çizilmeye çalışılır (Çorak, 2015, s.53). Proje çok paydaşlı bir yapıya sahip olması nedeniyle çizilecek programın hassasiyeti oldukça düşüktür. Sonradan doğabilecek olumsuz durumların önüne geçilebilmesi için planlama aşamasında dikkatli olunmalıdır. Dikkatli planlanması durumunda diğer evrelerde geri dönüşü olmayan hataların önüne geçilebilmektedir. Doğru kararlar verme aşamasında uzman tavsiyeleri ve toplantılar önemli bir yer tutmaktadır.

Tedarik Yürütme Evresi; tedarik planlamasının tamamlanmasının ardından proje yürütme evresi için sonuçlar oluşturmaktadır. Yürütme aşamasının ilerlemesi için bu ürünlerin doğru değerlendirilmesi gerekmektedir. Tedarik planlamasında elde edilen sonuçlar yürütme evresi için bir girdi oluşturmaktadır.

Projeye dâhil olacak tedarikçilerden ihtiyaç duyulan belge ve dokümanların yanında teklifler ve geri dönüşler alınmaktadır. Oluşturulan veriler ışığında en doğru tedarikçi ile en doğru sözleşmeye imzaların atılmasını kapsayan bir evre olarak değerlendirilmektedir. Yapılacak olan sözleşmeler serbest ticaret koşulları gereği çeşitli olabilmektedir. Bu sözleşme türleri;

- Fiyatın Sabit Olduğu Sözleşme,
- Ortaya Çıkan Maliyetin Geri Ödendiği Sözleşme,
- Malzeme ve Süreli Sözleşme

olarak üç sözleşme türü altında toplanmaktadır (Gerçelman, 2014). Seçilecek sözleşme projedeki belirsizlikler ve proje ihtiyaçları doğrultusunda değerlendirilerek seçilmelidir. Her proje için içinde bulunan şartlar dikkate alınarak seçilmelidir. Geçmiş projelerdeki tecrübe edilmiş riskler ortaya koyularak yeni oluşan duruma uyarlanması daha doğru kararlar ve seçimlerin yapılmasına olanak sağlamaktadır.

İzleme ve Kontrol Evresi; Yürütme evresinde tedarikçilerle imzalanan sözleşmelere bağlılıkları veya sözleşmenin projeye getirdiği yüklerin izlenip, gözden geçirildiği bir süreçtir. Proje planlama aşamasında görülemeyen veya projeye zarar verebilecek sorunların çözümü için çeşitli revizyonların yapıldığı bir aşamadır.

Yapılan veya yapılacak olan değişiklikler tedarikçilerle yapılan toplantılarla istişare edilerek bilgilendirmeler yapılmalıdır. Toplantı yapılacak bir ortam oluşturulamıyorsa diğer iletişim araçları ile bilgilendirme yapılmalıdır. Böylelikle proje bünyesindeki problem engellendiği gibi tedarikçi veya diğer paydaşlardan doğabilecek sorunlar da bertaraf edilebilmektedir (Ergülen, Büyükeklik, 2014, s.38-42). İzleme

ile gerçekleŖebilecek sorunların önüne geçilmesi, iŖ programındaki gecikmelerin önüne geçtiği gibi maddi kayıpların da azalmasına yardımcı olmaktadır.

KapanıŖ Evresi; Yürütme ve izleme evrelerinin sonlanmasının ardından projede görev alan tedarikçilerin teslimatlarının projeye uygunluğuna göre ihtiyaç duyulan evraklarla sonlandırılmasıdır. Teslimat sırasında baŖlangıçta sunulan rapor, teknik çizimlere vb. dokümanlara uygunluğu olmayan çalıŖmaların düzeltmeleri yapıldıktan sonra kapanıŖ tam olarak yapılabilmektedir.

Böylelikle proje evreleri gibi tedarikin de evreleri aŖamalı olarak tamamlanır. Projede karŖılan problemler ve çözüm yolları gerekli belgelere iŖlenerek sonrası için bir altlık oluŖturarak bir sonraki proje için edinimler kazanılmasına yardımcı olur. Genel aŖamalar izlendiğinde tedarikin her aŖamada olduğu görülmektedir.

Tedarik kavramı hassasiyetle ele alınarak gereksiz imalatlara ve hatalara bağlı maddi kayıpların önüne geçilmeye çalıŖmalídır. Tedarik kavramındaki aŖama aŖama yönetme sistematığı projede gerçekleŖen sorunun veya gerçekleŖebilecek sorunun hangi aŖamada çıkabileceğini öngörmeye olanak tanımaktadır. Bu olanak sayesinde karŖılaŖılan problem hızlıca çözüme kavuŖturularak projedeki sancılı süreçlerin önüne geçilmektedir.

## 2.2. Tedarik Sürecinde Rol Alanlar

İnŖaat projelerinde görev alan paydaŖlar süreç boyunca deđiŖiklik göstermektedir. İnŖaat projelerinde birden fazla ihtiyaç farklı tedarikçilerden temin edilebilmektedir. Projelerde ürün tedarikinde bulunanların yanında hizmet olarak da projeye dahil olan bir çok paydaŖ bulunmaktadır. Proje süreçlerindeki yoğunluk ve hıza bağlı birçok alt tedarikçi yer almaktadır (BaŖkol, 2011, s.19-21).

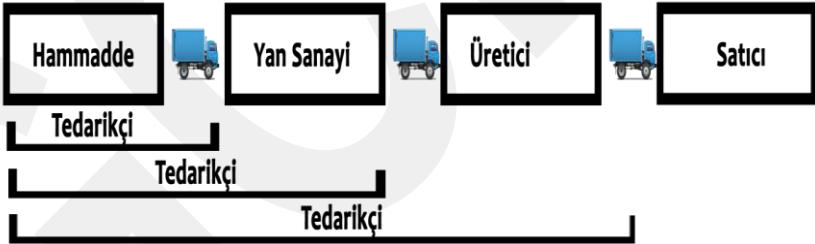
Tedarik sürecinde rol alan paydaŖlardan bazılarına Ŗu örnekler verilebilir:

- MüŖteri,
- Proje yöneticisi,
- Mimar/Tasarım/Yapı,
- Sigorta Firmaları,
- DanıŖman Firmalar,
- Yüklenici Firmalar,
- Teknik Hizmet Tedarik,
- Kent Tasarımcıları,
- Kontrol Ekipleri,
- Yöneticiler,

### 3. Tedarikçi

Günümüz inşaat sektörünün oldukça büyümesi, inşa edilen yapılara da yansımaktadır. Her birinin kendine has özellikleri olması nedeniyle ihtiyaçları da bir o kadar özelleşmiştir. Bu ihtiyaçların artmasıyla tüm ihtiyaçların proje özünde üretilemeyeceği gerçeğini ortaya çıkarmıştır. Böylelikle proje bünyesinden temin edilemeyecek ürün veya hizmetin dışarıdan entegre edilmesine neden olmuştur. Bu hizmet veya ürünün sağlayıcısına ise tedarikçi denilmiştir (Karagöz, 2009, s.35-36). Sektörün gelişen teknoloji ile birçok firmayla iletişimi kolaylaşmıştır. Küreselleşen piyasa, rekabeti beraberinde getirmiştir. Rekabetin etkisiyle tedarikçilerden daha uygun fiyat, hız ve esneklik beklenmektedir (Karagöz, 2009, s.2-6). Tedarikçiden temin edilecek ürün veya hizmetin hangi koşullarda, hangi miktarda ve ne kadar sürede temin edileceği gibi kararların alınması gerekmektedir. Kendi bünyesinde çözebileceği bir durumun tedarikçiden istenmesi birçok olumsuz duruma neden olabilecektir. Bu yüzden tedarik sürecinde planlamanın en baştan yapılarak doğru kararlar alınması gerekmektedir.

İnşaat projesinde görev alan tedarikçiler birbirleriyle iç içe görev almaktadırlar. Tedarikçiler arası bu iç içe görev dağılımı işveren durumundaki firmayı tedarikçi konumuna getirebildiği gibi tedarikçi firmayı da işveren konumuna getirebilmektedir. Aşağıdaki Şekil 1’de de şematik olarak ifade edildiği üzere yan sanayi firması hammadde alırken işveren konumunda iken üretici için tedarikçi konumundadır.



Şekil 1: Tedarikçi-İşveren Dönüşümü

#### 3.1. Tedarikçi Seçimi

Tedarikçinin seçilmesi projenin planlama aşamasında başlayan ve projenin kapanmasına kadar olan tüm süreçlerde doğru değerlendirilmesi gereken bir durumdur. Tedarikçilerden temin edilecek ürün veya hizmetin hangi koşullarda ve nasıl olacağı üzerine karar verilmesi gerekmektedir (Karagöz, 2005, s.16-35). Firmalar tedarikçi seçimi stratejisini belirlerken dikkatli olmalıdır. Tedarikçinin potansiyelleri ortaya koyularak proje menfaatleri doğrultusunda en doğru karar verilmelidir.

Tedarikçinin seçilmesi süreci sektörden sektöre farklılık yaratmaktadır (Çetin ve Önder, 2015, s.338). İnşaat sektöründe seçim sırasında işi tanıdık veya hukuki ilişkileri olan tedarikçilere verme eğilimi yüksektir. Böylelikle tedarikçinin daha önce yapmış olduğu işin bilinmesini ve yapılacak projeye entegrasyonunu kolaylaştıracağı düşünülmektedir. Bu düşünceye kapılmadan önce, yapılmış olan proje ve yapılacak olan projenin sahip olduğu koşullar dikkate alınmalıdır.

Tedarikçi seçiminde yapılabilecek hatalardan biri, temin edilecek ürün veya hizmete ait ücretinin en düşük seviyede tutulmaya çalışılmasıdır. Bu tutum, tedarikin birden fazla tedarikçiden temin edilmesine neden olmaktadır. Bunun sonucu olarak ise tedarikçiler birbirleriyle rekabet edebilmek için fiyatta kırım yapma zorunluluğunda kalabilmektedirler. Fiyatın piyasa altında tutulabilmesi için sunulan hizmetin veya ürünün kalitesi, kapsamı vb. özelliklerinde kısıtlamalar yapılmaktadır (Akboğa ve Baradan, 2012, s.352-353). Bu durumda da projenin ihtiyaçlarını tam olarak karşılayamayacak tedariklerin proje bünyesine dâhil edilmesine neden olabilmektedir. Tedarik edilen ürünün uygulanabilirliği ve kapsamında yapılan değişiklikler projenin iş programına zarar verebilmektedir.

Tedarik seçiminde yukarıda bahsedilen hatalı seçimin yerine, tedarik edilecek ürün veya hizmet daha az miktarda tedarikçiden temin edilmeye çalışılırsa daha olumlu durumlar ortaya çıkmaktadır. Fiyat kaygısı yerine tedarikçi ile proje arasındaki kazan kazan durumu oluşturulmaya çalışılırsa, bu durum beraberinde ikili ilişkilerin kuvvetlenmesine yardımcı olmaktadır. Kuvvetlenen ilişkiler firmalar arası güveni sağlamaktadır. Güvenle yapılacak tedarik de esneklikler oluşturacağı için nakit akışları, stoklar, kalite vb. konularda proje yönetiminin kolaylaşmasını sağlamaktadır.

Tedarik seçiminde firmaların önceliği maliyet olarak gözüke de aslında öyle değildir (Tekin, 2017). Tedarikçilerden temin edilen ürün veya hizmetin sürekli aynı standartlarda (kalite, uygulanabilirlik, fiyat) olması beklendiği gibi tedarikçiden süreç boyunca şeffaf şirket politikası yönetmesi istenmektedir. Ortaya koyulan şeffaflık tedarikçi ile güçlü bağların oluşmasına yardımcı olmaktadır. Güçlenen bağlar firmanın gelecek planlamasında tutarlılık oranını arttırmaktadır.

### **3.2. Tedarikçi Seçim Yöntemleri**

Projede görev alacak tedarikçiler, uzmanlar tarafından proje için bir risk grubu olarak değerlendirilmektedir. Uzman tavsiyelerine uymaya çalışan proje yöneticileri, olabildiğince az sayıda tedarikçi ile çalışmaktadır. Her ne kadar az tedarikçi ile çalışılsa da doğru seçim yapmak da bir o kadar önemlidir. Bu durum beraberinde proje yöneticilerini tedarikçi seçim

yöntemlerini kullanmaya itmiştir. Seçim yöntemlerine bakıldığında iki ana başlıkta değerlendirilebilir:

**a) Gelenekselci Yöntem:**

Gelenekselci yöntemde amaç, temin edilecek hizmet veya ürünün en düşük maliyette projeye dâhil olmasıdır. Bu sebeple gelenekselci yöntem birden fazla tedarikçi ile çalışmaya imkân tanımaktadır. Tedarikçiler arasında rekabet ortamı olduğu için tedarikçilerin kalite, kapsam, uygulanabilirlik, teknolojik yenilik, geri dönüştürülebilirlik vb. parametrelerden fedakârlık etmesine neden olmaktadır.

Önceliğin sadece maliyet olması, tedarikçi ile işveren arasındaki ticari faaliyetlerin kısa sürmesine neden olmaktadır. Kısa süreli ilişkiler sözleşmelerdeki esneklikleri azaltmaktadır. Sürekli değişen tedarikçi nedeniyle istenilen kaliteden uzak ve hataların yüksek olduğu bir tedarik gerçekleşmektedir. Bu nedenle gelenekselci yöntemin benimsenmesi durumunda birçok bilinmeyenden doğan risk oldukça yüksektir. Risklerden doğabilecek iş aksamaları, tedarik edilen ürünün veya hizmetin maliyetinden elde edilen karın kat kat fazlası zararlar verebilmektedir.

**b) İşbirlikçi Yöntem:**

Gelenekselci yöntemin aksine günümüzde daha çok tercih edilen işbirlikçi yöntemde, daha az tedarikçiyle çalışma prensibi kullanılır. Temin edilecek ürün veya hizmetin sadece maliyetine bakmak yerine tedarikçi ile güçlü ilişkiler kurulması amaçlanır. Tedarikçi ile kurulan ilişkiler ışığında kalitenin artmasının yanı sıra ticari ilişkilerin daha güçlü olması, sözleşmelerin daha esnek olması gibi olumlu etkiler sunmaktadır. Bu güçlü ilişkiler tek tarafın kazanması yerine kazan kazan durumunun oluşmasına zemin oluşturmaktadır. Süreklilik arz eden ilişkiler, uygulanabilirlik, gelişim, hata payında azalma gibi birçok parametreye iyileşme meydana getirmektedir.

Rekabete dayalı fiyattaki ciddi kırımların olmadığı ortamda; temin edilecek hizmet veya ürünün kapsamı, kalitesi, dönüşümü vb. durumlar süreçte kolayca yönetilebilmektedir. Böylelikle belirsizliklerin azalmasını sağladığı için tedarikçiden doğabilecek hatalar, iş programındaki aksamalar, uygulama eksiklikleri gibi riskler en aza indirilebilmektedir (Can, 2017, s.44-46).

### **3.3. Tedarikçi Seçiminde Gelişen Teknolojinin Etkisi**

Globalleşen dünyada internet ve diğer iletişim araçlarındaki büyük ilerlemeler beraberinde yaşamımızdaki birçok davranışı da etkilemiştir. Bir mağazaya gitmek yerine iletişim araçlarıyla (internet, telefon vb.) ihtiyaçlarımızı giderme yolu tercih etme eğilimimiz artmıştır (Palamutçuoğlu, 2019, s.85-87). Bu durum ticarete de etkin rol oynamaktadır. Proje yöneticileri ihtiyaç duydukları veya duyabilecekleri tedarikçiler hakkında internet yoluyla fikir sahibi olabilmektedir.

Tedarikçilerin geçmiş dönem referans işleri, kendileri için oluşturdukları taslaklar, teknik çizimler, bünyesinde barındırdığı ekipler, tercih ettiği yapı malzemeleri gibi birçok bilgiye sahip olmaktadır. Bunun farkında olan tedarikçiler sektördeki rekabete bağlı olarak kendilerini bu platformda da göstermeye çalışmaktadır. Sürekli olarak yaptıkları işler, sahip oldukları sertifikalar gibi birçok yardımcı verileri sanal ortamda sunmaya çalışmaktadır. Bu durum projeye dâhil edilecek tedarikçi veya paydaşların seçimi sırasında ön fikirlerin elde edilmesi, proje yönetimindeki risklerin azalmasına yardımcı olabilmektedir. İnternetin tedarikçi ile işveren arasında çok kısa sürede veri akışına imkân sağlıyor olması da proje yürütme aşamasında meydana gelebilecek hataları ve eksiklikleri en aza indirebilmektedir. Teknolojiyi aktif olarak kullanan tedarikçi, dünyada gerçekleşen yeniliklere açık olmasının yanında, dünyanın dört bir yanına ulaşabilmesine olanak sağlamaktadır. Böylelikle teknoloji, firmanın yereliktan kurtulup küreselleşmesine imkân tanımaktadır. Küreselleşen ve güçlenen tedarikçi kurumsallaşıp daha istikrarlı hizmetler ve ürünler sunabilmektedir (Can, 2017, s.48-49).

Küreselleşmeden doğan güçlü ekonomi tedarikçinin yeni yatırımlar yapmasına, teknolojinin getirdiği yeniliklere, kalitenin artırılmasını hedefleme gibi birçok olumlu dönüşümler yaşamaktadır. Tedarikçinin teknolojiyi bu denli kullanabiliyor olması ticaret ilişkilerindeki güvenilirliği arttırmaktan kaynaklı esnek sözleşmeler ve uzun soluklu ticari faaliyetleri beraberinde getirmektedir.

### **3.4. Tedarikçi Seçiminde Dikkat Edilmesi Gerekenler**

Tedarik yönetimi bütüncül bakıldığında zor gözükse de basamaklı yapısı sayesinde çözümlenmesi kolaydır. Tedarik seçimi de her ne kadar zor gözükse de projede kullanılacak ürün veya hizmetlerin ihtiyaçları göz önüne alınarak değerlendirilme yapıldığında olumsuz durum ortadan kalkmaktadır. Tedarikçi seçiminde dikkat edilmesi gereken hususlar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Tedarikçi olarak seçilen firmadan istenen tedarikleri daha önceden temin edip etmediği üzerine görüşmeler yaparak firma yetkililerinin ve firmanın yeterliliği araştırılmalıdır. Böylelikle proje yürütme aşamasında meydana gelebilecek aksamaların önüne geçilebilmektedir.
- Temin edilecek ürün veya hizmetin sadece fiyatlarına bakmak yerine, şartnamedeki koşulları yerine getirebilecek en doğru tedarikçi tercih edilmelidir. Tedarik edilecek üründe veya hizmette fiyat azaltmak için yapılacak değişiklikler proje yönetimini zorlaştırabilmektedir.
- Tedarikçilerin her konuda uzmanlaşması pek mümkün değildir. Bu nedenle tedarikçinin hangi konularda uzmanlığının olduğu araştırılmalı ve bu doğrultuda hareket edilmelidir.

- Tedarikçinin daha önce yapmış olduğu projelerin portföyü incelenmeli ve istenilen projedeki ihtiyaçları karşılayıp karşılamadığı üzerine görüşmeler yapılmalıdır.
- Firmanın katalogları, raporları, internet dokümanları vb. araştırmaları yapılarak tedarikçi hakkında bilgi sahibi olunmalıdır (Akdeniz ve Turgutlu, 2007, s.3-7).
- Geçmişte tercih edilen tedarikçinin yeni projenin ihtiyaçları doğrultusunda yeniden değerlendirilip doğruluğu üzerine araştırma ve toplantılar yapılmalıdır.
- Tedarikçilerle iş programı süreci boyunca gerçekleştirilecek yönetim şekilleri üzerinden kurallar ve anlaşmalar yapılmalıdır. Bu doğrultuda ilişkiler yönetilmelidir (Polat ve Müngen, 2006, s.110-111).
- Tedarikçiyle yapılacak işbirliğinin bozulabileceği göz önünde bulundurularak pazarda sürekli araştırmalar yapılmalıdır. Planın aksamaması durumunda ikinci ve üçüncü planlar değerlendirilmelidir.
- Firmanın piyasadaki bilinirliği ve duruşu üzerine pazar yoklaması yapılarak geçmiş davranış ve tutumları hakkında bilgi sahibi olunmalıdır (Karaöz, Akyüz ve Tekin, 2019, s.369-370)
- Firmanın piyasadaki iş hacmi yetkinliği üzerine saptamalar yapılmalıdır. Gerekirse tedarik edilecek ürünün bir kısmını farklı tedarikçilerden temin etme yolu tercih edilmelidir.
- Tedarikçinin proje yönetimiyle projenin kendi proje yönetiminin amaçları ve beklentileri eşleştirilmelidir (Ece ve Kovacı, 2004, s.78-80). Aksi bir durum varsa ortak paydada buluşmak için çaba gösterilmelidir. Ortak paydada buluşma durumu eğer oluşmuyorsa planlama veya görüşme aşamasındayken yeni tedarikçilerle görüşme yapılmalıdır.
- Tedarikçinin sunmuş olduğu ürünün veya hizmetin, proje bünyesine hangi sürede temin edebileceği dikkate alınması gereken diğer hususlardan biridir. İnşaat sektöründeki işleyişte sürekli birbirini takip eden imalatlar olması nedeniyle tedarik edilecek hizmette veya ürünlerdeki aksama genel iş programının olumsuz etkilenmesine neden olma riski vardır. Bu nedenle temin süreleri sürekli olarak tedarikçiden öğrenilmeli ve gerekirse iş programında oynamalar yapılarak gecikmelerin önüne geçilmeye çalışılmalıdır.
- Tedarikçinin sunmuş olduğu hizmeti veya ürünü şantiye ortamına teslim etme süreci hakkında bilgi alınmalıdır. Teslim sürecinde yapılacak iyileştirmeler ile şantiyedeki stoku azaltmaya yardımcı olarak zayıflığın önüne geçilebilmektedir. Ayrıca sürekli ve aksatmadan teslimler yapabiliyor olması kritik zamanlarda iş programının rahatlamasına yardımcı olacaktır.
- Tedarikçinin teknolojik yenilikleri takip ederek yeniliklerden doğacak avantajlı durumlardan faydalanması beklenmektedir.

Böylelikle tedarikin projeye dâhil olması kolaylaşmaktadır (Arıkan, 2020).

- Projede belirlenen tedarik stratejilerine uyacak tedarikçiler seçilerek projenin stratejilerini tehlikeye atma riski en aza indirilmelidir (Akgün, 2012, s.79-80).
- Tedarikçiden doğabilecek riskler değerlendirilip ortaya çıkabilecek büyük problemler dikkate alınmalıdır. Gerekirse hazırlanan şartname ve yapılan toplantılarla tedarikçi bilgilendirilmelidir.
- Tedarikçinin sunacağı garantiler ve vereceği teminatlar dikkate alınmalıdır.
- Tedarikçinin prosedürlere ve sözleşmeye uyumluluğu seçim sırasında göz ardı edilmemesi gereken etkenlerdir.
- Tedarikçinin görüşmeler sonucunda bıraktığı etkilere bakılarak işi yapma isteği gözlemlenmelidir. İş yapma isteği olmayan tedarikçilerin verimliliği düşeceği gibi artan istekleri veya beklentileri olmaktadır. Bu durum projede huzursuzluk ortamı oluşturmaktadır.

### **3.5. Tedarikçi Seçiminde Yapılabilen Hatalar**

Günümüzde gelişen teknolojiyle beraber tedarikçiye ulaşmak oldukça kolaylaşmıştır. Tedarikçilerin de piyasadan pay almak için çalışmalarını arttırarak projelere ulaşmaları kolaylaşmıştır. Bu durum tedarikçiler arasında ciddi seviyede rekabetin oluşmasına neden olmuştur.

Rekabet, beraberinde ürün veya hizmetler üzerinde çeşitli değişiklikler yapılmasına sebep olmaktadır. Her firmanın sektörde izlediği yolun farklı olması itibari ile ürün veya hizmet üzerinde yapılan değişiklikler de bir o kadar farklı olmaktadır. Tedarikçi seçiminde yapılabilen hatalara örnekler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Tedarik edilecek ürün veya hizmet hakkında bazı durumlarda fikir sahibi olmayan firmalar, tedarikçilerin yönlendirmesi ile yol almaktadır. Bu durum bazen tedarikçinin ürününün avantajlı yönlerinden bahsederek dezavantajlı olduğu yönlerini gizlemesine sebep olmakta ve bu nedenle tedarikçi proje bünyesine dâhil edildikten sonra sıkıntılar çıkabilmektedir (Şenyiğit ve Ekinci, 2016, s.32-33). Böyle bir şeyle karşılaşıldığında ürün üzerinde revizyonlar yapılmasına veya ürünün değiştirilmesine kadar gidebilmektedir. Hatta beraberinde iş programında aksamalara ve maddi kayıplara da yol açabilmektedir. İş programındaki aksamalar daha da büyük boyutlara ulaşip işin durmasına bile yol açabilmektedir.
- Geçmiş dönem projelerinde tedarik iş birliği kurulan firma ile yeni projenin getirdiği durumlar dikkate alınmadan yeniden anlaşmaya gidilmesi yapılacak hatalardan biridir. Tedarikçinin her ürün ve hizmette yetkinliğe sahip olamayacağı dikkate alınmalıdır. Yeni

oluşan durumun tespiti yapılarak tedarikçi seçimine bu yönde karar verilmelidir.

- Sektördeki akrabalık, ahabalık, arkadaşlık vb. ilişkilerden doğan profesyonellik dışı seçimler daha sonrasında her iki taraf için kaybet kaybet durumu oluşturmaktadır. Bu durum daha büyük çıkmazlara sebep olmakta ve projenin yönetimine zararlar vermektedir (Yıldız, 2013, s.21-24).
- Sektörde gerekli teklifler alınmadan ve araştırmalar yapılmadan sadece fiyat üzerinden yapılacak tercihler projenin olumsuz yönde etkilenmesine neden olabilmektedir. Tedarikçinin ürün veya hizmete sunduğu bedel, piyasanın altında ise bu durum detaylıca araştırılmadır. Piyasa değerinin altında temin edilen ürün veya hizmetin kalite, kapsam, maliyet vb. kısıtların bazılarında istenilen koşulların sağlanamayacağı bir gerçektir. Başlangıç alış fiyatının düşük olması onun uygun bir ürün olduğu anlamına gelmediği gibi sonrasında montaj sorunu, stok sorunu, kalite sorunu vb. etkiler dolayısıyla süreç sonunda daha büyük maliyetler doğurabileceği dikkate alınmalıdır.
- Tedarik edilecek hizmet veya ürün hakkında detaylı bilgi sahibi olmayan firmaların, danışmanlara sormadan yanlış tercihler yapacak olmaları proje üzerindeki riski arttırmaktadır.
- Tedarikçinin kendi bünyesinde hazırladığı iş programı net olmadan ve uygulanacak proje yönetimi hakkında tam olarak bilgi sahibi olmadan kendi iş programını dayatması tedarikçi ile temin, teslim, üretim vb. birçok konuda uzlaşmamayı beraberinde getirmektedir (Erdoğan ve Topraklı, 2019, s.5).

### **3.6. Doğru Tedarikçi Seçiminin Avantajları**

Tedarikçi seçimi sırasında birçok etken üzerinden değerlendirme yapıp doğru tedarikçinin seçilmesi, tedarik yönetimi gibi idare edilmesi oldukça zor ve basamaklı yapıda olan işleyişin daha kolay kontrol edilmesini ve idare edilmesini sağlamaktadır. Risklerin ve proje yönetimindeki sıkıntıların en aza indirilmesi, projede iki tarafın da kazan kazan durumuna geçmesine yardımcı olmaktadır. Doğru tedarikçi seçiminin avantajları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Tedarik yönetimi gibi çok basamaklı işleyişin aksamasının önüne geçilerek zamanında, kaliteli ve istenilen koşullarda projenin gerçekleşmesi kolaylaşmaktadır (Rençber ve Kazan, 2014, s.19-20).
- Piyasanın altında fiyatla ve istenilen koşullarda ürün veya hizmet temin edecek olan tedarikçi, nakit akışının rahatlamasını sağlayarak, nakit akışının farklı alanlarda da kullanılmasına yardımcı olmaktadır.

- Tedarikçi ile doğru bir şekilde yapılan iş birliği ile ürünün avantajlı olduğu noktalar ön plana çıkarılarak, olumsuz yönleri üzerinden doğabilecek olumsuz durumlar en aza indirilmektedir.
- Tedarikçi ile kurulan güçlü ilişkiler beraberinde ödeme, nakliye, süre vb. birçok noktada esneklik getirmektedir (Koçoğlu ve Avcı, 2016, s.36-37). Esnek duruma oluşturulan olumlu hava, projenin daha uygun koşullarda ortaya çıkmasında etken rol oynamaktadır.
- Teknolojiyi ve piyasayı takip eden tedarikçinin üründe yapmış olduğu modifikasyonlar, montaj, taşıma, nakliye gibi konularda kolaylıklar sağlamaktadır. Üretilen projede görev alan tedarikçinin öngörülen süreçten daha erken işi teslim etmesi, iş programı üzerinde bolluk oluşmasına neden olmaktadır.
- İhtiyaçlar doğrultusunda tedarikçinin sunduğu imkânlar, beraberinde stok, taşıma, nakliye masrafları gibi ürünün özellikleri üzerinde hiçbir etkisi olmayan maliyetlerin en aza indirilmesini sağlayarak gereksiz harcamaları en aza indirmektedir.
- Proje süreci boyunca yapılan doğru işler ve iletişim, sonraki projelerde güvenli birlikteliklerin oluşmasına yardımcı olmaktadır (Karaöz, Akyüz ve Tekin, 2019, s.369).
- Firma üzerinde bırakılan olumlu hava sonraki projelerde referans gösterme olanağı sağlayarak daralan piyasada işlerin alınmasında etken rol oynayabilmektedir.

#### 4. Sonuç

Tedarik yönetimi diğer sektörlerde olduğu gibi inşaat sektöründe yeri yadsınamaz bir yönetimdir. Tedarik yönetimini projelerinde uygulayan firmaların vermiş olduğu kararların daha doğru sonuçlar doğurması beklenen bir sonuçtur. İhtiyaç duyulan tüm ürünlerin proje bünyesinden temin edilemeyeceğinin kaçınılmaz bir gerçek olması nedeniyle tedarikçi kavramı, tedarik yönetiminde önemli bir rol almaktadır.

Tedarikçilerin sunmuş olduğu hizmetler ve ürünler projenin ilerlemesine katkı sağlamaktadır. Bu katkının en yüksek seviyede olması için ürün seçiminde verilecek karar kadar tedarikçi seçimi de önemlidir.

Temin edilmek istenilen ürünün tüm özellikleri bilinse dahi tedarikçiden doğabilecek olumlu olumsuz tüm durumların planlaması yapılmalıdır ve bununla ilgili gerekli tedbirler alınmalıdır. Bunun için yapılabilecekler aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- Tedarikçiden temin edilecek her ürünün proje yönetimine zarar verebileceği riski değerlendirilmelidir.
- Tedarikçi ile şartname, görsel, teknik çizim gibi birçok argüman ile toplantılar düzenlenmelidir.

- Toplantıda ürün veya hizmet için istenilenler açıkça sunulmalı ve bu doğrultuda analizler oluşturulmalıdır.
- Tedarikçilerin sunmuş olduğu koşulların risk analizleri yapılarak en doğru tercihler yapılmalıdır.

Tedarikçi seçimi sırasında işbirlikçi yöntem kullanılarak doğru tercihler yapılması amaçlanmaktadır. Tedarikçi seçimi doğru yapıldığı takdirde, projelerde tedarik için ayrılan bütçenin idareli kullanılmasına yardımcı olmaktadır. Doğru yapılan tedarikçi seçimi, iş programındaki aksamaları en aza indirerek projenin zamanında teslim edilmesine yardımcı olduğu gibi, proje süreci boyunca sorunlarla karşılaşma oranını en aza indirerek gerçekleşebilecek krizleri de en aza indirmektedir.

Tedarikçi seçiminde hatalar yapılırsa;

- iş programının aksamasına,
- uygulama zorluklarının yaşanmasına,
- proje yöneticisinin kontrol zorlukları yaşamasına,
- proje standartlarının altında ürünün ortaya çıkması,
- yeni alımların yapılmasına,
- süreçteki risklerin artmasına,

vb. birçok olumsuz sonuç doğurabilmektedir. Olumsuzluklarla sonuçlanan proje, yapım firmasının prestijinin zarar görmesine ve firmaya duyulan güvenin azalmasına neden olabilmektedir.

Bu çalışmada da belirtildiği gibi tedarikçi seçimi sırasında tüm parametrelerin doğru okunup okunamaması sonrası, tedarikçinin projeye zarar verebileceği gibi projeye katkısının en üst seviyede olabileceği karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Tedarikçi seçimi sırasında tüm kıstaslar dikkate alınmalı ve proje menfaatleri doğrultusunda firma karakterine ve projeye uygun tedarikçi seçilmelidir. Tedarikçi seçimleri sırasında gelenekselliğin getirdiği duygusallık ve plansızlıktan uzaklaşıp, ideal olanı yakalamaya çalışılmalıdır. Projenin ihtiyaçları ve kısıtları göz önünde bulundurularak feragat edilecek parametreler dikkatlice seçilmelidir. Aksi takdirde proje hedeflerinden sapmaların yaşanması kaçınılmaz olmaktadır.

Günümüzde tedarik yönetimi dikkat edilen bir husus olsa da hala gelişime açık bir konudur. Gelişen teknoloji ve imkânlarla sürekli olarak kendini yenileyebilmektedir. Bu imkânlar ve gelişmeler doğrultusunda gelecekte değişen koşullarla beraber; tedarik, tedarikçi, tedarik seçimi, tedarik süreci vb. birçok parametre üzerindeki risk değerleri değişecektir. Bu nedenle o günün koşulları doğrultusunda analizler yapılarak tedarikçi seçimindeki etkileri tekrar değerlendirilmelidir.

## 5. Kaynakça

- Acar, Alagöz, B., 2019, “Bir Tedarikçi Yönetim Sistemi Tasarımı ve Hızlı Moda Endüstrisine Uygulaması”, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, s.7-10.
- Akboğa, Ö., Baradan, S., 2012, “İnşaat Sektöründe Malzeme Tedarik Yönetiminin Önemi”, *Engineering Sciences*, Cilt 7, Sayı 1, s. 352-353.
- Akdeniz A., Turgutlu T., 2007, “Türkiye’de Perakende Sektöründe Analitik Hiyerarşik Süreç Yaklaşımıyla Tedarikçi Performans Değerlendirmesi”, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt 9, Sayı 1, s.3-7.
- Akgün, Ö., 2012, “Tedarikçi Seçiminde Bulanık Çıkarım Sistemi Kurulmasına Yönelik Bir Uygulama”, *Sosyoteknik Sosyal ve Teknik Araştırmalar Dergisi*, Yıl 2, Sayı 4, s.79-80.
- Arıkan, I., 2020, “6 Adımda Tedarikçi Merkezli İnovasyon”, Erişim Tarihi: 4.01.2020. [https://www.fiyatimbu.com/blog/6-adimda-tedarikci-merkezli-inovasyon\\_384](https://www.fiyatimbu.com/blog/6-adimda-tedarikci-merkezli-inovasyon_384)
- Ata, F., Öncü, S., 2017, “İnşaat İşletmelerinin Maliyet Yönetiminden Beklentileri: Türkiye Uygulaması”, *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Cilt 4, Sayı:3, s.2, DOI: 10.30803/adusobed.337815
- Başkol, M., 2011, “Bir Rekabet Aracı Olarak Tedarik Zinciri Yönetimi: Strateji ve Yaklaşımlar”, *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, Cilt 3, Sayı 5, s.15-21.
- Can, A., 2017, “Seramik Sektöründe Tedarikçi Seçimi: Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Bir Araştırma”, Yüksek Lisans Tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, s.44-49.
- Çetin, O., Önder, E., 2015, “Tedarikçi Seçiminde Analitik Ağ Süreci Yönetiminin Kullanılması”, *Kafkas Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi KAÜ İİBF Dergisi*, Cilt 6, Sayı 10, ISSN: 1309-4289, s.338.
- Çorak, A., 2015, “Proje Yönetimi, Demiryolu Mühendisliği”, (2), 5, ErişimTarihi:18.04.2020. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/demiryolu/issue/35063/449749>
- Demirel, K., 2014,” Proje Yönetimi El Kitabı”, Yüksek Lisans Tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, s.3-4.
- Ece E., Kovancı A., 2004, “Proje Yönetimi ve İnsan Kaynakları İlişkisi”, *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, Cilt1, Sayı 4, s.78-80.

- Erdoğan O., Topraklı Y., 2019, “Türkiye İnşaat Endüstrisinde Risk Tabanlı Alt Yüklenici Seçiminde TOPSIS Metodolojisi ve Değerlendirmesi”, *Bayburt Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, Cilt 2, Sayı 1 , s.5.
- Ergülen, Y , Büyükkelik, A ., 2014, “Çevre Yönetiminde Yeni Bir Yaklaşım Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi”, *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi*, 10 (1-2) , 38-42, Erişim Tarihi: 10.04.2020.  
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/selcuksbmyd/issue/11299/135009>
- Evcimen, T. U., 2016, “Proje Yönetimine Giriş ve Proje Yönetiminde Temel Kavramlar”, İnşaat Mühendisleri Odası Ankara Şubesi, s.44-53, Erişim Tarihi: 15.01.2020.  
[http://www.imo.org.tr/resimler/dosya\\_ekler/da4a3f6f1f0d2f1\\_ek.pdf?tipi=79&turu=X&sube=3](http://www.imo.org.tr/resimler/dosya_ekler/da4a3f6f1f0d2f1_ek.pdf?tipi=79&turu=X&sube=3)
- Gerçelman, İ. (2014, 12 25), “Tedarik Yönetiminde Sözleşme Türleri”, Erişim Tarihi: 20.02.2020. <http://gercelman.gen.tr/wp/?p=751>
- Lojistik Derneği (LODER) Lojistik Terimler Sözlüğü, Erişim Tarihi: 22.04.2020 <http://www.loder.org.tr/tr/terimler.html>
- Karaöz,A. E., Akyüz, G. A., Tekin,K., 2019, “Tedarikçi Seçimi Uygulamaları: Bilgi ve Etkileşim Teknolojileri Perspektifli Bir Literatür Taraması”, *Selçuk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, Cilt 7, Sayı 2, s.369-370.
- Karagöz, S., 2009, “Tedarik Zinciri Yönetiminde Tedarikçi Seçimi ve AHP İle Uygulanması”, Yüksek Lisans Tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, s.2-6, 35-36.
- KALE, S., ve KARAMAN, E., 2007, s.1, “İnşaat Projeleri ve Süre Yönetimi” , Eğitim Notu, Balıkesir, Türkiye.
- Koca, S., 2001, “Tedarik Zinciri Yönetimi ve Bir Taşıma Sisteminin İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, s. 14-15
- Koçoğlu, C. , Avcı, M., “2014 Satın Alma Yönetimi: Teorik Bir Çalışma”, *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt 3, Sayı 1, s. 36-37.
- Özlemiş, S., 2010, “İnşaat Sektöründe Tedarik Zinciri Uygulanabilirliği: Çelik Konstrüksiyon Yapı Sektöründe Bir Örnek Uygulama”, Yüksek Lisans Tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Üretim Yönetimi&Pazarlama, s.7-8.
- Palamutçuoğlu, B. T., 2019, “Pazarlama İletişimi”, Ders Notu, s.85-87, Erişim Tarihi: 22.02.2020.

- [http://kulamyo.mcbu.edu.tr/db\\_images/site\\_212/file/Pazarlama%20İletişimi.pdf](http://kulamyo.mcbu.edu.tr/db_images/site_212/file/Pazarlama%20İletişimi.pdf)
- Polat, G., Müngen U., 2006, “İnşaat Sektöründe Ekonomik Malzeme Yönetim Sistem Seçimi İçin Simulasyon Modeli”, *İtü Dergisi/d*, Cilt 5, Sayı 2, Kısım 1, s. 110-111
- Rençber, Ö. F., Kazan, H., 2014, “Büyük Çaplı Projelerde Taşeron Firma Seçiminde Teklif Değerlendirme: Analitik Hiyerarşi Süreci Yöntemi İle Karar Verme”, *International Journal of Social Science Research*, ISSN: 2146-825, s.19-20.
- Susuz, Z., “Analitik Hiyerarşi Prosesi’ne Dayalı Optimum Tedarikçi Seçim Modeli”, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, s.16-35.
- Seçkin, F., 2018, “Tedarik Zinciri Yönetiminde ve Tedarikçi Seçiminde Sürdürülebilirlik Kavramının Gelişimi”, *Aurum Mühendislik Sistemleri ve Mimarlık Dergisi*, Cilt 2, Sayı 2, s.47-50.
- Şenyiğit, E., Ekinci, H., 2016, “Değiştirilmiş Hata Türü ve Etkileri Analizi Yöntemi ile Tedarikçi Seçimi Uygulaması”, *Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi*, Cilt 8, Sayı 1, s.32-33.
- Tekin, M., 2017, “İyi Bir Tedarik Seçimi ve İlişkileri Ama Nasıl”, Erişim Tarihi: 2.01.2020,  
<https://www.satinalmadergisi.com/2017/10/31/iyi-bir-tedarik-secimi-ve-iliskileri-ama-nasil/>
- Yıldız, A., 2013, “Bulanık Çok Kriterli Karar Verme, Yöntemleri ile Tedarikçi Seçimi ve Ekonomik Sipariş Miktarının Tespiti: Otomotiv Sektöründe Bir Uygulama”, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Eğitimi Anabilim Dalı, s. 21-24.

## BÖLÜM XII

### **EKOLOJİK TASARIM ÖRNEKLERİNDEN BİYOLOJİK GÖLETLER**

*Burçin Ekici\**

#### **Giriş**

Son yıllarda plansız alan kullanım kararları nedeniyle kentsel alanlarda doğal kaynakların kaybedilmesi riski ortaya çıkmıştır. İnsan konforunu olumsuz etkileyen bu koşullar, kentlerde yeşil alan gereksinimlerini artırmıştır. Kentsel yeşil alanlar, çeşitli türler, habitatlar ve insan popülasyonlarına yaşam ortamı sunmaktadır. Nehirler, kanallar, göller, rezervuarlar ve göletler şeklinde tatlı su kaynakları, kentsel yeşil alanların önemli bir bileşenidir (Zaloğlu, 2006).

Hayatın kaynağı olan su, tarih boyunca insanların etrafında yaşadığı ve fiziksel ihtiyaçlarını giderdiği en önemli doğal madde olmuştur (Gezgin, 2009). Bu nedenle su ve yakın çevresi, tarihin bütün dönemlerinde fiziksel ve kültürel anlamda önem taşımıştır (Oktay & Erdoğan, 2009). Artan nüfus ve kentleşme nedeniyle yoğun bir baskıya maruz kalan günümüz insanı, suyun verdiği huzur ve sakinleştirici etkiye peyzaj tasarımında yer vererek doğaya yaklaşma çabasındadır (Zaloğlu, 2006). Derelerden büyük nehirlere, küçük gölet ve göllerden büyük göllere, drenaj kanallarından su toplama rezervuarlarına kadar çeşitli biçim ve boyutlarda olabilen su yüzeyleri; peyzajda hem görsel hem de fonksiyonel olarak önemli işlevlere sahip bir kaynak konumundadır (Oktay & Erdoğan, 2009). Su, mekana anlam ve hareketlilik vererek insanları rahatlatıcı ve stresten uzaklaştırıcı etkiye sahiptir (Rees & May 2002; Başdoğan & Çığ 2016). Mimaride fiziksel görüntüsü, doğal ve sembolik anlamıyla mekana zenginlik katmakta, işlevsel ve estetik gereksinimlerin karşılanmasında etkili rol oynamaktadır. Su, çeşitli biçim ve ölçülere sahip park ve bahçelere kolaylıkla uygulanabilecek kadar esnek bir malzemedir. Küçük boyutlu kullanımlarında bile ilgi odağı oluşturabilecek niteliktedir. Peyzaj tasarımında kullanılacak en hareketli ve heyecan verici öğelerdendir. Yer aldığı alanın boyut ve biçimlerini gerçeğinden farklı olarak algılanmasını sağlayan bir elemandır. Su rahatlatıcı ve ferahlatıcı etkilerinin yanı sıra bulunduğu mekana yeni perspektifler, hareket, ışık, ses ve sürekli değişen yansımalar sunmaktadır (Zaloğlu, 2006; Rubenstein, 1992). Özetle; sükunet, hareket, ses, optik, neşe, serinletme, rekreasyon, renk ve ışık gibi sayısız özelliklere sahip olan su, peyzaj mimarlığı çalışmalarında çok yönlü bir tasarım elemanıdır (Tanrıverdi, 1967). Suyun

---

\* \* (Dr. Öğr. Üyesi); Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Güzel Sanatlar Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, Tekirdağ / TÜRKİYE, e-mail: bekici@nku.edu.tr

devreye girmesiyle hem proje bazında hem de uygulama alanında ortaya mavi bir yüzey çıkmaktadır. Bir odak noktası olan su öğeleri, eğlence ve spor amaçlı kullanıldığı kadar, yatay çizgisi ile de kullanıcıları dinlendirmektedir (Ayalp, 2012). Bu nedenle su estetik ve fonksiyonel özellikleri ile bilinen tüm tarih dönemlerinde farklı boyut ve şekillerde kullanılmıştır (Zaloğlu, 2006). Tarih boyunca insan hayal ve tasarım gücünde birçok çağrışımlar yapan su, antik dönemlerden bu yana yerleşme alanlarında çekici rolünü korumuş çevre düzenlemelerinde etki ve katkısını kesintisiz olarak sürdürmüştür (İpek & Gültekin, 2001). Peyzaj tasarımında suyun tasarım elemanı olarak uygun biçimlerde kullanılması ile kent kullanıcılarına görsel, işitsel, psikolojik, serinletici, rekreasyonel ve benzeri birçok fayda sağlanabilmektedir (Zaloğlu, 2006). Su yüzeyleri mekanlara canlılık kazandırdığı gibi doğal yapının ayrılmaz bir parçasını da oluşturmaktadır. Sakin ve geniş bir su yüzeyi tasarımda sükuneti sağlarken, mekan arasında kuvvetli bir birlik yaratır ve peyzaja üçüncü boyut getirerek derinlik kazandırır. Çevresindeki canlı ve cansız elemanların detaylarının ortaya çıkmasını sağladığı gibi nem ve suyu seven birçok bitki için uygun bir gelişme ortamının da yaratıcısıdır (Uzun, 1990).

Yüzyıllar boyunca insanlar kamusal ve özel alanlarında çeşmelerin ve su bahçelerinin güzelliğinin tadını çıkarmıştır. İnsanlar, okyanusun ritmik dalgaları, nazikçe çalışan bir dere ya da bir göletin sessiz güzelliğiyle, suyun rahatlatıcı etkisini fark etmeye başladıkça, su bahçeleri giderek daha popüler hale gelmiştir (Leone vd. 2005). Teknolojinin gelişmesiyle suya dayalı rekreasyonlarda da ilerlemeler meydana gelmiştir. Kentsel alanlarda yeşil alan gereksinimini karşılamak amacıyla oluşturulan açık mekanlardan birisi olan biyolojik göletler bu konudaki örneklerdendir. Biyolojik göletler; insanları kentin yoğun ve sıkıcı etkisinden uzaklaştırıp, doğaya dönme ihtiyacını karşılayan, çeşitli rekreasyonel faydalar sağlayan, flora ve fauna topluluklarına ev sahipliği yapan, tür bakımından zengin su habitatlarıdır (Sayer vd., 2012; Zaloğlu, 2006; Gledhill, 1999). Bu ekolojik oluşumlar, kimyasal madde kullanmadan su kaynaklarının kendi kendilerini yenileme özellikleri dikkate alınarak, ortamdaki bakteriler ve özel filtreler yoluyla temizlenmesi ile oluşur. İlk biyolojik gölet 1980'lerin başında Avustralya'da inşa edilmiştir.

Yaptıran kişi Werner Gamerith olarak bilinir ve uygulama, özel bahçesine yapılmıştır. 1990'larda ise başta Almanya olmak üzere Avrupa'da ticari kullanımları artarak hızla yayılmıştır (Ayalp, 2012; URL-1).

Yapay biyolojik göletlerin oluşturulmasındaki amaç, doğada var olan göletlerin bir benzerinin hijyenik koşulların sağlanmasıyla elde edilmesidir. Göletler, tercihe göre içerisinde suyu temizleyen ve aynı zamanda suda oksijen üreten bitkiler, taşlar, çakıllar, kayalar, çevresinde su ile uyumlu bitkiler gibi doğal öğeleri ve fiskiye, heykel ve benzeri

mimari elemanları barındırabilmektedir (URL-1). Bu biyotoplar, kimyasal içermeyen suyu ile özellikle klorla bağı olumsuzlukları ortadan kaldıran, bitki ve hayvanlara sağlıklı yaşam alanı sunan, doğayla uyumlu yaşam merkezleridir. Ayrıca içlerinde barındırdıkları suyu temizleyen, bununla beraber suda oksijen üretimi yapan bitkiler ile göletin çevresindeki sulak alan florası, kentlerde doğaya dönüşe önemli katkılar sunmaktadır (URL-2).

### **I. Biyolojik Göletlerin Yapımı**

Biyolojik göletlerin yapımında dikkat edilecek temel unsur yer seçimidir. Uzun ömürlü bir kullanıma sahip olan bu alanların konumu, göletin biyolojik performansını ve ekolojisini destekleme açısından kritik öneme sahiptir. Göletler doğrudan güneş ışığına maruz kalmayacak ancak günde en az 5- 6 saat gün ışığı alabilecek bölgelere konumlanmalıdır. Bu durum fotosentez ve balık yaşamı açısından oldukça önemlidir (Sink vd., 2014).

Genellikle informal biçime sahip alanları planlarken ana unsur, kişiye doğayı hissettirmektir (Akkan, 1994). Doğal ya da kısmen doğal görünüm elde etmek için tasarlanan göletler, geniş su yüzeyleri oluştururlar. Göletlerdeki en önemli konu, temiz ya da kısmen temiz su elde edilmesidir. Temiz su, suyun bir filtreden süzülerek dolaşımının sağlanması ile elde edilebilir (Cendere, 1998). Bu sistemlerde, gerekli oksijeni sağlamak için suyu sirküle etmek ve filtrelemek oldukça önemlidir (Berkey, 2003). Gölet kurulumunda çok sayıda varyasyon olmakla beraber filtrasyon malzemelerinin minimum düzeyde temizlenmesini ve değiştirilmesini gerektiren ve sürekliliği olan filtre malzemelerini kullanmak yaygındır (Thomas, 2005).

Göletler değişik boyut, biçim ve formlarda olabilir. Pek çok gölette 20-30 cm'den daha fazla bir derinliğe gerek yoktur (Kurum, 1987). Yapay göllerin tasarımında derinliğe çok dikkat etmek gerekir. Buharlaşma kayıpları göz önüne alınarak çok sığ yapılmamalı, buna karşın boğulma tehlikeleri düşünülerek kıyı eğimleri ve derinlikler kontrol altında tutulmalıdır. Göletlerde suyun yükseklik değişimleri sonucu su kıyıları olumsuz yönde etkilenebilir. Bu nedenle kıyı detayları yeterince sağlam ve güvenilir olarak çözümlenmeli ve çevreyle uyumları sağlanmalıdır. Göletlerin, yağış ve drenaj havzası içinde beklenen sağanak yağış sonrası yüzey sularını bir süre depolayabilecek kapasitede olması yanında, gelen fazla suyu kısa sürede boşaltabilecek yedek dolu savak olanaklarına da sahip olmaları gerekir (Uzun, 1999).

Biyolojik gölet uygulamalarının temeli limnoloji ve biyolojik taklide dayanmaktadır. Uzun ömürlü bir biyolojik arıtma sistemi ile doğal yöntemlerle su arıtılarak biyolojik denge oluşturulmaktadır. Sistemin temeli kontrollü su döngüsüdür (Ayalp, 2012). Bir süpürücü (skimmer) aracılığı ile havuz yüzeyinden su emilerek kabaca süzülür. Ön temizliğe

tabi tutulmuş su özel filtre alanına pompalanır, biyolojik yöntemlerle artırılır ve tekrar havuz ortamına aktarılır. Filtre sisteminin teknik bileşenleri;

- Biyolojik filtre alanı,
- Yüzeysel emiş yapan süpürücüler (skimmer),
- Pompa sistemi,
- İsteğe bağlı su bitkileri ve dikim alanı,
- Bakım için gerekli araçlardan oluşmaktadır (URL-3).

Biyolojik göletlerin yapım aşamasında kullanılan sistem ve malzemelere dair dikkat edilmesi gereken bazı durumlar vardır. Bunlar;

- Karbondioksit; Bitkilerin daha fazla ve uzun süreli fotosentez yapması için toprak altından karbonatörler yoluyla verilir. Bu sayede suda erimiş oksijen miktarı artırılmaktadır.
- Su hareketi ve derinliği; Su hareketinin çok güçlü olmasına gerek olmamakla birlikte belli bir derinlikte olmalı ve mevsimlere bağlı değişiklik dikkate alınmalıdır.
- Bitkiler; Su ortamına ve bölgenin iklim koşullarına uygun olmalıdır. Arındırma özelliklerine ve uygun oldukları derinliğe göre filtre bölgesine veya yenileme bölgesine yerleştirilmelidir.
- Balıklar ve ultraviyole lamba kullanımı; Yoğun balık popülasyonu suyu nitrat açısından zenginleştireceğinden doz aşımına neden olmaktadır. Ultraviyole lambalar ise süs göletleri için uygulanabilir sistemlerdendir (URL-1).

Biyolojik göletlerin oluşturulmasında uygulamanın başarısı ve sürekliliği için teknik esaslara dikkat edilmelidir. Biyolojik filtre sistemleri doğada filtrasyon özelliği en fazla olan ve çeşitli faydalı mikroorganizmalar ile desteklenmiş mineral tabakalardan oluşmalıdır. Mineral katmanları suyun filtrasyonunu kimyasal kullanmadan tamamen doğal olarak sağlamalıdır. Biyolojik filtrasyona yardımcı olan en önemli diğer unsur su içi bitkileridir. Özel olarak seçilip yerleştirilmiş bitkiler sayesinde su hem temizlenmeli hem de oksijen içeriği yönünden zenginleşmelidir. Burada asıl hedeflenen; sudaki azot ve fosfatın olabildiğince hızlı bir şekilde temizlenmesinin sağlanmasıdır. Yosun oluşumu ile sudaki azot ve fosfatın artması engellenmektedir. Suyun derinliği ve sirkülasyonu sağlanarak su sıcaklığının yükselmesi engellenmeli, yüzeydeki yapraklar ve organik atıklar alandan uzaklaştırılmalıdır (URL-3).

Göletlerin uygulamalardaki başarısı için düzenli olarak bakımı, temizlenmesi ve izlenmesi gerekir. Uygun bakım veya kurulum olmadan,

çeşitli sorunlar ortaya çıkabilir. Bunun için kurulumu kolay, istenen estetik özellikleri sağlayan, kullanımı ve bakımını kolaylaştıran bir filtrasyon sistemine sahip göletler tercih edilmelidir (Sonnenberg, 2007).

## II. Biyolojik Göletlerde Bitki Kullanımı

Ekolojik çevrenin bileşenlerinden olan toprak, su ve bitki, biyolojik hayatın vazgeçilmez unsurlarıdır. Su, bitkiler ve suda yaşayan canlılar arasında ortak bir yaşam ilişkisi vardır. Bu etkileşimi dikkate alarak çevre tasarımlarında su ve su bitkilerini birlikte kullanmak, peyzaj kalitesini arttırmanın yanı sıra ekolojik hayata da katkı sağlayacaktır.

Yaşam kaynağı olan suya tüm bitkilerin gereksinimi vardır. Karada yaşayan bitkiler ile tamamen suda yaşayan bitkiler arasında oldukça geniş geçiş formları bulunmaktadır. Bazı bitkiler sürekli bir şekilde suda yaşamaya uyum sağlamışlardır. Kimi bitkiler ise su kıyılarında, ıslak topraklarda yaşarlar. Su bitkileri genel olarak, su ile doymuş toprakta ya da suda yaşayan bitkilerdir (Altınayar, 1988). Bu bitkilerin büyük çoğunluğunda su, tüm bitki tarafından alınmaktadır. Bu nedenle kök sistemleri, kara bitkilerindeki gibi gelişmiş olmamakla birlikte zayıf ve tutunucu özelliktedir. Yapraklar ortam ve su durumuna göre büyük farklılıklar gösterir. Yüzücü olanlar genellikle basit ve geniş yüzeyli olurken su içerisindeki parçalı, uzun ve dardır (Seçmen, 1997).

Su bitkileri yaşam ortamlarına göre genellikle üç grup altında incelenebilmektedir;

- Islak ve nemli alanlardaki topluluklar; Geniş alanlar oluşturan bu bitkiler halofit ve *Carex* toplulukları olarak iki gruba ayrılır. Halofit topluluklar, alüvyonlu veya turbalık zeminlerde gelişir. *Carex* toplulukları ise büyük boyutlu olup, oldukça yoğun bir dokuya sahiptir. Rizom gövdeleri yatay ve düşey yönde gelişerek su içinde bir ağ oluşturarak su sirkülasyonunu yavaşlatır (Cirik, 2001).
- Amfibi toplulukları; Bu grup bitkiler daima su içinde bulunmayıp özellikle kurak periyotlarda bitkinin bir kısmı su dışında kalır. Genellikle kıyı zonunda yer alır (Cirik, 2001). Bitkinin rizom ve kökleri ile yapraklarının bir kısmı su içerisinde bulunurken çiçekleri ve yapraklarının diğer kısmı su üstünde gelişebilir. *Alisma* sp., *Acorus* sp., *Bolboschoenus* sp., *Cyperus* sp., *Ludwigia* sp., *Phragmites* sp., *Sagittaria* sp., *Typha* sp. ve *Veronica* sp. taksonları bu ekolojik grup içerisinde yer almaktadır (Güner, 1985).
- Hidrofit toplulukları: Yaşam dönemlerinin tamamını su altında geçiren, sucul ortamlarda yaşamaya uyum göstermiş türlerden oluşur. Genellikle bitkinin kök, gövde ve yaprakları su içinde, sadece çiçekleri su dışında gelişir. *Cerathophyllum* sp.,

*Myriophyllum* sp., *Najas* sp. ve *Potamogeton* sp. taksonları bu gruba örnektir (Cirik, 2001; Altınayar, 1988).

Suda yaşayan bitki türlerinin seçimi dikkatle düşünülmelidir. Su bitkileri; renkleri, dokuları, formları ve kokuları ile bahçelerin en çekici ve göz alıcı elemanlarıdır. Bitkilerin bu etkilerinden en verimli şekilde faydalanabilmek için, su ortamı, bölgenin ekolojik koşulları ve göletteki uygulama alanlarına uygun bitkilerin kullanımına dikkat edilmelidir. Genel olarak bütün bitkiler, büyük çalkantı bölgelerinden uzak tutulmakla beraber arındırma özelliklerine ve uygun oldukları derinliğe göre gölet içerisine yerleştirilmelidir. Su bitkileri, besin maddelerini emebilmesi için köklerin etrafında toprağı etkili bir şekilde tutan plastik kovalar, tavalar veya sepetlerdeki ağır kil topraklarında saksılanır. Hem bitkilerin hem de suyun sağlığı için çok az gübreleme yapılır (Sink vd., 2014).

Yapılan araştırmalar gölet içerisinde bitki dikiminin iki farklı şekilde yapılabileceğini ortaya koymuştur;

- Gölet içerisinde bitkiler için özel olarak hazırlanan saksı ve kasalara dikilmesi; Bitkiler, içinde toprak bulunan bir kap ile dipte sınırları belirlenmiş bir alana konulmaktadır. Uygulamalarda, bitkilerin geliştiğinde yüzeyi kaplama durumu dikkate alınarak yerleştirme yapılmalıdır.
- Bitkilerin gölet içerisine doğrudan dikimi; Gölet içerisinde bitkilerin suda yetiştirme derinliklerine göre dikim yatakları hazırlanır. Bitkilerin dikim derinliğine göre gerekirse teraslar yapılabilir. Hastalık ve yabancı otlardan temizlenmiş kültür toprağı kullanılır. Kültür toprağının altına su geçirgenliğini engellemek amacıyla yaklaşık 30 cm kil döşenmelidir (İpek & Gültekin, 2001).

Biyolojik göletlerin oluşturulmasında, bitkilerin tüm dendrolojik özellikleriyle birlikte suyun ve arazinin özelliklerini bütünleştirerek doğal tasarımlar yapmak temel amaç olmalıdır. Suyun kullanılma biçimi; alanın şekline, büyüklüğüne ve yapısına göre değişkenlik göstermektedir. Bu faktörlerin yanında bahçedeki mevcut yapılar, bitkiler ve alanın eğimi gibi çevresel faktörler dikkate alınarak tasarımlar geliştirilmelidir.

## **Sonuç**

Biyolojik göletler, kimyasal içermeyen suyu, bitki ve hayvanlara sağladığı sağlıklı yaşam ortamı ile doğayla uyumlu uygulamalardır. Bu alanlar ekolojik bilincin oluşturulması, doğanın tanınması, yaşanması ve izlenmesi açısından çevre üzerinde olumlu bir etki yaratmaktadır. Ekolojik faydalarının yanı sıra beton yapılaşmaların çevre ve insanlar üzerindeki olumsuz etkilerinin azaltılmasına yardımcı olmakta, insanların fiziksel ve ruhsal onarımlarını sağlayarak yaşam kalitesini yükseltmektedir. Yapılan

araştırmalar, kullanıcıların kentsel alanlarda su öğeleri ile beraber en çok bitkisel elemanların kullanılmasını tercih ettiğini ortaya koymuştur (Yılmaz vd., 2013). Bu nedenle her iki öğeyi de içinde barındıran biyolojik göletlerin tanınması, tekniğine uygun uygulamaların geręekleřtirilmesi ve bitkisel tasarımlara yer verilmesi önemli faydalar sağlayacaktır.

Günümüzde gerek kurulumu gerekse sistem içinde kimyasal kullanılmaması, bakım kolaylığı, işletme maliyetlerinin kimyasal havuzlara göre düşük olması, biyolojik göletlere ilgiyi arttırmaktadır. Klor ve diğer kimyasalların kullanılmaması, kaybedilen suyun çok düşük seviyede kalması, hijyen kolaylığı, dekoratif özelliği, sağlık açısından tercihte ön sırada olması biyolojik sistemleri ön plana çıkartmaktadır (URL-1). Bu alanlar barındırdığı flora ve fauna yaşamı ile çeşitli canlılara habitat sağlamakta ve kentsel ekolojik koridorlar oluşturmaktadır (Zeng & Li, 2010).

Biyolojik göletler insanların refahını ve yaşam kalitesini destekleyen ekosistem hizmetlerini sağlayan yeşil alan ağlarıdır. Bu sistemler kent içerisinde ekolojik, sosyal ve ekonomik problemlere çözümler geliştiren uygulamalardır. Bu çalışma ile biyolojik gölet gibi ekolojik yaklaşımların, kentlerin sürdürülebilirliğine katkılarının ortaya konması amaçlanmıştır.

## Kaynakça

- AKKAN, O., (1994), *Dış Mekanda Tasarım Öğesi Olarak Su*, Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Sanat Dalı, Sanatta Yeterlilik Tezi, Ankara.
- ALTINAYAR, G., (1988), *Su Yabancı Otları*, DSİ Basım ve Foto- Film İşletme Müdürlüğü Matbaası, Ankara.
- AYALP, ř., (2012), “Biyolojik Havuzlar”, *Peyzaj Mimarlığı Dergisi*, TMMOB Peyzaj Mimarları Odası Yayını, [http://www.peyzaj.org.tr/resimler/ekler/6e2d3669e60bdfe\\_ek.pdf](http://www.peyzaj.org.tr/resimler/ekler/6e2d3669e60bdfe_ek.pdf) adresinden erişildi.
- BAşDOğAN, G. ve ÇIğ, A., (2016), “Study on Artificial Water Features in Line With Design Principles Within The Context Of Spatial Perception And Environmental Psychology: Yıldız Technical University Campus Example”, *Cracow Landscape Monographs*, 1.
- BERKEY, E.B., (2003), “Filtration System For Water Garden Reservoir” <https://patents.google.com/patent/US6602408B1/en> adresinden erişildi.

- CENDERE, A., (1998), *Su Elemanının Kentsel Mekanlarda ve Yeşil Alanlarda Kullanımı*, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- CİRİK, Ş., (2001), *Su Bitkileri II*, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Yayınları, No: 61, İzmir.
- GEZGİN, D., (2009), *Su Mitosları*. Sel Yayıncılık, İstanbul.
- GLEDHILL, D., (1999), “The Conservation Value of Ponds in Northwest England: Species Diversity And Rarity of Invertebrates and Macrophytes”, *International conference of the Pond Life Project Vaeshartlet Conference centre, Maastricht, The Netherlands, 30th Aug – 2nd Sept 1998, Pond Life Project, England.*
- GÜNER, H., (1985), *Hidrobotanik*, Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi, No: 91, İzmir.
- İPEK, E. VE GÜLTEKİN, E., (2001), “Adana Kentinde Su İçi ve Su Kıyısı Bitki Tasarımları”,  
<http://fbe.cu.edu.tr/tr/makaleler/2001/ADANAKENTINDESU.pdf> adresinden erişildi.
- KURUM, E., (1987), *Peyzajda Suyun Gösteri Elemanı Olarak Kullanım Tekniği*, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- LEONE, L.M., REINHART, D. ve LEONE R.F., (2005), “Modular Water Garden Construction”,  
<https://patents.google.com/patent/US20050217175A1/en> adresinden erişildi.
- OKTAY, E. ve ERDOĞAN, R., (2012), “Doğa, Su ve İnsan”, *Peyzaj Mimarlığı Dergisi*, TMMOB Peyzaj Mimarları Odası Yayını, [http://www.peyzaj.org.tr/resimler/ekler/6e2d3669e60bdfe\\_ek.pdf](http://www.peyzaj.org.tr/resimler/ekler/6e2d3669e60bdfe_ek.pdf) adresinden erişildi.
- REES, Y. ve MAY, P., (2002), *Su Bahçeleri Tasarım Kitabı* (D. N. Özer; Z. Özgül; N. Aksoy, çev.). Yapı-Endüstri Merkezi Yayınları, İstanbul.
- RUBENSTEIN, H.M., (1992), *Pedestrian Malls, Streetscapes and Urban Spaces*, Wiley, New York.
- SAYER, C., ANDREWS, K., SHILLAND, E., EDMONDS, N., EDMONDS- BROWN, R., PATMORE, I., EMSON, D. ve AXMACHER, J., (2012), “The Role of Pond Management For Biodiversity Conservation in An Agricultural Landscape”, *Aquatic Conservation*, 22: 626- 638.

- SEÇMEN, Ö. ve LEBLEBİCİ, E., (1997), *Türkiye Sulak Alan Bitkileri ve Bitki Örtüsü*, Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi, No: 158, İzmir.
- SINK, T., GWINN, J. ve GERKE, H., (2014), “Ornamental Ponds & Water Gardens in Texas”, Agrilife Extension, <http://fisheries.tamu.edu/files/2013/09/Ornamental-Fish-Ponds-and-Water-Gardens-with-pics.pdf> adresinden erişildi.
- SONNENBERG, R., (2007), “Decorative Pond System”, <https://patents.google.com/patent/US7160445B2/en> adresinden erişildi.
- TANRIVERDİ, F., (1987), *Peyzaj Mimarlığı Bahçe Sanatının Temel İlkeleri ve Uygulama Metodları*, Atatürk Üniversitesi Basımevi, Erzurum.
- THOMAS, C W., (2005), “Ornamental Pond”, <https://patents.google.com/patent/US6843910B1/en?q=Ornamental+pond%2c&oq=Ornamental+pond%2c> adresinden erişildi.
- UZUN, G., (1999), *Çevre tasarımıında Su Kullanımı*, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Atölyesi, Adana.
- YILMAZ, T., ZIRHLIOĞLU, B., OLGUN, R., (2013), “Üniversite Yerleşke Alanlarında Su Kullanımlarının İncelenmesi: Akdeniz Üniversitesi Örneği”, *İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi*, 3 (7).
- ZALOĞLU, A., (2006), *Ankara Kent Parklarında Suyun Gösteri Elemanı Olarak İrdelenmesi*, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- ZENG, Z., LI, B., (2010), “The Analysis and Design of Urban Wetland: The Water Garden in Portland and Living Water Park in Chengdu as Case Studies”, *Eco- Architecture*, 3.
- URL-1 <https://www.ekoyapidergisi.org/125-biyolojik-goletler.html> adresinden erişildi.
- URL-2 <http://www.marmarafidancilik.com.tr/v1x/index.php/hizmetlerimiz/biyolojik-golet> adresinden erişildi.
- URL-3 <http://www.buyukcamlicafidanligi.com/Haberler/Biyolojik-Golet> adresinden erişildi.

## BÖLÜM XIII

### FLORİOGRAFİ -YUNAN MİTOLOJİSİ ÖRNEĞİ

*Hande Sanem Çınar\* & Nazlı Kanbur\*\**

#### **Giriş**

Doğudan batıya, eski uygarlıklardan günümüze, ümit ettiğimizde ya da dua ettiğimizde, birine sevgi beslerken ya da üzüntümüzü paylaşırken duygularımızı çiçeklerle ifade ederiz (Kirkby and Diffenbaugh, 2011). Yeni doğan çocuğu çiçekle karşılamak, başarıları çiçekle ödüllendirmek, sevdiklerimizi çiçekle anmak, hastalara çiçekle geçmiş olsun demek, yitirdiklerimizi çiçekle uğurlamak, geleneklerimiz arasındadır. Medeniyetlerden medeniyetlere mitler, bir takım değişimlere uğrasa da neredeyse zaman içinde hep aynı gibidir. Çiçeklerin de bu mitlerin içinde özel bir yeri vardır.

Belli bir kültür üzerinde gelişip anlamları zaman içinde yayılarak, başka toplumlarda da hemen hemen aynı anlam bütünlüğü içinde kullanılan çiçekler, insanlar üzerinde olumlu etkiler uyandırmakta, bazen mutluluğu teşvik etmekte, sosyal mesafeyi azaltmakta ve bazen de anılarımızı iyileştirmede etkili olmaktadır (Buchmann, 2015). Dolayısı ile çiçek her zaman her yerde bizimle bir aradadır.

- Çiçekler neden hayatımızda?
- Hangi duyguları temsil ediyor?

Bu soruların cevapları çeşitlenecektir. Ancak çiçeklerin ortak bir amacı vardır: *Söylenemeyecek olanı çiçek dili yani “Floriografi” ile söylemektir.* Ve bir çok çiçeğin mitolojik hikayelerle bir dile sahip olduğu, anlam kazandığı, günümüzde halen çoğunun güncelliğini koruduğu bir gerçektir.

#### **Mitoloji ve Floriografi**

Mitoloji, tarih öncesi dönemlerde toplumların tarihlerini, inançlarını ve kültürlerini içine alan bilimdir. Mitoloji kelimesi mythos (masal-hikâye) ve logos (söz) kelimesinden türetilmiştir (Türk, 2018). Çok eski zamanlarda insanların yaşantıları ve inançları mitolojiyi oluşturmuştur. Bu inançlar halk arasında yaşayarak, anlatarak günümüze kadar gelmiştir.

İlkçağlardan günümüze gelene kadar insanoğlu, çiçekler, doğa ve ilahi güçlerle etkileşime girmiş ve pek çok uygulamada çiçekler, semboller ve iletişimsel nesnelere olarak işlev görmüştür (Boehi, 2014). Bununla birlikte

---

\* (Dr. Öğretim Üyesi): İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, İstanbul, TÜRKİYE ,e-mail: saneme@istanbul.edu.tr

\*\* (Peyzaj Mimarı); İstanbul, TÜRKİYE

her kültürün farklı nedenlerle çiçekleri kullandığı bilinmektedir. Floriografi ya da diğer adıyla çiçek dili, insanlara tarih boyunca farklı duygu ve anlam katmaya yardımcı olmuştur (Url, 1). Binlerce yıl öncesinden, bazı anlamlar taşıyan sembollerin, hayatın her alanında özellikle sanatın her dalında kullanıldığı da ortadadır (Özçalık, 2017).

M.Ö.160 yılında “De Agri Cultura”da Cato (Marcus Porcius Cato), M.Ö. 50-55 yıllarında “De Rerum Natura” da Lucretius (Titus Lucretius Carus), M.S. 77-79 yılları arasında “Naturalis Historia” da Pliny (Gaius Plinius Secundus), Antik çağın diğer yazarları ve filozofları ile birlikte, bitkilerin geleneksel anlamlarını kaydetmişlerdir (Fârcaş ve ark., 2015). Antik Olimpiya Olimpiyatları'nda sembolik olarak ödüllendirmek amaçlı kullanılan bitkiler, ilk olarak Theophrastus (M.Ö. 371-286) tarafından tanımlanmıştır. Theophrastus, klasik antik çağlardan kalan, De Causis Plantarum'a (Bitkilerin Nedenleri) ve bitkilerle araştırmalar yapan en önemli botanik eserlerin yazarıdır (Thanos, 1994, Rhizopoulou, 2004).

Tarihsel süreç içerisinde çiçeklerin kullanım ve anlamlarına kısaca baktığımızda;

Mısır'daki çiçekli bitkilerin kullanımı uzak antik çağa ulaşır ve günümüze kadar katlanarak devam etmiştir. Mısır mitolojisinde güneşle bir tutulan Nefertum, lotus çiçeğinden doğan bir çocuk (oğul) olarak tasvir edilmiş bir tanrıdır. Nefertum, Mısır inançlarında tanrı Ptha (Pita- Piton) ile Sekhmet tarafından evlat edinilmiştir. Güneş tanrısı Ra'ya güzel koku veren bir çiçeğe dönüşmüştür (Url,2).

Yunan çağına rastlayan M.Ö. 600-146 yılları arasında dinsel törenlerde çiçekler başa takılarak, çelenk şeklinde ya da sepet içinde kullanılmıştır. Anthesteria olarak bilinen, Dionysos onuruna erken ilkbaharda düzenlenen çiçek (anthos) festivali bunlardan birisidir. Bu kutlamalar, badem ağaçlarının çiçek açtığı sezonda yapılmıştır. Ebeveynler çocuklarını badem çelenkleriyle taçlandırmıştır. Bebeklik dönemlerinde tehlikelerden korundukları ve hayatlarının baharına girdikleri için taçlandırıldıkları düşünülmektedir (Margaris, 2000).

Romalılar M.Ö.28-M.S.325 yılları arasında savaşçı askerlerdi. Bu yüzden sanata olan katkıları çok azdır. Yunanlıların etkisi altında kalmışlardır (Buchmann, 2015).

Bizans'ta (M.S.325–660); bahçe tarihçileri, çiçeklerin tapınaklarda, ziyafetlerde ve düğünlerde aşırı kullanımının imparatorların ve aristokrasinin pagan dejenerasyonu ile ilişkili olmasına bağlanmaktadır.

Çin kültüründe çiçeklerin önemi antik çağlardan isimlere yansımıştır, çiçek anlamına gelen ‘hua’ kelimesi bu duruma örnek olarak gösterilebilir. Antik çağlardan beri Çin bahçelerinde yetiştirilen ve en sevilen çiçekler

arasında olan Kasımpatı (*Chrysanthemum sp.*), en eski Çin monografisi arasındadır (Buchmann, 2015).

İran'da (M.S. 1300–1700 ) ise; en önemli çiçek güldür. Perslerin 'rose' yani gül sözcüğü aynı zamanda onların genel "çiçek" kelimesi anlamındadır (Buchmann, 2015). Arkeologlar Irak'ta, mağaralarda yaşayan bir mezarda Neandertallerin gömdüğü çiçek demetlerini keşfederek; mezar ritüelinde kullanılan çok sayıda çiçek türünü ortaya çıkarmıştır. Avrupa'da çiçekler asırlar boyunca din, hanedanlık armaları, resim ve edebiyat ile ilişkilendirilmiştir. Ortaçağ ve Rönesans döneminde, bitki sembolizmi dini gerçekleri insanlara iletmek için bir araç olarak gelişmiştir (Fârcaş ve ark., 2015).

Rönesans'ta (M.S.1400–1600); sanatta ilerleme devri etkisini çiçek düzenlemede de göstermiştir. Hollanda'da (M.S.1550–1700) ise; çiçekler, resimlere fon olarak kullanılmaktan çıkmış, zarif buketler haline gelmiştir (Url,3). Fransa'da (M.S. 1715–1744) ise; günlük yaşamda ve şenliklerde kullanılmıştır (MEB, 2007).

Karmaşık bir çiçek sembolizm sistemi olan çiçek dilinin kökeninin, iletişim kurma yöntemi olan Türk Selam geleneğinden ilham aldığı da düşünülmektedir. Selam adı verilen çiçek dili fikri, oryantalist edebiyat döneminde ortaya çıkmıştır (Boehi, 2014). Selam fikri, 1763 yılında ölümünden sonra basılan Leydi Mary Wortley Montagu'nun mektupları Türkiye Büyükelçiliği tarafından yaygınlaştırılmıştır. "Parmakları hiç mürekkeplendirmeden" ve anlatılmak istenenlerin anlamları ile ilgili örnekler vererek, mesaj göndermenin mümkün olduğunu, bir iletişim yöntemi olarak selamı anlatmıştır (Kirkby ve Diffenbaugh, 2011). Selamlar, her biri önceden belirlenmiş bir anlama sahip olan ve bir araya getirildiklerinde mesajlar iletebilen küçük jetonlu sembolik nesnelere oluşan paketlerden oluşurken, Avrupalılar bu düşünceyi tamamen çiçeklerle ilişkilendirmişlerdir. Gizli bir dil fikri, Avrupa'da çiçek listelerine karşılık gelen, anlam listeleri içeren sözlükler ile birçok insanı büyülemiştir (Rhyner, 2012).

Antik çağ referansları ve çiçeklerin ortak semboller olarak paylaşılmış bilgisi olmasına rağmen, kültürel etkilerin bir kombinasyonu 19. yüzyılda "Çiçek Dili"nin yaygın olarak metalaşmasını sağlamıştır (Sheley, 2007). 19. yüzyılın başlarında, çiçeklerin dili ile ilgili kitaplar önce Fransa'da, sonra Almanya, İngiltere ve Kuzey Amerika'da popüler olmuştur (Boehi, 2014).

Çiçekler sözlüğünün ilk batı dili olan "Le Langage des Fleurs", 1819'da Charlotte de Latour tarafından yazılmıştır. Sembolik anlamları olan alfabetik bir çiçek listesi, çiçeklerin anlamlarının nasıl elde edildiğine dair açıklamalar genellikle mitolojiden, çiçek şiirinden, buket kombinasyonları ve ilettikleri mesajların örnekleri, çiçek sözlüğünü eşsiz hale getirmiştir

(Kirkby ve Diffenbaugh, 2011). Sözlükte, eğer genç bir adam bir kıza çan çiçeği (*Campanula sp.*) sunacak olsaydı, ona bağlılığını ilan ederdi gibi örnekler yer almaktadır (Seaton, 1982).

19. yüzyıl, çiçeklerin farklı kültürlerdeki sembolik anlamlarının dışında, yeni bir edebi ürün olarak çiçeklerin diline dair el kitapları da moda olmuştur. Oryantalizm akımı nedeniyle Avrupa'nın Doğu'ya ve onun gizemlerine ilgisi de artmıştır. Hatta yüzyılın başında Goethe, örneğin Doğu-Batı Divanı eserinde (1819) tılsımlara ve çiçeklere dair şifreli şiirler yazmıştır. Bu dilin, çiçekler ve duygular arasında doğrudan ilişki kurularak değil de, çiçeklerin adlarıyla kafiye oluşturacak sözcüklerin seçilmesi ve uygun biçimde yan yana getirilerek dizeye dönüştürülmesiyle elde edildiğini söylemiştir (Url,4). Çiçek dili kitaplarının ortak noktalarından bir diğeri ise, başka medeniyetlerin ve çağların da çiçek sembolizmine sahip olduğu fikriydi (Seaton, 1982).

Victoria Dönemi (1837–1901)'nde çiçekler diyaloglar arasında gizli mesajların iletilmesine izin verdiğinden, popüleritesi hızla artmış ve çiçeklere çok sayıda yeni anlamlar eklenmiştir (Pătraşcu, 2014). Çiçek sembolizmi önemli olmuş ve yaşamdaki tüm önemli durumlara uygulanmıştır: Aşıklar arasında kur yapmada “unutma benî” (*Myosotis sp.*), düğünlerde “portakal çiçekleri” (*Citrus sp.*), cenaze törenlerinde “servi” (*Cupressus sp.*) çelenk yapımında ön plana çıkmıştır. Popüler kültürden yüksek sanata, şairlere, ressamalara, kitap yazarlarına, dergilere, bestecilere ve liristlere kadar hepsi çalışmalarında bu fikirle rol almışlardır (Kirkby and Diffenbaugh, 2011). Victoria'lılar duyguların doğrudan ifade edilmeyeceği bir dönemde çiçeklere sembolik bir iletişim kodu olarak başvurmuşlardır (Pătraşcu, 2014). Bu dönemde belirli çiçekler, kodlu mesajları iletmek için hediye olarak gönderilir ve gönderenin duygularını özel bir şekilde ifade etmesine izin verilir. Çiçekler çoğu insan için cenaze törenlerinin bir parçasıydı, ruhun diğer dünyaya geçişini kolaylaştırdığına inanılırdı (Fărcaş ve ark.,2015), (Url,5).

Botanik, birçok Viktorialı için bilimden ibaret olmamıştır. Bitkilerin araştırılması, hem dini hem de bilimsel düşünceye ilgiyi temsil etmiş ve birçokları için dini inancı ilahi düzende bir doğaya yansıtmıştır. 1830-1860 yılları arasında Viktorya dönemi tarihinin “romantizmi”, duygulara ve hayal gücüne hitap eden bir “estetik bilimi” olarak kendini göstermiştir. 1840'ların ortalarına gelindiğinde, “çiçeklerin dili ve botanik dili ayrılmış, edebi ve bilimsel botanik farklı söylemler haline gelmiştir” (Catsikis, 2009).

Duyguları ifade etmek için çiçek anlamları kullanarak iletişim kurmak, yüzyıllardır dünya çapında geleneksel ve köklü bir uygulama haline gelmiştir (Bleiweiss, 2018). Ortaya çıkan teknolojik çağ, dünyayla olan ilişkimiz, zevkler ve eğilimler çarpıcı biçimde değişse de, çiçeklerin

modası hiç geçmemiştir. Çiçekler, geçmişte olduğu gibi insanlar için duyguları ifade etmenin bir yolu olmaya devam etmiştir.

### **Yunan Mitolojisi ve Çiçekler**

Eski çağlarda insanlar akıllarının almadığı şeyleri yeni anlamlar katarak, yeni benzetmeler ortaya koyarak anlamlandırmaya çalışmışlardır. Düşüncelerin yarattığı karışıklık içinde arayışa giren insanoğlu, efsanelerle mitolojilerini meydana getirmiştir. Doğayı anlamaya çalışan insanların, doğadaki çiçekleri anlamaya çalışırken mitolojik efsaneleri ortaya çıkarması kaçınılmaz olmuştur.

Mitoloji denince akla ilk gelen Yunan mitolojisidir.

Antik Yunan Mitolojisi, Yunan Tanrıları, Tanrıçaları ve kahramanları hakkındaki hikâyelerden oluşan sözlü edebiyatla yaratılmış ve yaygınlaşmış bir mitolojidir. Antik Yunanda her Tanrının bir görevi vardır. Tanrılar her yerde ve her zaman bütün işlere hazırdırlar. Kendilerini simgelerle belli ederler ve birçok işlevleri vardır. Çok güçlü, doğa olaylarından sorumludurlar (Türk, 2018).

Antik Yunan'da çiçekler, tanrıların mülkü olarak kabul edilmiş, bu coğrafyada çok özel bir anlam taşımışlardır (Url, 1). Çiçekler hakkında bilinen ve diğer kültürler için de çiçeğe dair efsanelerin çiçeklere anlam kattığı hatta günümüze yansiyarak çiçeğin dili olarak anlam yüklediği ortaya çıkmıştır. Antik Çağ'da özellikle Yunan uygarlığında çiçeklerin sembolizmi efsaneler, inançlar, estetik değerler ve medeniyet ile ilgili olmuştur (Margaris, 2000).

Çiçekler mitlerin içinde özel bir yer almıştır. Yunan mitolojisinde adı çokça geçen bazı çiçeklerin mitolojik hikayeleri ve ne anlam yükledikleri aşağıda açıklanmıştır.

#### **- Dağ Lalesi (*Anemone sp.*): *Terk ediliş, Kısa Süreli Aşk***

İsmi Yunanca'da "rüzgar" anlamına gelmektedir. Aynı zamanda Dağ lalesi (Şekil 1), kısa ömürlü bir çiçek olduğu için 'bir nefes gibi' şeklinde de tanımlanmıştır. Efsaneye göre; Myrrha, Mür ağacına (Mürrüsafi Ağacı) dönüşürken Adonis'e hamileydi. Lucina (doğum tanrıçası) Mür ağacına dokunur ve çocuğunu doğurmasına yardım eder. Doğan çocuk Adonistir. Adonis, çok güzel bir bebektir ve periler güzelliğinden dolayı onun da bir peri olduğunu düşünüp, dünyadan alırlar (Sökmen ve Tosun, 2012).

Başka bir efsaneye göre ise; Yunan aşk tanrıçası Afrodit ve Adonis'in aşkıyla ilişkilendirilmiştir. Adonis, Yunan mitolojisine göre, Aphrodite'in aşık olduğu ölümlü bir erkektir. Ağacın gövdesinden 9 ay sonra ölümlülerin en güzeli olan Adonis dünyaya gelir. Aphrodite'e görür görmez ona aşık olur ve onu saklaması için Persephone'ye verir. Persephone, Yunan mitolojisinde Zeus ile Demeter'in kızıdır. Hades tarafından

kaçırılıp, Hades'in sunduğu meyveyi yedikten sonra ölümler ülkesinin tanrıçası olmuştur. Persephone de delikanlıya vurulmuştur ve onu geri vermek istemez. İki tanrıça arasında kavga çıkar. Bunun üzerine araya giren Zeus, Adonis'in yılın dört ayını Persephone ile dört ayını Aphrodite ile geriye kalan zamanı da gönlünce geçirmesine karar vermiştir. Adonis'de kalan zamanını Aphrodite'e ayırmıştır. Adonis yeraltına girdiğinde yaz biter kış başlar, yeryüzüne çıktığında toprakların bereketi tekrar gelir ve ilkbahar olur (Şekil, 2). Kıskançlığa kapılan Persephone Adonis'in üstüne bir yaban domuzu salmış ve domuzun boynuzuyla yaralanan Adonis bir süre sonra ölmüştür. Aphrodite, gözyaşlarına boğulur. Yapacak hiçbirşeyi yoktur. Aphrodite, sevgilisini yaşatmak için, Adonis'in kasığından akan kan damlalarını, kıpkırmızı bir çiçeğe dönüştürür. Anemon'a (dağ lalesi). O gün bu gündür, ilkbaharda dağlar Anemonlarla süslenir. Terk edilen, kısa olan aşk bu çiçek ile sembolize edilmiştir (Kirkby ve Diffenbaugh, 2011). Aynı zamanda Anemon derin kederin sembolüdür, Beyaz anemon, masumiyeti temsil etmektedir (Pâtraşcu, 2014).



**Şekil-1:**Anemone(Url,6). **Şekil-2:**Adonis'in Uyanışı,W.Waterhouse 1899 -1900 (Url,7).

### **-Yabani Karanfil (Dianthus sp.): *Güzel Duygular***

Karanfil kelimesi, 'ten' anlamına gelen Latince karodan gelir, ancak Dianthus ismi Yunanca Dios'tan, 'Zeus' ve 'çiçek' anlamına gelen Anthos'tan gelir. Böylece, Dianthus ismi, Zeus'un çiçeği anlamına gelmektedir (Şekil 3).

Her zaman iyi duygular ve sevgiyi anlatan çiçeğin ismi (Kirkby ve Diffenbaugh, 2011), eski Yunan'da taç giyme törenlerinde kullanılan (Şekil 4) 'çelenk' ve /veya 'taç giyme' anlamına gelen 'coronation'dan geldiği ileri sürülse, orijinal pembemsi renkte olan, tanrının insan etine bürünmesine atfen, Latince 'et' anlamına gelen 'carnis' ve 'vücut bulma' anlamına gelen 'incarnation' kelimelerinden türediği iddia edilmektedir. Beyaz karanfiller ise saf sevgiyi temsil etmektedir (Url,8).

Bir Hristiyan efsanesine göre, "İsa, Haç taşırken Dünya'da karanfiller ortaya çıkmıştır. Pembe Karanfil bir annenin ölümsüz aşkının sembolü

haline gelmiştir (Chiurciu ve ark., 2018). Kırmızı Karanfil: Ölümde acıyı derinden paylaşmanın bir ifadesidir (Url,9).



Şekil-3:Karanfil (Url,10)Şekil 4:Taç Giyme Töreni.Libri -1520(Url,11).

**-Sümbül (Hyacinthus sp.): Bağlılık**

Mitolojide sümbül (Şekil 5) adını Apollon'un hayran kaldığı güzel bir genç olan Hyacinthus'tan aldığı söylenir. Bir disk atma oyunu sırasında Apollon yanlışlıkla Hyacinthus'u alnından vurur ve Hyacinthus yara alır (Şekil 6). Yere düşen kan damlacıkları sümbüllere dönüşür, çiçeklerinin sarkık olması acı içinde kafalarını yere eğdiklerine delalettir (Kirkby ve Diffenbaugh, 2011). Sümbül, filorografi'de iyiliği ve hayırseverliği temsil eder, Venüs'ün güzelliğini arttırmak için de sümbüllerin içinde yıkandığı rivayet edilir (Skinner, 1911).



Şekil-5: Mor Sümbül (Url,12) Şekil-6: Hyachintus'un Ölümü.Giovanni Battista Tiepolo -752 (Url,13).

**-Süsen (Iris sp.): Müjde, Haber**

İris (Şekil 7), gökkuşağını kişileştirdiği, cenneti ve dünyayı birbirine bağladığı Antik Yunan inancından gelmektedir (Fârcaş ve ark., 2015). İyi haberlerin ve güzel dileklerin habercisidir. Mitolojide Iris, gökkuşağı tanrıçasının, cennetle yeryüzü arasındaki bağlantısı olmuştur (Şekil 8). Üç

yapağı, Orta Çağ'ın sosyal sınıflarını temsil ettiği söylenir: işçiler, savaşılar ve rahipler (Fârcaş ve ark., 2015).

Ayrıca tanrıların elçisi sayılmış; renkli elbiseler giydirildiği düşünülerek, dünyadaki ölümlülere umut mesajları getirdiğine inanılmıştır. İris, gökkuşağı gibi çok sayıda renge sahiptir, akla gelebilecek her ton, özenle boyanmış ve bu nedenle 'haberci', ilham verici olarak anlamlandırılmıştır (Kirkby ve Diffenbaugh, 2011).

Mitolojide bir kadının ölümünde ona eşlik etmesi için mezarına mor bir iris dikildiği söylenmektedir (Buchmann, 2015). Günümüzde hala hanedanlık armaları sembolleri ve modern logolar için kullanılmaktadır (Kandeler ve Ullrich, 2009).

İrisler ayrıca hayranlık, arınma, iyi haberler, ışık ve umut ifade edebilir. Sarı iris, tutkunun sembolüdür. Mavi iris, inanç ve umudu temsil ederken, mor bilgeliği, beyaz saflık anlamına gelir (Fârcaş ve ark., 2015).



**Şekil-7:** Süsen, İris (Url,14) **Şekil 8:**Suyu Olympus'a taşıyan Iris. Guy Head -1793 (Url,15).

#### **-Lavanta (Lavandula sp.): Şüphe**

Asırlar önce, engerek yılanlarının lavanta dikili alanlara girdiği tespit edilmiştir. Bu nedenle lavanta dikilmiş alanlara dikkatle yaklaşmış ve lavantaya (Şekil 9) 'şüphe' anlamı yüklenmiştir. En eski zamanlardan beri lavanta, evlerin etrafında güzel kokusu ile kötü koku dağıtıcısı olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bitkinin botanik adı Lavandula, "yıkamak" anlamına gelen Latince lavare'den türetilmiştir (Şekil 10), (Kirkby ve Diffenbaugh, 2011). Kökeni, yıkanırken aynı zamanda güzel kokmak dan kaynaklıdır.



Şekil-9:Lavanta (Url,16) Şekil-10:İsa ve Havarileri Lavanta ile ayaklarını yıkarken (Url,17).

**-Nergis(Narcissus sp.): Yeni Bir Başlangıç**

Nergis, kış sonunu ve yeni bir mevsimin başlangıcını işaret etmektedir (Şekil 11). Yunan mitolojisinin kendisine âşık kahramanı Narkissos; Tanrı Kephisos ve Liriope'nin oğludur (Özkan, 2012). Echo'nun sevgisini kazanan ama karşılığında onu sevmeyen bir gençtir (Skinner, 1911).

Mitolojiye göre; genç Narkisos kendisine hayran olan birçok kişiyi reddetmiştir. Narkisos tarafından küçümsenmiş bir aşığın duasına cevap veren Tanrıça Nemesis, tıpkı kendisinin daha önce birçok kişiye yaşattığı gibi Narkisos'u karşılıksız aşkla cezalandırmıştır. Narkissos suda kendi yansımasını görerek yansımasına âşık olmuş ve ölene kadar kendi yansımasını umutsuzca izlemiştir (Şekil 12), (Levy ve ark, 2011). Başka bir rivayete göre de; aşkına ulaşmak isterken suya düşerek boğulmuş ve düştüğü yerde nergis çiçeği açmıştır (Ekşi ve Demirci, 2017).



Şekil-11:Nergis (Url,18). Şekil 12: Echo Narcissus'a bakarken J.W. Suevi -1903 (Url,19).

**-Gelincik (Papaver sp.): İncelik, Hayat Veren**

Çok tohumlu gelincik (Şekil 13), hayat veren olarak kabul edilmiş ve bu nedenle Tarım tanrısı Demeter ile ilişkilendirilmiştir. Toprağa bereket vermek anlamına gelmektedir (Margaris, 2000). Yunan mitolojisinde bir

çok tanrının vazgeçmediği bir çiçektir (Url,20). Gelincik aynı zamanda Afrodit'in de amblesmidir.Hem doğurganlığı, hemde sevgiyi simgelemektedir (Fărcaş ve ark., 2015).

Çeşitli figürlerde Tanrıça Demeter başında ve elinde gelincik çiçeği ile tasvir edilmiştir. Demeter 'in kızı Persephone; kırdaki gelincik toplarken ölümler ülkesi tanrısı Hades tarafından kaçırılmıştır. Yunan mitolojisine göre, gelincik uykuyu verici etkisi Persephone'nin yeraltına indiği zamanı simgelemektedir (Şekil 14). Gelincik kırmızı renginin de ölümden sonraki dirilişini sembolize ettiği düşünülmektedir (Özkan, 2012). Gelincik çiçeğinin hassas yapısı, hassas insanlarla bağdaştırılmıştır. Gelincik kırmızı yapraklarının ince ve sedefimsi dokusu, kişinin yüreğinin inceliğini, hassaslığını, çiçekteki siyah çizgileri ise, kişinin yüreğindeki acının kimi zaman sevgiden kaynaklandığı kanısına varılmıştır (Url, 20).



Şekil 13: Gelincik (Url, 21) Şekil 14: Uyku tanrısı ve Kardeşi.J. W. Waterhouse - 1874 (Url, 22).

#### **-Leylak (Syringa vulgaris): Aşkın İlk Duyguları**

Leylak (Şekil 15), koku, zarafet ve incelik birliğidir. Çiçeğin soluk tonları, kısa ve geçici güzelliği anlatır (Kirkby ve Diffenbaugh, 2011).

Yunan mitolojisine göre; leylakların hikayesi 'Syrinx' isminde güzel bir periyle başlar. Perinin güzelliğinden etkilenen ormanların ve çobanların tanrısı (yarı keçi-yarı insan) Pan, periyi bir türlü rahat bırakmaz. Onu ormanın en kuytu köşelerine kadar kovalayan Pan'dan çok korkan Syrinx, en sonunda leylak çiçeğine dönüşür. Periyi kaybeden Tanrı Pan ise leylağı bulur ve çiçeğin içi boş olan saplarından meşhur flütünü yapar. Yunanca 'nefes borusu' anlamına gelen 'syrinks' kelimesinin buradan geldiği söyleniyor (Şekil 16).

Baharın müjdecisi olarak kabul edilen çiçek, özgüveni ve itimadı sembolize etmektedir (Url,23).



**Şekil-15:** Leylak (Url,24) **Şekil 16:** Pan ve Syrinx.1690-1734 (Url,25)

**-Zambak (Lilium sp):** *Görkem, Şehvet*

Kökeni M.Ö. 1580'lere dayandığı için Yunan mitolojisinde önemli bir rolü olan bu görkemli çiçek, Yunanca 'Leiron' kelimesinden türetilmiştir (URL8). Zambak (Şekil 17), güzelliği ile emperyal boyuta sahip bir çiçektir; uzun ve narin sapından aşağı doğru eğildiğinde, doğanın saygı duymasını talep ediyor gibi görünmektedir. Mükemmellik amblemi olan bu görkemli çiçeğin tüm çeşitleri arasında, en çok saygı duyulan beyaz zambaklardır (Kirkby ve Diffenbaugh, 2011).

Mitolojide; Tanrı Zeus karanlık bir gecede Olympos dağından Thebai kentine geldiğinde, güzeller güzeli kraliçe Amphitryon'a hayran kalmıştır. Kralın seferde olduğu bir gecede Amphitryon 'u elde etmeyi başarmış ve bu beraberlikten bir erkek çocuk dünyaya gelmiştir. Bu çocuğun tanrısallaşması için ana tanrıça Hera'dan süt emmesi gerekmiş, gururu kırılan Hera bunu kabul etmemiştir. Bir gece Hera uyurken Zeus çocuğu onun kucağına bırakmış ve sonra Herakles (Herkul) olacak aç çocuk, kadının göğsünü öyle bir emmiş ki, ağzından sütler fışkırmıştır. Dünya üzerine düşen bu süt damlacıkları yeryüzünde birer akzambağa dönüştüğü rivayet edilmektedir (URL26).

Yunan mitolojisinde zambak, Hera'nın sütü ile ilişkilendirilerek saflık ve iffet anlamı verilmiştir (Şekil 18), (Chiurciu ve ark., 2018).

İncil'e göre ise, beyaz tepeleri, Meryem Ana'nın iffet, saflık ve parlak ruhunun bir simgesidir; dik sapı dindarlığı (gerçek inanç), çiçek sapının küçük ve göze çarpmayan yaprakları alçak-gönüllülüğün sembolüdür. Beyaz taç yaprakları saflık ve iffet anlamına gelirken, kokusu ilahi vasfi temsil eder. Zamanla, bu bitkinin anlamları çoğalmış; umut, inanç, doğum, yenileme, merhamet, tutku, analık, mükemmellik, anılar, koruma, yüksek maneviyat, birlik ve ortaklığı temsil etmiştir ( Färcaş ve ark., 2015).



**Şekil-17:** Beyaz Zambak (Url,27).**Şekil-18:** Herkül ve Hera. Jacopo Tintoretto 1575-1580 (Url,28).

**-Çayır Papatyası (Bellis Perennis):** *Masumiyet, Saflık*

Papatyalar (Şekil 19) incelik ve zarafeti simgeler. Hikayeye göre; bu güzel çiçeği gökyüzü tanrıçası Asterea'nın yarattığı söylenir. Asterea tanrılar diyarından gökyüzüne baktığı zaman hiç yıldız olmadığını görmüş ve ağlamaya başlamış. Tanrıçanın gözyaşlarının düştüğü yerlerde bu zarif çiçekler ortaya çıktığı rivayet edilir (Şekil 20) , (Url,29).

Papatya ismi, bitkinin meyveli kokusuna referans olarak verilen 'dünya elması' anlamına gelen Yunanca yazılmış olan *hamaemelon* kelimesinden türemiştir. Papatya evrensel olarak, gönül işlerinin bir kehaneti gibiydi. Yaprakları tek tek toplanır sırayla seviyor, sevmiyor sayılır ve kalan son yaprak sevginin ölçüsünün göstergesi sayılmıştır (Kirkby ve Diffenbaugh, 2011).

Papatya, geleneksel olarak masumiyet ve güzellik ilişkilendirmeleri ve “gündüzün gözü” olarak döngüsel görüntüleri (ışığın varlığında ve yokluğunda açılıp kapanması) ile bilinen bir çiçektir (Catsikis, 2009).



**Şekil-19:** Papatya (Bellis) (Url,29)



**Şekil-20:** Astrea (Url, 30).

Bir efsaneye göre; Bellis'in adı Belides adında bir su perisi veya orman perisidir. Belides, sevgilisi Ephigeus ile ormanda dans eder ve mevsimlerin, meyvelerin ve bahçelerin tanrısı Vertumnus'un ilgisini çeker. Vertumnus'tan kaçmak ve sevgilisi Ephigeus'u korumak için kendini papatyaya dönüştürmüştür (Url,31).

**- Ayçiçeği(Helianthus sp.): Mutluluk**

Ayçiçeği sembolizmi, altın rengi ve aynı zamanda büyüme sırasında güneşe bakacak şekilde eğildiği için güneşle ilişkilidir. Bütün bu özellikler onu “güneş” çiçeği olarak tanımlar.

Ayçiçeği (Şekil 21) dini inanç için mükemmel bir sembolü idi. Çünkü insan ruhu inanç ışığını ve derin maneviyatla bağlantıyı ararken her zaman ışığa dönmüştür. Ayçiçeği renginden dolayı, canlılık, sıcaklık ve enerjinin yanı sıra doğurganlık, mutluluk, sağlık, bilgelik anlamına gelmektedir. Ayrıca ciddiyetsizlik ve sahte zenginlik anlamına da geldiği söylenmektedir (Färcaş ve ark., 2015).

Mitolojide ayçiçeği, ya da günebakan olarak bildiğimiz bu çiçek, Apollon'a aşık Pers prensesi Clytie'den başkası değildir. Aşkına karşılık bulamayan Clytie, Apollon'un giderek sevdiğinin gökyüzünde kendisini göstermesini bekler. Ama hiçbir şekilde Apollon ona karşılık vermez. Clytie'nin kız kardeşi Leucothoe'ye aşık olur. Clytie aşkıdan bitkin düşer. Artık güneşin kavurucu ışıklarından, güneşe bakarken başı dönmeye, gözleri kararmaya başlar ve sonunda ölür. Apollon Clytie'nin cansız bedenini görünce çok üzülür ve Zeus'a bir şeyler yapması için yalvarır. Zeus da Clytie'yi sarı saçlı bir çiçeğe dönüştürür. Artık Clytie, günebakan suretinde Apollon'u sonsuza dek takip edecek, aşkını yaşatmaya devam edecektir (Url,32).

Yunan mitolojisinde geçen benzer bir başka efsane de şu şekildedir:

“Klytia güneşe âşık bir genç kızdır. Ancak tıpkı onun gibi Leucothoe de güneşe âşıktır. Güneş ikisi arasından Leucothoe'yi seçer ve Klytia'ya yüz çevirir. Bunun üzerine kıskançlık yapan Klytia, Leucothoe'nin babasına kızıyla güneşin kaçamak aşkını söyleyince, Klytia derin bir çukurda ölüme terk edilerek cezalandırılır. Leucothoe ise sevgilisi güneşi kaybeder. Güneş artık onu görmeye gelmez. Bu yüzden çılgına dönen Leucothoe, her zaman yüzünü güneşe dönen günebakan çiçeğine dönüşür” (Şekil 22),(Özkan, 2012).



**Şekil-21:** Ay Çiçeği (Url,33) **Şekil-22:**Clytie Ayçiçeği'ne Dönüşmesi (Url,34).

### Sonuç

Günümüz dijital dünyasında, bazen anlatamadığımız ya da ifade etmekte zorlandığımız duygularımızı anlaşılır hale getirmek için emojiiler kullanırız. Aslında Floriografi, diğer bir deyişle “çiçek dili” bu durumun geleneksel temsili halidir. Antik döneme ait çeşitli kültürlerde, bazı çiçeklerden söz edildiği, efsanelere konu olduğu ve bunlara kutsal anlam yüklediği, sembolleştirildiği görülmüştür. Geleneksel ve köklü bir uygulama olan floriografi, geçmişten günümüze tüm dünyada ve her kültürde en önemli ritüellerde ve geleneklerimizde ortaya çıkmış, zaman içinde efsanelerle, farklı hikayelerle anılan, bazen kutsallaştırılan çiçekler, estetik değerler ile gelişip sembolik anlamlar yüklenerek iletişimin kurulmasını da kolaylaştırmıştır.

Çiçekler, antik çağlardan anlamları ile sözlü olarak gelmiş ve zamanın geçişi ve değişen koşullar olsa da anlamlarını tam olarak yitirmemiştir. Her dönemde sevginin, temizliğin ve güzelliğin sembolü olan, özünde sanat ve güzellik barındıran çiçek için, farklı mitolojik hikayeler ve efsaneler vardır. Ancak bu hikayelerin en kalıcı olanı, kültürden kültüre geçip günümüze ulaşan Yunan mitolojisi olmuştur.

Bu mitolojik hikayelerin binlerce yıl öncesine ait olmasına rağmen Yunan mitolojisi hiçbir zaman önemini kaybetmemiştir. Günümüzdeki antik Yunana ait sanat eserlerin varlığını koruduğunu görmek, dünyanın hâlâ Yunan mitolojisine hayranlık duyulduğunun kanıtıdır. Bu hikâyelerin, modern düşünce yapısını biçimlendirmede büyük katkısı olan bilge adamlar tarafından yazıldığı da unutmamalıdır. Yunan mitolojisini bilmeden mimarlığı, güzel sanatları, edebiyatı anlamak da imkânsız olacaktır.

Çiçeklerle ilgili inanışlar, her zaman dini inançlara bağlı olmasa da, tanrıya ait semboller içermesi sebebiyle kutsaldırlar. Antik Yunan'dan bu

zamana kadar bizlere daima tanrıyı hatırlatmıştır. Genellikle çiçek, tanrı ve tanrıçalarla ilişkilendirilmiştir.

Çiçeklerle ilgili tüm efsane ve hikâyelerin temelinde; yaratma, faydalanma, korunma yoluyla tanrıya, güzelliğe, sevgiye ulaşma fikri vardır. İnsan, tabiat ve tanrı birbirlerinden kopmayan bir döngü içindedir (Özkan, 2012). Çiçekler de eskiçağlardan bugüne bu döngünün devamını sağlayan temel unsurlar olmuştur. Avrupa, Asya ve Orta Doğu'daki geleneksel kültürlerde uygulanmıştır.

Çiçeklere mitolojik, folklor, din ve tarihi olaylardan esinlenerek anlamlar verilmiştir (Chiurciu ve ark., 2018). Antik çağlardan günümüze kadar çiçek dili önemli ölçüde gelişmiştir ve bugün güncellenmiş çiçek yorumları ve en özgün duygu transkripsiyonları sunmaktadır (Bleiweiss, 2018).

Genellikle kişinin kendisini temsil ederek; sempati, iyi dilek, dostluk veya sevgisini gösterdiği çiçek, taşıdığı anlamlarla daha kat kat duygular barındırmaktadır. Kelimenin tam anlamıyla çiçeklerle kendini ifade etme anlamına gelen floriografinin evrenselleşebilmesi için anlamların aynı olması gereklidir. Çiçeklerin hikayeleri ve kattıkları anlamları bilmek ve günümüzde çiçeklerin anlamlarına dikkat edilerek iletişime geçmek güzel bir gelenektir.

Dil, en önemli anlaşma ve kültür aktarma aracıdır. Kültürün de iskeleti, geleneklerdir. Modernliğin büyük kısmının geleneksel unsurlar taşıdığı, hatta taşınması gerektiği, zira modernliğin bir gelenek olmadan var olamayacağını vurgulayan Armağan (2005), aslında günümüzde birçok şeyin geleneklerle günümüze aktarıldığını da güzel bir şekilde ifade etmektedir.

Mitler ve efsaneler, toplumun hayat görüşünü, yaşam biçimini, yücelttiği değerleri içlerinde barındıran, binlerce yılın izlerini taşımaktadırlar (Yıllar, 2005). Bu geleneksel ve köklü uygulamayı gelecek kuşaklara aktarabilmek için geçmişi bilip hareket etmenin doğru bir yaklaşım olacağını, mitler ve efsanelerin bilimde, sanatta, doğada araç olarak kullanılabilmesi unutulmamalıdır.

## Kaynakça

- ARMAĞAN M.,(2005). "Heidegger, NasR ve HoDgson: Gelenekle Yeniden Yuzleşme", *Muhafazakar Düşünce* , Yıl: 1 -Sayı: 3,29-38
- BLEİWEİSS, A. (2018). 'Machine floriography: Sentiment-inspired flower predictions over gated recurrent neural networks', *ICAART 2018 - Proceedings of the 10th International Conference on Agents and Artificial Intelligence*, 2(Icaart),. doi: 10.5220/0006583204130421. pp. 413–421.
- BOEHİ, M. (2014)."Flowers are South Africa's Silent Ambassadors ": Flower Shows and Botanical Diplomacy in South Africa", *The Politics OF Nature and Science in Southern Africa*. (March), pp. 149–176.
- BUCHMANN, S. (2015) "The Reason for Flowers: Their History, Culture", *Biology, and How They Change Our Lives*. New York: Schribner. doi: 10.1038/nrdp.2015.5. 1-342
- CATSİKİS, P. J. (2009) 'A Brilliant Burst of Botanical Imagination': *Proserpina and The Nineteenth-Century Evolution of Myth*. University of Glasgow Faculty of Arts, 1-288
- CHIURCIU, I.-A. , ZAHARIA I., SOARE E, DOBRE C, MORNA A.A. ve ark. (2018) 'Research on the European Flower Market and Main Symbolic Values of the Most Traded Species', *Scientific Papers-Series Management Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, 18(2), pp. 107–118.
- EKŞİ, F. and DEMİRCİ, İ. (2017) "Büyüklemeçi Narsisizmin İki Farklı Yüzü: Narsistik Hayranlık ve Rekabetin Mutlulukla İlişkisi", *Eğitim Bilimleri Dergisi*, 58,. doi: 10.15285/maruaebd.330008. pp. 37–58
- FÄRCAŞ, C., CRISTEA V., FÄRCAŞ S , TUDOR U. , ROMAN A. (2015) 'The symbolism of garden and orchard plants and their representation in paintings (I).', *Contributii Botanice*, 50 . 89-200
- KANDELER, R. VE ULLRİCH, W. R. (2009) 'Symbolism of plants: Examples from European-Mediterranean culture presented with biology and history of art', *Journal of Experimental Botany*, 60(4), doi: 10.1093/jxb/erp042. pp. 1067–1068.
- KİRKBY, M. VE DİFFENBAUGH, V. (2011) "Language of Flowers". *United Kingdom: United States by Ballantine Books*.
- LEVY, K. N., ELLİSON, W. D., & REYNOSO, J. S. (2011). "A historical review of narcissism and narcissistic personality." In W. K. Campbell & J. D. Miller (Eds.), *The Handbook of Narcissism and Narcissistic Personality Disorder, Theoretical Approaches*,

- Empirical Findings, and Treatments* (pp. 3-13). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc
- MARGARİS, N. S. (2000). 'Flowers in Greek Mythology', *Acta Horticulturae*, 541, DOIP: 10.17660/ActaHortic.2000.541.1. pp. 23–29.
- MEB (2007). "Megep (Meslekî Eğitim Ve Öğretim Sisteminin güçlendirilmesi Projesi) Bahçecilik", *Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları*, Ankara.
- ÖZKAN, Ş. (2012). "Anadolu Türk Folklorunda Bitki Adlarının Veriliş Hikayeleri Üzerine Bir İnceleme", *Selçuk Üniversitesi Dergisi* 1-90
- PÄTRAŞCU, C. (2014) 'Symbolic Codes of Communication in the Victorian Era: The Language of Flowers in John Fowles's The French Lieutenant's Woman', *Cultural Intertexts*, 1(1–2), Available at: <https://www.cceol.com/search/article-detail?id=585623>. pp. 95–102.
- RHİZOPOULOU, S. (2004). "Symbolic plant(s) of the Olympic Games" *Journal of Experimental Botany*, Vol. 55, No. 403, pp. 1601–1606, August 2004 DOI: 10.1093/jxb/erh222 Advance Access publication 16 July, 2004
- RHYNER, C. K. (2012)." Flowers of Rhetoric:The Evolving Use of the Language of Flowers in Margaret Fuller's Dial Sketches and Poetry", *Elizabeth Stoddard's The Morgesons, Edith Wharton's Summer, Mary Austin's Santa Lucia and Cactus Thorn, and Susan Glaspell's The*. Georgia State University. Available at: [https://scholarworks.gsu.edu/english\\_diss/88](https://scholarworks.gsu.edu/english_diss/88).
- ÖZÇALIK, M. (2017)."Lotus Çiçeğinin Farklı Kültürlerdeki Önemi Ve Peyzaj Tasarımında Kullanımının İrdelenmesi" *Uluslararası Uygur Araştırmaları Dergisi*, 2017/10. 22-28
- SEATON, B. (1982) 'French Flower Books of The Early Nineteenth Century', *Nineteenth-Century French Studies*, 11(1), Available at: <https://www.jstor.org/stable/23536366>, pp. 60–71
- SHELEY, N. S. (2007) 'The Language of Flowers' as Coded Subtext: Conflicted Messages of Domesticity in Mary Wilkins Freeman's Short Fiction', *Working Papers on Design*, 2.
- SKİNNER, C. M. (1911) "Myths and Legends of Flowers, Trees, Fruits, and Plants. Philadelphia", USA: J. B. Lippincott Co.
- SÖKMEN, A. ve TOSUN, F. (2012) 'Kültür ve Bitkilerde Bilimsel Adlandırma', *Batman University Journal of Life Science*, 1(2), pp. 18–20.

- THANOS C. A. (1994)."Aristotle and Theophrastus on plant animalinteractions". In: Arianoutsou M, Groves RH, eds. *Plant–animalinteractions in Mediterranean type ecosystems* . The Netherlands:Kluwer Academic Publishers, 3–11.
- TÜRK M.,(2018). "Antik Yunan Din Anlayışı," *Kastamonu Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Felsefe Bölümü bitirme tezi*.
- URL1,2020. <http://www.yenimesaj.com.tr/eski-ve-romantik-bir-rituel-cicek-gondermek-H1305469.htm..>
- URL2,2020: <https://www.jinepsgazetesi.com/makale/mitolojide-cicek-1542>
- URL3,(2020): <https://kabafii.com/cicek-dili-ve-tarihteki-yeri-2781>
- URL4,(2020): <http://acikradyo.com.tr/botanitopya/ciceklerin-dili>
- URL5,(2020): <https://www.rebeccatook.com/all-essays/tag/oxford>
- URL6,(2020): <https://www.ftd.com/blog/share/anemone-meaning-and-symbolism>
- URL7, (2020): <https://en.wikipedia.org/wiki/Adonis>
- URL8,(2020): <https://yesilgazete.org/blog/2017/11/18/ciceklerin-dili-seran-vreskala/>
- URL9,(2020): <https://emoji.com.tr/cicek-anlamlari/>
- URL10,(2020): [https://tr.123rf.com/profile\\_dimitriosp](https://tr.123rf.com/profile_dimitriosp)
- URL11,(2020): <http://www.bbc.com/culture/event/20151016-girolamo-dai-libri>
- URL12,(2020):<http://dogalhayat.org/wpcontent/uploads/2014/05/45c48cce2e2d7fbdea1afc51c7c6ad26-1399356655.JPG>
- URL13,(2020):[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Giambattista\\_Ti\\_epolo - The Death of Hyacinthus - Google Art Project.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Giambattista_Ti_epolo_-_The_Death_of_Hyacinthus_-_Google_Art_Project.jpg)
- URL14,(2020): <https://www.florablom.com/en/iris-germanica-alcazar/>
- URL15,(2020): [https://en.wikipedia.org/wiki/Iris\\_\(mythology\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Iris_(mythology))
- URL16,(2020): <https://images.unsplash.com/photo-1530191111862-77f15ffeb689?ixlib=rb1.2.1&ixid=eyJhcmRhbWQiOjE5MDd9&auto=format&fit=crop&w=750&q=80>
- URL17,(2020): <https://www.anticswiss.com/en/fine-art-antiques/flemish-table-lavender-of-the-feet-16th-century-13125>
- URL18,(2020): <https://www.almanac.com/plant/daffodils>

- URL19,(2020):<https://www.historicmysteries.com/narcissus-myth-version-poets/>
- URL20, (2020): <https://afyonprestij.com/gelincik-cicegi/>
- URL21,(2020):<https://shop.staudenfan.de/produkt/papaver-commutatum-ladybird-marienkaefermohn/>
- URL22,(2020): <https://okuryazarim.com/yunan-mitolojisininde-uykutan-risi-hypnos/>
- URL23,(2020): <https://www.farmergracy.co.uk/products/crocus-sativus-bulbs-uk>
- URL24,(2020): <https://www.greeklegendsandmyths.com/crocus.html>
- URL25,(2020): <https://unsplash.com/s/photos/lilac>
- URL26,(2020): <https://www.greeklegendsandmyths.com/syrinx.html>
- URL27,(2020):<https://www.slideshare.net/guest6048ba/bazibitkilerin-mitolojideki-yeri>
- URL28,(2020):<https://www.cicekal.net/blog/wpcontent/uploads/2017/11/Zambak-Ne-Zaman-Cicek-Acar-e1510150279295-768x568.jpg>
- URL29,(2020):[https://tr.wikipedia.org/wiki/Hera#/media/Dosya:Jacopo\\_Tintoretto\\_-\\_The\\_Origin\\_of\\_the\\_Milky\\_Way\\_-\\_Yorck\\_Project.jpg](https://tr.wikipedia.org/wiki/Hera#/media/Dosya:Jacopo_Tintoretto_-_The_Origin_of_the_Milky_Way_-_Yorck_Project.jpg)
- URL30,(2020): <https://unsplash.com/photos/TH3ax0OeiX0>
- URL31,(2020): <https://www.theoi.com/Titan/Astraia.html>
- URL32,(2020): <https://juridicious.com/tag/vertumnus/>
- URL32,(2020): <https://bloomandfresh.com/blog/aycicegi/>
- URL33,(2020): <https://tr.wikipedia.org/wiki/Helianthus>
- URL34,(2020):<http://01greekmythology.blogspot.com/2013/12/clytie.html>
- YILMAZ Ö., (2005). “Mit-Efsane ve Eğitim”. *Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi* Yıl: 2005 Sayı: 11,s. 383-392.

## BÖLÜM XIV

### **TEKSTİL YÜZEYLERİNİN VE TEKSTİL TABANLI KOMPOZİT MALZEMELERİN İÇ MEKÂNDA TASARIM ÖGESİ OLARAK İRDELENMESİ**

*Umay Yılmaz Arer\* & Nuray Öz Ceviz\*\**

Dünyada hızla gelişmekte olan malzeme teknolojisi tekstilden mimarlığa kendine birçok alanda yer bulmaktadır. Rezervlerin hızla kaybolması veya azalması malzeme teknolojisinin gelişmesinde oldukça önemli bir yere sahiptir. Tüm bu gelişmelerin paralelinde değişen teknolojinin sebep olduğu birçok olumsuz reaksiyon farklı noktalardan ele alınarak değerlendirilmeli ve bu perspektifte çalışmalar yapılması gerekmektedir. Enerji darlığı her sektörü etkilediği gibi mimarlık ve tekstil sektörünü de etkilemiş ve yeni ekonomik tasarımların çözümlenmesi gerekliliğini doğurmuştur. Sektördeki en önemli sorunlardan biri olan eksik malzeme bilgisi veya malzemenin yanlış kullanımının birçok hatalı ve/veya fazla maliyetli projenin üretilmesine, inşasına yol açtığı gözlemlenmiştir. Tasarımcı açısından en önemli nokta Romalı Mimar Vitruvius'un "Mimarlık Üzerine" kitabında da belirttiği ve Resim 1'de görüldüğü üzere tasarımında sağlamlık, ekonomiklik, estetik olması, kullanılabilirlik, sağlık koşullarına uygun olması, uzun süreli kullanımlarda çabuk deforme olmaması vb. gibi tasarım kriterleridir. İşte bu noktada malzeme bilgisinin önemi ortaya çıkmaktadır; öyle ki iyi bir tasarım sadece form kaygıları ile tasarlanan değil aynı zamanda işçilik ve malzeme bilgisi ile de paralel ilerleyen ve bu doğrultuda tasarım çerçevesi oluşturan öğeler içermelidir. Bir malzemeyi yerinde ve doğru kriterler altında uygulamak malzemeyi iyi tanımaktan geçmektedir. Göz ardı edilen bu sebeplerden ötürü birçok tasarımın zayıf olduğu veya tasarımda aksaklıkların olduğu görülmektedir. Bu bağlamda ileri teknoloji ürünü olan kompozit malzemelerin birçok sektörde olduğu gibi mimarlık ve tekstil alanında da önem kazandığı görülmektedir.

---

\* (Doktora Öğrencisi) ; Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İç Mimarlık Anabilim/Ana Sanat Dalı, İç Mimarlık Doktora Programı, İstanbul, Türkiye. E-mail: umayilmaz@hotmail.com

\*\* (Öğr. Gör.) ; Marmara Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Tekstil, Giyim, Ayakkabı ve Deri Bölümü, İstanbul, Türkiye. E-mail: nuray.ceviz@marmara.edu.tr



**Resim 1.** Tasarım Kriterleri Şablonu

Teknolojik gelişmelerin malzeme alanındaki değişimlere bağlı olarak ilerlediği ve şekillendiği bir gerçektir. Zira insanoğlu, yaşam standartlarını yükseltmek, daha refah bir yaşam elde etmek için yeni malzeme arayışları içindedir. Bu arayış Malzeme Bilimi, Malzeme Mühendisliği gibi yeni alanlara da yol açmıştır. Böylece malzemenin iç yapısı Malzeme bilimi tarafından incelenirken, uygulamaları ve nasıl kullanılacağı Malzeme Mühendisliğinin konusunu oluşturmuştur (Destanoğlu, 2019). Kullanıldığı disiplin ne olursa olsun, teknolojik gelişmelere ilişkin son sınırlamalar malzemelere bağlıdır. Bu bağlamda kompozit malzemeler, malzemelerdeki optimizasyonunun sürekli çabaları olan dev bir adım olarak ifade edilmektedir. Bu malzeme grubu fikri geçmişten günümüze birçok alanda karşımıza çıkmaktadır. Doğa, kompozit malzemeler fikrinin kullanıldığı örneklerle doludur. Örneğin hindistancevizi, hurma yaprağı, esas olarak, fiber takviye konseptini kullanan bir konsoldur. Odun lifli kompozittir; bir lignin matrisinde selüloz lifleri, yüksek gerilme mukavemetine sahiptir, ancak çok esnektir (yani düşük sertlik), lignin matrisi lifleri birleştirir ve sertliği sağlar (Chawla 2012). Tekstil tasarımı estetik yetkinliğin yanı sıra üretim teknolojilerine hâkim olmayı da

gerektiren bir yaratı alanıdır. Tekstilin mimari alanlarda sıklıkla kullanılmaya başlayan bir yapı malzemesi haline gelmesi, tekstillerin işlevsel ve estetik değerlerinin mekân tasarımına katkıları, bilişim ve yazılım teknolojilerinin tekstil ürünlerine adapte edilmesi, mühendislik ve mimarlık alanlarıyla tekstil tasarımcıların multidisipliner çalışmalar geliştirmelerine olanak sağlamaktadır (Özkendirici, 2010).

Kompozit malzemeler olarak adlandırılan ve piyasada kendine çok geniş bir yelpaze oluşturan malzeme grubu üzerinde birçok tanımlama yapılmıştır. Halit Yaşa Ersoy'a göre kompozit malzeme belirli bir amaca yönelik olarak en az iki farklı malzemenin bir araya getirilmesiyle meydana gelen malzeme grubudur. Üç boyutlu nitelikteki bu bir araya getirmede amaç, bileşenlerin hiç birinde tek başına mevcut olmayan bir özelliğin elde edilmesidir. Diğer bir deyişle, amaçlanan doğrultuda bileşenlerin daha üstün özelliklere sahip bir malzeme üretilmesi hedeflenmektedir (Ersoy 2001). Bir başka tanımda ise; kompozit malzeme birbirlerinin daha zayıf yönlerini düzelterek üstün özellikler elde etmek amacıyla bir araya getirilmiş değişik fazlardan oluşan malzeme sistemine denilmektedir (Onaran 2009).

Kompozit malzemeler oluşturulurken aranan dört koşul mevcuttur. Bunlar yapay malzeme olması, kimyasal bileşimler açısından birbirinden farklı ve belirlenmiş ara yüzler ile ayrılmış minimum iki malzemenin bir araya gelmiş olması ve bu bileşenleri oluşturan hiçbir malzemenin tek başına sahip olmadığı özellikler içermesi olarak sıralanabilir (Ersoy 2001). Bu malzeme grubunda istenilen özellikler ise; rijitlik, kırılma tokluğu, mekanik dayanım (basınç, çekme, eğilme, çarpma dayanımı), yüksek sıcaklıkta dayanıklılık, yorulma dayanımı (aşınma direnci), ısı iletkenliği veya ısı direnç, ağırlık, görünüm, akustik iletkenliği (ses tutuculuğu, ses yutuculuğu), elektrik iletkenliği veya elektriksel direnç, korozyon direnci, görünüm olarak sayılabilir (Ersoy 2001).

1950'li yıllardan günümüze alternatif malzeme olarak üretilen kompozit malzemeler, birçok farklı özellikleri bünyelerinde barındıran malzemeler olmanın yanı sıra malzeme teminindeki sıkıntılara da çözüm olmaya başlamıştır. Özellikle lif ile güçlendirilmiş polimerik kompozit malzemelere olan ilgi son yıllarda gittikçe artmaktadır. Takviye ve matris olmak üzere iki bileşen materyalden oluşan kompozitlerde özellikle tekstil liflerinin takviye elemanı olarak tercih edilmesinin en önemli sebebi malzemeye ekstra sağlamlık ve yüksek modül değeri kazandırmaktır. Matris malzemenin seçim kriterlerini oluşturan bir diğer önemli nokta ise, lifler arasındaki gerilim transferini sağlamak için liflerin; korozyon, oksidasyon, ortamın etkisi ve darbelerden korunmasıdır. Kompozit malzemelerin avantajı, materyal bileşenlerinin en iyi özelliklerini bir araya getirmesidir (Bulut ve Erdoğan 2011).

## İç Mekân Kavramı

Mekân, kevn sözcüğünden türemiş Arapça bir kelimedir. Farklı açılardan mekân geniş manada; insanı belli ölçüde çevreden ayıran ve içinde eylemlerini gerçekleştirebilmesine elverişli olan boşluk ve sınırları gözlemci(ler) tarafından algılanabilen uzay parçası olarak tanımlanabilir. Mekân kendini oluşturan yüzeyler aracılığı ile sürekli olarak karşılıklı etkileşim durumunda bulunduğu en küçük mimari bütün, başka bir deyişle “yapay çevre” birimi olarak da tanımlanabilir. Kişiyi belli ölçüde çevreden ayıran ve içinde çeşitli eylemlerin devamına olanak sağlayan bir boşluk olarak tanımlanabileceği gibi, insanların içinde hareket edebildikleri, eylemde buldukları, ya düzlem elemanlarının bir araya gelmesi ile ya da üç boyutlu kitlelerin oyulmasıyla elde edilen kavramsal bir varlıktır (Arer 2017).

Mekân, tüm duyu organlarımız ile algıladığımız ve bu algılarımızı belleğimizde bulunan durumlar ile karşılaştırdığımız bir kavramdır (Altan 1993). Bir başka ifade ile mekân, fiziksel bağlamda hacim ve yer duygusu; insanın algılama kapasitesi ile bilinç ve duyu düzeyi, yaşanan zamanın beraberinde getirdiği özelliklerle şekillenmektedir. Mekân içerisindeki hacim değerleri doku, ışık, ses veya koku gibi kişiselleşebilen unsurlar ile özelleşmektedir. Mekân bilinci nesne öğelere yön veren öznel öğelerin birleşmesi ile oluşarak gelişmektedir (Gezer 2012). İnsanların içinde yaşamakta olduğu uzay boşluğu içerisinde bilinçli veya bilinçsiz bir araç kullanarak sınırladığı üç boyutlu boşluk olarak tanımlanabilmektedir. Başka bir tanımda ise, sürekli kullanıcıyı çevreden belli bir ölçülerde ayıran ve içinde eylemlerini sürdürmesine elverişli olan boşluk olarak nitelendirilebilmektedir. Platona göre mekân; içinde barındırdığı nesnelere bağımsız, bir verili alan, bir tür kap olarak tanımlarken Aristo'ya göre; birbirleri ile etkileşime giren varlıkların şekillendirdiği alan olarak ele almıştır (Arer 2017).

Mekânı öğelerine bakıldığında, mekânı sınırlandıran öğelerin nitelikleri ile bağıntılı olarak;

- *Doğal mekân,*
- *Yapay mekân*
- *Karma mekân,*

olarak sınıflandırma yapılabilmektedir. Bunun dışında fiziki mekânın bir bölümünü duvarlar, tavan örtüsü vb. ile kapatması sonucu oluşan mekânlar ilse ise iç mekân kabul edilmekte ve bunların dışında kalan hacme ise dış mekân denilmektedir (Altan 1993).

Tüm duyularımız ile algıladığımız mekân kavramı dokunma duyusunun, görme duyumuz ile birlikte yüzeyleri ve dokuları algılamakta ve hatta öğrenmekte oldukça önemli bir yere sahiptir. Zeminin sert,

yumuşak veya dokulu, eğik veya yatay olmasına göre kişi hareket halinde iken yüzeyler ile iletişim halindedir. İnsan mekânı algılamasının yanında onu hissetmek ister bu dürtüsünü de dokunarak algılamak ister. Bu sebeple sadece dokunmak kişiyi tatmin etmez, dokunarak ağırlıklarını, yüzey niteliklerini öğrenmek isteriz. Bu bağlamda dokunun mekân algılamasındaki yerinin ne denli önemli olduğu, mekânı oluşturan öğelerin dokulu yüzeylerinin, sertlik derecelerinin gerek mekânın algılanmasında gerekse mekânın nitelik ve kavranışını etkilediğini söylemek mümkündür (Altan 1993).

Tekstil takviyeli ürünlerin veya kompozitlerin kullanım yerlerini anlamak ve kullanım alanlarına göre sınıflandırmak gerekmektedir. Bu bağlamda tekstil ürünleri; giyim tekstilleri, teknik tekstiller ve mekân tekstilleri olarak üçe ayrılmaktadır. Bu sınıflandırma içerisinde mekân tekstilleri;

- Dekorasyonluk kumaşlar,
- Perdeler, tüller,
- Mobilya döşemelikler,
- Taşıt araç koltuklarında kullanılan kumaşlar,
- Halılar ve yer döşemelikleri,
- Yatak ve masa örtüleri,
- Havlu ve bezler,
- Aksesuarlık için üretilmiş kumaşlar olarak ayrılmaktadır (teknik tekstiller el kitabı).

Günümüzde mimarlar, tekstil malzemelerini ve tekstil takviyeli ürünleri kullanışlı olması ve bir takım teknik üstün özelliklerinden dolayı daha fazla tercih etmekte, bu alana destek olarak tekstil sanatçıların da üstün özellik ve performansla sahip bakır-karbon-cam vb. hammaddelerden üretilen lifler ile çeşitli eserler ürettikleri görülmektedir. Tüm bu bağlamlarda yukarıda sınıflandırma içerisinde yapılan inovatif yaklaşımlar, uygulamalar, üretilmiş kompozitler ile yine iç mekânda kullanılan lif takviyeli her türlü duvar, kaplama tarzı malzemeler ve yine lif takviyeli koltuk, sandalye vb. ürünler bu çalışmanın konusunu oluşturmaktadır.

### **Tekstil Kompozit Malzemeler**

Tekstil malzemeleri, geçmişte olduğu gibi bugünün de çağdaş mimari isteklerini şekillendirmekte, ona form vermekte ve mimarini isteklerini geçmişten aldığı deneyimler ile birlikte gerçeğe dönüştüren bir malzeme olarak ortaya çıkmaktadır (Destanoğlu, 2019). Bu formların biçimlenme sürecinde potansiyel kaynak olan tekstil ve tekstil tabanlı materyaller, günümüzde özellikle geleceğin malzemesi olarak adlandırılan ve bu yüzyılda ülkelerin gelişmişlik trendlerinin ölçütü haline gelen kompozit malzemeler ile daha da kıymetli hale dönüşmektedir. Bu bağlamda öne

çıkan malzemelere bakıldığında polimer esaslı kompozit malzemeler (PMCs-Polymer Matrix Composites) en yaygın olarak kullanılan kompozitler malzemeler olmakla birlikte elyaf takviyeli polimerler olarak da bilinirler (FRPs). Önceleri bu malzemelerin reçine bazlı kompozitler olarak adlandırıldıkları görülür (RBCs). Tüm bu kompozitler matris olarak polimer bazlı reçine ve e-cam, karbon monofilamentler ve poliaramid gibi çeşitli elyafları takviye olarak kullanarak hazırlanırlar (Cardarelli, 2008). Polimer matrisli kompozitler ise, camla güçlendirilmiş termoset (epoksi, poliamid, polyester) veya termoplastik (poli-eter-eter-eton, polysülfon) reçineleri, karbon (grafit), aramid (kevlar) veya boron elyafları içermektedir. Nispeten düşük sıcaklıklarda kullanılmalıdır (Erbil, 2008).

Eski dönemlerde herhangi bir işlem yapılmaksızın doğal ve saf olarak kullanılan malzemeler, zamanla değişim geçirmiştir. Artan talep ve ihtiyaçlar, gelişen teknoloji ve değişen dünya koşulları ile birlikte bir amaç doğrultusunda üretilip tasarlanmaya başlamıştır (Ersoy, 2001). Kullanılacak olan yapı ürünlerinin seçimi, işlev, tasarım ve yapım tekniği yanında işlenmesi ve kullanım süresi gibi açılardan özel olmasının yanı sıra karar vericilerin değişkenliğine, kararlarına ve karar vermedeki etkinliklerine, her türlü çevre koşuluna, ürün hakkındaki bilgilerine ve teknolojik ve mali olanaklara bağlı bir eylemdir (Arioğlu, 1993). Sorun teşkil edebilecek olasılıklar yapı malzemeleri ve kullanıcı özellikleri ile orantılı olarak ortaya çıkar. Unutulmamalıdır ki, teknolojik gelişmeler ile birlikte malzeme özellikleri sürekli gelişmiş, malzeme çeşidi artmış, aynı tür malzeme bir çok üretici tarafından üretilmeye başlamıştır. Bu durum malzeme pazarındaki rekabeti en üst düzeye çıkarmıştır. Bu gelişme kullanıcı eylemlerinin de çeşitlenmesi ile birlikte, ihtiyaçların artmasına, değişmesine, karmaşıklaşmasına sebep olmuştur. Dolayısı ile malzeme seçimi de daha detaylı olarak üzerinde düşünülmesi gereken bir süreç haline gelmiştir. Oysa ki, yapı hızının artması karar verme sürecini kısaltmıştır. Halbuki, kullanıcı için seçim yapan tasarımcı, karar vermesini kolaylaştıran ve kolayca erişebileceği yeterli sayıda kaynağa ulaşamamaktadır (Aydın, 2000). Dolayısı ile ister kullanıcı ister seçici bir tasarımcı olsun, malzemelerin özelliklerinin bilinmesi, takip edilmesi, günün modasını yansıtması gerekmektedir. 21. Yüzyılın en önemli trendi ise, hem sağlıklı hem de uygun ve hafif malzeme kullanılarak yapılan ürünler ve tasarımlardır. Tekstil liflerinden yapılan yeni nesil ürünler bu noktada hem kullanıcıyı hem de tasarımcıyı memnun etmektedir. Özellikle doğal lifler kullanılarak yapılan kaplamalar, döşemeler, paneller ve ev tekstili ürünleri, plastik ve türevleri ile yapılan ürünlerden sağlık açısından daha tercih edilebilir bir hal almıştır.

Elyaf takviyeli kompozitlerde cam elyafın takviye malzemesi olarak kullanılması ve fabrikasyon üretimi 19. Yüzyılın sonlarına doğru

başlamaktadır. Sanayide kullanımına bakıldığında ise 1930'lu yıllar görülmektedir.

Takviye malzemesi olan cam elyafın 19. yüzyılın sonlarında fabrikasyon olarak imalatı başlamıştır. Elyaf takviyeli kompozitlerin sanayide kullanımı 1930'lu yıllardan sonra başlamıştır. Son 50 yıldır mukavemet/ağırlık oranının önemli olduğu uygulamalarda tercih edilmektedir (Karadeniz, 1989). Aynı zamanda bir Japon şirketi, Nitto Boseki de cam elyaf üretiyor ve Japonya ve Amerika'da elyafı pazara sunuyordu. Bu erimiş cam önceleri yalıtım malzemesi olarak kullanılsa da daha sonra yapısal ürünlerin üretiminde kullanılmıştır (ER, 2012).

### **Tekstil - Mekân İlişkisi ve Uygulamaları**

Tekstil ve mekân, binlerce yıldır birbiri ile ilişkili kavramlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Orta Asya'da yaşayan toplulukların ya da Anadolu'da yaşayan göçebeler gibi konar göçer toplulukların tarihsel süreç boyunca kullandıkları çadırlar, başlı başına taşınabilir mekanları oluşturmuşlardır (Destanoğlu, 2019). Gelişen teknoloji ve alım gücünün ve değişkenlerin artması, insanların temel ihtiyaçlarının yanında zevklerinin de şekillenmesini ve çoğalmasını sağlamıştır. Yaşam mekanları çoğaltmış, çalışma yeri, dinlenme yeri, spor yapma yeri, uyuma yeri gibi birçok allan oluşmuş ve bunların arasındaki geçişler önem kazanmıştır. Bu yaşam alanları şehirleri şekillendirmiş ve mimarlık ile şehircilik sanatlarının gelişmesini sağlamıştır (Güngör, 2005). Bu sanat ile, farklı mekanlarda yaşayan farklı insanların tümünün ihtiyaç ve zevklerine hitap edecek yaşam alanı oluşturarak ve kişinin psikolojik durumuna da etki ederek, bulunduğu mekânı huzur bulduğu ve dinlendiği alan olarak algılaması sağlanmalıdır. Dolayısı ile tekstil malzemeler, bu mekanları daha konforlu, daha yaşanabilir, daha sıcak mekanlar haline getirmektedir. Böylece mekanlar, kişiyi yansıtan ve yansıyan alanlar olarak şekillenecektir (Destanoğlu, 2019). Bu mekanlarda kullanılan malzemelerin, üretimin her aşamasında çoğalan çeşitlilik ve özelliklerde kullanılması, artık tek bir disipline ait olmadığının kanıtıdır. Kullanılan her malzeme, gerek fiziksel ve karakteristik özellikleri ve imkanları, gerekse görsel etkilemeleri ve sağladığı algı bakımından farklı disiplinlerdeki ürünlerin alt malzemesi ya da tamamlayıcısı olarak ortaya çıkmaktadır. Şekillenen bu yeni form ve yapılar, tekstil üreticisi ya da sanatçısına da üretim ve tasarım anlamında kolaylıklar ve fikirler sunmaktadır. Böylece mekanlarda farklı tasarımlar ile yeni ürünler boy göstermektedir.

İnsanların temel ihtiyaçları olan barınma, örtünme ya da korunmanın yanında içgüdüsel ihtiyaçlarla da kullanılan ya da geliştirilen malzemelerin en önemlileri tekstil malzemeleridir. Tekstil malzemelerinin de ilk ve en önemli temel taşı, belli bir uzunluğa sahip olan liflerdir. Doğal lifler ile başlayan tekstil malzemelerinin serüveni, insanlığın vücuduna girecek

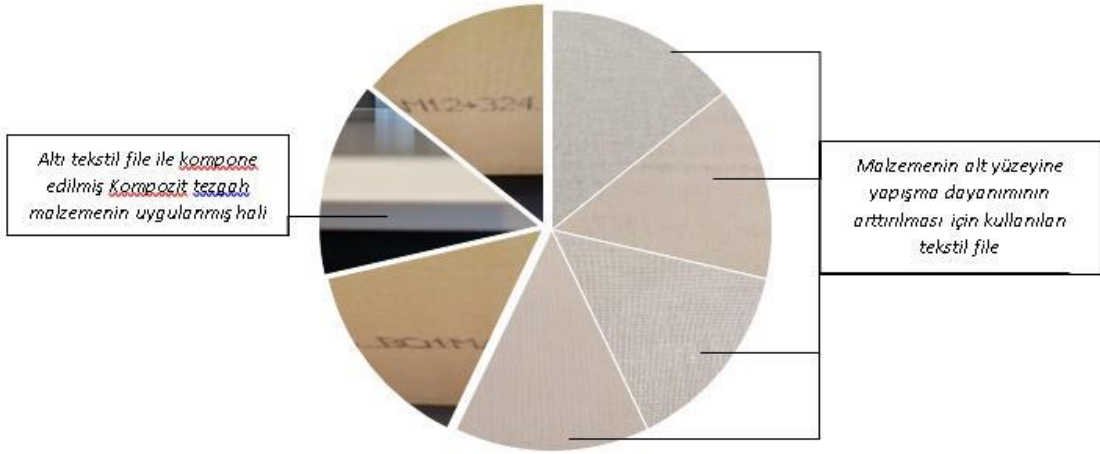
kadar küçülmüş, nano boyuta gelmiş, saflaşmış olmanın yanında, en büyük mekanları örtecek, kapatacak kadar da büyük ve akıllı hale gelmiştir. Dolayısı ile tekstil malzemesinin sağladığı bu işlevsel ve sınırsız olanaklar, estetik sunum, mimarinin ayrıca ilgisini çekmiş ve malzemeyi benzersiz kılmıştır. Çağdaş yapıların ortaya çıkmasında ya da sanatsal kavramları gerçekleştirmede, benzersiz olan bu malzeme, disiplinler arası işbirliğinin en somut örneği olarak, hem yaratıcı formların hem de tasarım fikirlerinin ister en küçük ister en büyük ölçekte uygulanmasına olanak sağlamaktadır (Destanoğlu, 2019).

Mimari ile son derece uyumlu özellikler sergileyen ve mimari yapılarda sıklıkla kullanılan tekstil yüzeyleri, hafiflik, geçirgenlik gibi teknik özelliklerinin öne çıkması münasebetiyle, yapıların tenini, örtüsünü oluşturarak mimariye son derece önemli katkılar sunmaktadır. Böylece bir üretim biçimi olan tekstil, başka bir üretim biçimi olan mimari ile tamamlayıcı bir ilişki oluşturmaktadır. Hafif, esnek, taşınabilir mimari formlar kolaylıkla tasarlanabilmekte, ekonomikliğin yanında, doğal, sürdürülebilir, çevreye duyarlı çözümlerle, uzun yıllar yapımı süren devasa ağır ve maliyetli yapıların yerini kolaylıkla alabilmektedir.

İnsan vücudu için en sağlıklı olan doğal lifler, kendilerinden üretilen ürünler ile nem emilimi, nefes alma, dayanıklılık gibi özellikleri taşımakla birlikte, konfor ve yumuşaklık sağlayarak insanın kullandığı her malzemede güvenli bir liman olarak karşımıza çıkmaktadır. Aynı zamanda daha düşük üretim maliyetli olan bu lifler, sentetik lifler gibi yenilenemeyen ham petrol gibi kaynaklar ile üretilmezler. Böylece doğal ortama da zarar vermeden sürdürülebilirlik açısından önemli bir rol oynamaktadır. Fakat kırışma ya da yıkama esnasında veya sonrasında boyut değiştirme gibi olumsuz özellikleri taşırlar. Ama yine de, özellikle son yıllarda artan çevre problemleri, sağlık sorunlarının artması gibi unsurlar insanlarda doğal olan malzemeye dönüşü ve ilgiyi artırmış, ekolojik liflerin üretim ve kullanım alanları çoğalmıştır. Geri dönüşümü sağlanabilen ve yenilenebilir özellikler taşıyan bu ekolojik tekstil ürünleri, organik doğal lifler olarak da adlandırılmaktadır (Destanoğlu, 2019). Hatta 2019 yılının sonuna doğru Çin’de görülen ve zamanla tüm dünyaya yayılan Covid-19 pandemisi ile birlikte, doğal yaşam, doğal ortamlar, doğal malzemeler daha da tartışılır olmuştur. 2021 yılından itibaren bu 'Doğal Akım'ın hayatın her alanında olduğu gibi mimari alanda da tekstil malzemelerinin kullanımının artması ile birlikte yeni bir boyuta taşınacağı düşünülmektedir.

Mühendislik ve mimarlık alanlarının multidisipliner bir yapıda tekstil ile etkileşimi neticesinde üstün performans özelliklerine sahip yapıların modern binalar ile bütünleştiği ya da kendisinin bir mimari yapı olarak projelendirildiği görülmektedir. Hafiflik, elastikiyet, hava geçirgenliği gibi özelliklerin yanında, yanmazlık, deprem emniyeti gibi yüksek performans

özellikleri ile donatılmış bu ileri teknoloji ürünü malzemelerin günümüz mimarisinin aranan ve yaygınlaşan malzemeleri olduğu görülmektedir. Taş tuğlalar ya da kullanılan harçlara alternatif olarak oluşturulan zarsı yapıların, metalik tekstillerin, karbon elyafın, şişirilebilir mekanların, örgü halatların sunduğu olanaklar sayesinde, 21. Yüzyılda tekstil malzemesinin mimarlık alanında ne kadar önemli bir malzeme olduğunun ve nasıl bir potansiyel oluşturduğunun göstergesidir (Destanoğlu, 2019). Bu grup içerisinde kompozit malzemeler de devamlı gelişim göstermektedir. Elyaf ve takviyeden oluşan kompozitlere katkı maddeleri de eklenebilmektedir. Kompozit malzemeler birçok süreçten geçirilerek üretilmektedir. Kompozit malzemelerin farklı seçeneklerle üretilebilmeleri, üretim aşamasında değişiklikler yapılabilmesi, üretim teknolojisinin ve kullanılan malzemelerin geliştirilmesi gibi nedenler, kompozit malzemelerin de sürekli geliştirilmesine olanak sağlamaktadırlar (ER, 2012).

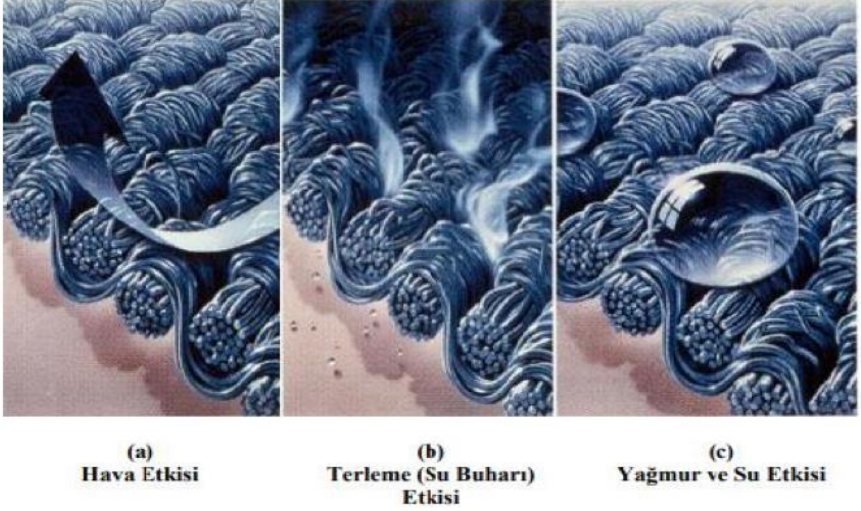


**Tablo 1.** Yapışma ve tutunma dayanımı alt yüzeyine kompone edilen tekstil file yüzey ile güçlendirilmiş kompozit porselen plakalar.

#### **a. Döşemeler**

Atkı ve çözümlü örmeciliğiyle üretilebilen Spacer kumaşlar, farklı materyallerin kullanımına izin vermeleri, esnek bir ürün aralığına ve üç boyutlu yapıya sahip olmaları nedeniyle özel yat veya teknelere döşemelik kumaş kullanımına uygundur (Özyazgan & Savaş, 2016). Bunun yanında ev tekstili alanında da yerel bazı firmalar, bünyeleride kurdukları AR-GE departmanları sayesinde fonksiyonel kumaşlar üretmekte ve ferahlık duygusu veren, içerisinde mikrokapsül teknolojisi sayesinde aleo vera barındıran ve buldukları ortama güzel kokular yayan parfümlü döşemelik kumaşlar üretmektedir (Süzer, 2015)

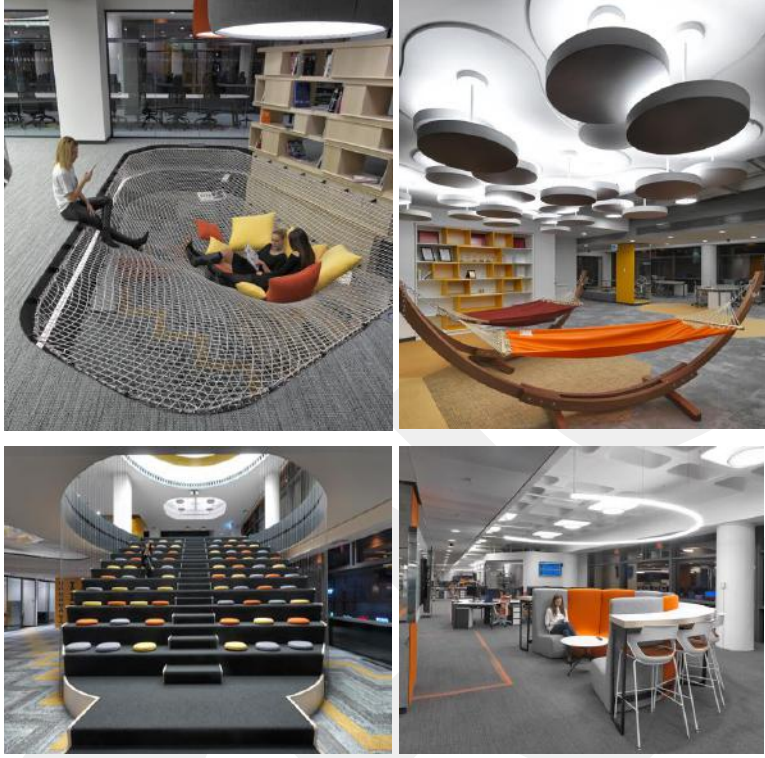
Mikrolifler ile dokunmuş kumaşlar da, mikro boyuttaki lif çapları ve yapıları sayesinde, sahada sağlam, su itici özellikler taşıyan, nefes alabilen, hafif ve dökümlü malzemeler sunması ile birlikte birçok sektörde olduğu gibi mimari alanda da benzersiz olmaktadır. Özellikle filtrasyon ürünlerde üstün performans özellikleri sayesinde, geniş kullanım alanına sahip olmaktadır.



**Resim 2.** Mikrolifler ile üretilen ürünlerin teknik özellikleri (Destanoğlu, 2019).

### **b. Zemin Döşemeleri**

2000'lere geldiğinde dijitalleşmenin etkisiyle yeni kuşağın beklentileri de değişmiştir. Çalışanların daha ferah ve rahat bir çalışma ortamında çalışması, verimliliğin artması için yeni bir ofis anlayışı gündeme gelmiş, rahat oturma köşeleri, sosyal alanlar, canlı renkler gibi iş ortamının ötesinde çok amaçlı mekanlar yaratılmaya çalışılmıştır. Bu durum 2010'lu yıllarda ofis ortamının ev ve sosyal yaşam konforunda olmasını öncelikli sebep haline getirmiştir. Öyle ki, “çalışan odaklı yeni nesil ofisler” kavramı ortaya atılmış ve ülkemizde de bu trendi uygulayan şirket ve iç mimarlık ofisleri önem kazanmıştır. Örneğin Yemeksepeti şirketi, kurum kültürlerinin de en önemli öğeleri olan şeffaflık ve dinamizm kavramları doğrultusunda çalışanların 7/24 enerji dolu bir ortamda çalışmalarını sağlayan iş ve eğlenceli sosyal mekanlar yaratmak doğrultusunda düzenlemeler yapmıştır. İçerisinde uyku ve oyun odaları, kafe, kütüphane, fotoğraf stüdyosu, salıncak ve hatta Playstation gibi alanları olan mekan, farklı zevk ve tarzlara hitap eden ortamlar ile kurgulanmıştır (Resim 3).



**Resim 3. Yemeksepeti Park**

Özellikle uyku odaları gibi mekanlarda kullanılan malzemeler, çalışanların konforu yanında, ses yalıtım özelliklerini de üst düzeyde sağlayan malzemelerdir. Böylece çalışanlar, masa başında odaklanamadıkları konulara da bu alanlarda çalışabilme olanağı sağlamaktadır (Mimarizm, 2018). Bu alanlarda kullanılan zemin malzemeleri arasında keçe önemli bir yer tutmaktadır.

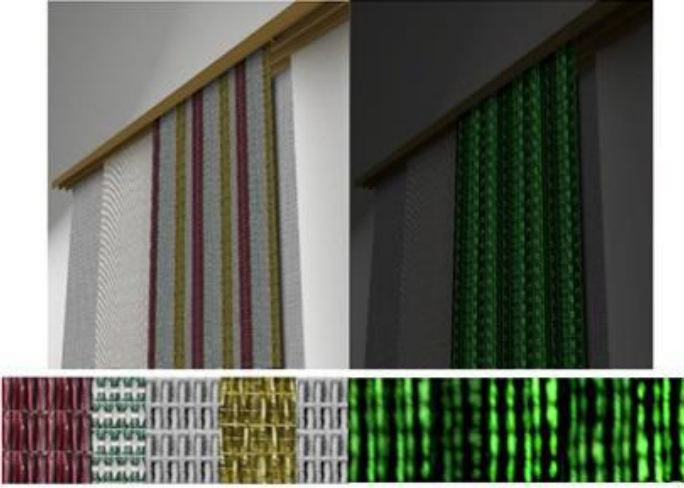
#### ***c. Duvar Kâğıtları***

Son yıllarda duvar kağıtlarında kullanılan malzemelerde tekstil liflerine dönüş dikkat çekicidir. Kullanılan yeni nesil malzemelerde keten dokuma kumaş üzerine yapılan vinil kaplama ile duvar kağıtlarında üstün performans ve adeta bir kumaşın duvar yüzeyine kaplanması iç mekanda algısal çeşitlilik sağlamaktadır. Bu yüzeyler bazen tam bir kumaş görüntüsünde olurken bazen de yüzeyin tekstil malzemesi olduğunu kestirmek zordur.

#### ***d. Perdeler***

Sentetik elyafta yaşanan gelişmeler doğrultusunda, insanların temel ihtiyaçlarını yanında yeni ihtiyaçlarının da ortaya çıkması ve tasarım öğelerinin her bireyin hayatının önemli bir alanını kapsamı ile birlikte

malzeme bilimi de, tıp, elektronik, tasarım gibi disiplinlerde biraraya gelerek akıllı tekstillere doğru evrilmiştir. Herhangi bir etkiyi ya da etki değişikliğinin algılayan ve hatta bu duruma bir tepki verme özelliği taşıyan bu tekstil grubu, özellikle iç mimarinin de tercih edilen bir malzemesi olmuştur. Bu alanda özellikle ışığa duyarlı perdeler mekânlara hem tasarım hem ışığı gündüz toplayıp gece yansıtan özelliği ile enerji kaynaklarının tasarrufu hem de sürdürülebilirlik sunmaktadır. Farklı malzemeler ile dokunan bu kumaşlar, çözümlü iplikleri ışığa duyarlı olarak tasarlanmakta ve ışığı toplayıp yansıtan fosforlu bir boya ile boyanmaktadır. Bu sayede kumaş perde gündüz pencereden gelen gün ışığını toplamakta, karanlıkta ise geri yansıtmaktadır (Destanoğlu,2013).



**Resim 4.** Işığı toplayarak karanlıkta geri yansıtan perde, ışıkta ve karanlıkta görünümü, Esat Destanoğlu Arşivi, 2013

Işığı yansıtan perdelerin yanı sıra, böcek/sinek öldürücü-kovucu özelliklere sahip kumaşlar da sentetik veya doğal böcek kovucu kimyasalların kullanılması ile tekstil yüzeyine applike edilerek elde edilirler ve özellikle Afrika ülkeleri için vazgeçilmez bir perde kumaşı özelliği taşırlar. Bu perdeler böcek kovucu ve böcek öldürücü olarak kullanılan kimyasalın türüne göre ayrılırlar (Xin & Wang, 2018). Sentetik veya doğal olarak elde edilen bu kimyasallar kumaşların üzerine fulardlama-kurutma, kaplama, emdirme, püskürtme gibi metotlarla applike edilebilmektedir (Fei & Xin, 2007; Pennetier et al., 2010; Ramya & Maheshwari, 2014; Specos et al., 2010; Troutman, 2010).

Sinek/böcek kovucu kimyasallar ile muamele edilen cibinlikler (ağlar) sivrisinek ısırıklarına karşı hem bir bariyer hem de haşere öldürücü görevi görürler. Genellikle bu yapılarda polyester, polipropilen gibi sentetik liflerin kullanıldığı görülmektedir. Fakat bu yapıların fiziksel özelliklerinden dolayı kullanıcıların alerjik reaksiyonların tetiklenebildiği

ve burada da doğal elyaf kullanımına doğru bir geçişin olduğu görülmektedir (Raja, Kawlekar, Saxena, Arputharaj, & Patil, 2015; Rozendaal, 1997). Zira sivrisinek kovucu olarak kullanılan kimyasallar insan ve çevre için zehirli olabilmektedir. Aynı zamanda sinekler bu kimyasallara karşı zamanla direnç kazanırlar. Bu nedenle sivrisinek gibi eklem bacaklıların uzaklaştırılmasında ya doğal malzemelere ya da fiziksel çözümlere odaklanmak çevre ve insan sağlığı açısından daha iyi sonuçlar doğuracaktır (Yuce, 2018).

Türkiye’de de geliştirilen sinek kovucu döşemelik kumaşlar, perdelerde de kullanılmaktadır. Özellikle sivrisineklerin tropikal iklimde sahip ülkelerde sorun teşkil etmesi ve bu soruna çözüm getirmesi açısından önemlidir (Süzer, 2015). Nanoteknoloji sayesinde elde edilen bu tür kumaşlar, yaydıkları koku mikrokapsülleri sayesinde hem bahçe ürünlerinde hem de perde ve koltuklarda kullanımın ve tercihin yaygınlaşmasını sağlamaktadır. Özellikle Afrika ve Ortadoğu ülkeleri bu ürünlere yönelim halindedir.

#### *e. İzolasyon Malzemeleri*

Cam elyaf takviyeli plastik levha (CTP) malzemenin en çok kullanıldığı alanların başında cephe kaplama panelleri gelmektedir. Bu paneller, tek cidarlı uygulanabileceği gibi, çift cidarlı ve arasında ısı izolasyonu sağlayan poliüretan köpük veya cam elyafı şilte gibi malzemeler kullanılarak, izolasyonlu panel olarak da imal edilebilmektedir. Bu malzemenin kolay temizlenebilme avantajı sayesinde, CTP paneller, ameliyathane ve laboratuvar gibi steril mekanlarda hijyenik bir duvar kaplaması olarak da kullanım alanı bulmaktadır.

Bu uygulamaların yanı sıra, CTP cephe kaplama panellerinin bir diğer önemli uygulaması, binalar arasında yaya geçişini sağlayan geçitlerdir. Şeffaf CTP levhaların çatı aydınlıklarında camın yerini almış olduğu görülmekte ve kırılmaya karşı dayanıklılıklarıyla güvenli bir kullanım alanı sağladıkları ve bu sebeple tercihin giderek arttığı görülmektedir. Böylece CTP paneller tasarım açısından bakıldığında estetik amaçlı kullanıma da son derece uygundur. Tabi ki de estetiğin yanında, başta köprüler olmak üzere korozyona açık yapılarda, betonu korozyondan koruma amacı ile de kullanılabilirler görülmektedir (Turhan, 2007).

#### *f. Taşıyıcı Sistemler*

Her alanda olduğu gibi elyaf takviyeli polimerin inşaat mühendisleri tarafından da yapılarda kullanımının arttığı görülmektedir. Fiber kompozit elemanlar birçok ülkede yaya ve araç köprüleri gibi büyük ölçekli yapılarda çokça kullanılmaktadır (Resim 5) (Awad, Gonzalez, & Aravinthan, 2010).



**Resim 5.** Elyaf takviyeli kolonların hazırlanması

Elyaf takviyeli malzemeler, başta Amerika olmak üzere birçok gelişmiş ülkede test edilerek onaylanmış olup, United Airlines, Mitsubishi, ITT Sheraton gibi firmalar depremlerden zarar gören binalarının onarılmasında ve güçlendirilmesinde FRP kompozit malzemeleri kullanmışlardır (Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi- Değerlendirme Raporu. 05.10.1999).

Önceleri daha çok uçak ve otomobil sanayinde kullanılan fiber takviyeli polimerler (FRP) günümüzde yapı sektöründe, yapı elemanlarının güçlendirilmesinde de çokça tercih edilmektedir. FRP 'ler, depreme karşı yapıların güçlendirilmesinde hazır karbon fiber takviyeli polimer örtüler halinde kullanılır. Kumaşa benzer elyaflar çeşitli genişlikteki formlarda rulolar halinde piyasaya sürülmektedir. Yapı elemanları üzerine reçine sistemi ile uygulanan FRP çok yüksek çekme dayanımına sahip olup, aynı zamanda bu dayanım, malzemenin uygulanış şekli ve işçilik kalitesi ile de doğrudan ilişkilidir. Sonuçta ortaya çıkan kompozit malzemenin özellikleri kullanılan elyaf miktarı ile yakından ilgilidir (Yonteminsaat, 2008).

#### **g. Diğer Önemli Malzemeler**

İç mekanda kullanılan malzemeler için tekstil vazgeçilmez bir malzemedir. Tekstil ürünlerinin hem doğal hem de yapay lif olarak mutfak tezgahlarında olsun, tavan ya da duvar malzemelerinde olsun özellikle yapıştırma malzemesi olarak kullanıldığı görülmektedir. Bu yüzeyler özellikle dokuma olarak oluşturulmakta üzerine tezgah, sıvama, panel gibi tablolar kullanılarak esas iç mekan malzemesi elde edilmekte ve kullanılmaktadır. Mutfak, banyo ya da dış cephe, zemin kaplama, duvar kaplama hatta masa gibi malzemeler görüntüsü büyüleyici ve tasarımı harika şekilde oluşturulurken, bu tasarımların bir araya getirilmesinde tekstil liflerinin kullanıldığı görülmekte ve tekstil yüzeyleri ister örme olsun ister dokuma ya da dokusuz olarak vazgeçilmez bir malzeme olarak önem kazanmaktadır.

Yüksek dayanım değerlerine sahip, esneyebilen, gerilebilen kumaşların, hafif, hızlı uygulanabilir ve ekonomik mimari elemanlar olarak kullanılmaya başlamasıyla birlikte, tekstil ve mimarlık disiplinleri arasında yeni bir uygulama alanı ortaya çıkmıştır. Mimari tekstiller günümüzde çatı örtücü ya da duvar olarak kullanılabilen hatta sadece metal konstrüksiyonlara gerilen tekstillerle havalimanı, stadyum gibi büyük yapılar inşa edilebilmektedir. Başlangıçta estetik kazanımları kumaşlara verilen formlarla sınırlar olan bu uygulamalarda, renk ve desen alternatifleri geliştirilmeye başlamıştır. Ayrıca dokuma ve örme gibi kumaş üretim yöntemleri metal liflere uygulanmakta, dantel görünümlü bahçe çitleri, kumaş dokulu yarı saydam metal duvarlar binalarda kullanılmaktadır(Gezer, 2008).

Mimarlık, iç mimarlık, elektrik mühendisliği, peyzaj mimarlığı gibi disiplinlerin dijital ortamda aynı proje üzerinde eşzamanlı çalışabilecekleri bir yazılım sayesinde, mimar plan paftası üzerinde çalışırken, inşaat mühendisi de uygun yerlere kolon veya perdeleri yerleştirebilmektedir. Tasarım sürecinde kullanılacak böyle bir yazılımın, iletişim hızını, parametre hassasiyetini, eşgüdümlü çalışma olanaklarını arttıracığı, tasarım süresini ve maliyetleri düşüreceği öngörülmektedir (İnan & Yıldırım, 2009). Özel bir mekân ya da amaç için üretilecek bir oturma ünitesi için mimar, iç mimar, endüstri ürünleri tasarımcısı ve tekstil tasarımcısının dijital ortamda eşzamanlı olarak çalışması, hızlı bilgi ve fikir alışverişiyle projenin kısa zamanda ve sorunsuz tasarlanmasına olanak tanyacaktır.

Yapılan uygulamalar incelendiğinde, cephe kaplama panelleri ile, bina cephelerinin korunmasının yanı sıra, betonu korumak amacı ile köprüler de CTP panellerle kaplanmakta, metro istasyonlarının iç duvarları da dekore edilebilmektedir (Resim 6) (Erbaş, 2009).



**Resim 6.** (Formglas, 2012).

Betonun içine optik cam liflerinin bir agrega gibi yerleştirilmesiyle oluşturularak Macar mimar Aran Losonczî tarafından keşfedilen yarısaydam beton-Litracon (Light Transmitting Concrete) mekanlara tasarım ögesinin entegre edildiği kompozit malzemeler açısından önemli bir yer tutmaktadır. Farklı ebatlarda bloklar halinde üretilen ve ısı yalıtımı da uygulanabilen duvarlar ışığın oranında 20 metreye kadar hiçbir azalmaya neden olmamaktadır. Aynı zamanda basınç dayanımı betona eşdeğer olduğundan taşıyıcı olarak da kullanılabilir (Altun, 2007). Bu yapılar %96 beton ve %4 optik fiber içermektedir (Resim 7) (Litracon, 2012).



**Resim 7.** Litracon malzemesi (Litracon, 2012).

Işık geçirgen beton merdiven, duvar, döşeme ve kolonlar gibi yatay ve düşey uygulamalarda kullanılabilir.

Gelecekte endüstriyel olarak üretilen tüm ürünlerde sürdürülebilirliğin ve inovasyonun tasarımın kilit noktaları olması beklenmektedir (Smith, Voß, & Grin, 2010). Kaynakların doğru ve verimli kullanıldığı, ürünlerin, hizmetlerin ve süreçlerin geliştirilmesi konusunda inovatif tasarım anlayışının, sadece tasarım alanlarında değil tüm disiplinlerde benimsenmesi ve uygulanması yaygınlaşmaktadır (Brown & Katz, 2011). Önümüzdeki yıllarda, bir meslek olarak tasarım, yaratıcı olduğu kadar teknik olarak kabul edilen bir melez endüstriye dönüşmeye devam edecektir (Özkendirici, 2010). Innovate Academic Community Başkanı ve Northumbria Üniversitesi Tasarım Araştırmaları Merkezi Direktörü Profesör Robert Young, geleceğin tasarımcısını sadece geleneksel çekirdek tasarım becerileriyle değil aynı zamanda yaratıcılık, analiz, sentez ve temsil becerilerini de geliştirmiş, multidisipliner paydaşlar olarak tanımlamaktadır. Tasarımcıların doğal olarak disiplinler arası çapraz bağlantılarını yönetecek interpolatörler olduğunu aktaran Young, gelecekte tasarımcıların şirket ve kuruluşlarda daha stratejik bir seviyede faaliyet gösterecekleri pozisyonlarda yer alacağını işaret etmektedir.

Mekânlarda kullanılan duş kanallarında da tekstil membranlar kullanılmaktadır. Bu malzemeler sayesinde yüzeyde izolasyon özellikleri artırılır ve su tutucu özelliği ve sızmalar önlenir (Pelican ürün kataloğu,170). Su sızdırmazlığı minimum olarak standartları karşılamalıdır. Dizayn ve tasarım özelliklerine göre değişiklik gösterebilir. Genel olarak tam çerçevesiz ürün dizayn oryantasyonlu ürünler, yarı çerçevesiz ve çerçevesiz ürünler ile karşılaştırıldığında su sızdırmalarına karşı daha fazla koruma sağlamaktadır (Pelican ürün kataloğu,194).

### **Sonuç ve Tartışma**

Yirminci yüzyıldan itibaren yeni üretim metotlarının da gelişmesi ile birlikte kompozit malzemeler iki farklı disiplin olan iç mimarlık ve tekstil alanında da yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Ülkemizde de hızla gelişmekte olan bu malzeme grubu kullanım alanları neticesinde oluşabilecek olası sorunlara; fonksiyonel, ekonomik ve rasyonel çözümler getirdiği gözlemlenmektedir. Geleneksel malzemelerin bir takım özelliklerinin bir veya birkaçını güçlendirmek-iyileştirmek amacıyla geliştirilen uzun ömürlü olması, mukavemetinin fazla olması, dış etkenlere dayanımının yüksek olması, bir çok farklı renk ve dokuya (estetik görünümü) sahip olması, mekanik dayanımı, akustik iletkenliği, elektrik iletkenliği, rijitliği ve ekonomik olması gibi bir çok etken dolayısıyla 21. yüzyılın en önemli malzemesi haline gelmiştir. Ülkelerin gelişmişlik düzeylerinin kıstası olarak da kabul edilen kompozitler, bir başka ifade ile doğal malzemelerin olumsuz yönlerini gidermek ve/veya daha üstün özellikler kazandırmak için üç boyutlu üretim teknolojisi ile şekillendirilmiş malzemeler olarak tanımlanmaktadır. Her geçen gün kullanımı alanı artmakta ve yeni sektörlerin oluşmasına katkı sağlamaktadır. Daha çok maliyet bazında tercih sebebi olan sentetik esaslı malzemeler bulunduğumuz yüzyılda değişen tüketim alışkanlıkları ve yaşam koşulları açısından sıkıntı oluşturmaktadır. Kompozit malzemelerin çok yönlü fayda sağlaması; tasarımcı, tüketici, üretici ve doğal kaynakların daha dikkatli tüketimi açısından son derece önemli bir gelişmedir. Örneğin üretim metotlarının gelişmesi ile beraber mutfak tezgahlarından, dolap kapaklarına, zemin kaplamasından, cephe kaplamasına geniş çerçevede kullanılan mermer ve granit gibi doğal malzemelere alternatif olarak, tekstil lifli kompozit panellerden olan porselen plakalar kullanılmaya başlanmıştır. Malzeme kalınlığı 3mm ile 2cm aralığında değişiklik göstermektedir. Dış etkenlere dayanımı, kolay deforme olmaması ve mukavemetinin fazla olması dolayısıyla yoğun sirkülasyon alanlarında rahatlıkla kullanılabilir. Tüm teknolojik gelişmeler göstermektedir ki malzeme biliminin doğru analiz edilmesi, iyi araştırılması ve yeni malzeme üretimlerinin takibi ile oluşabilecek tasarım problemlerinin önüne geçmek mümkündür. Diğer yandan sürdürülebilirlik kavramının da ortaya çıkması ile birlikte özellikle tekstil alanında lif esaslı kompozit

malzemelerin üretimi artmakta ve elde edilen ürünlerin her alanda olduğu gibi iç mekânda da kullanımı yaygınlaşmaktadır. İç mekân tasarımından üretim sürecine kullanımında negatif pozitif etkileşim içerisinde olan bu malzemeler doğa dostu çözümleri de barındırdığından gelecek yüzyılların da malzemesi olma niteliğindedir. Kompozitler, bu çalışma dahilinde tekstil ve iç mimarlık disiplinleri bazında incelenmiş ve örneklerle analiz edilmeye çalışılmıştır.

Yapılan araştırma ve alınan örnekler göstermektedir ki, mimari her alanda yaygın olarak kullanılmaya başlayan tekstil tabanlı malzemeler, hem tasarım unsuru olarak sunduğu şıklık hem de kullanılabilirlik açısından sağladığı ergonomi ile daha fazla tercih edilir olmaktadır. Özellikle doğal malzemelere olan eğilimin son yıllarda artan bir trend göstermesi bu malzemelere olan ilginin artmasını sağlamaktadır. Üstelik 2019 yılının son zamanlarında Çin'in Wuhan kentinden tüm dünyaya yayılan ve zamanla pandemi haline gelen Covid-19 salgını ile birlikte bireylerin tüketim eğilimlerinin değiştiği ve doğal malzemelere olan ilginin daha da arttığı görülmektedir. Bundan sonraki süreçte, bireylerin hayatın her alanında doğal malzemeler ile yapılmış ürünleri tercih edecekleri aşikardır. Dolayısı ile her alanda olduğu gibi mimari alanda da tekstil lifi takviyeli ürünlerin kullanım alanlarının yaygınlaşması ve tasarımların artması beklenmektedir. Teknik özellikleri ile güçlendirilerek hem akademik hem de ticari olarak geliştirilecek özellikle önümüzdeki yüzyılın malzemesi olan kompozit ürünlerin daha da çeşitlenmesine yol açacağı öngörülmektedir.

## Kaynaklar

- ALTAN, İlhan, (1993). "Mimarlıkta Mekan Kavramı." *Psikoloji Çalışmaları* 19 75-88.
- ALTUN, T. D. A. (2007). "Geleceğin Mimarlığı: Bilimsel-Teknolojik Değişimlerin Mimarlığa Etkileri". *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 9(1), 77-91.
- ARER, Umay Yılmaz. (2017). "Doğal Malzemenin Renk ve Dokusunun Mekana Etkileri: 21. YY Mimarısından Örnekler". Mimar Sinan Üniversitesi Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul , YL tezi.
- ARIOĞLU, N. (1993). "Yapı Ürünlerinin Seçimi İçin Bir Yöntem". Doktora Tezi. Yıldız teknik üniversitesi, FBE. İstanbul.
- AYDIN, Arzuhan Burcu, (2000). "İç Mekanda Kullanılabilecek Duvar Kaplama ve Malzemelerinin Akılcı Seçim Açısından Analizi ve Değerlendirilmesi", İstanbul Teknik Üniversitesi YL Tezi.
- AWAD, Z., Gonzalez, F., & Aravinthan, T. (2010). "Advanced Robust Design Optimization Of Frp Sandwich Floor Panels". Paper presented at the IOP conference series: *Materials Science And Engineering*.
- BULUT, Yasemin & ERDOĞAN Ümit Halis. (2011). «Selüloz Esaslı Doğal Liflerin Kompozit Üretiminde Takviye Materyali Olarak Kullanımı.» *Tekstil ve Mühendis*, no. 82 s;26-35
- BROWN, T., & KATZ, B. (2011). "Change by Design". *Journal Of Product Innovation Management*, 28(3), 381-383.
- CARDARELLİ, F. (2008). "Materials handbook: a concise desktop reference". *Springer Science & Business Media*.
- CHAWLA, Krishan K. (2012). "Composite Materials: Science and Engineering". Birmingham, AL 35294, USA: Department of Materials Science and Engineering, University of Alabama at Birmingham,.
- DESTANOĞLU, E. (2019). "Üç Boyutlu Tekstillerde Malzeme İlişkisi". Marmara Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü Tekstil Ana Sanat Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, s.4,8,43-44,59-69
- DESTANOĞLU, E. (2013) . Uludağ Tekstil İhracatçılar Birliği (UTİB), 3. Türkiye Ev Tekstili Tasarım Yarışması, Elvin Tekstil Özel Ödülü, Bursa.

- ER, A. (2012).”Kompozit Yapı Malzemelerinin Performans Özelliklerinin Ve Mimarlıkta Kullanım Olanaklarının Araştırılması”. DEÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- ERBAŞ, E. (2009). “Kutu Profil Ana Kirişli Kompozit Taşıyıcının Analizi”. DEÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- ERBİL, E. (2008). “Impact Loading in Laminated Composites”. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- ERSOY, Halit Yaşa. (2001). “Kompozit Malzeme”. İstanbul: Literatür Yayınları.
- FEI, B., & XIN, J. H. (2007). “, N-diethyl-m-toluamide-containing microcapsules for bio-cloth finishing”. *The American Journal Of Tropical Medicine And Hygiene*, 77(1), 52-57.
- FORMGLAS. (2012). CTP üretim şekli, GFRC panel uygulaması. Retrieved from <http://www.formglas.com/download.php>
- GEZER, H. (2008). “Üretim Alanında Tekstil Ve Mimari Arasındaki Etkileşim”. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 7(13), 21-50.
- GEZER, H. (2012). “Mekanı Kavrama Sürecinde Algılama Bileşenleri”. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, no. 21. s.1-10.
- GÜNGÖR, İ.Hulusi. (2005). “Temel Tasar”. Esen ofset matbaacılık, İstanbul. s. 218
- İNAN, N., & YILDIRIM, T. (2009). “Mimari Tasarım Sürecinde Disiplinlerarası İlişkiler ve Eşzamanlı-Dijital Ortam Tasarım Olanakları”. *Journal of the Faculty of Engineering & Architecture of Gazi University*, 24(4).
- KARADENİZ, E. (1989). “Elyaf Takviyeli Plastik Kompozitlerin Mukavemeti”. (Yüksek Lisans ), Marmara Üniversitesi İstanbul.
- LITRACON. (2012). “Işık Geçirgen Beton” (LiTraCon- Translucent Concrete). Retrieved from <http://www.litracon.hu/downloads.php>
- MİMARİZM. (2018). “Yemeksepeti Park”. Retrieved from [http://www.mimarizm.com/haberler/gundem/ev-konforunda-ofis-deneyimi-yemeksepeti-park\\_129044](http://www.mimarizm.com/haberler/gundem/ev-konforunda-ofis-deneyimi-yemeksepeti-park_129044)
- ONARAN, Kaşif. (2009). “Malzeme Bilimi”. İstanbul: Bilim Teknik Yayınevi.
- ÖZKENDİRCİ, B. (2010). “Gelecek Perspektifiyle Tekstil Tasarımında Multidisiplinerlik”.

- ÖZYAZGAN, V., & SAVAŞ, B. (2016). "Deniz Taşıtları İç Mekânlarına Özel Spacer (3d Sandwich) Döşemelik Kumaş Tasarımı". *İstanbul Aydın Üniversitesi Dergisi*, 8(31), 43-72.
- PELİCAN Ürün Kataloğu, 2019-2020 Özel Seri, sy. 170,194
- PENNETIER, C., CHABI, J., MARTIN, T., CHANDRE, F., ROGIER, C., HOUGARD, J.-M., & PAGES, F. (2010). "New Protective Battle-Dress Impregnated Against Mosquito Vector Bites". *Parasites & Vectors*, 3(1), 81.
- RAJA, A., KAWLEKAR, S., SAXENA, S., ARPUTHARAJ, A., & PATİL, P. (2015). "Mosquito protective textiles-A review". *International Journal of Mosquito Research*, 2(4), 49-53.
- RAMYA, K., & MAHESHWARI, V. (2014). "Development Of Eco-Friendly Mosquito Repellent Fabric Finished With Andrographis Paniculata Plant Extracts". *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 6(5), 115-117.
- ROZENDAAL, J. A. (1997). "Vector Control: Methods For Use By Individuals And Communities". World Health Organization.
- SMITH, A., VOß, J.-P., & GRIN, J. (2010). "Innovation Studies And Sustainability Transitions: The Allure Of The Multi-Level Perspective And Its Challenges". *Research Policy*, 39(4), 435-448.
- SPECOS, M. M., GARCIA, J. J., TORNESELLO, J., MARINO, P., VECCHIA, M. D., TESORIERO, M. D., & HERMIDA, L. G. (2010). "Microencapsulated Citronella Oil For Mosquito Repellent Finishing Of Cotton Textiles". *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 104(10), 653-658.
- SÜZER, İ. (2015). "Sinek Kovucu Perdeler". *Yeni Hareket*.
- TROUTMAN, S. L. (2010). "Laundry Additive For The Treatment And Prevention Of Bed Bugs". In: Google Patents.
- TURHAN, M. (2007). "CTP'lerin Mekanik Özelliklerine Elyaf Hacim Oranlarının Etkisinin Araştırılması". (Yüksek Lisans Tezi), Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Sakarya.
- XIN, J., & WANG, X. (2018). 1Insect-repellent textiles1. In M. M. Xin J.H. (Ed.), *Engineering of High-Performance Textiles* (pp. 335-348): Elsevier.
- YONTEMİNSAAT. (2008). "FRP'nin betonarme bir kolonda gösterilmesi". Retrieved from <http://www.yonteminsaat.com.tr/bilgiler.html>

YUCE, I. (2018). “Sivrisineklerden Koruyucu Tekstil Ürünlerinin İncelenmesi”. *Academic Perspective Procedia*, 1(1), 498-506.

## **ÇELİK/CAM ELYAF HİBRİT KOMPOZİT BORU ÜRETİMİ**

*İbrahim Doruk\**

### **Giriş**

Bu çalışmada elyaf sarma metodu kullanılarak hybrid kompozit, çelik-cam elyaf/epoksi, hibrit kompozit borununun tasarımı ve üretimi yapılmıştır. Hibrit kompozit boru çelik boru üzerine cam elyaflarının  $\pm 55^\circ$  açıyla sarılmasıyla üretilmiştir. Daha sonra üretilen hibrit kompozit borudan mekanik tespit edilmesi amacıyla çekme numuneleri elde edilmiştir. Hibrit kompozit borununun mekanik özellikleri çelik boru referans alınarak karşılaştırılmıştır.

Rijitlik, yüksek mukavemet, korozyon direnci, ısı yalıtımı ve çeliğe nazaran % 40'a varan hafiflik sağlaması, kompozit malzeme kullanımının en büyük avantajları olarak sıralanabilir. Kompozit malzeme üretim yöntemlerinden biri olan elyaf sarma yöntemi basınçlı kaplar, şaftlar, elektrik ve aydınlatma direkleri gibi ürünlerin üretiminde kullanılmaktadır. Bu yöntem ile üretilen elyaf takviyeli kompozit kaplar ve silindirler, metalden (çelik ve alüminyum) imal edilen kaplara ve silindirlere göre avantajlı olduğu için günümüzde kullanımı yaygındır.

Elyaf sarım yöntemi kompozit malzemelerin üretiminde kullanılan ve bilinen en verimli yöntemlerden biridir. Özel tasarıma sahip sarım makineleriyle kafa ve mandrel hareket hızları ayarlanarak istenilen sarım açılarında üretim yapılır. Sarım birbirine yapışık bantlar halinde veya tekrarlanan helisel geometriler ile bütün mandreli kaplaması halinde gerçekleştirilir. İstenilen kalınlığa erişilene kadar birbirini takip eden katmanlar aynı veya değişik sarım açılarında sarılırlar. Sarım açıları mandrel boyuna doğru ( $20^\circ$ ) gibi düşük açılardan mandrel eksenine dik ( $90^\circ$ ) açığa kadar değişebilir.

Elyaf Sarım yöntemi ile üretilen ürünler temelde takviye ve matris malzemesinden oluşmaktadır.

Takviye malzemesi olarak E-Cam elyaf maliyet, korozyon direnci ve kolay bulunabilirlik gibi özelliklerinden dolayı en yaygın kullanılan takviye malzemelerinden biridir. E-Cam' a göre güçlü fakat daha pahalı olan S-Cam, karbon, aramid gibi elyaflar ise genellikle havacılık sanayinde kullanılmaktadır.

---

\* (Dr. Öğr. Üyesi); Aydın Adnan Menderes Üniversitesi MYO, Aydın, Türkiye. E-mail: ibrahim.doruk@adu.edu.tr

Cam elyafli tek yönlü kompozitlerde erişilebilecek en yüksek elastisite modülü 70 GPa civarındadır. Daha yüksek elastisite modüllü sarım malzemeleri arasında en çok ilgi görenler karbon ve aramidtir. Bu takviye malzemelerinin özgül elastisite modülü, cam elyafın özgül elastisite modülünün yaklaşık üç-dört katı kadardır. Karbon ve aramidin diğer avantajları ise cam elyafinkine yaklaşan özgül mukavemet sağlayan, düşük yoğunluklarıdır. Genellikle, açıklanan mukavemet değerleri çok sayıda bireysel deney sonuçlarının birleşmesi ile elde edilmiş olup açıkça yüksek bir standart sapmaya sahiptir. Bu dağılım, fiberdeki çiziklerden ve çiziklerle çevresel faktörler arasındaki etkileşimden kaynaklanmaktadır. Fiberlerin mukavemetini azaltan çevresel faktörlerin başında nem gelir. Çekme mukavemetini etkileyen diğer bir faktör de elyaf çapıdır. Büyük çaplı elyafın küçük çaplı olanlara göre daha zayıf olduğu gözlemlenmiştir.

Matris malzemesinde epoksi, polyester veya vinilester reçineler esas alınır. Fenolikler, silikonlar ve poliamidler, yüksek ısı dayanımı gereken yerlerde veya elektriksel uygulamalarda kullanılırlar. Bu üç reçinenin sertleşmesi esnasında su buharı ve solventler açığa çıktığından, ısı ve basınç etkisi gerektiğinden kullanımları zordur. Epoksi reçine; uzay ve havacılık gibi ağırlığın kritik olduğu ve yüksek mukavemet istenen yerlerde tercih edilir. Epoksi reçinenin, polyester gibi daha ucuz olan bir reçineye tercih edilme sebepleri; daha iyi mekanik özellikleri, yorulma dayanımı, ısıl dayanımı, takviye malzemesine iyi yapışması ve sertleşme esnasındaki düşük çekme oranı şeklinde sayılabilir.

Üretim sürecinde yapılan işe bağlı olarak sarım için üç farklı yöntem uygulanabilmektedir. Bu yöntemler:

- Kutupsal sarım yöntemi
- Çevresel sarım yöntemi
- Helisel sarım yöntemi 'dir.

Elyaf sarma yöntemi ile ilgili, Fukunaga ve Chou(1988) ile Eckold (1985), tabakalı kompozit tüplerin üretimi ve tasarımı üzerine çalışmıştır. Christensen(1991) ise analitik çözüm sonucunda sadece kompozitten oluşan basınçlı kaplar için sarım açısının genellikle 55o seçildiğini göstermiştir. Optimal kontrol teorileri ile optimum elyaf sarım açısını (Mozorov ,1999) bulmaya çalışmıştır. Béakou & Mohamed 2001 yılında yaptıkları çalışmada iki ucu kapalı, elyaf sarım yöntemine göre üretilen kompozit tüpün optimum elyaf sarım açısının elde edilmesi için çalışmışlardır. Bai et al.. (1997) ± 55° lik sarım açısındaki elyaf sarımı cam elyaf-epoksi tüp için mikroyapı analizi ve çeki yüküne, içten basınca ve birleşik yüklemeye tabi tutarak mekanik davranışlarını analiz etmiştir. Düzgün bir içten basınca maruz, farklı malzeme özelliklerindeki simetrik

tabakalı kompozit tüp için deneysel ve analitik yaklaşım yöntemi ile yarıçap-cidar kalınlığı oranına ve farklı tabaka sayıları için tabaka hasar analizi (Chang, 2000) yapmıştır.

Yapılan çalışmalardan yola çıkarak elyaf sarma yöntemiyle hibrit kompozit silindirler üretilmiştir. Hibrit kompozit silindirler çelik boru üzerine cam elyaflarının  $\pm 55^\circ$  açıyla sarılmasıyla üretilmiştir. Daha sonra üretilen hibrit kompozit silindirlerden mekanik özelliklerinin (elastisite modülü, poisson oranı, çekme mukavemeti, kopma mukavemeti) tespit edilmesi amacıyla çekme numuneleri çıkarılmıştır. Mekanik özellikler çelik boru referans alınarak karşılaştırılmıştır.

### Materyal

Bu çalışmada helisel sarım yöntemine uygun CNC helisel elyaf sarım makinesi yardımıyla sarım gerçekleştirilmiştir. Deneysel üretimde kullanılan takviye bileşenleri içten dışa doğru sıralandığında en iç kısımda çelik boru ve üzerinde cam elyaf  $\pm 55^\circ$  açı ile farklı katman sayılarında sarılmıştır. Bu kapsamda deneysel hibrit kompozit boruyu üretirken kullanılan ürünler sırasıyla açıklanmıştır.

Çelik boru TS EN 10346 standardına uygun 0,50 mm kalınlığa sahip galvaniz çelik yassı sac kıvrılarak  $\text{Ø}140 \times 1000$  mm boyunda boru (mandren) üretilmiş ve ek yeri çentik ve punta kaynağı ile birleştirilmiştir. Bununla birlikte elyaf sarma makinesi bağlantı yerinde boru biçiminin korunması ve rijitliğini artırması amacıyla her iki tarafından 70 mm içeride 7 mm lik oluklar oluşturulmuştur. İlgili çeliğe ait mekanik özellikler Tablo 1’de belirtilmiştir (TS EN 10346).

Tablo 1. TS EN 10346 Çelik mekanik özellikleri.

Çelik Mekanik Özellikleri	Simge	Değer Aralığı	Birimi
Çekme Dayanımı (Maksimum)	$\sigma_c$	270-400	MPa
Akma Dayanımı	$\sigma_a$	140-280	MPa
Kopma Uzaması $L_0=80\text{mm}$ , $t < 3\text{mm}$	$\varepsilon$	$\geq \%28$	

İlgili mandrende kullanılan çeliğe ait kimyasal bileşim Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. TS EN 10346 Çelik kimyasal özellikleri.

Malzeme	C	Mn	Si
TS EN 10346	$\leq 0,10$	$\leq 0,50$	$\leq 0,10$

Takviye elemanı olarak Camelyaf firmasının WR6 tipi cam elyafı kullanılmıştır(Tablo 3).

Tablo 3. Takviye malzemesi cam elyafa ait mekanik özelliklerle(Camelyaf, 2015)

Cam Elyaf Özellikleri	Simge	Değer Aralığı	Birim
Çekme Dayanımı(22°C)	$R_m$	3450-3790	MPa
Çekme Elastisite Modülü(540°C)	E	72,4	GPa
Kopma Uzaması	$\epsilon$	4,8	%
Yoğunluk	$\rho$	2,54-2,60	$g/cm^3$
Uzunlukça Kütle		2400	$g/1000m$

Matris elemanı olarak epoksi reçine kategorisinde bulunan ürün MGS L326 tip epoksi reçine ve MGS H265 tipi sertleştiricidir. Ürünlere ait genel özellikler Tablo 4’te mevcuttur.

Tablo 4. Epoksi reçinenin genel özellikleri(Hexion, 2007)

Uygulama	Yüksek ısı direnci gerektiren uygulamalar, Tekne ve gemi, spor malzemeleri, otomobil parçaları kalıplar ve araçlar.
İşletme Sıcaklığı	-60°C ile +150°C
Isıl işlemde sonra	20°C ile 50°C arasındaki sıcaklıklarda işleme
Özellikler	Yüksek ısı direnci, oda sıcaklığında ilk kürleşme, iyi mekanik özellikler, yaklaşık karışım ömrü 1,5h ile 5h arasında
Depolama	Açılmamış orijinal ambalajında 24 ay raf ömrü

İlgili reçinenin yoğunluk, viskozite ve epoksi eşdeğeri özellikleri Tablo 5 ile verilmiştir.

Tablo 5. Laminasyon reçinesi L326 özellikleri(25°C)(Hexion, 2007)

Özellik	Birim	Değer
Yoğunluk	[g/cm <sup>3</sup> ]	1,14-1,19
Viskozite	[mPas]	5.000 - 7.000
Epoxy eşdeğeri	[g/equivalent]	170 – 190
Epoxy değeri	[equivalent/100g]	0,52 – 0,59
Isıya dayanıklılığı		1,5720 – 1,5740

Epoksi reçine ve sertleştirici karıştırma oranları Tablo 6 'da verilmiştir.

Tablo 6. Epoksi reçine sertleştirici karıştırma oranı(Hexion, 2007)

	Reçine; L326, Sertleştirici; H265
<b>Kütlece karıştırma oranı</b>	100 : 25 ± 2
<b>Hacimce karıştırma oranı</b>	100 : 30 ± 2

Reçine sertleştirici karışımı yapılırken Tablo 6' da belirtilen karıştırma oranı dikkatle uyulmalıdır. Daha fazla veya daha az sertleştirici eklemek daha hızlı ya da daha yavaş kürleşmeye, performans sınırı dahilinde olmayan mekanik özelliklere, tamamlanamayan vulkanizasyon ile sonuçlanabilir ve herhangi bir şekilde düzeltilemez. Reçine ve sertleştirici şeffaf bir görünüm alınca kadar karıştırılmalıdır. Epoksi reçine sertleştirici karışımına ait mekanik özellikler Tablo 7 ile verilmiştir.

Tablo 7. Reçine için mekanik özellikler(Hexion, 2007)

Özellik	Birim	Değer
Yoğunluk	[g/cm <sup>3</sup> ]	1,18 – 1,20
Eğilme dayanımı	[N/mm <sup>2</sup> ]	100 – 120
Elastisite modülü	[kN/mm <sup>2</sup> ]	3,2 – 3,5
Çekme dayanımı	[N/mm <sup>2</sup> ]	70 – 80
Basma dayanımı	[N/mm <sup>2</sup> ]	90 – 110
Kopma Uzaması	[%]	5,0 – 6,5
Darbe dayanımı	[KJ/m <sup>2</sup> ]	40 – 50

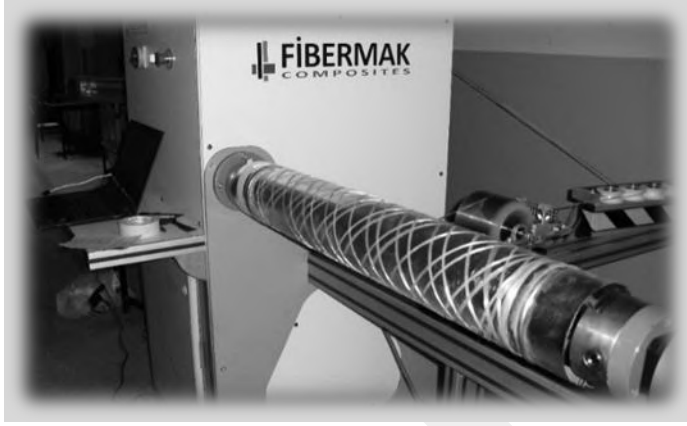
### Yöntem

Hibrit kompozit boru üretiminde TS EN 10346 standardına uygun 1000mm boyunda 0,50 mm kalınlığındaki sac malzeme uç kısımlarına çentik atılmış, rulolardan geçirilerek Ø140 mm dış çapına haiz boruya dönüştürülmüştür Üretilen boru çentik ile birleşim bölümü boru boyunca punta kaynak makinesi ile birbirine kenetlenmiştir.

Boru rijitliğini arttırmak amacıyla baş ve son kısımlarından 70mm içerde 7 mm lik oluklar oluşturulmuştur. Tamamlanan bu boru CNC elyaf sarma makinesine bağlanmış olup tezgah hazırlıkları tamamlanmıştır. ±55 derece ile sarım yapması amacıyla iki eksen için CNC sarım rotası G kodu olarak tanımlanmıştır.

Reçine ve sertleştirici kütlesi dara kütesinden bağımsız olarak kütlece 100:25 oranında karıştırma kabına ilave edilmiştir. İlgili karışım oda sıcaklığında 15dakika karıştırılmıştır.

Hazırlanan şeffaf karışım CNC elyaf sarım makinesi haznesine boşaltılmıştır. İstenen katman sayısı ve sayısında çelik boru üzerine cam elyafı (CE) malzemenen ±55° açıda katmanlar oluşturulmuştur (Şekil 1).



Şekil 1. Çelik boru üzerine cam elyaf sarımı

Temel kür prosesi, önceden belirlenmiş zaman periyotlarında ısı ve basıncın sistematik olarak uygulanmasını içerir. Kompozit malzemelerin üretimlerinde reçine üreticileri tarafından tavsiye edilen kür çevrimleri uygulanır. Her kompozit malzeme sistemi birbirinden farklı kür çevrimine sahiptir. Kür süresi normal koşullarda parçanın kalınlığı ve kullanılan katalizör (sertleştirici) miktarına bağlı olarak değişmektedir (Hexion, 2007) Bu kapsamda elyaf sarma işlemine tabi tutulan boru fırın içerisinde döndürülerek 75 °C’de kürleştirilmekte ve markalanarak bir sonraki sürece hazır hale getirilmektedir.

Numune çıkarma ya da kesim işlemi sujeti tezgahı yardımıyla gerçekleştirilmiştir Hibrit kompozit boru üzerinden çekme numuneleri çıkarılmıştır.

### **Analiz ve Bulgular**

Cisimler artan dış kuvvetler altında önce şekil değiştirir sonra dayanımını yitirerek kırılırlar. Ancak düşük yükler altında şekil değiştirmeler elastik davranış, yükler belirli bir sınırı aşarsa plastik davranış meydana gelir. Bu şekil değiştirmelere karşı direnç ise elastisite modülü ile belirlenir. Malzemeler içyapıda kalıcı değişme veya kırılma meydana getirmesi halinde gerilme sınırı mukavemet olarak bilinir. Kompozit malzemelerin mekanik özelliği sistemden sisteme değişmekle beraber kompozit malzemelerde karşılaşılan en önemli değişkenler ve kompozitlerin özellikleri; takviye elemanı türü ve özelliğine, takviye elemanın hacim oranına, elyaf geometrisi ve doğrultusuna, elyaf boy/çap oranına, matris türüne, uygulanan üretim tekniğine bağlıdır.

Uygulanan dış yüklere karşı bir cismin gösterdiği tepki mekanik davranış olarak adlandırılır. Bu davranışın biçimi de mekanik özelliği tayin eder. Uygulanan dış kuvvetlere karşı gerilme ve şekil değiştirmeler deneylerle belirlenir. Elyaf takviyeli kompozit malzemenin mekanik özelliklerinin deneysel olarak belirlenmesinde kullanılan test yöntemleri;

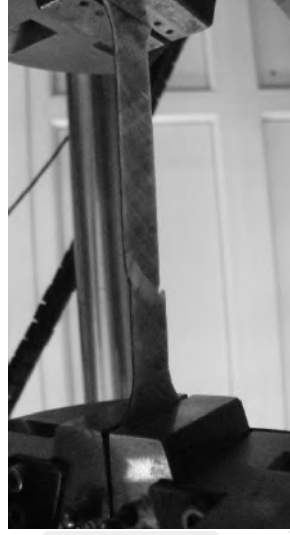
- Çekme deneyi
  - Poisson oranı deneyi
  - Eğilme deneyi,
  - Özgül ağırlık deneyi
  - Birim ağırlık deneyi
- olarak sınıflandırılabilir.

Kompozitlerin izotropik olmayan malzeme özelliğine sahip olmaları ve hasar şekillerinin çeşitliliği gibi özel karakteristik özelliklerinden dolayı geleneksel metalik malzemeler için kullanılan çoğu test prosedürleri ve numune geometrileri kompozit malzemelere uygulanamayabilmektedir. Bu nedenle kompozit malzemeler için test metodlarının geliştirilmesi ve değerlendirilmesi gerekmektedir. Uygulanantest metodlarının birçoğu ASTM tarafından kabul edilmiş standartlara göre gerçekleştirilmiştir.

Çekme ve basınç yüklemelerinden dolayı elyaf-matris arasındaki etkileşimin tanımlanmasında aşağıda sıralanan birkaç temel varsayımın kabul edilmesi gerekir:

1. Elyaf, matris içerisinde homojen olarak dağılmıştır,
2. Elyaf ve matris arasında mükemmel bir yapışma vardır,
3. Matris içinde hava boşluğu yoktur,
4. Elyaf takviyeli kompozit plaka başlangıçta gerilmemiş durumdadır (artık gerilmeler yoktur)
5. Elyaf ve matrisin her ikisi de lineer elastik malzeme olarak davranır (Şen, 2007)

Kompozit malzemelerin, Elastisite modülleri  $E_1$ ,  $E_2$ ; Poisson oranları  $\nu_{12}, \nu_{21}$ ; boyuna çekme mukavemeti  $X_c$  ve enine çekme mukavemeti  $Y_c$  gibi çekme özellikleri ASTM D3039-76 standart test metoduna (ASTM,2006) göre, boyuna  $[\pm 55^\circ]$  çift yönlü takviye edilmiş numunelere statik çekme testi uygulanarak belirlenmiştir.(Şekil 2)



Şekil 2. Çekme deneyi yapılışı

Hibrit kompozit malzemelerin, elastisite modülü, poisson oranı ve kopma dayanımlarını belirlemek için çekme deneyleri yapılmaktadır. Çekme numuneleri, test makinesine yerleştirilerek numune boyuna ekseninde 1,0 mm/dak hızda çekilmiştir. Numunelere tek eksenli yükleme altında hasar oluncaya kadar yük uygulanmıştır. Yük ve yer değiştirme değerleri dijital veri aktarım sistemiyle elde edilmiştir. Boyuna yönde gerilme, boyuna uzanmanın bir fonksiyonu olarak oluşmuştur. Kompozit numunelerin gerilme-şekil değiştirme davranışı doğrusal olarak meydana gelmiştir.

#### 4. Sonuç ve Tartışma

Üretilen kompozit malzemelerin mekanik özellikleri Tablo 8 ile verilmiştir. Mekanik özellikleri belirlemek için yapılan deneyler ASTM test standartlarına uygun olarak gerçekleştirilmiştir.

Tablo 8.  $[\pm 55]$  Cam takviyeli numuneye ait mekanik özellikler

Malzeme Özellikleri	Sembol	Birim	Değer
Elyaf Hacim Oranı	$V_f$	%	62
Elyaf Yönündeki Elastisite Modülü	$E_1$	MPa	42220
Elyafa Dik Yöndeki Elastisite Modülü	$E_2$	MPa	11546
Kayma Modülü	$G_{12}$	MPa	6885

Poisson Oranı	$\nu_{12}$	-	0.225
Numune Yönündeki Çekme Mukavemeti	$X_{\phi}$	MPa	463
Numuneye Dik Yöndeki Çekme	$Y_{\phi}$	MPa	28
Kayma Mukavemeti	S	MPa	37
Yoğunluk	d	Kg/m <sup>3</sup>	2068

Elyaf sarma yöntemi ile kompozit malzemeden ürün üretim sektörü büyümekte ve her geçen gün iyileştirilmesi için sayısız çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmada; Elyaf sarım yöntemi ile üretilen ürünlerin üzerine yapılan deneysel çalışmalar sonucu belirlenen mekanik özellikler ulusal ve uluslararası kabul edilen standartlar kullanılarak test edilmiştir.

Çekme ve eğilme deneyleri sonucunda kompozit malzemenin elastisite modülünün yüksek, poisson oranının düşük olduğu, malzemenin lineer elastik davranış gösterdiği ve gevrek kırılma yaptığı tespit edilmiştir.

Hibrit yapıda kompozit malzemelerin yapılan çalışmalar sonunda birim hacim ağırlığının diğer yapı malzemeleri ile kıyaslandığında daha hafif olması nakliye yanında işçilik maliyetinin de düşmesini sağlamaktadır.

Deneysel çalışmalar ve nümerik hesaplamalar ile belirlenen kompozit malzemelerin üstün özelliklerinden yararlanılarak basınçlı kaplar, şaftlar, elektrik ve aydınlatma direkleri üretilmesi ekonomiklik, işlevsellik, dayanım ve korozyon direnci açısından oldukça önemlidir.

### **Teşekkür**

Bu çalışma Pamukkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 2014 BSP 6 numaralı proje ile desteklenmiştir.

### **Kaynaklar**

- H. Fukunaga, and TW. Chou, "Simplified Design Tech-Niques For Laminated Cylindrical Pressure Vessels Under Stiffness And Strength Constraints," *Journal of Composite Materials*, 22, 1157-1169., 1988.
- GC. Eckold, "A Design Method For Filament Wound Grp Vessels And Pipework," *Composites*, 16, 41-47., 1985.
- RM. Christensen, "Mechanics Of Composite Materials," *Malabar FL: Krieger*. 1991.

- EV.Mozorov, "Optimum Design Of Filament Wound Composite Shells," *Lancaster: Technomic Publishing Co Inc. Chapter 8, 247-276. 1999.*
- A.Béakou, and A. Mohamed, "Influence Of Variable Scat-Tering On The Optimum Winding Angle Of Cylindrical Lami-Nated Composites," *Composite Structures Materials, 53, 287-293. 2001.*
- J.Bai vd., "Mechanical Behaviour Of 55° Filament-Wound Glass-Fibre/Epoxy-Resin Tubes," *Composites Science and Technology, 51, 141-153. 1997.*
- R.R. Chang, "Experimental And Theoretical Analyses Of First-Ply Failure Of Laminated Composite Pressure Vessels," *Composite Structures, 49, 237-243. 2000.*
- TS EN 10346, *Sıcakdaldırmayla Sürekli Olarak Kaplanmış Çelik Yassı Mamuller – Teknik Teslim Şartları, Ankara, 2010.*
- Cam Elyaf 2015, *Teksarım Cam Elyaf Kataloğu, <http://www.camelyaf.com>*
- Chemical, Hexion, 2007 *Adhesive Systems Catalogue. [http://www.hexionchem.com.](http://www.hexionchem.com)*
- ASTM 3039 – 76, 2006, *Standard Test Method for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Materials*
- F. Şen, "Failure Analysis Of Composite Pin-Loaded Joints Under Preload Moments.", *DokuzEylul University Institute of Science, 2007.*

## *BÖLÜM XVI*

### **UNESCO DÜNYA MİRAS KOMİTESİ 42. OTURUMU ÜZERİNE**

*Murat Çağlayan\**

#### **Giriş**

UNESCO'nun (Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Kurumu) kültür alanındaki altı sözleşmesinden biri olan 1972 tarihli Dünya Kültürel ve Doğal Mirasının Korunmasına Dair Sözleşme kapsamında UNESCO Dünya Mirası Komitesi 42. Oturumu Bahreyn'de gerçekleşmiştir. Dünya Mirası Komitesi oturumlarına 25 Haziran - 4 Temmuz 2018 tarihleri arasında 10 gün süresince devam edilmiştir. Toplantıları yerinde takip eden UNESCO Türkiye Milli Komisyonu Somut Kültürel Miras Komitesi Başkanı Murat Çağlayan; Göbeklitepe'nin de Dünya Mirası Listesine alındığı bu dönemde, oturumların içerik ve tartışmalarını gözlemleyip raporlamıştır.

#### **UNESCO Dünya Miras Komitesi 42. Oturumu Üzerine**

Komite, Bahreyn Krallığı'nın ev sahipliğinde 25 Haziran 2018 tarihinde Manama'daki Bahreyn Ulusal Tiyatrosu'nda gerçekleştirilen açılış töreniyle çalışmalarına başlamıştır. Toplantılara, komite üyesi 21 devletin yanı sıra sözleşmeye taraf devletlerin, UNESCO üyesi devletlerin, hükümetler arası kuruluşların ve sivil toplum kuruluşlarının temsilcileri katılım sağlamıştır.<sup>1</sup> Türkiye, 2013-2017 yılları arasındaki komite kurulu üyeliğinden sonra 2017 yılında gerçekleştirilen UNESCO 39. Genel Konferansında 2017-2021 dönemi için yürütme kurulu üyeliğine seçilmiştir. Bu sebeple UNESCO Türkiye Millî Komisyonu, oturuma gözlemci ve Dünya Miras Alanı adayı olarak Göbeklitepe dosyasını sunduğu için taraf devleti temsilen katılmıştır. Komisyon temsilcileri farklı tarihlerdeki oturumları takip etmişlerdir.

42. Oturum Başkanı ev sahibi ülke olan Bahreyn'den Sheikha Haya Rashed Al Khalifa ve raportörü Macaristan'dan Anna E. Zeichner görevleri süresince etkin ve aktif bir rol oynamışlardır. Oturum başkanının toplantı akışına ve zaman kısıntısına ilişkin müdahaleleri ile raportörün görev süresince gösterdiği çaba genel anlamda başarılıdır. Ayrıca

---

\* (Dr. Öğr. Üyesi); Mardin Artuklu Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mardin, Türkiye, e-mail: muratcaglayan@artuklu.edu.tr

<sup>1</sup> Bu dönemin Komite üyesi devletleri: Angola, Avustralya, Azerbaycan, Bahreyn Krallığı, Bosna-Hersek, Brezilya, Burkina Faso, Çin, Küba, Guatemala, Endonezya, Macaristan, Kuveyt, Kırgızistan, Norveç, Saint Kitts ve Nevis, İspanya, Tunus, Uganda, Tanzanya Birleşik Cumhuriyeti ve Zimbabve.

oturumun başkan yardımcılarında biri olarak belirlenen Brezilya temsilcisi, ara ara oturum başkanlığına vekâlet etmiştir.<sup>2</sup>

Oturumda ilk olarak koruma durum raporlarına ilişkin gündem maddeleri 26-28 Haziran 2018 tarihleri arasında görüşülmüştür.<sup>3</sup> Komite, 26 Haziran sabah oturumunda ilgili gündem maddesi kapsamında Dünya Mirası Merkezi Direktörü Mechtild RÖSSLER'in miras alanlarının koruma durum değerlendirmelerine ilişkin sunumuyla çalışmalarına başladı. Sunumun ardından söz alan komite üyesi devletler (Norveç, İspanya, Angola ve Brezilya) çatışma veya afet sonrası durum ve stratejilerinin iyi kurgulanması gerektiğini ve özellikle son yıllarda yaşanan çatışmalar sonucu ortaya çıkan miras tahribatlarının yeni yaklaşımlar gerektirdiğini belirttiler. Avustralya ve Azerbaycan yaşanan sorunların alanlardaki yönetim planı eksikliklerinden kaynaklandığı yönündeki görüşlerini ifade ettiler. Polonya ek olarak Varşova Bildirgesi'nin dikkate alınması gerektiğini ve rekonstrüksiyon / restorasyon / iyileştirme çalışmalarının bu kapsamda şekillendirilmesi gerektiği düşüncesini ifade etti.<sup>4</sup> Genel değerlendirmelerin ardından koruma durum raporları değerlendirilmesine geçildi. Oturumlar süresince Dünya Mirası Listesinde kayıtlı 157 alanın ve Tehlike Altındaki Dünya Mirası Listesinde kayıtlı 54 alanın raporları değerlendirildi.

Tehlike Altındaki Dünya Mirası Listesine kayıtlı alanların koruma durum raporları, komitenin, Filistin'in Tehlike Altındaki Dünya Mirası Listesinde yer alan üç mirası ile ilgili taslak kararların tartışmaya açılmadan kabul edilmesi konusunda uzlaşılması kararıyla başladı.<sup>5</sup> Komite çalışmalarına, Tehlike Altındaki Dünya Mirası Listesine kayıtlı kültürel miras alanlarının koruma durum raporlarının görüşülmesinin ardından, söz konusu listede kayıtlı doğal alanların raporlarının görüşülmesiyle devam etti. Gündem maddesi kapsamında "Ani Arkeolojik Alanı" ve "İstanbul Tarihi Alanları" miras alanlarının koruma durum raporları tartışmaya açılmadan kabul edildi. Avrupa Bölgesi koruma durum raporlarının onaylanmasının ardından Ermenistan temsilcisi söz alarak alandaki bilgilendirme tabelalarının geçmiş yıllarda Komitede alınan kararlara uygun revize edilmediğini ve kendilerinin de sürece dahil olmak istediklerini belirtti. Konuşmanın ardından UNESCO Türkiye Mili

<sup>2</sup> Kasım 2017'de Paris'te gerçekleştirilen Dünya Mirası Komitesi 21. Genel Kurulunda belirlenen şekliyle Başkan Yardımcıları: Azerbaycan, Brezilya, Çin, İspanya ve Zimbabve.

<sup>3</sup> Koruma durum raporları için bakınız;

<http://whc.unesco.org/en/sessions/42com/documents/WHC/18/42.COM/7>,

<sup>4</sup> Varşova Bildirgesi için bakınız;

<https://community-democracies.org/app/uploads/2016/10/2000-Warsaw-Declaration-ENG.pdf>

<sup>5</sup> Filistin'in Tehlike Altındaki Dünya Mirası Listesinde yer alan alanları: - İsa'nın Doğum Yeri: Doğu Kilisesi ve Hac Yolu, Beytüllahim Kilisesi (2012), - Zeytin ve Üzüm Diyarı, Battır, Güney Kudüs Kültürel Peyzajı (2014), - Hebron/Al-khalil Tarihi Kenti (2017).

Komisyonu Somut Kültürel Miras İhtisas Komitesi üyesi Doç. Dr. Zeynep AKTÜRE, Ermenistan temsilcisiyle görüştü ve durumun bir yanlış anlaşılma olduğunu belirtti. Temsilcinin sözünü ettiği bilgilendirme tabelalarının henüz revize edilmediğini, revize süreçlerinde Komite kararlarına uygun hareket edileceğini aktardı.

Geçici liste revizesine ilişkin gündem maddesi 29 Haziran tarihinde sabah oturumunda görüşüldü. Bu kapsamda geçici listeye 88 yeni miras alanı eklendi. Türkiye’den 7 yeni alan Dünya Mirası Geçici Listesine girdi.<sup>6</sup> Böylece Türkiye’nin geçici listede 73 kültürel, 2 karma ve 2 doğal olmak üzere toplam 77 mirası oldu. Ayrıca Komite toplantısında güncellenen haliyle geçici listede 177 taraf devletin, toplam 1697 miras alanı yer almaktadır.

Dünya Mirası Listesi adaylık dosyalarına ilişkin gündem maddeleri 29 Haziran - 2 Temmuz 2018 tarihleri arasında görüşüldü.<sup>7</sup> 31 adaylık dosyasının değerlendirildiği ve 20 yeni alanın listeye kaydedildiği oturumlarda, güncellenen son haliyle Dünya Mirası Listesinde 167 taraf devletin 1092 miras alanı yer almaktadır.

Türkiye’nin ICOMOS (Uluslararası Anıtlar ve Sitler Konseyi) taslak kararında eş zamanlı olarak Dünya Mirası Listesi ve Tehlike Altındaki Dünya Mirası Listesine kaydedilmesi önerilen “Göbeklitepe” adaylık dosyası 1 Temmuz Pazar günü görüşüldü. Brezilya’nın sunduğu taslak karar değişiklik önerisi Azerbaycan, Zimbabve, Çin, Bosna Hersek, Macaristan ve Tanzania tarafından desteklendi ve alanın Tehlike Altındaki Dünya Mirası Listesi’ne kaydedilmesinin gerekli olmadığı yönünde görüş birliğine varıldı. Norveç, Göbeklitepe’nin 2020 yılına kadar izlenip belirtilen kaygılar ve tehlikelerin üstün evrensel değeri etkilemesi halinde alanın Tehlike Altındaki Listeye kaydedilmesine ilişkin bir öneri sundu. Öneri; çoğunluk tarafından (Zimbabve, Brezilya, Azerbaycan, Tunus, Tanzania, Çin, İspanya, Endonezya, Bosna Hersek) kabul edilmedi. Böylece Türkiye’nin Dünya Mirası Listesindeki miras alanı sayısı on sekize yükseldi.

Oturumun sonunda çeşitli görüş ve öneriler sunuldu. Koruma durum raporları ve adaylık dosyalarının görüşmeleri sırasında yapılan taslak karara ilişkin değişiklik önerilerinin komite üyesi devletler tarafından

---

<sup>6</sup> Geçici listeye 2018 yılında giren alanlar: 1. Priene Arkeolojik Alanı (Aydn), 2. Gaziantep Yeraltı Suyu Yapıları: Livas ve Kasteller (Gaziantep), 3. Erken Dönem Anadolu Türk Mirası: Danişmend Beyliği Başkenti Niksar (Tokat), 4. Justinian Köprüsü (Sakarya), 5. Sarıkaya Roma Hamamı (Yozgat), 6. Harput Tarihi Kenti (Elazığ), 7. Anadolu’daki Ahşap Çatılı ve Ahşap Taşıyıcı Camiler (Konya-Eşrefoğlu Cami, Kastamonu-Mahmut Bey Cami, Eskişehir-Sivrihisar Cami, Afyon-Afyon Ulu Cami, Ankara-Arslanhane Cami)

<sup>7</sup> Detaylı bilgi için bakınız;

<http://whc.unesco.org/en/sessions/42com/documents/WHC/18/42.COM/8B>

değerlendirilmesine fırsat tanınacak şekilde yapılması gerektiğini vurgulayan İspanya, Norveç, Avustralya ve Brezilya, komite işleyişinin bozulmaması gerektiğini belirtti. Özellikle bazı dosyalarda danışma organlarının taslak kararıyla örtüşmeyen kararları hızlıca komiteden geçirmenin yapıya zarar vereceği üzerinde görüş birliğine varıldı. Adaylık dosyalarının tamamlanmasının ardından söz alan Yeni Zelanda, önümüzdeki dönemlerde komite güvenilirliğinin sağlanmasının önemine değindi. Zimbabve temsilcisinin dile getirdiği koruma durum raporlarının incelenmelerine ilişkin eleştiri, İspanya tarafından desteklendi. Coğrafi dağılıma göre inceleme yapılmaması gerektiğini belirten Zimbabve, alanların koruma durumlarında yaşanan sıkıntılı durumlar göz önüne alınarak komite gündeminde tartışmanın daha uygun olacağını ifade etti.

Genel olarak oturumda, koruma durum raporları görüşmeleri sırasında analitik görüş sunulması ve taslak kararlarda yapılacak değişikliklerde rasyonel tutum arayışında olan başta Avustralya ve Norveç gibi taraf devlet temsilcileri, komite çalışmalarının güvenilirliğini kaybetmesine sebep olacak kararlardan duydukları rahatsızlıkları dile getirmişlerdir. Oturumda, Türkiye'nin de içerisinde yer aldığı bir önceki dönemde Finlandiya ve Lübnan gibi taraf devlet uzmanlarının yönlendirici tavırlarının eksikliği dikkat çekici olmuştur.

Oturumlar süresince öğle araları başta olmak üzere akşam saatlerinde çeşitli yan etkinlikler düzenlenmiştir. Etkinlikler genel anlamda iki konu üzerinde yoğunlaşmıştır. Özellikle son yıllarda Ortadoğu'da artış gösteren çatışma veya doğal afetler gibi sebeplerle zarar gören miras alanlarına ilişkin yeni belirlenecek olan rekonstrüksiyon - iyileştirme -restorasyon yaklaşımları ve söz konusu alanların koruma durumları ile Dünya Miras Alanları için tehlike oluşturmaya başlayan yoğun ziyaretçi akınlarına ilişkin ziyaretçi yönetimi ve sürdürülebilir turizm konuları yan etkinliklerde işlenen başlıca konular olarak belirtilebilir. Özellikle çatışmalar sebebiyle tahrip edilen alanların önümüzdeki dönemlerde ne gibi kaygılarla değerlendirileceği ve ne tür yaklaşımlar belirleneceği son yıllarda uluslararası toplumun en çok üzerinde durduğu konudur. Bu kapsamda UNESCO ve Dünya Mirası Merkezi 21. yüzyılın rekonstrüksiyon yaklaşımlarının oluşmasında uzmanların görüşlerine değer vererek ve paylaşılmasını sağlayarak öncü olmaktadır.

Birleşik Arap Emirlikleri, Irak, Bahreyn, ICOMOS, ICCROM (Kültürel Varlıkların Korunması ve Restorasyonu için Uluslararası Araştırma Merkezi) ortaklaşa Musul'un rekonstrüksiyonu üzerine bir yan etkinlik düzenlenmiştir. Birleşik Arap Emirlikleri, Bahreyn ve Irak'ın kültür bakanları, bürokratları bu toplantıya katılmışlardır. Toplantıda, Birleşik Arap Emirlikleri, Musul'da bir caminin rekonstrüksiyonu için 50 milyon dolar bağışladığını açıklamıştır. Dış İşleri Bakanlığı'ndan alınan bilgiye göre ülkemiz de Irak Merkezi hükümetine geçtiğimiz yıllarda 50

milyon dolar bağışlamıştır. Musul'un ya da yıkıma uğrayan kentlerin acil olarak restorasyon ve teknik yardıma ihtiyaçları vardır. Diğer ülkelerin bu yardımların politik olarak bu gibi toplantılarda tanıtım ve reklamlarını yapmaktadırlar. Türkiye Cumhuriyeti olarak bizim de mümkün olduğu kadar rekonstrüksiyonlara katkı sağlamaya devam etmemiz gerekmektedir. Bu konuda en tecrübeli kurum olan TİKA'nın sağlayacağı katkılar büyüktür.

2019 yılı Dünya Mirası Komitesi 43. Oturumu başkanlığı ve ev sahipliği için Azerbaycan ve Tanzanya'nın adaylık başvurusunda bulunduğu komite oturumları sırasında belirtilmiştir. Kesinleşen sonuçlara göre Azerbaycan 2019 yılında 43. Oturumun ev sahipliğini yapmaya hak kazanmıştır. Bu kapsamda 2019'da Azerbaycan, komite üyeliğinin son yılında Türkiye'nin iki adaylık dosyasını sunmayı planladığı Dünya Mirası Komitesi 43. Oturumuna başkanlık etme imkânı buldu.<sup>8</sup>

Komite Oturumları sırasında Türkiye'nin bir sonraki yıl için sunmayı planladığı miras alanlarına ilişkin farkındalık artırıcı çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Özellikle Samsun Büyükşehir Belediyesi temsilcileri ve "Kızılırmak Deltası Kuş Cenneti" alan yöneticileri oturumlar sırasında Uluslararası Doğa Koruma Birliği (IUCN) uzmanlarıyla görüşmeler gerçekleştirmişlerdir. Ek olarak tanıtım materyalleri, koruma durum raporları ve adaylık dosyalarının görüşüldüğü günlerde toplantı katılımcılarıyla paylaşılmıştır. "Mudurnu Tarihi Ahi Kenti" adaylık dosyası kapsamında alan başkanlığı, oturumlar sırasında ICOMOS uzmanları ve komite üyesi devletlerin uzmanlarıyla görüşmeler gerçekleştirmiştir. Fakat ICOMOS'un (Uluslararası Anıtlar ve Sitler Konseyi) ve IUCN'nin (Uluslararası Doğa Koruma Birliği) raporları doğrultusunda Türkiye 2019 yılında Bakü'de gerçekleşen oturumda iki adaylık dosyasını da geri çekmiştir.

## **Sonuç**

UNESCO Dünya Mirası Komitesi'nin 42. Oturumunda Göbeklitepe Dünya Mirası Listesine girmiştir. Türkiye, bir yıl sonra Azerbaycan'da gerçekleşen 43. Oturumunda maalesef herhangi bir adaylık dosyası sunmamıştır. 2020 yılında Çin'de gerçekleşmesi planlanan 44. Oturumda ise Malatya Arslantepe Arkeolojik Alanı dosyasını sunacaktır. Kültür Bakanlığı'nın dosyaya yönelik hazırlıkları devam etmektedir.

---

<sup>8</sup> Türkiye'nin 2019 yılında UNESCO Dünya Mirası Komitesi'ne sunacağı aday dosyalar; Kültürel değer olarak "Mudurnu Tarihi Ahi Kenti", doğal miras olarak "Kızılırmak Deltası Kuş Cenneti" idi.



Şekil 1: UNESCO Dünya Mirası Komitesi 42. Oturumu 1 Temmuz 2018'de Göbeklitepe dosyası görüşülürken (Murat Çağlayan).