



**FATİH SULTAN MEHMET VAKIF ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
MİMARLIK ANABİLİM DALI
MİMARLIK PROGRAMI**

**STADYUM YAPILARINDA HAREKETLİ CEPHE VE
ÖRTÜ MALZEMELERİNİN MİMARİ BİÇİM
OLUŞUMU ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İREM UĞURLU

İSTANBUL, 2021



**FATİH SULTAN MEHMET VAKIF ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
MİMARLIK ANABİLİM DALI
MİMARLIK PROGRAMI**

**STADYUM YAPILARINDA HAREKETLİ CEPHE VE
ÖRTÜ MALZEMELERİNİN MİMARİ BİÇİM
OLUŞUMU ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**İREM UĞURLU
(190201018)**

Danışman

(Dr. Öğr. Üyesi Uğur ÖZCAN)

İSTANBUL, 2021

17/ 06/2021

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Mimarlık Anabilim Dalı'nda 190201003 numaralı İrem UĞURLU'nun hazırladığı “Geniş Açıklıklı Spor Yapılarında Cephe ve Örtü Malzemelerinin Mimari Biçim Oluşumu Üzerindeki Etkileri “ konulu Mimarlık Tezli Yüksek Lisans tezi ile ilgili Tez Savunma Sınavı, 17/06/2021 Perşembe günü saat 15 :00 'da yapılmış, sorulara alınan cevaplar sonunda adayın tezinin **KABULÜNE** karar verilmiştir.

Düzeltilme verilmesi halinde:

Adı geçen öğrencinin Tez Savunma Sınavı .../.../20... tarihinde, saat ...:.... da yapılacaktır.

Tez Adı Değişikliği Yapılması Halinde: Tez adının “Stadyum Yapılarında Hareketli Cephe Ve Örtü Malzemelerinin Mimari Biçim Oluşumu Üzerindeki Etkileri” şeklinde değiştirilmesi uygundur.

Jüri Üyesi	Tarih	İmza
(Danışman) Dr. Öğr. Üyesi Uğur ÖZCAN	17/ 06/2021	KABUL
Dr. Öğr. Üyesi Emine Merve OKUMUŞ	17/ 06/2021	KABUL
Dr. Öğr. Üyesi Jülide EDİRNE ERDİNÇ	17/ 06/2021	KABUL
(İkinci Danışman) */ .../20...
*/ .../20...

*2. Danışman varsa doldurulacak

BEYAN/ ETİK BİLDİRİM

Bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bağlı olduğum üniversite veya bir başka üniversitedeki başka bir çalışma olarak sunulmadığını beyan ederim.

İrem UĞURLU

STADYUM YAPILARINDA HAREKETLİ CEPHE VE ÖRTÜ MALZEMELERİNİN MİMARİ BİÇİM OLUŞUMU ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

İrem Uğurlu

ÖZET

Stadyum yapıları, tarihsel süreçte kökeni eskiye dayanan yapılardır. Tarihte kent planlamasında önemli bir yere sahip olan stadyum yapıları, günümüzde de kapsamlı bir alana sahiptir. Kentlerin oluşmasında ve şekillenmesinde barınma, çalışma mekanları, sosyal alanlar ve yeşil alanlar kadar stadyum yapıları da etkili olmaktadır. Sadece spor mekanları olmaktan çıkıp, çok işlevli mekanlar olmasının yanı sıra bir kenti simgelen ve kentte ikon haline gelen yapılara dönüşmektedir.

Günümüzde stadyum yapılarının sayısının artması ile birlikte farklı form ve biçim arayışları da artmaktadır. Gelişen teknoloji sayesinde yeni malzemeler ve yeni sistemler doğrultusunda, hareketli yapı tasarımları hayata geçirilmektedir. Stadyum yapısının örtü sistemlerinde, cephe tasarımlarında, tribün ve saha alanlarındaki hareket çeşitlilikleri, tasarımda biçimsel farklılıkları oluşturmaktadır. Stadyum yapısının iç ve dış mekanlarında meydana gelen hareket, yapının estetik, konfor, işlev ve fonksiyon açısından kullanılabilirliğini etkilemektedir.

Bu bağlamda hazırlanan tez çalışmasında malzeme ve hareket kavramlarının biçim oluşumu üzerindeki etkileri araştırılmış ve yapı, işlevsel esneklik, dönüştürülebilirlik, büyüyüp/küçülme, uyarlanabilirlik, modülerlik gibi kavramlarla yorumlanmıştır.

Yedi bölümden oluşan tez çalışmasında birinci bölümünde çalışmanın amacı, kapsamı ve yöntemi açıklanmıştır. İkinci bölümde, stadyum yapılarının tarihsel gelişiminden bahsedilmiş, Antik çağ, 19., 20. ve 21. Yüzyıl dönemlerine ayrılan tarihsel süreçten sonra stadyum türleri açıklanmıştır.

Tezin üçüncü bölümünde, yapılarda hareket kavramının tarihsel sürecinden bahsedilmiştir. Stadyum yapılarının tarihsel süreçteki mimari özellikleri, gelişimleri ve kullanılan hareket türleri incelenmiştir. Hareketli cephelerin ve hareketli örtü sistemlerin kullanım amaçları ve özellikleri belirtilmiştir.

Tezin dördüncü bölümünde, malzeme kavramı ve stadyum yapılarında kullanılan malzeme çeşitleri incelenmiştir. Beşinci bölümde, hareket ve malzeme davranışlarının biçimsel oluşumu üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Altıncı bölümde ise dünyadan verilen stadyum tasarımı örnekleri incelenmiş ve hareket sayesinde oluşan biçimsel değişimler ortaya konulmuştur.

Tezin son bölümü olan yedinci bölümde; incelenen konular ve örnekler ile ilgili sonuç ve değerlendirmeler anlatılmıştır.

Anahtar kelimeler; Stadyum, Mimari biçim, Cephe, Hareketli Cephe

THE EFFECTS OF MOVING FACADES AND COVER MATERIALS ON ARCHITECTURAL FORMATION IN STADIUM STRUCTURES

İrem Uğurlu

ABSTRACT

Stadium structures are structures whose origins date back to the past in the historical process. Stadium structures, which have an important place in urban planning in history, have a comprehensive area today. Stadiums, as well as accommodation, working spaces, social areas and green spaces, are effective in the formation and shaping of cities. It is not only sports venues, but also multifunctional venues, as well as transforming into buildings that symbolize a city and become an icon in the city.

Nowadays, with the increase in the number of stadium structures, the search for different forms and forms is also increasing. Thanks to the developing technology, moving building designs are implemented in line with new materials and new systems. The variations of movement in the covering systems of the stadium structure, facade designs, grandstand and field areas create formal differences in design. The movement that occurs inside and outside of the stadium structure affects the usability of the building in terms of aesthetics, comfort, function and function.

In this thesis prepared in this context, the effects of the concepts of material and motion on form formation were investigated and interpreted with concepts such as structure, functional flexibility, transformability, grow / shrink, adaptability, and modularity.

In the first part of the thesis, which consists of seven parts, the aim, scope and method of the study are explained. In the second part, the historical development of the stadium structures is mentioned, and the types of stadiums are explained after the historical process divided into Antiquity, 19th, 20th and 21st Centuries.

In the third part of the thesis, the historical process of the concept of movement in structures is mentioned. The architectural features, developments and movement types of the stadium structures in the historical process were examined. The usage purposes and properties of moving facades and moving curtain systems are specified.

In the fourth part of the thesis, the concept of materials and the types of materials used in stadium structures are examined. In the fifth chapter, the effects of movement and material behavior on the formal formation are investigated. In the sixth chapter, stadium design examples given from the world are examined and the formal changes caused by the movement are presented.

In the seventh part, which is the last part of the thesis; results and evaluations related to the studied subjects and examples are explained.

Keywords; Stadium, Architectural Form, Facade, Movable Facade

ÖNSÖZ

Öncelikle danışmanlığımı kabul ederek, salgın hastalık sürecinin zor koşullarına rağmen yardımlarını esirgemeyen ve çalışmama destek olan tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Uğur ÖZCAN'a teşekkür ederim.

Tez dönemi boyunca beni motive eden ve çalışmam için destek veren arkadaşlarıma teşekkür ederim. Hayatta her zaman tüm inançlarıyla yanımda olan ve desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen sevgili aileme, babama, anneme, ve kardeşlerime sonsuz teşekkürlerimle...

Mayıs 2021

İrem UĞURLU

Mimar

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
ÖNSÖZ	viii
SEMBOLLER	xii
KISALTMALAR	xiii
TABLO LİSTESİ	xiv
ŞEKİL LİSTESİ	xv
GİRİŞ	1
Çalışmanın Amacı	1
Çalışmanın Kapsamı.....	1
Çalışmanın Yöntemi.....	2
BİRİNCİ BÖLÜM	3
1. STADYUM YAPILARI VE TARİHÇESİ	3
1.1. SPOR VE STADYUM KAVRAMININ TANIMI	3
1.2. STADYUMLARIN TARİHSEL GELİŞİMİ	4
1.2.1. Antik Çağ Stadyumları	5
1.2.2. 19. ve 20. Yüzyıl Stadyumları	8
1.2.3. 21. Yüzyıl Stadyumları	11
1.3. STADYUM TÜRLERİ	12
1.3.1. Geometrik Formlarına Göre Stadyumlar	13
1.3.2. Mekansal Düzenlerine Göre Stadyumlar	14
1.4. BÖLÜM DEĞERLENDİRMESİ	14
İKİNCİ BÖLÜM	16
2. STADYUM YAPILARINDA HAREKETLİ CEPHE VE ÖRTÜ SİSTEMLER	16
2.1. YAPILARDA HAREKET KAVRAMI	16
2.2. STADYUM YAPILARI.....	23

2.2.1. Stadyum Yapılarının Mimarisi ve Özellikleri.....	24
2.3. STADYUM YAPILARINDA HAREKET TÜRLERİ	33
2.3.1. Açılır-Katlanır Sistemler	35
2.3.2. Kayar Sistemler	36
2.3.3. Genişler-Daralır Sistemler	37
2.3.4. Döner Sistemler	38
2.4. HAREKETLİ CEPHE VE ÖRTÜ SİSTEMLER	38
2.4.1. Stadyumlarda Hareketli Cephe ve Özellikleri	40
2.4.2. Stadyumlarda Hareketli Örtü Sistemler ve Özellikleri.....	42
BÖLÜM DEĞERLENDİRMESİ	45
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM	50
3. STADYUM YAPILARINDA CEPHE VE ÖRTÜ MALZEMELERİ	50
3.1. CEPHE VE ÖRTÜ SİSTEMLERDE KULLANILAN MALZEMENİN TARİHSEL GELİŞİM SÜRECİ	50
3.2. CEPHE VE ÖRTÜ SİSTEMLERDE KULLANILAN MALZEME ÇEŞİTLERİ	53
3.2.1. Cephe ve Örtü Malzemesi Olarak Metaller	53
3.2.2. Cephe ve Örtü Malzemesi Olarak Plastikler	56
3.2.2.1. PVC (Polivinil Klorid)	59
3.2.2.2. ETFE (Etilen Tetra Floro Etilen)	62
3.2.2.3. PC (Polikarbonat)	64
3.2.2.4. PET(Poli Etilen Tereftalat)	66
3.2.3. Cephe ve Örtü Malzemesi Olarak Karbon Fiberler.....	68
3.2.4. Cephe ve Örtü Malzemesi Olarak Doğal Malzemeler.....	70
3.3. BÖLÜM DEĞERLENDİRMESİ	75
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM	78
4. STADYUM YAPILARINDA HAREKETLİ CEPHE VE ÖRTÜ MALZEMELERİNİN MİMARİ BİÇİME ETKİSİ	78
4.1. STADYUM YAPILARINDA HAREKET VE MALZEME İLİŞKİSİ	78
4.2. STADYUM YAPILARINDA HAREKET VE MİMARİ BİÇİM İLİŞKİSİ..	80
4.2.1. Hareket ve Mimari Biçim İlişkisinde İşlevsel esneklik.....	82
4.2.2. Hareket ve Mimari Biçim İlişkisinde Dönüştürülebilirlik.....	85

4.2.3. Hareket ve Mimari Biçim İlişkisinde Büyüeyebilirlik/Küçülebilirlik .	86
4.2.4. Hareket ve Mimari Biçim İlişkisinde Uyarlanabilirlik/Adapte Edilebilirlik.....	88
4.2.5. Hareket ve Mimari Biçim İlişkisinde Modülerlik.....	90
4.3. BÖLÜM DEĞERLENDİRMESİ	92
BEŞİNCİ BÖLÜM	95
5. HAREKETLİ STADYUM YAPILARININ İNCELENMESİ.....	95
5.1. SAPPORO DOME STADYUMU-JAPONYA	95
5.2. MERCEDES BENZ STADYUMU-ABD,ATLANTA.....	102
5.3. PHOENİX STADYUMU- ABD, ARIZONA	110
5.4. AUSTRALIA STADYUMU-AVUSTRALYA, SYDNEY	116
5.5. MONTREAL STADYUMU- KANADA, MONTREAL	122
5.6. CIVIC ARENA, ABD-PENSİLVANYA.....	129
5.7. AVIVA STADYUMU-İRLANDA-DUBLİN.....	134
5.8. BÖLÜM DEĞERLENDİRMESİ	139
SONUÇ.....	143
KAYNAKÇA	148

SEMBOLLER

M.Ö	: Milattan önce
M.S	: Milattan sonra
Yy	: Yüzyıl
M2	: Metrekare
M	: Metre
Cm	: Santimetre

KISALTMALAR

FIFA : Ulusal Futbol Federasyonu

IOC : Uluslararası Olimpiyat Komitesi

TABLO LİSTESİ

Tablo 6.1. Stadyum Analiz Tablosu.....	142
--	-----

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1. 1 Olympia Stadyumu-Yunanistan	6
Şekil 1. 2 Circus Maximus Stadyumu-Roma	7
Şekil 1. 3 Collesium-Roma	7
Şekil 1. 4 Real Meanstranza de Sevilla Stadyumu	9
Şekil 1. 5 Victoria Ground Stadyumu	10
Şekil 1. 6 Santiago Bernabeu Stadyumu-İspanya	10
Şekil 1. 7 Yakın döneme ait stadyum-Amsterdam Arena	12
Şekil 1. 8 Zamana göre değişen stadyum geometrik formları	13
Şekil 2. 1 Mekanları ayırmak için kullanılan sürgü taşlar	17
Şekil 2. 2 Göçebelerin kullandığı çadır gelişim aşaması	17
Şekil 2. 3 Sökülüp taşınabilen çadır	18
Şekil 2. 4 Dönen solaryum binası	18
Şekil 2. 5 Dönen solaryum planı	19
Şekil 2. 6 Dönen solaryum planı	19
Şekil 2. 7 Villa Girasole-1935	20
Şekil 2. 8 Villa Girasole strüktür sistemi	21
Şekil 2. 9 Villa Girasole hareket mekanizması	21
Şekil 2. 10 Villa Girasole planı	21
Şekil 2. 11 Zamanla değişen stadyum tasarımları	24
Şekil 2. 12 Eski dönem stadyum yapılarının formları	26
Şekil 2. 13 Araziye göre stadyum yapısının konumlandırılması -Efes Antik Tiyatrosu	27
Şekil 2. 14 Stadyumun şehir içi ulaşım diyagram örneği	28
Şekil 2. 15 Fiorentina kent meydanında ayakta izlenen yerel futbol oyunu-1688	29
Şekil 2. 16 Stadyumlarda iki katmanlı ve beş katmanlı tribün örneği	30
Şekil 2. 17 Stadyumlarda locanın gerektiğinde otel odası olarak da kullanım biçimi	31
Şekil 2. 18 Türk Telekom Arena ve müzesi	32
Şekil 2. 19 Hareketli sistemler	33
Şekil 2. 20 Katı formlu sistemler	34
Şekil 3. 21 Hareket türleri ve sistemleri	34
Şekil 2. 22 Stadyumlarda açılma-kapanma hareketi A.Kapalı B.Yarı açık C.Açık	36
Şekil 2. 23 Kayar sistem ile çeşitli kullanımlara uyum sağlayabilen yapı	37
Şekil 2. 24 Genişleme-daralma ile çeşitli kullanımlara uyum sağlayabilen yapı	37
Şekil 2. 25 Stadyumda dönme hareketi ile açılma A.Kapalı B.Yarı açık C.Açık	38
Şekil 2. 26 .Hareket eden A.oyun alanı B. tribün C. çatı D. cephe	39
Şekil 2. 27 Hazza Bin Zayed Stadyumu cephesinde kullanılan hareketli sistem örneği	42
Şekil 2. 28 Collesium ve izleyici alanını kaplayan çatısı	43
Şekil 2. 29 Arthur Ashe Stadyumu ve hareketli örtü sistemi	45
Şekil 3. 1 Metal malzemenin çeşitli alanlarda kullanımı	54
Şekil 3. 2 Hive evi planı	56
Şekil 3. 3 Cephede metal kullanımı ve güneşin hareketiyle açılıp kapanan cephe	56
Şekil 3. 4 Plastik malzemenin çeşitli alanlarda kullanımı	57
Şekil 3. 5 Plastik malzemenin cephe kaplaması olarak kullanımına örnek yapı	58

Şekil 3. 6 Expo 67 Alman Pavyonu ve örtü sistemde kullanılan PVC malzemesi.....	60
Şekil 3. 7 Vodafone Arena örtü sisteminde PTFE malzeme kullanımı.....	61
Şekil 3. 8 Pnömatik yastık, modüler panel ve çift kavisli sistem.....	62
Şekil 3. 9 Danimarka botanik bahçesi ve kullanılan ETFE malzeme.....	63
Şekil 3. 10 ETFE kaplama malzemesi ile tasarlanan Eden projesi.....	64
Şekil 3. 11 Tasarlanan sokakta kullanılan PC malzemeli güneş panelleri-Şangay.....	65
Şekil 3. 12 Cephesi plastik şişeden oluşan EcoArk projesi.....	67
Şekil 3. 13 Karbon fiber malzeme yapısı.....	68
Şekil 3. 14 Kafes kapı-Dubai Expo.....	69
Şekil 3. 15 Fa-bo galerisi ve zemine bağlanmış karbon fiber iplikler.....	70
Şekil 3. 16 Doğal malzemelerin kullanım alanları.....	71
Şekil 3. 17 Ahşap malzemenin hem taşıyıcı hem üst örtü olarak kullanılması.....	72
Şekil 3. 18 Taş malzemenin cephe ve taşıyıcı sistemlerde kullanılması.....	73
Şekil 3. 19 Cephe kaplama taş malzeme kullanımı.....	73
Şekil 3. 20 Alman-Çin Evi-Shanghai World Expo-2010.....	74
Şekil 4. 1 Hareket eden çelik malzeme çatı-Astana Stadyumu 2009.....	79
Şekil 4. 2 Hareket eden PVC malzeme çatı- Toyota Stadyumu 2001.....	79
Şekil 4. 3 İklimsel değişimlerden dolayı çevreye uygun tasarlanan Kaya Stadyumu.....	81
Şekil 4. 4 Stadyumlarda hareketli üst örtü sayesinde oluşan biçim farklılıkları.....	82
Şekil 4. 5 İşlevsel esneklik diyagramı.....	83
Şekil 4. 6 Oyun alanının farklı işlevlerde kullanımını gösteren plan şeması-Astana Stadyumu.....	84
Şekil 4. 7 Dönüştürülebilirlik diyagramı.....	85
Şekil 4. 8 Çatı hareketi ile tribün ve oyun alanının açık veya yarı açık mekana dönüşmesi.....	86
Şekil 4. 9 Büyüyebilirlik / küçülebilirlik diyagramı.....	87
Şekil 4. 10 Stadyum kapasitesini artırmak için eklenen tribün alanı.....	88
Şekil 4. 11 Uyarlanabilirlik / adapte edilebilirlik diyagramı.....	88
Şekil 4. 12 Olimpiyat stadyumundan beyzbol stadyumuna uyarlanma örneği.....	90
Şekil 4. 13 Modülerlik diyagramı.....	91
Şekil 4. 14 Modüler tasarlanan çatı.....	91
Şekil 5. 1 Sapporo şehri ve stadyumun şehirdeki konumu.....	96
Şekil 5. 2 Sapooro Dome stadyumu ve kubbesi.....	97
Şekil 5. 3 Stadyum çatı formu ve iç mekana yansıyan görünümü.....	98
Şekil 5. 4 Sapporo Dome stadyum plan ve görünüşleri.....	98
Şekil 5. 5 Stadyumda sahalar arasındaki dönüşüm.....	99
Şekil 5. 6 Hareket eden açık sahanın kapalı alana girmesi.....	100
Şekil 5. 7 Tribünlerin geri çekilmesi ve içeri girecek olan saha için boşluk oluşması.....	100
Şekil 5. 8 Açık alandaki sahanın stadyum içine 90 derece dönerek girmesi.....	101
Şekil 5. 9 Stadyumun beyzbol ve futbol sahası olarak iki farklı kullanımı.....	102
Şekil 5. 10 Stadyum ve şehirdeki konumu.....	103
Şekil 5. 11 Mercedes Benz ve Georgia Dome Stadyumu.....	103
Şekil 5. 12 Mercedes Benz stadyumu ve vaziyet planı.....	104
Şekil 5. 13 Stadyum zemin kat planı.....	105
Şekil 5. 14 Stadyum kesitleri.....	105
Şekil 5. 15 Stadyum yapı oluşumunu gösteren diyagramlar.....	106
Şekil 5. 16 Çatının açık hali ve Halo ekran.....	107
Şekil 5. 17 Çatı malzemesi yakın görünüm.....	108
Şekil 5. 18 Stadyum çatısının açık ve kapalı hali.....	108
Şekil 5. 19 Stadyum tribün ve çatı ilişkisi.....	109
Şekil 5. 20 Stadyum girişinde bulunan güneş panelleri.....	109

Şekil 5. 21 Stadyum konumu	110
Şekil 5. 22 Phoenix Stadyumu vaziyet planı.....	111
Şekil 5. 23 Phonenix Stadyumu planları ve kesitleri.....	112
Şekil 5. 24 Çatısı açık stadyum görünümü.....	113
Şekil 5. 25 Stadyum çatı konstrüksiyonu	113
Şekil 5. 26 Saha hareketini gösteren diyagram	114
Şekil 5. 27 Stadyum dışında bulunan sahanın stadyum içine girmesi.....	115
Şekil 5. 28 Stadyum cephesi ve dikey cam bantlar	115
Şekil 5. 29 Cephedeki dikey cam bantlar ve metal panel kullanımı.....	116
Şekil 5. 30 Şehir ve stadyum konumu (stadyumun günümüz hali)	117
Şekil 5. 31 Stadyum çatı ve tribünleri	117
Şekil 5. 32 Australia Stadyumu planı.....	118
Şekil 5. 33 Stadyum kesiti.....	118
Şekil 5. 34 Stadyum çatısı ve tribün ilişkisi	119
Şekil 5. 35 Stadyum tribün ve çatı dönüşümü.....	120
Şekil 5. 36 Tribünlerde hareketli koltuk sistemi	120
Şekil 5. 37 Stadyum yenilenmesini gösteren saha şekli ve hareketli oturma alanları diyagramı	121
Şekil 5. 38 Tribünlerden stadyum çatısına bakış.....	122
Şekil 5. 39 Şehir ve stadyum konumu (stadyum günümü hali).....	123
Şekil 5. 40 Alanda bulunan velodrom binası	124
Şekil 5. 41 Stadyum, veledrom ve kule planı.....	124
Şekil 5. 42 Stadyum kesiti.....	125
Şekil 5. 43 Stadyum görünüşleri	125
Şekil 5. 44 Stadyum temel taşıyıcı sistemi.....	126
Şekil 5. 45 Montreal kulesi	126
Şekil 5. 46 Çatının kapalı, yarı açık ve tam açık hali.....	127
Şekil 5. 47 Stadyum genel görünüş.....	128
Şekil 5. 48 Şehir ve arena konumu.....	130
Şekil 5. 49 Arenanın nereye konumlanacağını gösteren diyagramlar	130
Şekil 5. 50 Arena çatısı ve diyagramı	131
Şekil 5. 51 Arena kesiti	132
Şekil 5. 52 Arena genel görünüş	132
Şekil 5. 53 Stadyum çatısının cephe işlevi görmesi (açık ve kapalı mekana dönüşmesi)	133
Şekil 5. 54 Stadyum iç görseli.....	133
Şekil 5. 55 Stadyumun şehirdeki konumu	134
Şekil 5. 56 Aviva Stadyumu genel görünümü.....	135
Şekil 5. 57 Stadyum vaziyet planı	136
Şekil 5. 58 Stadyum görünüşleri	136
Şekil 5. 59 Stadyum kesiti.....	137
Şekil 5. 60 Aviva Stadyum cephesinde kullanılan şeffaf panjurlar	137
Şekil 5. 61 Stadyum cephesinde kullanılan panjur detayı	138
Şekil 5. 62 Çatı ve cephe birleşimi.....	138
Şekil 5. 63 Stadyum saha görünümü.....	139

GİRİŞ

Spor ve spor yapıları, tarihsel süreçten günümüze kadar farklı birçok evreden geçmiştir. Spor ve stadyum yapılarının temelleri Antik dönemde atılmıştır ve toplumsal değişim ile birlikte stadyum yapıları da değişim göstermiştir. Sürekli gelişen, değişen ve toplum için birleşme alanları oluşturan spor mekanları, kentlerin ve sosyal hayatın odak noktalarından biri haline gelmiştir.

Stadyumlar, tarihi dönemlerde atletizm ve turnuva yarışlarının düzenlendiği, çeşitli dini törenlerin gerçekleştiği mekanlar olarak kullanılmıştır. Günümüzde ise bu işlevlerin yanı sıra başka fonksiyonlarda eklenmiştir. Kent oluşumlarında ve şekillenmesinde diğer yapılar kadar önemli bir yere sahip olan stadyumlar, sosyal mekanlar ve birleşme alanları olarak kullanılmaktadır. Kullanıcı ihtiyacının çoğunu karşılayabilecek bir şekilde tasarlanan günümüz stadyumları, spor faaliyetlerinin düzenlenmesi dışında konser, sergi, kongre ve çeşitli etkinlikler için de kullanılmaktadır.

Çalışmanın Amacı

Stadyum yapıları, ekonomik, sosyal ve kültürel değerler ile bağlantı kurarak kentlerin gelişmesine imkan sağlamaktadır. Stadyumların sahip olduğu bu potansiyel, teknoloji ve mühendislikte ortaya çıkan gelişmeler ile birlikte ikon yapılar tasarlama ve uygulama açısından önem taşımaktadır. Bu çalışmanın amacı stadyum yapılarının gelişimi, hareket ve malzeme kapsamında incelenmesi ve dünyadaki stadyum yapı örneklerinin biçim, işlev, yapı ve form yönünden değerlendirilmesidir. Stadyum yapılarındaki cephe ve örtü sistemlerin harekete etkisi konusu üzerinde durulmuştur.

Çalışmanın Kapsamı

Hazırlanan çalışmada stadyum yapılarının hareketli sistemler ile daha işlevli ve fonksiyonel mekanlara dönüşümü incelenmiştir. Stadyum yapısındaki biçim ve form farklılıkları, uygulanmış örnekler üzerinden araştırılmış ve bu doğrultuda kullanılan hareketli sistemler ve çeşitli malzeme alternatifleri incelenmiştir.

Çalışmanın Yöntemi

Çalışmaya başlarken öncelikle literatür araştırması yapılmıştır. Çalışmanın çıkış noktası olan spor ve stadyum yapıları kavramları tarihsel süreç içerisinde incelenmiştir. Yapılarda hareket kavramı üzerine yoğunlaştığında, stadyum yapılarında da sıklıkla kullanıldığı ve biçim, işlev ve form olarak stadyum tasarımlarını etkilediği görülmüştür. Kullanılan malzeme ve hareketli sistemler sayesinde yapısal değişimler dünyadaki örnekler üzerinden incelenmiştir.

BİRİNCİ BÖLÜM

1. STADYUM YAPILARI VE TARİHÇESİ

1.1. SPOR VE STADYUM KAVRAMININ TANIMI

Spor, toplumları etkileşim halinde tutan ve toplumlar üzerinde büyük etkiler bırakan önemli faaliyetlerden biridir. Tarihsel süreçten günümüze kadar olan dönemler içinde her toplum kendi içinde veya uluslararası düzeyde sporla ilgilenmiştir.

‘Spor yapıları’, spor faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi için tasarlanmış yapılardır (Orhon & Altın, 2014). Pek çok farklı spor dalının yapılabilmesine olanak sağlayan gerekli spor mekânlarını ve izlenebilmesi için çeşitli mekân düzenlemelerini sunan geçici, kalıcı, yarı açık veya kapalı yapılardır. Futbol, basketbol, jimnastik, atletizm, yüzme, tenis, buz sporları vb. gibi birçok spor faaliyetinin yapılabilmesi için gerekli olan mekanlardır. Açık- kapalı yüzme havuzları, arenalar, stadyumlar, veledromlar vb. yapılar spor yapıları başlığı altında toplanmaktadır.

Spor yapıları geçmişten günümüze gelişerek değişiklik göstermiştir. Geçmiş dönemlerde spor faaliyetleri için ortak tesisler bulunurken, günümüzde gelişen teknoloji ve ekonomi ile bu yapılar farklı yenilikler ve donatılar kazanmıştır. Günümüzde spor faaliyetlerinin yaygınlığı giderek artarken, spor yapıları da çeşitlenmekte ve kentler için önemli merkezler oluşturmaktadır.

Stadyum adı, Roma dönemindeki atletizm dalı için inşa edilmiş stadyumların, boyunun hesaplanmasında kullanılan ‘stadium’ kelimesinden gelmektedir (Hasol, 2016, s. 428). Daha geniş bir ifadeyle stadyum; kalabalık takım sporların ve yarışmaların yapılmasını sağlayan ve çevresinde bu etkinlikleri izleyebilecek oturma alanlarının bulunduğu büyük veya küçük ölçekli spor tesisidir (Bulgurcuoğlu, 2013, s. 7). Bir başka tanımla ise stadyum; uluslararası belirlenen kurallar doğrultusunda yapılmış bir oyun sahası (futbol, beyzbol, koşu, basketbol vb.) ve oyun sahasını çevreleyen izleyici birimlerinin olduğu ve bu birimlere hizmet eden alt mekanların bulunduğu, açık, yarı açık veya kapalı spor mekanlarıdır (Gürel & Akkoç, 2011, s. 347).

Genel anlamı ile stadyum; futbol, atletizm, beyzbol, basketbol vb. gibi toplum tarafından ilgi gören spor dalları için düzenlenmiş, oyun alanının etrafında izleme ve oturma alanları bulunan ve belirlenen spor dalı için uygun fiziksel mekanı sağlayan yapılardır.

1.2. STADYUMLARIN TARİHSEL GELİŞİMİ

Spor, spor tarihi ve spor yapıları ile ilgili çalışmalar incelendiğinde insanlık tarihiyle iç içe olduğu ve çoğu zaman sosyal hayatın merkezi olduğu görülmektedir. Aynı zamanda stadyum yapıları, toplumdaki gelişim ve değişimlerden etkilenmektedir (Dever, 2010). Sporun tarihi ve spor yapılarının gelişmesi insanlık tarihi konusunda önemli ipuçları vermektedir. Böylece stadyum kavramının değişimi ve gelişimi ile toplumsal değişim ve sosyal gelişim arasında ilişki kurmak mümkündür.

Spor faaliyetlerinin yapıldığı ilk dönemlerden itibaren spor müsabakaları için çeşitli mekân oluşumları başlamıştır. Tarihte yapılan ilk spor aktiviteleri doğada, açık alanlarda ve çok amaçlı olarak tanımlanan ortak mekânlarda yapılmıştır. Buna kent meydanları, amfi tiyatrolar, agoralar vb. gibi örnekler verilebilir. Fakat spor dalları geliştikçe spor yapılarının işlevleri ve mekânsal gereksinimleri artmış ve ana fonksiyonu spor olan yapılar oluşmaya başlamıştır.

Stadyumlar, Antik uygarlıklar döneminden günümüze kadar barındırdıkları spor ve diğer çeşitli faaliyetler sayesinde toplumsal yaşamın merkezi haline gelmiştir. Kent kimliğinin ve kent dokusunun oluşmasında önemli bir etkiye sahip olan stadyum yapıları kentlerin odak noktası olmaya başlamıştır.

İlk stadyumlar, bir koşu pistinden ve pistin yan tarafında bulunan izleyici alanlarından oluşmuştur. Toplumsal değişim sürecine ve sportif faaliyetlerin kitleselleşmesine koşut olarak stadyumlar da farklılaşmış ve daha büyük, daha fonksiyonel, daha konforlu, daha güvenli, daha teknik, daha estetik yapılara dönüşmüşlerdir. Günümüzde ise stadyumlar, salt spor etkinliklerine yönelik mekânlar olarak değerlendirilmekten çıkmış ve bir göstergeler sistemi olarak kabul

görmeye başlamıştır. Aslında stadyum, öteden beri sporun üretildiği bir yer olmaktan daha fazla anlam ifade etmiştir (Bulgurcuoğlu, 2013, s. 9).

Ticarileşme ve gelişmeye bağlı olarak spor etkinliklerinin yaygınlığı giderek artmaya başlamıştır. Toplumun farkındalığı arttıkça spor ve stadyum yapıları da çeşitlenmiş ve kentler için önemli bir ticari gelir olmaya başlamıştır. Hemen hemen her dönemde toplumun bir parçası olan bu mekanlar, işlevsel beklentilerin yanı sıra ekonomik ve ticari faaliyetleri ile kentin büyük bir simgesi haline gelmektedir.

1.2.1. Antik Çağ Stadyumları

Spor yapıları dünyanın farklı yerlerinde ve coğrafyalarında değişmeye ve gelişmeye devam etmiştir. Günümüze kadar olan stadyum gelişmelerinde genel olarak stadyum yapı mantığı aynı kalmıştır. Stadyum kavramının tarihi geçmişi Antik dönemlere kadar uzanmaktadır.

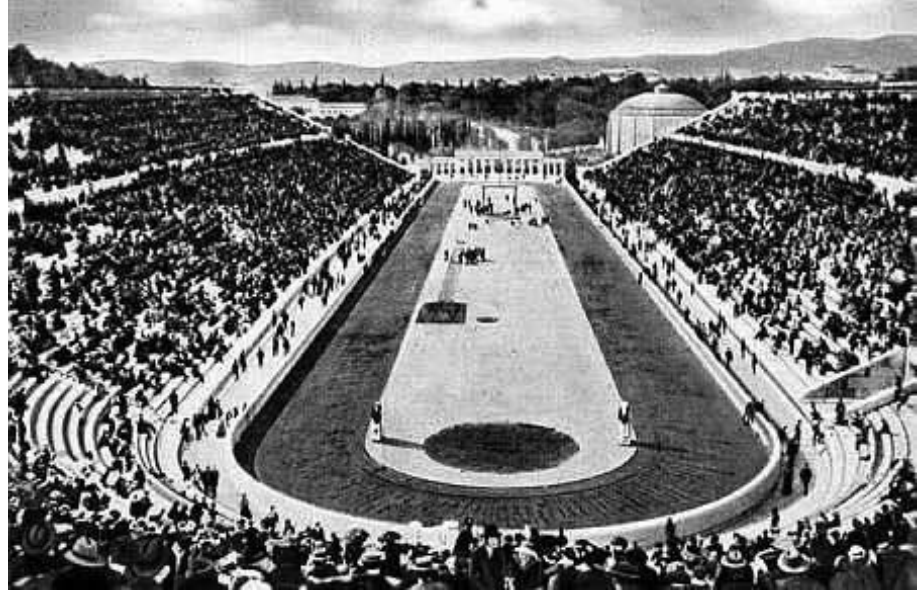
Antik Çağ, stadyum fikrinin ilk kez oluştuğu ve günümüzdeki stadyumların temelini atıldığı dönemdir. Bu dönemdeki stadyumlar, yüksek sayıda seyirci alabilen, atletik yarışmaların gerçekleştiği, bir pist ve etrafında seyirciler için ayrılmış bölümlerin olduğu spor mekanlarıdır. Bu dönem stadyumlarının en önemli özelliği, etkinliklerin ayakta izlenmesi yani seyirciler için oturma alanlarının olmamasıdır. (Bulgurcuoğlu, 2013, s. 10). Antik dönem stadyumları, Antik Yunan ve Antik Roma stadyumları olmak üzere iki kısımda incelenmektedir.

M.Ö 1500'den beri Antik Yunanistan'da spor dalları tanınmaktadır. Bu yüzden Antik Yunan kültüründe spor faaliyetleri, sosyal hayatta önemli bir yere sahiptir. Geçmişten günümüze sadece spor dalları ile ilgili olan alışkanlıklar ve kültürler gelmemiştir. Aynı zamanda antik dönemdeki gelenek, görenek ve sosyal yapı etkilerini hala göstermektedir.

Antik Yunan kültüründe, stadyum bir yapı olarak henüz var olmadığı için etkinlikler kent meydanları olan agoralarda düzenlenmiştir. Agora bilinen işlevlerin yanında kırsal spor alanı rolünü üstlenmiştir. Kırsal spor alanı, büyük çaplı gerçekleşen spor faaliyetlerinin dışında erkeklerin spor yarışları ve oyunlar oynadığı, halkın da toplanarak onları izlediği küçük ölçekli etkinliklerdir (Wycherley 1993).

Antik Yunan'da ilk stadyumlar halk tarafından kutsal olarak görülen yerlerde yapılmıştır ve o kutsal yerle ilişkilendirilmiştir. Olympia Stadyumu bilinen en eski stadyumlardandır (Şekil 1.1). Stadyumun formunun farklı olması tarihteki stadyum algısının günümüzdekinden farklı olduğunu göstermektedir.

Bu dönemde yapılan stadyumlar ilk zamanlarda dar ve fazla uzun olmayan pistten oluşmaktadır. Pistin kenarlarında seyircilerin oturduğu basamaklar bulunmaktadır. Karşılaşmalara olan ilginin artmasıyla stadyumların boyutları değişmiştir (Cesur, 2012, s. 47).



Şekil 1. 1 Olympia Stadyumu-Yunanistan (Url-1)

Antik Roma kültürünün spor anlayışı, Antik Yunan kültüründen farklılaşmaktadır. Roma döneminde spordan çok eğlenceye önem verilmiştir ve bu dönemde gladyatör, hayvan dövüşleri, at ve araba yarışları düzenlenmiştir. Bu faaliyetler kent meydanları, amfityatro ve hipodromlar gibi toplum için çok amaçlı olarak tanımlanan ortak mekanlarda gerçekleşmiştir (Selo & Erdönmez, 2018, s. 565).

Bu dönemdeki stadyumlarda gerekli bir saha ve seyirciler için izleme alanları bulunmaktadır. Dönemin en önemli stadyumları Collesium ve Circus Maximus'tur ve 180.000- 190.000 izleyici alabildiği tahmin edilmektedir.



Şekil 1. 2 Circus Maximus Stadyumu-Roma (Url-2)



Şekil 1. 3 Collesium-Roma (Url-3)

M.Ö. 4. asırdan itibaren stadyumlar anıtsal bir görünüm almaya başlamıştır. Karşılaşmalara olan ilginin artmasıyla stadyumların boyutlarında değişim gözlemlenmiştir. Yunan döneminde büyük ve anıtsal stadyumlar yapılırken, Roma döneminde stadyumlar yerine arenalar tercih edilmiştir (Cesur, 2012, s. 47). Bu yapılar aynı zamanda o dönemdeki toplum anlayışını ve sosyal yapıyı yansıtmaktadır. Stadyumdaki izleyici alanları bölümlere ayrılmış ve her bölümde çeşitli sosyal yapıdan, cinsiyetten, statüden insanlar bulunmaktadır (Selo & Erdönmez, 2018, s. 567).

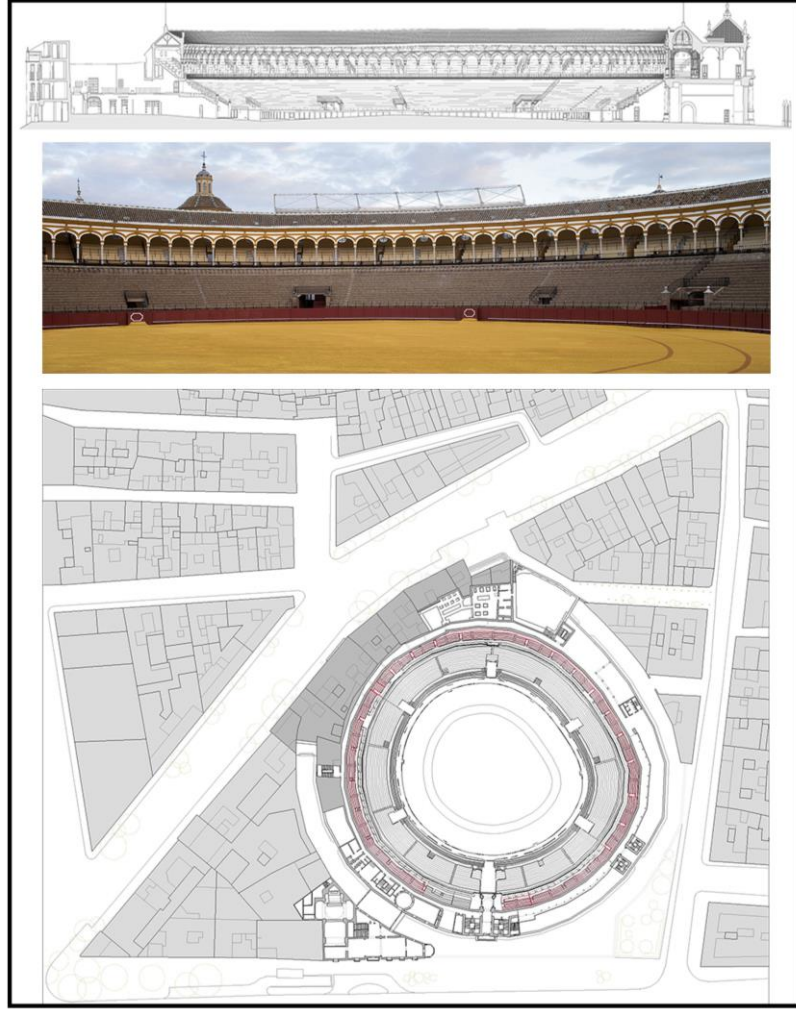
1.2.2. 19. ve 20. Yüzyıl Stadyumları

19. yüzyıl stadyumları günümüz stadyum temelinin atıldığı dönemdir. Yaşanan gelişmeler ve teknolojinin ilerlemesi yeni malzemeler üretmeye ve üretimi daha önce mümkün olmayan yapılar tasarlamaya itmiştir. Bu dönem stadyumları, sadece spor mekanı olmaktan çıkmış, toplumun ve sosyal yapının bir göstergesi haline gelmiştir.

19. ve 20. Yüzyıl stadyumları; Antik dönem stadyumlarını temel almakla birlikte pek çok yönden farklılaşmaktadır. Bu stadyumların en dikkat çekici özelliklerinden biri tek bir spor dalına yönelik hizmet vermesidir. Antik dönem stadyumlarına göre daha konforlu, daha işlevsel ve form olarak daha gelişmiş tasarlanmasına rağmen belirli spor dallarına yönelik tasarımlara yoğunlaşmıştır. (Bulgurcuoğlu, 2013).

Spora ve farklı spor dallarına izleyicilerin ve işletmecilerin ilgisi artmış ve spor giderek daha büyük kitlelerin ilgi odağı haline gelmiştir. Sayıları hızla artan spor takımları arasında müsabakalar gerçekleştirmeye başlamıştır. Bu sebepten bu dönemdeki stadyum yapıları farklı fonksiyonlarda ve kullanım biçimlerinde tasarlanmaya başlamıştır.

19. Yüzyıl stadyumlarını karakterize eden stadyumlardan biri Real Meastranza de Sevilla stadyumudur. 1761 yılında İspanya'da boğa güreşleri için yapılan stadyum, 12.500 seyirci almaktadır. Dönem olanakları incelendiği zaman yüksek teknik ve teknolojik gelişmeleri içeren ve kapasitesini yükselten bu stadyum, kentin gösteri odağı olarak konumlanmasına aracılık etmiştir.



Şekil 1. 4 Real Maestranza de Sevilla Stadyumu (Url-4)

19. yüzyıl stadyumlarına örnek olan diğer bir stadyum İngiltere’de bulunan Victoria Ground Stadyumudur. 1878 yılında açılan stadyum 119 yıl boyunca kullanılmış ve 1997 yılında yıkılmıştır. Stadyum sahası aslen atletizm sahası olduğundan dolayı oval bir şekle ve sahayı çevreleyen bir koşu parkuruna sahip olmuştur. 1930’lu yıllarda oval şeklini kaybetmiş ve saha değişikliklerine gidilmiştir. Stadyum, üç tane üstü kapalı tribün ve 1000 kişiyi alabilecek ahşap bir tribünden oluşmaktadır. Modern inşa edilen ilk stadyum yapısıdır.



Şekil 1. 5 Victoria Ground Stadyumu (Url-107)

Santiago Bernabeu Stadyumu ise 1947 yılında inşa edilen bir diğer önemli 19. Yüzyıl stadyum yapılarındandır. Stadyum kapasitesi ilk inşa edildiği yıllarda 70.000 iken 1953 yılında 120.000'e ulaşmıştır. 2001 yılında geçirdiği tadilat ile kapasite 80.000'e düşürülmüş ve günümüzdeki halini almıştır. Malzeme seçiminde beton malzemeye ağırlık verilmesinin yanında çelik ve plastik gibi dönemin yeni keşfedilen malzemeleri de kullanılmıştır.



Şekil 1. 6 Santiago Bernabeu Stadyumu-İspanya (Url-108)

1.2.3. 21. Yüzyıl Stadyumları

21. Yüzyıl'a gelindiğinde stadyum yapıları önemli bir değişime ve gelişime uğramıştır. 20. Yüzyıl ortasında yapılan stadyum yapılarının karakteristik özelliklerinden uzak olarak, çok amaçlı yapıların dışında, özelleşmiş spor alanları olarak karşımıza çıkmaktadır. İlk modern stadyumlar açık hava stadyumlarıdır. Daha sonraları tamamen kapalı stadyumlar yapılmıştır. (Durgun, 2007, s. 47).

Bu dönem stadyumları, stadyum anlayışının evirildiği noktayı ve çağdaş stadyumları tanımlamaktadır. Stadyum, konserler, açık hava sporları ve çeşitli etkinlikler için kullanılan ve odağında etkinliğin gerçekleştirildiği bir meydan bulunan yapılardır. Bu meydana seyircilerin oturarak etkinliği izlemelerini sağlayacak şekilde tasarlanmış bir strüktürle çevreleyen yapı olarak ifade edilmektedir. Bu dönem stadyumlarının pek çok ayırt edici özelliği vardır. Diğerlerinden farklı olarak mekânsal genişlikleri ve kütleleri ile dikkat çekmektedirler. Teknolojik gelişmeler, günümüzde artan ticari beklentiler, farklı işlevler, güvenlik ve konfor gibi kriterlere bağlı olarak şekillenen stadyum yapıları giderek daha da önem kazanmaktadır (Bulgurcuoğlu, 2013, s. 37).

Bu döneme ait önemli bir örnek olan Amsterdam Arena, hareketli çatı ile inşa edilen ilk stadyumdur. 77 metre yüksekliğe sahip olan stadyum, 51.000 oturma kapasitesine sahiptir. Çatı, iki çapraz kemer üzerine oturtulmuştur (Url-109). Kemerler üzerinde çatıyı açmak veya kapatmak için şeffaf paneller bulunmaktadır. Bu özellik stadyuma oyun etkinlikleri dışında konser, sergi ve diğer etkinlikler içinde kullanım amacı sağlamaktadır.



Şekil 1. 7 Yakın döneme ait stadyum-Amsterdam Arena (Url-10)

21. yüzyıl stadyumları; sporcu ve soyunma odaları, medya odaları, çalışma ve toplantı odaları, revir, gişeler, otopark ve bunların yanında müze, restoran, alışveriş alanları, ibadethaneler gibi pek çok farklı bölümden oluşmaktadır. Günümüz stadyumlarından bazıları hareketli tasarımları ile dikkat çekmektedir. Olumsuz çevre faktörleri düşünülerek oyuncu, izleyici ve saha konforu için çeşitli hareketli örtü sistemler kullanımı yaygınlaşmıştır. Stadyum üst örtüsünde yarı açık veya tamamen kapalı kullanım seçenekleri mevcuttur (Gürel & Akkoç, 2011, s. 356)

Dünyada son dönemlerde yaygınlaşan küresel çevre sorunlarına çözüm olarak sürdürülebilir kavramı, çevre bilinci vb. yaklaşımlara eğilim sebebi ile mimarlığın bütün alanlarında destek görmeye başlaması ile birlikte stadyumlarda da değişim ve gelişim göstermiştir. Özellikle son yıllarda sürdürülebilir, enerji etkin, ekolojik, kavramları ön planda tutularak spor yapıları inşa edilmeye başlanmıştır.

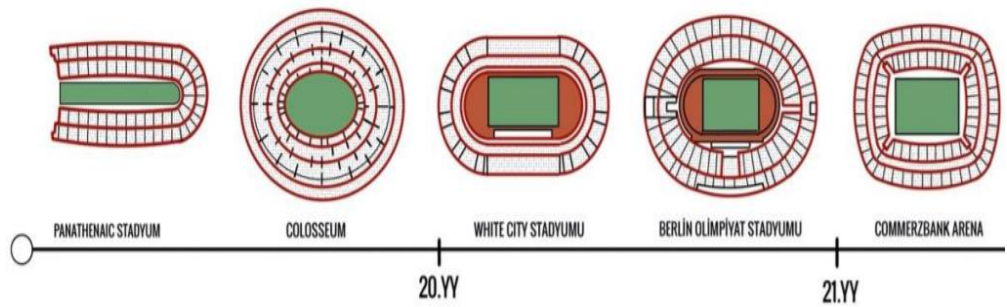
1.3. STADYUM TÜRLERİ

Stadyum türleri 2 farklı başlıkta incelenmektedir. Stadyum tasarımları, geometrik formlarına ve mekânsal düzenlerine göre birbirinden farklılık göstermektedirler. Bu farklılıklar stadyumların sınıflandırılmasına ve biçimsel olarak birbirinden ayrılmasını sağlamaktadır.

1.3.1. Geometrik Formlarına Göre Stadyumlar

Stadyumlar, mimari tasarım ve mimari planlama sayesinde birbirlerinden farklılaşabilmektedir. Stadyumlarda geometrik form algısını etkileyen en önemli unsur oyun pisti gibi gözüke de bunun ötesinde farklı etkenler barındırmaktadır. Bir stadyum tasarımında, oyun pisti, farklı izleyici kitlelerin stadyum içindeki konumları, izleyicilerin görüş mesafeleri, güvenlik, konfor vb. gibi sebeplerden dolayı farklı geometrik formlar açığa çıkmaktadır. Dikdörtgen stadyumlar, oval stadyumlar ve at nalı stadyum olmak üzere stadyumları üç farklı şekilde sınıflandırmak mümkündür.

Dikdörtgen stadyumlar, dikdörtgen şeklindeki oyun pisti ve onun çevresini saran izleyici koltuklarından oluşmaktadır. Oyun pistinin dikdörtgen olması, sporcu ve seyirci arasındaki uzak mesafeleri yakına indirmektedir ve böylece daha sıcak bir atmosfer oluşabilmektedir. Oval stadyumlar, elips şeklinde planları olan ve izleyici koltuklarının bütün oyun pistini sardığı mekanlardır. Bu tasarım pek çok spor dalının yapılabilmesine olanak sağlamaktadır. At nalı stadyumlar ise, Antik çağ uygarlıkları zamanında inşa edilmesiyle dikkat çekmektedir. U şeklinde planları vardır. Yer seçimi için en uygun arazi iki alçak tepe arasındaki düzlük alanlardır. Böylece izleyiciler için doğal oturma setleri oluşmaktadır. (Gürel & Akkoç, 2011, s. 348)



Şekil 1. 8 Zamana göre değişen stadyum geometrik formları (Gürer&Aslan, 2020)

1.3.2. Mekânsal Düzenlerine Göre Stadyumlar

Stadyumlar, mekânsal düzenlerine göre birbirinden farklılaşabilmektedir. Spor etkinliğinin gerçekleştirildiği veya izleyicilerin konuşlandığı alanın açık, yarı açık veya kapalı olmasına göre üç tür stadyum vardır. Bu bağlamda mekânsal düzenlerine göre stadyumlar, açık stadyum, yarı açık stadyum ve kapalı stadyum olmak üzere üç alt kategori dahilinde detaylandırılmaktadır (Bulgurcuoğlu, 2013, s. 20).

Açık stadyumlar, açık alanda yapılan ve stadyumun kapalı bir çatıya ya da kabuğa sahip olmadığı mekânlardır. İzleyiciler, oyuncular ve saha alanı ısı, ışık, nem gibi doğa olaylardan etkilenirler. Yarı açık stadyumlar, stadyumun bir kısmının kapalı olmasıdır. Kapalı olan kısım genelde izleyicilerin oturduğu ve oyunu izledikleri alanlardır. Kapalı stadyumlar ise, stadyumun kısmen ya da tamamen bir çatı veya kabuk örtüye sahip olduğu mekânlardır. Dış etkenlerden ve doğa olaylarından etkilenmezler.

1.4. BÖLÜM DEĞERLENDİRMESİ

Spor yapılarının kökleri eski çağlara kadar dayanmaktadır. Antik dönem zamanında toplum tarafından ortak kullanılan mekânların olması bunun bir göstergesidir. Kent meydanları veya agoralar henüz spor yapıları fikri yokken var olan, kullanım amacı şimdiki ile aynı olan ortak kullanım amaçlı mekânlardır.

Spor yapıları ve stadyumlar, konu hakkında çalışmalar yapan araştırmacılar tarafından çeşitli şekillerde tanımlanmıştır. Genel anlamıyla futbol, basketbol, atletizm, jimnastik, tenis, buz sporları, yüzme gibi spor dallarının yapılabilmesine olanak sağlayan, izleyici alanları (tribünler), giyinme soyunma alanları ve bu birimlere hizmet eden alt birimlerden oluşan açık, yarı açık veya kapalı mekânlardır.

İnsanlık tarihi ile paralel olarak ilerleyen spor tarihi, günümüze kadar ulaşmıştır. Spor yapıları, farklı biçimlerde de olsa her toplumda yaşam merkezi haline gelmiştir. Bu yapılar sporun yanında çeşitli aktiviteler ile sosyal yaşam ve kent dokusunun bir parçası olmaktadır.

Günümüzdeki stadyum fikrinin ortaya atıldığı ilk dönem Antik çağ dönemidir. Henüz spor mekânlarının olmadığı bu dönemlerde spor, kent meydanlarında ve agoralarda düzenlenmektedir. Bu dönem yapılarının en önemli özelliği izleyiciler için oturma alanlarının olmaması ve oyunun ayakta izlenmesidir.

Antik Yunan ve Antik Roma kültürlerinde spor yapılarının kullanım amaçları ve mekânsal özellikleri değişiklik göstermektedir. Antik Yunan kültüründe oyun ve spor etkinlikleri önemli iken, Antik Roma kültüründe daha çok eğlence, tiyatro, gladyatör dövüşleri ön planda olmuştur. Aynı şekilde Yunan kültüründe anıtsal stadyumlar inşa edilirken Roma kültüründe arenalar tercih edilmiştir. Kültürden kültüre değişiklik gösteren spor mekânları, tarihin sosyal anlayışını yansıtmaktadır.

İlerleyen zamanlarda mekânsal ve işlevsellik olarak daha da gelişen spor yapıları ve stadyumların günümüzdeki temeli 19. Yüzyılda atılmıştır. Tüketim toplumunun oluşması, spor dallarına olan ilginin artması, kapitalizm ile birlikte büyük kitlelerin odağı haline gelen bu yapılar daha fazla inşa edilmeye başlamıştır. Spor yapıları ve stadyumlar, bir spor dalına hizmet verebildiği gibi, birden fazla spor dallarına da aynı anda hizmet verebilmektedir. Ayrıca spor dallarının yanında farklı işlevlere de yer veren karma yapılar olarak tasarlanabilmektedir.

Mekânsal olarak birbirinden farklılaşan spor yapıları, geometrik formuna göre ve mekânsal düzenlerine göre ayrılmaktadır. Dikdörtgen formda, oval ve at nalı formunda olabilen yapılar, açık, yarı açık ve kapalı mekânsal düzende de sınıflandırılabilir.

Spor tarihinin ve spor yapılarının gelişmesi toplumsal değişimler hakkında ipuçları vermektedir. Spor yapıları için çizilen çerçeveler, tarihsel akış içerisinde çeşitli değişimlere maruz kalmıştır. Bu da spor yapılarının gelecek nesillere aktarılmasındaki en önemli etkenlerdendir.

İKİNCİ BÖLÜM

2. STADYUM YAPILARINDA HAREKETLİ CEPHE VE ÖRTÜ SİSTEMLER

2.1. YAPILARDA HAREKET KAVRAMI

Hareket, ilk zamanlardan beri hayatımızda olan bir kavramdır. Birçok yaklaşım tarafından farklı şekillerde ele alındığı gibi en genel tanımı, yer değiştirme, aksiyona geçme ve yola çıkmaktır (Url-7). Her cisim bir yere göre hareket halindedir ve durgun hiçbir nesne yoktur. İnan'a göre (2014) "canlı varlıkların hareketi gözlemlenebilirken, cansız varlıklar atom düzeyinde hareket etmektedir. Hareketsiz görünen bir cisim aslında o sırada mikro ölçekte atomları hareket etmektedir"(s. 5).

Hareket, basitçe pozisyon değiştirmenin ve kalıcı olmamanın bir yoludur. Doğanın gereği her alanda karşımıza çıkar ve günlük ihtiyaçlarımızı karşılamak için harekete ihtiyaç duyarız. Bu yüzden canlıların var oluşundan itibaren hareket etme ve hareketli olma durumu karşımıza çıkan bir eylemdir.

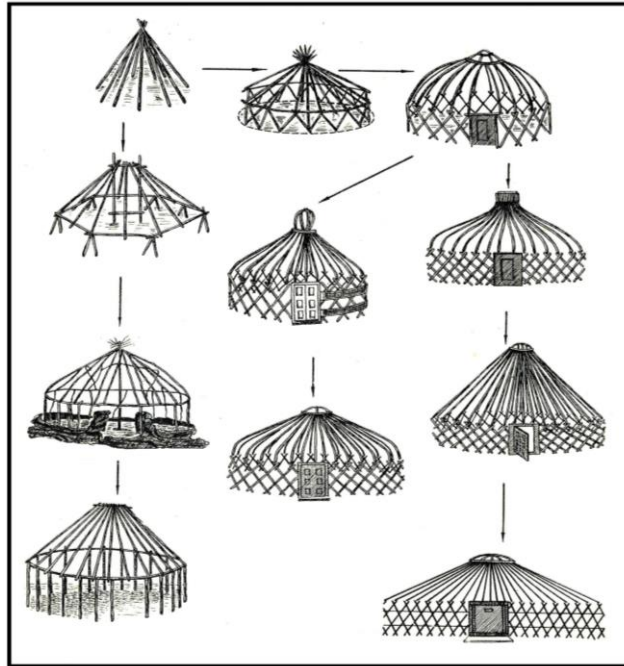
Hareket kavramı mimarlık tarihi boyunca önemli bir rol oynamıştır. Dönüştürülebilir yapıların ilk örnekleri olarak gösterilen basit göçebe çadırlardan başlayarak, Orta Çağ ve Rönesans dönemlerinde bile güneş ve yağmurdan korunmak için çeşitli sistemler uygulanmıştır. İlk uygarlıklardaki yerleşim yerlerine bakıldığında zaman mekânlar kalıcı bir şekilde değil, takılıp sökülebilir, yer değiştirilebilir, taşınabilir özelliklere sahip olarak yapılmıştır. Böyle yapılmasının göçebe yaşam tarzının bir sonucu olduğu söylenebilir.

Aslında kültürel farklılıklara göre değişen mekânsal oluşumların temelinde kalıcılık değil geçicilik vardır. İnsanoğlunun ilk yaptığı barınaklarda bile yapılardaki hareketi görebiliriz. Düşmanlardan gizlenmek için inşa edilmiş yeraltı şehirleri günümüzde medeniyet yaşamına dair ilk izleri barındırmaktadır (Şekil 3.1). Burada katlar arasındaki mekânları ayırmak için hareket eden sürgü taşlar kullanmışlardır. Savunma amaçlı yapılan bu taşlar yaklaşık 200-250 kg ağırlığındadır. Sadece içerden açılabilen bu taşların ortasındaki delik gözetleme deliği olarak işlev görmektedir (Url-14).



Şekil 2. 1 Mekanları ayırmak için kullanılan sürgü taşlar (Url-9)

İnsan doğası gereği sürekli hareket halindedir. Eski topluluklar savaşlar, yeme-içme, iklimsel olaylar gibi çevresel faktörlerden dolayı sürekli yer değiştirmek ve farklı yerlerde barınmak zorunda kalmışlardır. Bu yerlerde kısıtlı sürelerde kalan topluluklar, ihtiyaç duyduklarında aynı mekânları farklı yerlerde yeniden kurmuşlardır. Çadırlar, sıcağa ve soğuğa dayanıklı, kısa sürede kurulabilen ve sökülebilen, iklim değişiklikleri ya da herhangi bir tehlike anında kolayca taşınabilen, göçebe topluluklar tarafından sık kullanılan barınma alanlarıdır (İnan, 2014, s. 22).



Şekil 2. 2 Göçebelerin kullandığı çadır gelişim aşaması (Url-8)

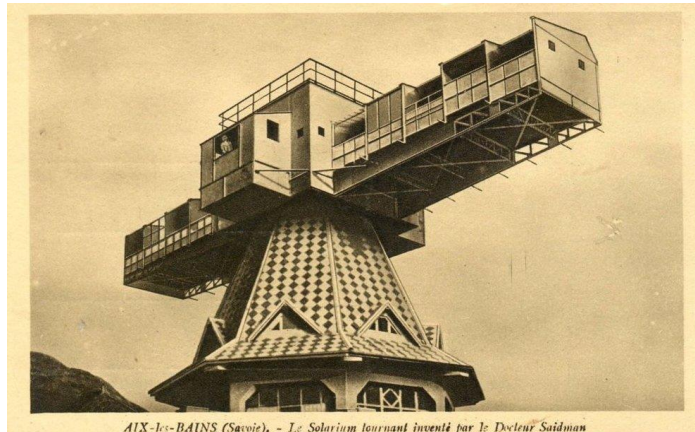
Bu çadırlar yuvarlak planlı ve ortası delik kubbe şeklindedir. Yapımında kullanılan malzemeler genellikle deri ve ahşap malzemelerdir. Bu geçici mekânlar, günümüzdeki yer değiştiren, sökülüp takılabilen portatif yapılar için örnek oluşturmaktadır.



Şekil 2. 3 Sökülüp taşınabilen çadır (Url-8)

Endüstri devrimi ile birlikte kendine daha çok yer edinen hareketli uygulamalar, çeşitli yapılar, köprüler, tenteler, kapı, pencere, panjur sistemlerinde görülmeye başlanmıştır.

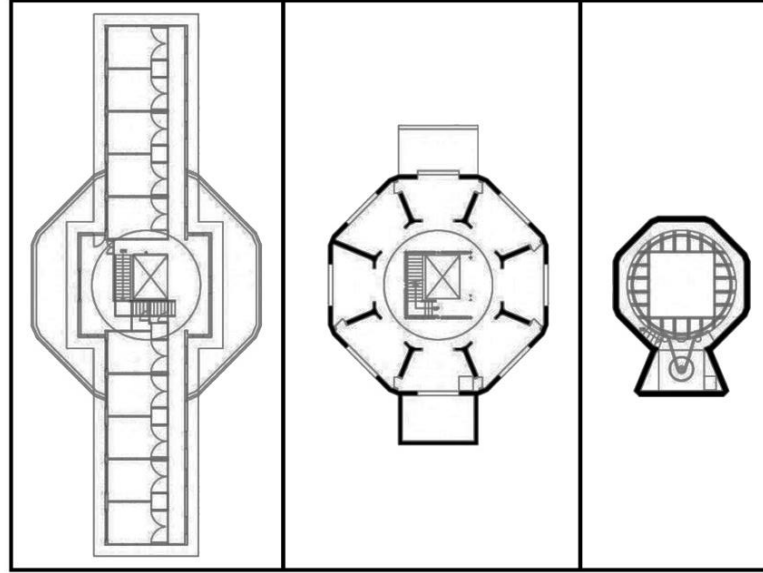
1929 yılında, ışığın kimyasal etkilerini araştıran bir bilim dalı olan aktinoloji alanında uzman olan Jean Saidman, mimar Andre Farde'nin yardımıyla mevcut ultraviyole ışık tedavilerini iyileştirmek için dönen solaryum yapısı tasarlamıştır. 1930'da açılan yapı, o tarihe kadar inşa edilmiş herhangi bir binaya benzememesi ile ünlenmiştir (Fouad, 2012, s. 14).



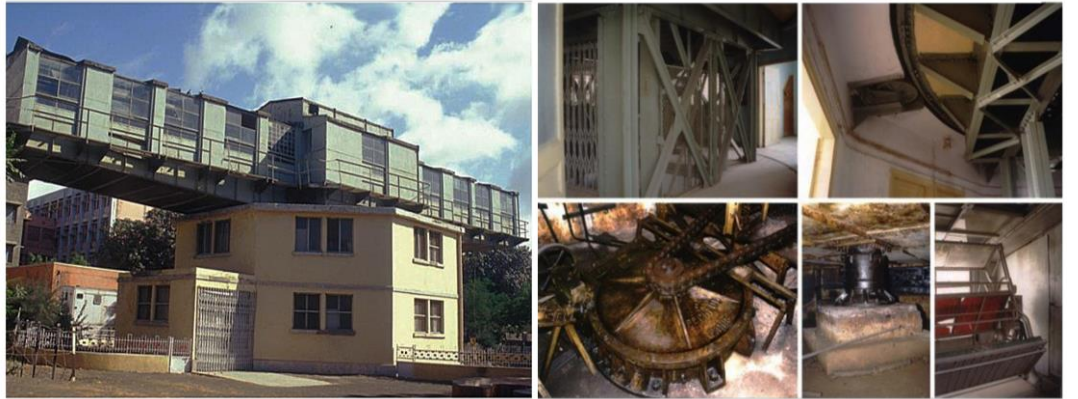
Şekil 2. 4 Dönen solaryum binası (Url-11)

10 adet güneşlenme odası bulunan yapı, 25 metre uzunluğundaki dönebilen dikdörtgen yapılı platform, 16 m yüksekliğindeki kulenin üzerine inşa edilmiştir (Wierzbicki, 2014, s. 59).

Döner platform güneşten en verimli şekilde yararlanmaya olanak sağlamıştır. Çatısı dik eğimli koni şeklinde olan yapının zemin katında muayene ve bekleme odaları yer almaktadır. Platform, merkezde bir izleme ve kontrol odası ve her iki tarafta dört cam cepheli tedavi kabininden oluşuyordu. Bu yapı romatizma, dermatoz, tüberküloz, raşitizm ve kanserin çeşitli türlerini tedavi etme amacıyla kullanılmıştır (Fouad, 2012, s. 15).



Şekil 2. 5 Döner solaryum planı (Url-12)



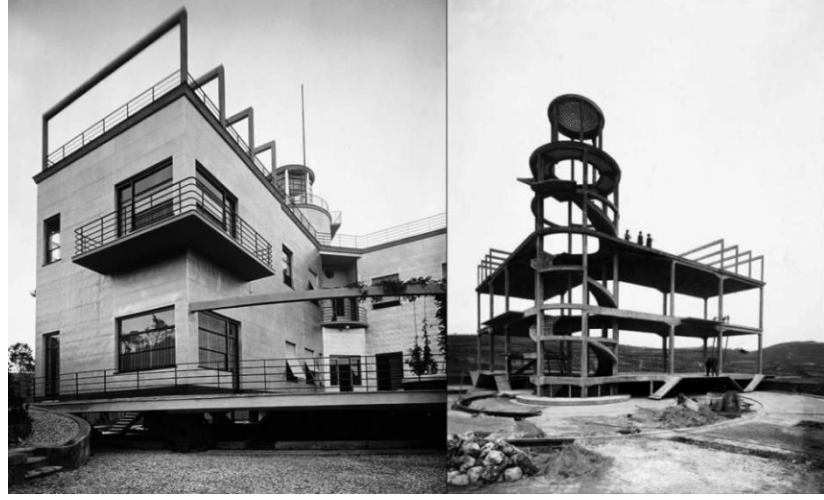
Şekil 2. 6 Döner solaryum planı (Url-12)

Diğer bir hareketli yapı örneği olan Villa Girasole, dönebilen ilk yazlık ev olarak kayıtlara geçmiştir. Yazları kullanılması amaçlanarak yapıldığından, dönme hareketini günışığını içeriye alacak şekilde değil bina avlusunu sürekli gölgede tutacak şekilde gerçekleştirmektedir.

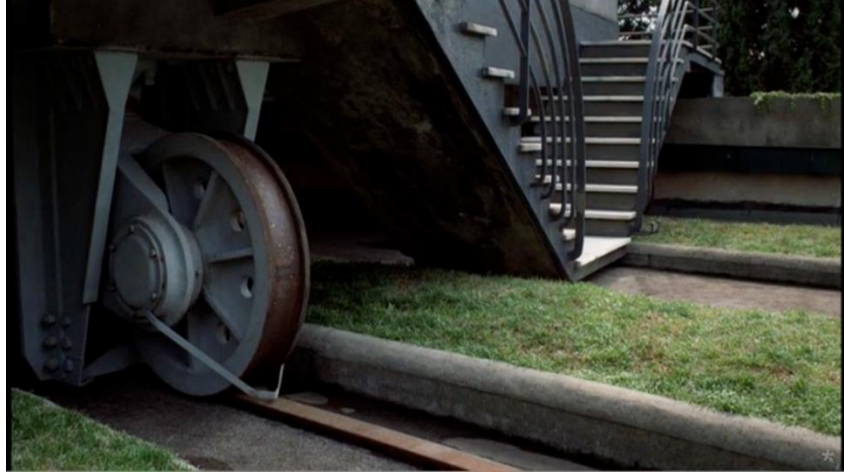


Şekil 2. 7 Villa Girasole-1935 (Url-13)

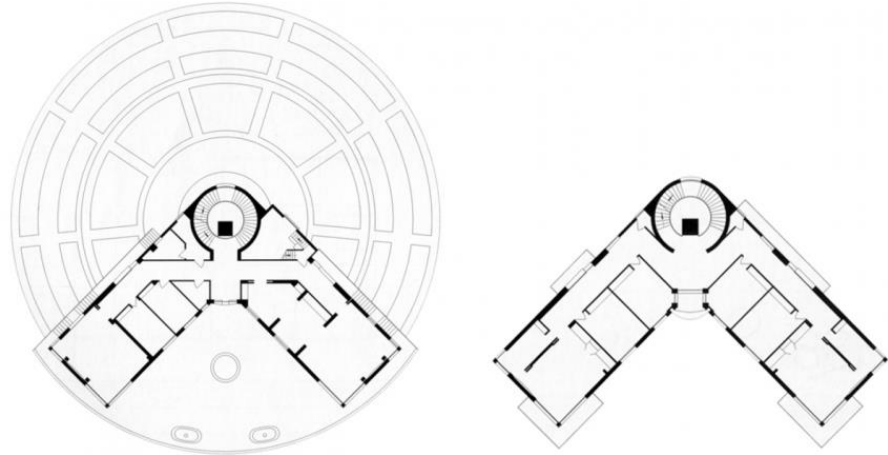
Yapının mesnet noktası L şeklindeki binanın en köşesidir. Kanat şeklini andıran iki uzantı devasa bir saatin kolları gibi görünmektedir. Merkezindeki döner merdiven 42,35 m'lik kulenin en tepesine kadar çıkmaktadır. İki katlı L şeklindeki villa, yapıyı döndüren parçaların bulunduğu çapı 44 m olan dairesel taban üzerine oturmaktadır. Yapı, bir tam turu, döner merdivenlerin aksında yer alan elektrikli motor sayesinde 9 saat 20 dakikada tamamlamaktadır. Betonarme olarak inşa edilen bu yapının dönme hareketini gerçekleştirmesiyle birlikte yapının cephesinde yüzeysel çatlaklar meydana gelmiştir. Bu çatlakların onarılması yerine cephe alüminyum malzemelerle kaplanmıştır. Ayrıca zaman içerisinde yapının oturduğu zeminde meydana gelen kaymalar, dönme mekanizmasını olumsuz etkilemiştir (Duran, 2019).



Şekil 2. 8 Villa Girasole strüktür sistemi (Url-13)



Şekil 2. 9 Villa Girasole hareket mekanizması (Url-13)



Şekil 2. 10 Villa Girasole planı (Url-13)

Mimarlık ne kadar kalıcılıkla özdeşleşmiş olsa da, tarih boyunca mimarlık hep geçici olmuştur (Ekmekçi, 2005). İlk çağlardan beri mekânlarda kullanılan taşlardan da anlaşılacağı üzere hareketli elemanı olmayan bir yapının kullanımının zor olduğu sonucuna varabiliriz. Tarihten günümüze yapıların fiziksel güçlere ve değişen ortam koşullarına ayak uydurabilmesi, insanlığın başından beri hareket ve değişimin var olduğunu göstermektedir.

Yüzyıllar boyunca mimarlık, kararlılık, sağlamlık ve hareketsizlik kavramlarıyla özdeşleşmiş kalıcı yapılar olarak algılanmıştır. Mimaride statik kavramların egemenliği, mekân tasarımındaki esnekliği de kısıtlamış ve mekanların veya yapıların gelecekteki ihtiyaçlara göre değiştirilebileceği düşünülmemiştir. Mimari tasarımda değişim ihmal edilmiş olsa da ihtiyaçlar, yaşam tarzları, faaliyetler ve mekân gereksinimleri sürekli değiştiği için her zaman insan ve toplumun bir parçası olmuştur. Bu nedenle, mimari dinamik toplumun değişen ihtiyaçlarına cevap vermelidir. Ayrıca mimari mekân ve strüktür tasarımında hareket, akışkanlık ve uyurlanabilirlik kavramları da dikkate alınmalıdır (Maden, 2019).

Mimarlıkta hareket yapıyı yeniden yorumlamak ve çevreye adapte olmaktır. İlerleyen yüzyıl ile birlikte değişen ve gelişen mimarlık, çevre koşulları ve kullanıcı istekleri, yapıları hızlı bir değişim sürecine itmiştir. Bu değişen yapılar hareket sayesinde yeni bir kimlik oluşturmakta ve farklı bir yaşama uyum sağlayan canlı bedenler olarak devam etmektedir. Çevrenin, ortamın ve insanların algısını değiştirmektedir. Geçmişteki anıtsal mimari anlayışını bırakıp, günümüzdeki modern ve bütün fonksiyonları içinde barındıran mekân tasarımları ve hareketleri hala şaşırtıcı gelmektedir. Günümüz yaşamının bir parçası olmalarına ve yeniden şekillenmelerine gün geçtikçe daha da tanık olmaktayız.

Mimaride hareket kavramını açık hava etkinlikleri için geçici yapılarda, konser ve sergi salonlarında, spor sahaları ve stadyumlarda, barınaklarda, şantiyelerde birçok farklı kullanım alanı olan uygulamalarda görmekteyiz. Mekansal çeşitlilik oluşturma, estetik ve görünüm, konum ve yön değişiklikleri, güvenlik gibi kaygılar sebebi ile ortaya çıkan hareket kavramı mimaride kullanım amacına ve taleplere göre çeşitlendirilmektedir.

2.2. STADYUM YAPILARI

Tarihten günümüze siyasi ve sosyal değişimlerle birlikte birçok teknolojik gelişmeler yaşanmıştır. Sanayi gücünün artması ile yeni ve daha önce keşfedilmemiş malzemeler bulunmuş ve teknoloji ile birlikte ürünler hızlı bir şekilde üretilmeye başlanmıştır. Çelik, betonarme vb. malzemeler sayesinde yapılar daha hızlı inşa edilmiş ve farklı tasarımlara yeni kapılar açılmıştır.

Bu gelişmelerin yanında spora, sporcuya ve spor işletmelerine olan ilgi odağı artmış, spor çeşitleri ve spor mekânları büyük gelişim göstermiştir. Bunun sonucunda stadyum yapıları önem kazanmaya başlamış ve hızlı bir şekilde yayılmıştır. Toplumsal yaşantıyı etkileyen ve yön veren ve eski uğraşlardan biri olan sporun gerçekleşebilmesi için stadyum yapılarına ihtiyaç vardır. Bu ihtiyaç, kullanıcı ve kent kriterlerine göre belirlenmektedir.

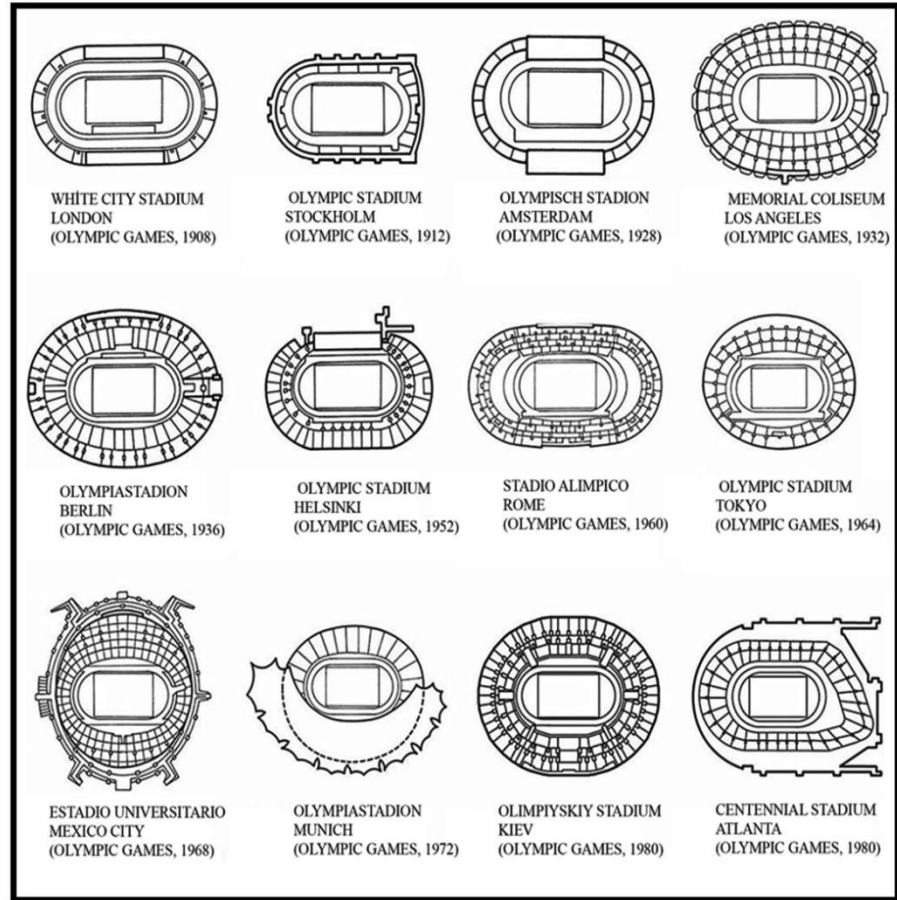
Stadyumlar, çeşitli işlevleri ve kütle büyüklüğü ile kent mekanlarını sosyal, kültürel ve fiziksel olarak etkilemektedir. Mekansal olarak kamusal alanlar içermesi ve yeşil alanları ile kent peyzajını desteklemesi gündelik yaşamın merkezi olma potansiyeli taşıdığını göstermektedir. Kent içinde veya dışında doğru bir yerde konumlandırıldığında, kentsel dönüşüm için büyük bir güç olarak yer almaktadır. Uluslararası etkinliklere de sahne olan stadyum yapıları, küresel kültürün bir aracı olarak görülmektedir ve bir ülkenin niteliklerini ve değerlerini açığa çıkarmaktadır (Aksu, 2012, s. 65).

Günümüzde mimari yapılar, artan kirlilik ile sürdürülebilirlik, çevre bilinci, ekoloji, akıllı yapılar gibi kavramlar eşliğinde tasarlanmaya başlamıştır. Bu kavramlar stadyum gibi büyük ölçekli yapılarda da etkisini göstermektedir ve bunların adına birçok uygulamalar yapılmaktadır. Bu uygulamaların en önemli özelliği esnek ve çok işlevli olması, karma kullanıma uygun olması, dönüştürülebilir ve uyarlabilir olmasıdır (Selo & Erdönmez, 2018, s. 571).

2.2.1. Stadyum Yapılarının Mimarisi ve Özellikleri

Antik dönemlerden günümüze kadar stadyum yapılarının temel mantığı aynı kalmakla birlikte teknik, işlevsel ve form olarak birbirinden farklılık göstermiştir. Gelişen teknoloji ile daha da artan farklılıklar, stadyum yapılarının kentlerde ikon yapılara dönüşümünü sağlamıştır.

Stadyum yapılarına ilişkin ilk algılardan bazıları, Antik çağlardaki Yunan-Roma tiyatroları, kent meydanları ve agoralardır. Tarihte de spor müsabakalarının veya çeşitli gösterilerin yapıldığı alanlar, insanların ortak alan olarak kullandıkları mekânlar olmuştur. İlerleyen yıllarda bedensel eğitime, spora ve spor dallarına olan ilgi arttıkça mekânlar yetersiz kalmış ve ihtiyacı karşılamak için yeni mekânlara ihtiyaç duyulmuştur. Böylelikle stadyum mimarisinin değişim ve gelişim süreci başlamıştır.



Şekil 2. 11 Zamanla değişen stadyum tasarımları (Wimmer, 2016)

Sayıları hızla artan maçlar ve müsabakalar gerçekleşmeye başladıktan sonra spor salonları ve stadyumların sayıları hızla artmaya başlamıştır. Tek bir spor dalına göre tasarlanan stadyumların yanında birden fazla spor dalına göre tasarlanan yapılarda bulunmaktadır. Fakat stadyum oyun alanlarının yani sahaların standartlaşması ve günümüz biçimlerine ulaşması yavaş gerçekleşmiştir. Oyun alanları 20. yy'ın ortalarında gelişmiş biçimine kavuşmuştur. Örneğin 1908 olimpiyatlarında stadyumun içinde havuzun yer alması günümüz stadyum standartları ile uyummadığını göstermektedir (Selo & Erdönmez, 2018, s. 569).

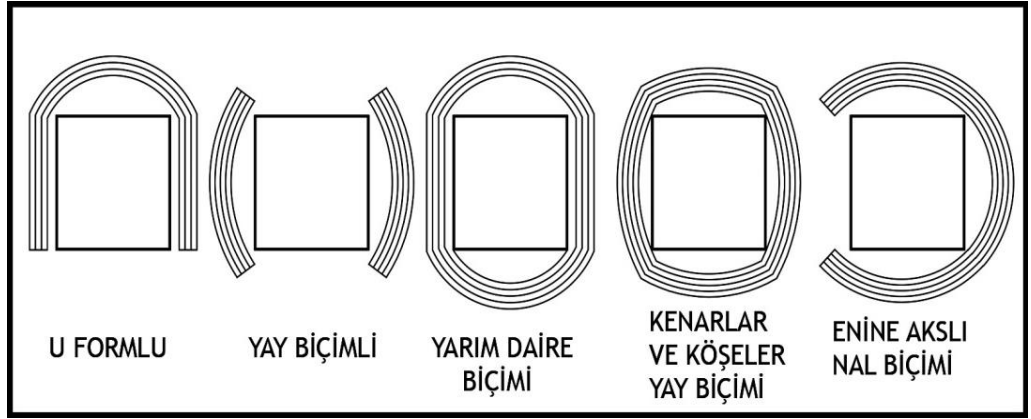
Stadyum yapılarının oluşması için mimari yaklaşımlar, belirli çerçeveler doğrultusunda gelişmektedir. Bu faktörler, eski zamanlarda da kullanılarak stadyumlar inşa edilmiştir. Yapının formu (kapasite ve büyüklük), yer ve konum seçimi (ulaşım, seyirci erişilebilirliği), tribünler ve izleyici alanları, fonksiyon ve işlevleri, kent ve kullanıcı ihtiyaçları gibi etkenler stadyum yapılarının oluşmasındaki temel faktörlerdendir.

Stadyum yapılarının formu ve kütle büyüklüğü, oyun alanı ve izleyici oturma alanlarının ölçülerine göre değişebilmekte ve ihtiyaca yönelik tasarımlar gerçekleştirilmektedir. Fakat genel olarak “stadyum yapıları kullanım amacı gereği, dünya çapında benzer formlarda ve plan şemalarında üretilmektedir (Sayın & Ceylan, 2020, s. 123). Yapıda farklılığa giden ve mimari anlamda çeşitliliği sağlayan üst örtü ve cephe tasarımlarıdır.

Antik dönemlerdeki stadyumların çoğu açık olarak tasarlanmıştır. Tarihsel süreç incelendiğinde ise, modern stadyumların da açık hava stadyumları şeklinde tasarlandıkları görülmektedir. İlerleyen dönemlerde olumsuz hava şartları, mimari teknik ve malzemelerin gelişimi, konfor ihtiyacının artması gibi nedenlerle yarı açık ve kapalı stadyumların inşasına başlanmıştır (Gürel & Akkoç, 2011, s. 354). Form tasarımı, kat planına ilişkin kararlar ve arazi boyutu, kullanım amacı nedeniyle değişiklik göstermektedir. Kullanım amacına göre her ülkeye özgü yönetmelikler IOC veya FIFA gibi komiteler tarafından verilen kılavuzla belirlenmektedir.

Stadyum yapıları, bütüne bakıldığında oyun ve izleyici alanlarından dolayı genel olarak kare veya dairesel formlardadır. Üst örtü ile desteklendiğinde daha

farklı formlar oluşabilmektedir. Fakat ilk dönem örneklerine bakıldığında teknolojik ve ekonomik imkansızlıklardan dolayı benzer mimari form ve kütleler görülmektedir. İlerleyen zamanlarda teknolojik gelişmeler ile birlikte yapı formunda ve kütlelerinde büyük değişimler yaşanmamıştır. Temel olarak aynı mantıkta devam etmiş ve oyun alanının etrafında seyirci alanlarının olduğu formlar tercih edilmiştir (Durgun, 2007, s. 75).



Şekil 2. 12 Eski dönem stadyum yapılarının formları (Durgun, 2007)

Günümüzdeki stadyum yapıları, ilk dönem örneklerindeki benzer formlara ve kütlelere sahip olsa da yapının teknik özellikleri, mimari özellikleri ve eklenen işlevleri stadyum yaklaşımlarını etkileyen kriterlerdendir. Dış cephe ve üst örtülerle farklı ve yenilikçi formlar oluşturulmaktadır. Malzeme çeşitliliğinin artması ve kullanılan malzemelerin değişiklik göstermesi de çeşitli formlara ulaşılmasında etkili olmuştur. Bunun yanında kapasite kuralları dahilinde seyirci kapasitesi, oturarak veya ayakta izlenecek alanlar, VIP alanlar da form ve kütleyle etki eden diğer faktörlerdendir (Durgun, 2007, s. 77).

Stadyum yapılarının tasarımında diğer faktörlerden biri arazi ve yer seçimidir. Tarihte yapılan stadyum inşalarında yer seçimi araziye bağlı olmuştur. İdeal arazi iki yamacın arası ve mevcut topoğrafyadır. Böylelikle yamaçlarda doğal oturma setleri oluşmakta ve izleme seviyesi en üst kotlara kadar çıkabilmektedir (Şekil 2.13). Stadyum yapılarının yamaçlara inşa edilmesinin nedeni yapım teknolojisinin gelişmemiş olmasıdır. Mevcut topoğrafyadan maksimum şekilde faydalanmaya çalışılmıştır. Böylelikle eğim ve görüş mesafeleri düzenlenmiştir.

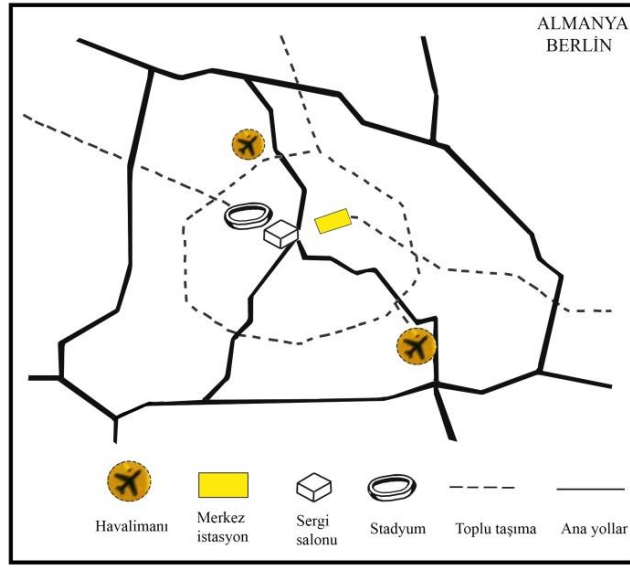


Şekil 2. 13 Araziye göre stadyum yapısının konumlandırılması -Efes Antik Tiyatrosu (Url-27)

Günümüzdeki spor yapılarında tarihte yapılan tribün eğim ve bakış mesafeleri tasarımcılara örnek olmaktadır. Günümüzdeki stadyum yapıları için yer seçimi kentsel paradigmalara göre değişkenlik göstermekte dolayısıyla yer seçimi kriterleri kentten kente farklılaşmaktadır.

Kentler ve büyük metropoller, nüfus yoğunlukları ve birden çok merkez oluşumlarıyla yer seçimi seçeneklerini artırmaktadır. Çoğu kentte ve metropolde birden çok stadyum yapısı yer almaktadır. 1980'lerden 1990'ların başına kadar stadyumların kent dışında yapılması eğilimi olmuştur. Bu eğilim aynı zamanda seyirci kapasitesinin artırılmasının ve büyük stadyumların yapılmasının daha işlevsel ve ekonomik açıdan yararlı olduğu görüşüyle desteklenmiştir. 1990'ların sonlarına doğru stadyumların kent içinde ve merkez noktalarda yapılmasının daha uygun olduğu görüşü güçlenmeye başladı. Günümüzde ise, stadyumun kent içinde veya kent dışında yapılmasına ilişkin kesin tavırlar bulunmamaktadır çünkü her kentin kendi özgün koşulları ve kent planlama kararları etkili olmaktadır (Aksu, 2012, s. 67). Büyük ölçeklerdeki değişimler ve gelişimler sebebi ile kentlerin stadyumlara çevresel etkisi ciddi boyutlardadır.

Stadyum yapılarının ulaşım elverişli konumda olması ulaşım ağının daha yaygın bir şekilde kullanılmasını sağlamaktadır. Topografik, tarihi ve sosyo-kültürel koşullara ek olarak, ana yollar, otoyollar, toplu taşıma araçları yani ulaşım bağlantıları önemli faktörler arasındadır. Havalimanlarına, merkez istasyonlarına ve fuar alanlarına olan uzaklığının toplum tarafından kolay erişilebilir olması önemlidir (Wimmer, 2016, s. 69).



Şekil 2. 14 Stadyumun şehir içi ulaşım diyagramı (Wimmer, 2016)

Stadyum tasarım faktörlerinde bir diğeri ise izleyici oturma alanları ve seyirci konforudur. Stadyum yapılarındaki izleyici oturma alanları ilk inşa edilen çoğu stadyum yapılarında yoktur. İlk dönemlerde de fazla seyirci bulundurma isteği hakim olmuştur. Bu sebepten 200.000 kapasiteli stadyumlarda ayakta izleyenlerin sayısı artmıştır. Güvenlik ve konfor şartlarının geri planda olması sebebi ile ilerleyen yıllarda bu şartlar iyileştirilmeye başlanmıştır.

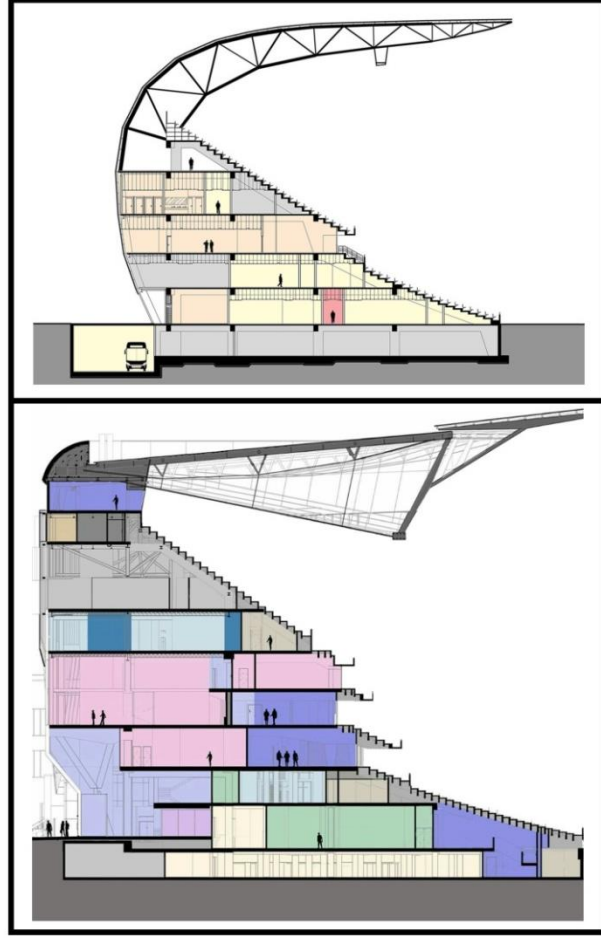
Stadyum yapılarına ilk oturma alanları M.Ö. 3.y.y'da yapılmıştır ve günümüze kadar gelişmeye devam etmiştir. İzleyiciler için oturma mekânları oluşturulmuş, kalabalıktan dolayı oluşabilecek olumsuzluklar giderilmeye çalışılmıştır. Spor dallarına ve spor yapılarına daha fazla bütçe ayrılmış ve hem tribünlerde hem de müsabaka zamanının dışında kullanılan mekânlarda izleyici alanları oluşmaya başlamıştır.



Şekil 2. 15 Fiorentina kent meydanında ayakta izlenen yerel futbol oyunu-1688 (Url-6)

Günümüzdeki stadyum yapılarında izleyici alanlarının üzeri örtü sistemler ile kapatılmaktadır ve seyirci konforu için düzenli bir oturma sistemi vardır. Böylelikle olumsuz hava koşullarından korunmak amaçlanmıştır. Uygun görüş mesafesine göre tasarlanan oturma alanları, kullanıcı istekleri doğrultusunda oyun alanına yakın mesafede yapılmaktadır.

Stadyumların tasarım konseptine, büyüklüğüne ve kapasitesine bağlı olarak tribünler birden fazla katmana dağılabilmektedir. Katmanlar stadyumda üst üste yerleştirilen seyirci koltuklarının seviyelerini ifade etmektedir. Tek katmanlı, çift katmanlı ve üç katmanlı stadyumların kapasiteleri birbirinden farklıdır. Ayrıca üçten fazla katmana sahip stadyumlarda bulunmaktadır. Bu katmanlar kullanım amacına göre belirlenmektedir. Katmanlar arasında VIP salonları, kafe, restoran gibi farklı birimler bulunabilir (Wimmer, 2016, s. 77).

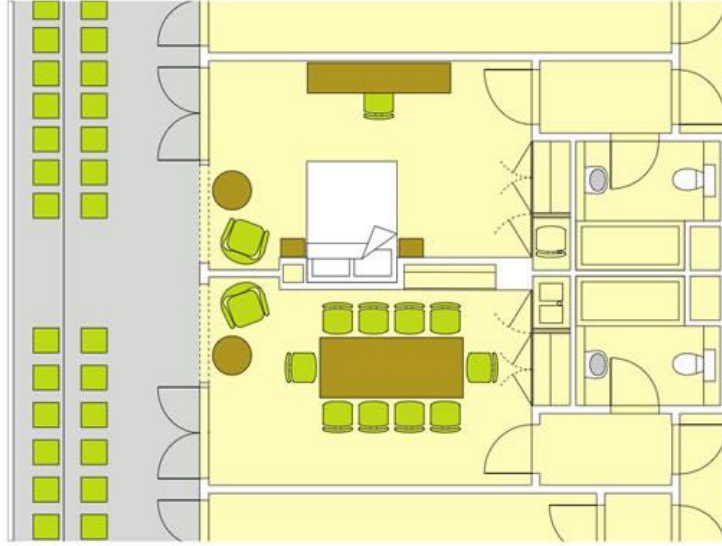


Şekil 2. 16 Stadyumlarda iki katmanlı ve beş katmanlı tribün örneği (Url-29)

Stadyum yapıları oyun öncesi ve oyun sonrası kullanımları düşünülerek tasarlanmalıdır. Günümüzde farklı fonksiyonlarda tasarlanan ve kullanım amaçlarına göre ayrılan stadyumlar, Antik dönem stadyumlarını temel almaktadır. İşlevsellikleri, konforları ve kütle büyüklükleri ile Antik dönem stadyumlarından farklılaşmaktadır.

Aynı anda birçok işlevi içinde barındıran stadyumlar, sporcu odaları, revir, tıbbi muayene odaları, medya odaları, VIP salonlar, çalışma ve toplantı alanları, ibadethane, gişeler, otopark gibi mekanları içinde barındırmaktadır. Aynı zamanda stadyumun spor faaliyetleri dışındaki kullanımı için ek işlevler eklenmektedir. Bunlara müze, alışveriş alanları, konferans ve sergi alanları gibi örnekler verilmektedir. Karma kullanım diye adlandırılan bu yaklaşım, kullanıcı yaş aralığının artmasını ve fonksiyonel kullanımların çeşitlenmesini sağlamaktadır. Böylece sosyal ve kültürel aktiviteler artmakta, kentlerin ticari beklentileri karşılanmaktadır.

Stadyum yapılarının farklı fonksiyonlara sahip olması sadece çeşitli spor türlerini bir çatı altında birleştirmek değildir. Yapılara spor faaliyetleri dışında farklı işlevlerin eklenmesi, çok amaçlı ve karma kullanımlı yapılar gibi geniş zaman aralıklarında kullanılmasını amaçlamaktadır. Bu amaçtan dolayı eklenen işlevler zaman zaman müze, ofis, seminer, otel, konaklama gibi çeşitli ve birbirinden bağımsız kullanım alanları olabilmektedir. Çeşitli konserlerin veya etkinliklerin de olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Ekonomi içinde fayda sağlayan bu birimler, sadece sporseverler arasında değil her kesimden toplumun kullanacağı şekilde tasarlanmalıdır. Stadyum kavramındaki bu anlam genişlemesi, tüketim kültürü sonucu doğmuştur.



Şekil 2. 17 Stadyumlarda locanın gerektiğinde otel odası olarak da kullanım biçimi (Gürer, 2013)

Bütün bu işlevler ve fonksiyonlarla birlikte stadyum yapıları, gelen izleyicilerin daha fazla vakit geçirip ticari beklentiyi karşılama için tasarlanan yapılardır. Kentin ekonomik gücü için önemli birer parçası haline gelen stadyumlar, sadece spor etkinliğinin dışında sosyal ve kültürel bir amaca da hizmet eden ve yaşamın odağı olma potansiyelini taşımaktadır.



Şekil 2. 18 Türk Telekom Arena ve müzesi (Url-30)

Stadyum yapılarının zaman içinde değişmesi ve gelişmesi insan tüketiminin ve zevklerinin de değiştiğinin bir göstergesidir. Tarihten günümüze kadar stadyumların mimari tasarımlarının, formlarının, yer seçimi ve izleyici alanlarının, fonksiyon ve planlama şemalarının değişmesi toplumun ve kültürün de değişimine dair önemli ipuçları vermektedir. Stadyumlar, sadece spor müsabakalarının yapıldığı bir mekan olmaktan çıkıp, kentsel mimariye değer katan, teknolojiye ayak uydurabilen, estetik, kompleks yapılar olarak karşımıza çıkmaktadır. Tüm mimari yapılar gibi stadyumlar da inşa edildiği döneme ait mimari, toplumsal ve kültürel izler barındırmaktadır.

Antik dönemden günümüze kadar bir kentte stadyum bulunup bulunmadığı, o kente ilişkin önemli bir veridir. Bu veri ile kentin sosyal, kültürel ve ekonomik gelişmişlik seviyesini tespit etmek mümkündür. Bu bağlamda stadyumlar kent kimliğinin bir minyatürüdür. Mimarisinden konumuna, yer seçiminden fonksiyonlarına kenti tanımlayan ve tamamlayan mekanlar bütünüdür.

2.3. STADYUM YAPILARINDA HAREKET TÜRLERİ

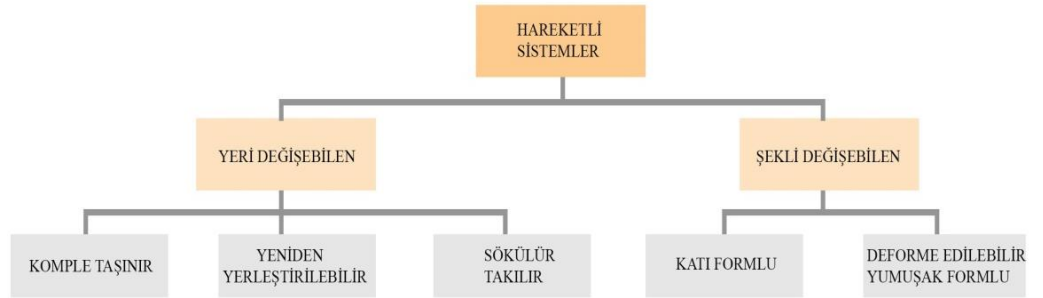
Günümüzde teknolojinin bir sonucu olan hareketli yapı elemanlarının mimarlık alanındaki kullanımını her geçen gün daha da artmaktadır. Mimari tasarımdaki çeşitliliğe işaret eden hareket, yapıdaki mobilitiyi ve yeniden yapılandırmayı meydana getirmektedir.

Bir yapının belirli bir hareket özelliği kazanması, yapının tamamında veya içerisinde yer alan hareketli yapı elemanlarında meydana gelen değişikliklerin sonucuna bağlıdır (Duran, 2019, s. 38). Yapılar, kullanılan malzemeye göre, hareket çeşidine göre veya hareketin amacına göre farklı şekillerde sınıflandırılabilir. Bu tez kapsamında hareket çeşitlerine göre sınıflandırma yapılmıştır.

Bu hareketli sistemler kendi içlerinde alt gruplara ayrılırlar.

1- Yeri değişebilen yapılar (yapı bileşenlerinin tamamının veya bir kısmının taşınıp başka yerde monte edilerek, mekansal ihtiyaçlar için tekrar kullanılması)

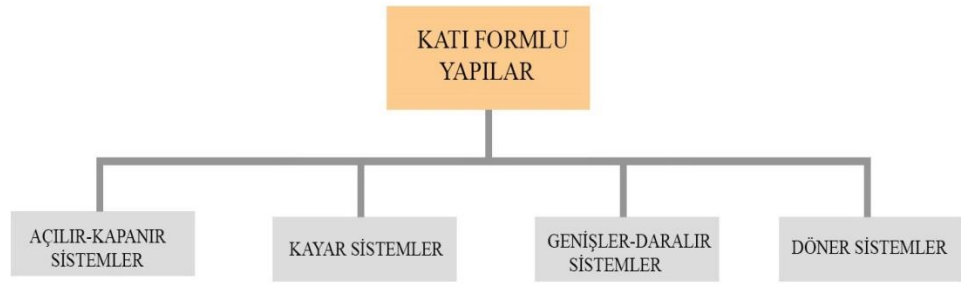
2- Şekli değişebilen yapılar (yapı bileşenlerinin tamamının veya bir kısmının sabit ve belli bir düzende kayma, açılma kapanma, genişleme daralma ve dönme hareketleri ile farklı mekansal ihtiyaçları karşılaması (Korkmaz, 2001, s. 9).



Şekil 2. 19 Hareketli sistemler (Ekmekçi, 2005)

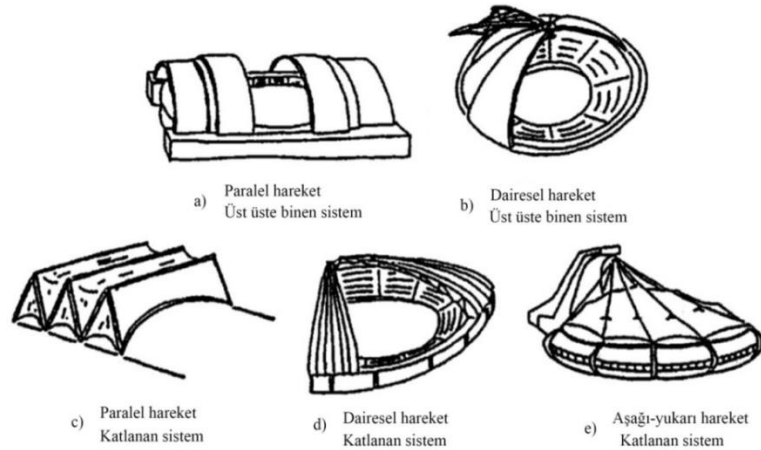
Bu tez kapsamında stadyum ve stadyum hareketleri inceleneceği için şekli değişebilen sistemler ele alınmıştır. Yeri değişebilen mimari yapılar kolayca hareket edebilen, hafif, sökülüp takılan yapılar iken, şekli değişebilen mimari yapılar ise yeri sabit ama formunda ve strüktüründe birtakım değişiklikler barındıran yapılardır.

Şekli değişebilen yapılar kimi zaman katlanıp boyutları değişebilirken, kimi zaman tüm form tamamen deforme olabilir. Formun şekil değiştirebilmesi için ya malzeme esnek olmalı, türlü eğilip bükülmelere izin vermeli ya da malzeme katı iken, bağlantı noktalarından çeşitli sistemlerle kayabilmeli, katlanabilmeli ya da dönebilmelidir. Bazen sistemin bir parçası hareket ederken diğer parçaları hareketsiz kalabilir; bazen de diğer parçalar bu hareketi takip edebilir, böylece tüm sistem hareketli hale gelebilir (Ekmekçi, 2005, s. 38).



Şekil 2. 20 Katı formlu sistemler (Ekmekçi, 2005)

Stadyum çatılarında, cephelerinde, oyun ve tribün alanlarında meydana gelen bu hareket türleri mekân çeşitliliğini arttırmak ve kullanıcıların farklı ihtiyaçlarına cevap verebilmek için uygulanmaktadır. Tablodaki dört farklı hareket sayesinde yapı kısmen ya da tamamen dönüşebilir ve formunda değişiklikler meydana gelebilir. Farklı bölgelerde farklı hareket türlerinin farklı amaçlarla kullanılması yapı tasarımının daha da gelişmesini sağlamaktadır.



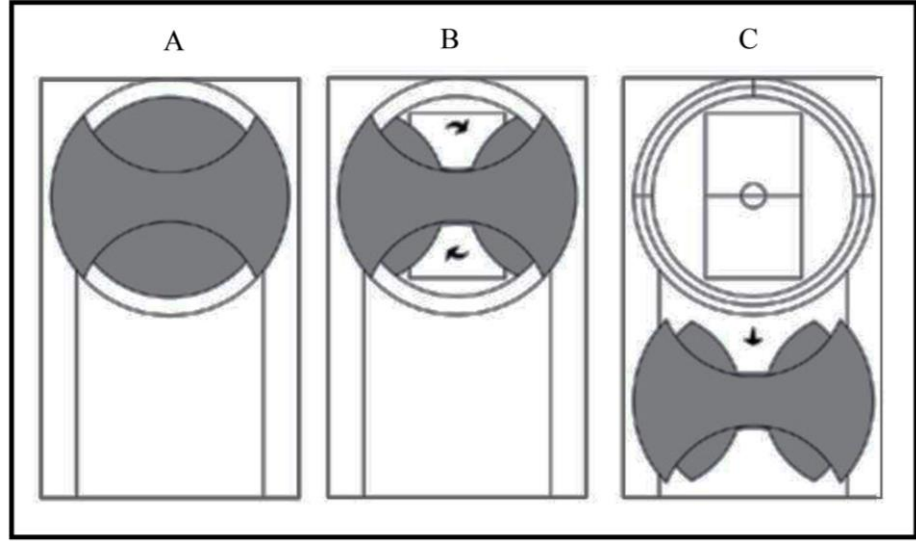
Şekil 3. 21 Hareket türleri ve sistemleri (Kassabian vd., 1999)

Katı formlu hareketli yapılarda yapının bünyesindeki yapı elemanları kayarak, dönerek, katlanıp açılarak ve genişleyip daralarak hareket etmektedir. Hareketli olan bağlantı noktaları tüm yapıya hareket özelliği kazandırmaktadır. Katı formlu yapılar da özelliklerine göre bölümlere ayrılmaktadırlar. Açılıp katlanma, kayma, genişleyip daralma ve dönme özelliklerinde herhangi birine ya da birkaç tanesine birden sahip olmaktadır (Ekmekçi, 2005, s. 38).

2.3.1. Açılır-Katlanır Sistemler

Açılır-katlanır sistemler, genel olarak üst örtünün ve çatının uğradığı bir dönüşüm biçimidir. Yapı elemanlarının konumunda veya doğrultusunda meydana gelmektedir (İnan, 2014, s. 89). Kapalı, açık ve yarı açık mekânsal kullanmaya olanak veren açılır-katlanır sistemler yapının formunu değiştirmektedir. Yapı elemanları, hareket yönüne göre dik veya eğrisel yönde, strüktür sistem merkezinde, sınırında ve üzerinde açılıp katlanabilen sistemlerdir. Yapının belli kısımlarında veya tamamında katlanma görülebilir. Yani yapı hareket halinde olmasa bile sistemden dolayı farklı mekanları deneyimleme atmosferleri olacağı için kullanıcılar tarafından yeni bir kimlik kazanmaktadır.

Açılır katlanır sistemler, yapıyı dışarıyla ilişkili hale getirmektedir. Yapı ile hareketli bileşen arasındaki oran bazı durumlarda artmaktadır. Bu sayede yapı kısmen veya tamamen açılarak dışarıyla ilişkili hale gelmektedir (Başar, 2014, s. 24). Yapılan uygulama alanları küçük ölçekli yapılar ile başlayıp bilimsel gelişmeler ve çalışmalar ile büyük ölçekli yapılarda da sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır. Katlanır kapanır pencereler, kapılar, güneş kırıcı ve panjur sistemler küçük boyutlu sistemlere örnek verilebilir. Aynı zamanda taşıma ya da depolama sırasında hacimleri küçültmek için kullanılan sistemler, uygulama ve kullanım kolaylıkları sebebi ile tasarımcıların dikkatini çekmiştir. Günümüzde geniş açıklıklı tasarımlarda da kullanılan bu sistemler, yapının biçimini ve formunu etkilemektedir.

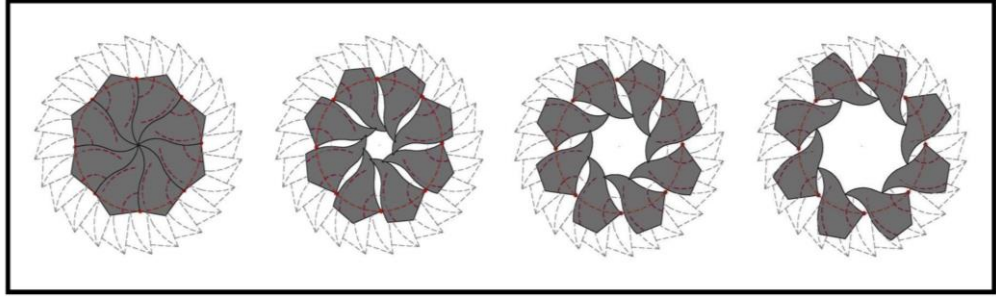


Şekil 2. 22 Stadyumlarda açılma-kapanma hareketi A.Kapalı B.Yarı açık C.Açık (Mahoviç, 2015)

2.3.2. Kayar Sistemler

Kayar sistemler, hareket yönü tasarımına göre yatay, düşey, eğik eksenlerde meydana gelen, taşıyıcı sistem ana aksına paralel olacak yönde veya birbiri üzerinde hareket eden sistemlerdir. Raylı sistem, tekerlekli sistem, halat ve makara sistem mekanizmaları ile gerçekleşmektedir. Mekânlarda sıklıkla kullanılan bu sistemler büyük ve küçük ölçekli projelerde kullanılmaktadır. Kapının pencerenin açılıp kapanması, bölücü panellerin hareketi vb. küçük ölçekli yaygın uygulanan örneklerdendir. Bunun yanında yapının üst örtüsünün mekanizması, strüktür hareketi, cephe ve çatı uygulamaları gibi farklı tasarımlarda ve farklı ölçeklerde de kullanılmaktadır.

Kayar sistemlerde hareket mantığı; panellerin birbirine doğru karşılıklı üst üste binecek şekilde kaydırılmasıdır (Çalış, 2012, s. 26). Spor yapılarında ve stadyumlarda sıklıkla kullanılan bu sistemlerde birbiri üzerinden hareket ederek açılan paneller, sabit bir modül üzerinde toplanmaktadır. İklim şartları, yağmur, kar gibi olumsuz çevre koşulları karşısında fayda sağlamak ve yeni mekân deneyimleri sunmak için kullanılan bu sistemlerin biçim ve boyutları yapılara göre farklılık göstermektedir.

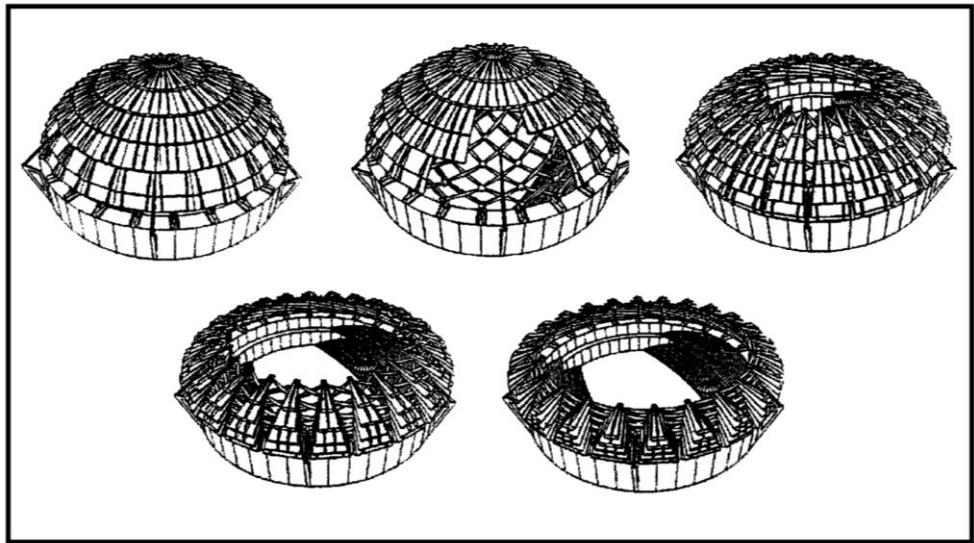


Şekil 2. 23 Kayar sistem ile çeşitli kullanımlara uyum sağlayabilen yapı (Mahoviç, 2015)

2.3.3. Genişler-Daralır Sistemler

Genişler daralır sistemlerde, yapı elemanları strüktürün çevresine doğru genişlemekte veya toplanmaktadır. Bu sayede yapı çeşitli kullanımlara uyum sağlayabilen açık, yarı açık veya tamamen kapalı konumda ayarlanmaktadır. Sistemde kullanılan yapı elemanları çubuklardan veya plaklardan oluşmaktadır (Çalış, 2012, s. 30).

Bu sistemlerde yapının hacminin büyümesi veya küçülmesi söz konusudur. Yapı elemanları bağlantı noktaları ile bir araya gelerek yapının kendi yükünü taşıyacak konuma gelmesini sağlamaktadır. Bu sistemleri kolay üretilebilir, sökülebilir ve taşınabilir olmaları sebebi ile daha çok geçici yapılarda görülmektedir.

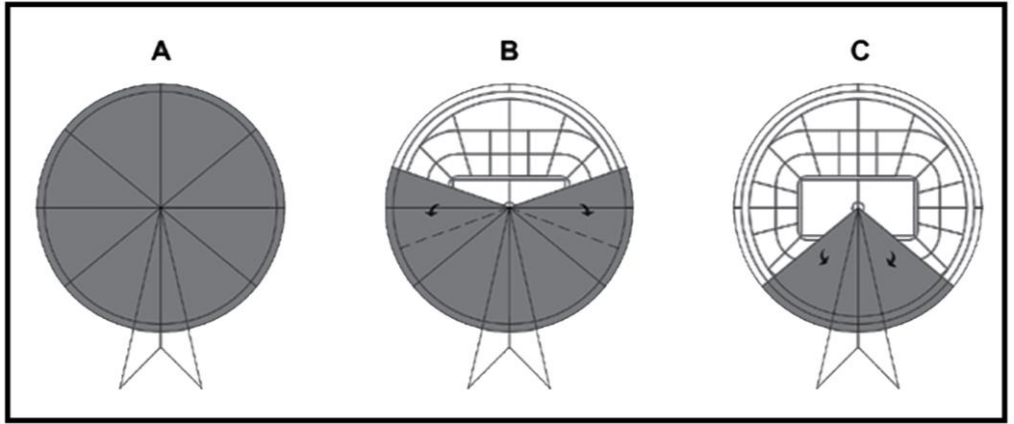


Şekil 2. 24 Genişleme-daralma ile çeşitli kullanımlara uyum sağlayabilen yapı (Kassabian vd., 1999)

2.3.4. Döner Sistemler

Döner sistemlerde hareket mantığı, hareketli bir yapı elemanının belli bir aks üzerinde ya da kendi etrafında dönebilmesidir. Mimari uygulamalarda döner sistemler, belirli bir aks etrafında gerçekleşmektedir (Mahovic, 2015). Farklı ölçekli projelerde uygulanabilen dönme hareketi, yapının tamamına uygulanacağı gibi kısmen belli elemanlarına veya küçük bir bileşenine de uygulanmaktadır.

Mimari uygulamalarda döner sistemler, yapıya manzara konumuna göre hareket edebilme, güneş ışığını kontrol etme, aydınlanma ve havalandırmadan maksimum fayda sağlama gibi işlevler sağlamaktadır.



Şekil 2. 25 Stadyumda dönme hareketi ile açılma A.Kapalı B.Yarı açık C.Açık (Mahoviç, 2015)

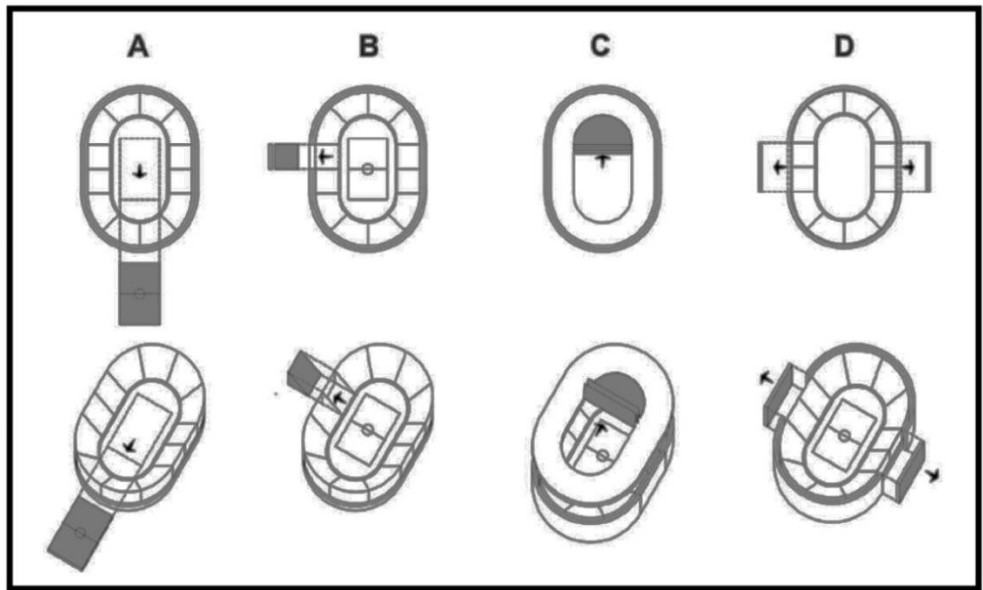
2.4. HAREKETLİ CEPHE VE ÖRTÜ SİSTEMLER

Hareket kavramını incelediğimizde tarihte de hep var olduğunu ve doğanın bir gereği olarak her alanda karşımıza çıkan bir kavram olduğunu görmekteyiz. Mimaride de hem küçük ölçekli hem büyük ölçekli yapılarda kullanılmakta ve teknoloji sayesinde hareketli yapıların örnekleri daha da artmaktadır. Çevresiyle uyumlu, değişebilen ve dönüştürülebilen, ihtiyaçlara cevap verebilen, hafif yapı malzemeleri sayesinde esnek ve uyarlanabilen mimari yapılar, günümüzün sürekli değişen koşullarına uyum sağlamaktadır.

Bir kent için odak noktası olan spor yapıları ve stadyumlar tarihsel akış içerisinde çeşitli değişikliklere uğrayarak günümüze kadar gelmiştir. Hareket kavramı ile birleştirilen stadyum mimarisinde çeşitli ihtiyaçlara cevap verebilen, esnek, modern yapı tasarımlarını günümüzde daha sık görmekteyiz.

Spor yapıları ve stadyumlarda hareket, yapıların tasarımını, yapı içindeki boşluğu, kullanıcı ve oyuncu güvenliğini ve yapının diğer mimari tasarımlarını önemli ölçüde etkileyen bir etkidir (Mahovic, 2015). Dünya çapındaki stadyum yapılarında farklı hareket sistemlerinin uygulanması, bu sistemin verimliliğinin bir göstergesidir. Stadyum yapılarının çatılarında, oyun alanlarında, cephelerinde ve tribünlerinde kullanılan bu sistemler, hareket kullanımının temelini oluşturmaktadır (Şekil 2.26).

Stadyumlardaki dört hareket elemanının (oyun alanı, tribün, çatı ve cephe) değişimleri ve gelişimleri birbirine paralel olarak ilerlemektedir çünkü hareket sistemleri birbirine benzemektedir. Bu hareket sistemlerinin amacı öncelikle etkinlik alanlarının sayısını arttırmak, birkaç farklı türde oyun alanları üretebilmek, oyun alanını büyültmek veya küçültmek, tribünlerin kapasitesini değiştirebilmektir (Mahovic, 2015, s. 99).



Şekil 2. 26 .Hareket eden A.oyun alanı B. tribün C. çatı D. cephe (Mahoviç, 2015)

Bunun yanında doğal aydınlatma ve havalandırma sağlamak, oyun alanının farklı kullanımlarına izin vermek, olumsuz hava koşullarını en aza indirmek, sahadaki çim büyümesi için doğal koşulları sağlamak, kullanıcılara farklı mekânlarda farklı algı ve deneyimler yaşatmak vb. gibi diğer amaçlar sayesinde hareket eden cephe ve örtü malzemeleri kullanılmaktadır.

Hareketli stadyum tasarımları çeşitli aşamalardan oluşmaktadır.

- Mimari proje tasarımı,
- Mekanizmanın tasarımı,
- Yüzey kaplama ve cephe tasarımı,
- Hareketli mekanizmanın yapısal tasarımı ve çalışma prensipleri
- Hareket (açılıp kapanma, kayma, genişleme daralma ve dönme) analizi

(Bakbak vd., 2016, s. 75)

İlk aşamadaki mimari tasarım, stadyum yapısının istenen işlev ve fonksiyonlarını yerine getirecek, çevresel, strüktürel, biçimsel kavramlar göz önünde bulundurarak tasarım oluşturulmasıdır. Bu aşamadan sonraki süreç yapının formu, kütlelerinin büyüklüğü, cephe malzeme seçimi ve kullanılacak hareket türleri seçimi ile tamamlanmaktadır.

2.4.1. Stadyumlarda Hareketli Cepheler ve Özellikleri

Cephe kelimesi, yani 'facade', Latince '*facies*' kelimesinden türetilen bir kelimedir. Bu nedenle yapının dışı ve dış yüzü anlamındadır. Yapının diğer yapılardan farklılık gösterdiği ve karakterize edildiği alanlardır.

Bir mimari yapıda, dış çevreyle iletişim kuran ve içi dışa aktaran cepheler, yapının dilini oluşturmaktadır. Kullanıcılar tarafından bütün bir kompozisyon gibi görülmekte ve anlamlandırılmaktadır (Şenyiğit & Altan, 2011, s. 140).

Cephe, kullanıcı ve yapının ilk karşılaşmasının ve kullanıcıdaki ilk algının olduğu yerdir. İç ve dış mekân unsurlarını dışa aktaran ve onları düzenleyen, tasarımın dışına yansıyan mimari unsurlar bütünü cepheyi oluşturmaktadır. Yapı cephesinin çevre ile uyum içerisinde olması ve şehrin kimliği ile örtüşmesi önemli tasarım kriterlerindedir.

Hasol'a göre (Url-100), binanın sadece iç mekanı değil oluşturduğu kentsel mekân da çok önemlidir. Binanın çevresiyle ilişkisi, kütlesi, ölçeği, cephesi ve çatısı kentsel mekâna katkıda bulunmaktadır. Teknolojinin imkânlarını birleştirerek kullanmak ve kullanıcıların değişen ihtiyaçlarına cevap vermek günümüzdeki cephe tasarımı anlayışını oluşturmaktadır. Cephelerin karakteristik özellikleri uygulandıkları döneme, bina kullanımına, kentsel planlama şartlarına ve kullanıcıların mali güçlerine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Erturan & Eren, 2011, s. 126).

Cephe tasarımları genelde kütle ve formu ortaya çıkarmak için şekillenmektedir. Bu sebepten dolayı yapı tasarımlarında cepheyi yapı ile bir bütün olarak görmek gerekmektedir. Yapı hangi ölçekte olursa olsun cepheyi bütünlük içerisinde tasarlamak önemli bir noktadır. Stadyum yapıları bu noktada daha ön plana çıkmaktadır çünkü kenti önemli ölçüde etkileyen, gelişimini sağlayan ve kentin ikon yapısı haline gelen mekanlardır.

Cephe, bir yapıdaki en büyük yüzey alanına sahip olan yerdir. Bu yüzden az enerji tüketen ve yenilenebilir enerji kaynaklarından fayda sağlanabilen alanlar olarak tasarlanmaya başlamıştır. Bunun sebebi, dünya genelinde kullanılan enerjinin çoğunun binaların yapım süreçlerinde kullanılmasıdır. Özellikle stadyum gibi büyük ölçekli yapı tasarımlarında harcanan enerji miktarı ve çevreye verilen zarar daha da artmaktadır.

Stadyum cephe tasarımları, günümüzde birçok farklı özelliklerde karşımıza çıkmaktadır. Bu cephelerin özellikleri, fonksiyonel, estetik, modern, ekonomik olma gibi mimari değerlendirme kriterlerinin yanında, günümüzde sıkça duyulan sürdürülebilirlik, ekoloji, akıllı bina gibi kriterleri de kapsamaktadır. Modern ve çağdaş stadyum tasarımlarında iç ve dış mekan arasındaki fiziksel ve görsel

etkileşimin düzenlenerek kullanıcılar için uygun konfor koşullarının oluşturulması cephe kabuğunun performansı olmaktadır (Bilgiç, 2002, s. 21).

Stadyumlar çevrelerini etkileyen ve şehre yön veren büyük ikonik yapılardır. Bu nedenle genelde karmaşık form ve cepheye sahiptirler. Cephe sistemlerinde barındırdıkları bileşenler sayesinde kullanılan malzemeler ile farklı davranışlar sergilemektedirler. Bunlardan biri de hareketli cephe elemanlarıdır.

Stadyum yapılarında teknolojik getiriler sayesinde yeni malzemeler ve yeni sistemler geliştirilerek uygulanmaya başlanan hareketli cephe elemanları, ısı, ışık, rüzgar, ses, iklim koşulları gibi faktörlere karşı performans göstermektedir. Bu elemanlar stadyumun iç ve dış mekanları ile entegre hale gelmektedir ve kullanıcılar tarafından yapının bir bütün olarak algılanmasını sağlamaktadır. Bunun yanında estetik olma, görsel bir etki bırakabilme ve modern olma gibi kaygılar da hareketli cephelerin kullanılmasını sağlamaktadır.



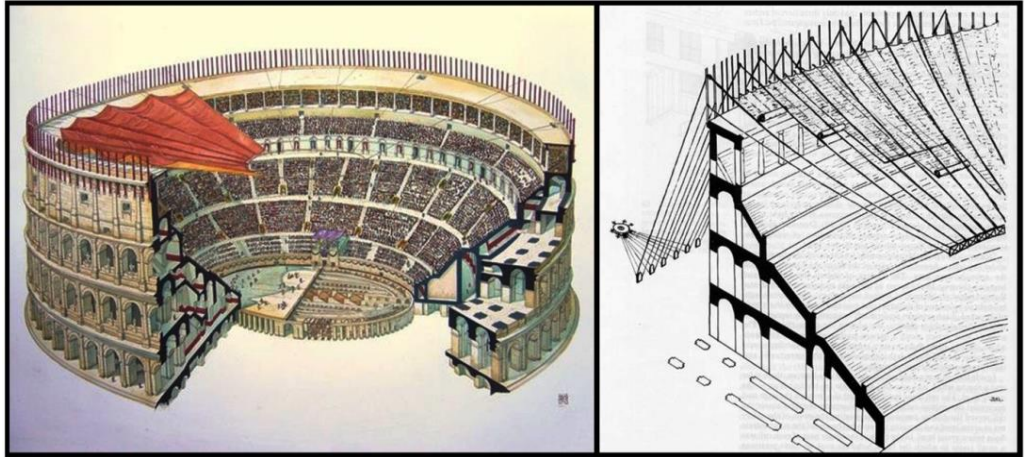
Şekil 2. 27 Hazza Bin Zayed Stadyumu cephesinde kullanılan hareketli sistem örneği (Url-5)

2.4.2. Stadyumlarda Hareketli Örtü Sistemler ve Özellikleri

Hareketli örtü sistemler, bir yapının çatısının tamamının veya bir kısmının konum veya form değiştirerek açık, yarı açık veya kapalı kullanımının sağlandığı sistemlerdir (Yesügey & Çalış, 2015, s. 6). Eski çağlardan beri hareketli örtü sistemler kullanılmış ve sadece olumsuz doğa olaylarından korunmak için çeşitli yapılara eklenmiştir.

Sürekli gelişmekte olan hareketli örtü sistemler, ilk çağlarda göçebe toplumlardaki yerleşim yerlerinde ve çadırlarda ortaya çıkmıştır. Bir gelişmiş modeli olarak Roma'daki Collesium yapısı gösterilebilir.

Collesium, M.Ö 70-76 yıllarında Antik Roma döneminde inşa edilen spor faaliyetlerinin ve çeşitli eğlencelerin gerçekleştiği stadyum yapısıdır. Çatısı güneşten ve yağmurdan korunmak için velarium (yelken) olarak bilinen kanvas açılır kapanır bir örtü ile kapalıdır. Örtü, Collesium yapısının 3/2'sini yani sadece izleyici alanını kaplamaktadır. Eşit aralıklarla yerleştirilmiş 240 tane ahşap direk desteklenmiştir. Kanvas örtünün oyun alanının merkezine doğru eğimli olması sayesinde izleyici alanları hava koşullarından korunmuştur (Url-37).



Şekil 2. 28 Collesium ve izleyici alanını kaplayan çatısı (Url-38)

Hareketli örtü sistemler, küçük ölçekli spor yapılarının (tenis kortu, yüzme salonu, buz hokeyi vb.) yanında, eğlence yapıları ve endüstri yapılarında da kullanılmıştır. Teknolojinin ve malzeme biliminin gelişmesi ile birlikte daha büyük açıklıkları geçebilen örtü sistemler, farklı ve büyük ölçekli projelerde daha sık görülmeye başlanmıştır.

Hareketli örtü sistemler, yaklaşık 25- 30 yıldan beri stadyum gibi son zamanlarda gelişen ve şehir ikonları haline gelen yapılarda kullanılmaktadır. Günümüze kadar birçok stadyum projesinde bu örtü sistemler kullanılmıştır. Stadyumlarda, bu sistemlerin yapılıp yapılmayacağı çevresel ve ekonomik faktörlere

bağlı olarak değişmektedir. Maliyetinin fazla olması kullanıldığı ilk dönemlerde dezavantajlı bir durum olmuştur fakat zaman içinde avantajları dezavantajlarından daha baskın hale gelmiştir.

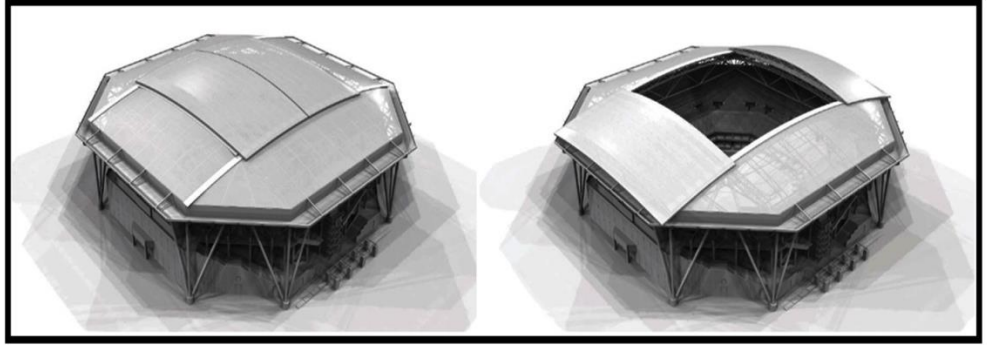
Hareketli örtü sistemler, özellikle 1980'lerden sonra yaygınlaşmaya başlamıştır. İklim koşullarının değişkenlik gösterdiği yerlerde daha çok uygulama alanı bulmuştur. Günümüzde gelişen teknoloji ile birlikte örtü sistemler sadece korunma amaçlı değil estetik, doğa ve çevre ile iç içe olma isteği gibi farklı sebeplerden dolayı da tasarlanmaktadır. İklimsel, mekânsal ve işlevsel değişikliklere olanak sağlayan bu örtü sistemlerin uygulama alanları her geçen gün artmaktadır.

Hareketli örtü sistemlerinin tanımlanmasında üç önemli faktör vardır. Bunlar hareket türü, taşıyıcı sistem özellikleri ve malzeme özellikleridir. Malzeme ve hareket birbirini doğrudan etkileyen kavramlardır. Seçilen hareket türüne, hareket sistemine ve sistemin çalışma prensibine göre malzeme seçimi yapılmaktadır. Bu sistemler, genellikle membran malzeme kullanılarak oluşturulmuştur. Genelde yatay ve dikey olarak katlanan membran malzeme destek elemanlara ihtiyaç duymaktadır. Bu tip sistemlerde membran örtü malzemesi, kablolar ve makaralar yardımıyla çeşitli şekillerde katlanarak çatının açılıp kapanmasını sağlamaktadır (Yesügey & Çalış, 2015, s. 6).

Hareketli örtü sistemler, yapının kullanım amacına, işlevine, ihtiyacına, çevre ve ekonomik faktörlere, arazinin yapısına ve yapı formunun büyüklüğüne/küçüklüğüne göre farklılık göstermektedir. Projenin tasarım ve planlama aşamasında bu faktörlerin detaylı bir şekilde düşünülmesi gerekmektedir.

Yapının kullanım amacına göre örtü sistemin ne kadar açılacağı, ne sıklıkta kullanılacağı, hangi koşullar altında açılıp kapatılacağı ve ne kadar sürede açılacağı belirlenmelidir. Örneğin futbol sahalarında, tribünlerin %90'ı çatı ile örtülmelidir. Bazı yapılarda çatı yağmur yağsa bile kapatılmaz. Tenis stadyumu gibi yapılarda yağmurda oyun alanı kullanılamaz hale geldiğinden çatının kısa bir sürede kapatılması gerekmektedir (Özge, 2004, s. 21).

Arthur Aste Stadyumu, 1997’de Amerika’da inşa edilen büyük bir tenis stadyumudur. İlk inşa edildiğinde hareketli örtü sistemi yoktu. Yağmur yağışı, yapılacak olan tenis turnuvalarını üst üste beş yıl boyunca ertelemiştir. Bu, Ashe stadyumuna yeni ve hareket eden bir çatı eklenmesini sağlamıştır.



Şekil 2. 29 Arthur Ashe Stadyumu ve hareketli örtü sistemi (Url-39)

Yapısal bütünlüğü bozmayan, işlevsel, estetik ve kolay uygulanabilirlik kavramları doğrultusunda tasarlanan yeni çatı, stadyumdan tamamen bağımsız tasarlanmıştır ve bu da çatıyı görsel ve fiziksel olarak hafif kılmıştır. Sonradan eklenen ve stadyumun çevresini çevreleyen sekiz çelik sütuna sahiptir. Aynı zamanda sistem, yağmur yağarken beş dakika içinde kapanacak şekilde tasarlanmıştır.

2.5. BÖLÜM DEĞERLENDİRMESİ

Hareket kavramı konu ile ilgili çalışmalar yapan araştırmacılar tarafından çeşitli şekillerde tanımlanmıştır. Genel anlamıyla, yer değiştirme ve bir noktada sabit kalmamadır. Eski çağlardan beri hayatımızda olan en basit ve en küçük nesnelere de görebileceğimiz, zamana karşı değişimi ifade eden bir kavramdır. Canlı veya cansız tüm varlıklar için geçerlidir ve evrende hiçbir durgun cismin olmadığını göstermektedir. Her varlık bir yere göre hareket halindedir.

Mimarlık tarihinde önemli bir kavram olan hareket, ilk çağlardan itibaren kullanılmaya başlanmıştır. İlk inşa edilen geçici barınaklarda veya yer altı şehirlerinde farklı amaçlarla kullanılan kavram günümüze kadar ulaşmıştır. Olumsuz hava koşullarından korunmak, savunma amaçlı geçici yapılar inşa etmek, mekanları ayırmak vb. gibi amaçlarla farklı kullanımlar oluşmuştur.

Eski çağlarda, kültürel farklılıklardan dolayı değişen mekânsal düzenlemelerin temelinde geçicilik olduğu için yaşam alanlarının çoğu takılıp sökülebilir, taşınabilir, yer değiştirebilir yani kısaca istenilen zamanda hareket edilebilir yapılardır.

Hareket tarihte yer değiştirilebilir yani göçebe yapılardan başlayıp günümüzde çeşitli mekanlarda, çatı, cephe, kapı, pencere gibi farklı yapı elemanlarında kullanılmaktadır. Günümüzde teknoloji sayesinde hareketin mimarlıktaki kullanımı, amaca ve kullanıcı isteklerine göre değişebilmektedir. Hastaları tedavi etmek için güneş yönüne hareket eden Dönen Solaryum binası, dönebilen ilk yazlık ev olarak kayıtlara geçen ve bina avlusunu hep gölgede tutacak şekilde hareket eden Villa Girasole bunlara örnek olarak verilmiştir. Mimari yapılar her ne kadar kalıcılıkla özdeşleşmiş olsa da değişen mekânsal ihtiyaçlar ve çevreye ayak uydurma gibi gereksinimlerden dolayı değişimi kabul etmektedirler.

Mimarlıkta hareket, yapıyı yeniden yorumlamakta ve ona yeni bir kimlik kazandırmaktadır. Hızlı bir gelişim ve değişim sürecinde olan mimarlık, estetik, konfor, görünüm, mekânsal değişiklikler, güvenlik gibi istekler doğrultusunda kendisine yön vermektedir. Hareket kavramı ile birlikte bu yapıların, yaşamlarımızın bir parçası olmalarına tanık olmaktayız.

Stadyumlar, teknolojik, siyasi ve sosyal gelişmelerle birlikte birçok değişim geçirmiştir. Sanayi gücü ile malzeme çeşitliliği artmış, yapılar daha hızlı inşa edilip farklı tasarımlara kapı açılmıştır. Sürdürülebilir, çevreye duyarlı, ekolojik gibi eğilimlerden dolayı stadyumlarda da bu evrensel kavramlara göre tasarım yapılmaya başlanmıştır.

Stadyum yapılarının ilk örnekleri Yunan-Roma tiyatroları, kent meydanları ve agoralar olmuştur. Tarihte de toplumun ortak kullanacağı mekânlar spor alanları olarak kabul ediliyordu. Fakat zaman içinde spora, sporcuya olan ilginin artması ve spor dallarının gelişim göstermesi, spor mekânlarının yetersiz kalmasını sağlamıştır. Bu sebepten sayıları giderek artan yapılar, günümüzde esnek, dönüştürülebilir ve çok işlevli mekânlar haline gelmiştir.

Stadyum mimarisinin ilk örneklerindeki mimari formlar, teknolojik imkânsızlıktan dolayı genelde benzer olsa da günümüzde kullanılan malzemelerle, üst örtülerle ve dış cephe kaplamaları ile birbirinden farklılaşmaya başlamıştır. İzleyici alanları (tribünler), yer seçimi, yapının farklı birimlere hizmet etmesi (karma kullanımlı olması), fonksiyon ve planlama şemalarının değişmesi günümüz toplumuna ve kültürüne ait ipuçları barındırmaktadır.

İzleyici alanları (tribünler), fazla seyirci kapasitesi alma sebebi ile ilk inşa edilen stadyum yapılarında yoktu. Güvenlik ve konfor şartları kötüleşince izleyici için ayrı mekanlar oluşturulmuştur. Böylece oluşabilecek olumsuz koşullar en aza indirgenmiştir.

Stadyum yer seçimi için eski çağlarda iki yamacın arası tercih edilmiştir. Arazideki kot farkı sayesinde doğal oturma setleri oluşmuştur. Günümüzde ise yer seçimi için herhangi bir şart aranmamaktadır. Her kentin kendi planlama kararları ve farklı koşulları olduğu için stadyum yapılarının gerektirdiği kentsel altyapı, hangi araziye daha uygunsa orası tercih edilmektedir. Kentteki düzen, gündelik yaşam ve ulaşım katkı sağlaması yer seçimi için önem bir noktadır.

Stadyum yapılarının çok işlevli olması aynı zamanda sosyal ve kültürel bir amaca da hizmet ettiğini göstermektedir. Yapıların çeşitli etkinliklere, konserlere hizmet vermesi veya müze, restoran, toplantı odaları, localar gibi mekânların olması karma fonksiyonlu yapılar olduğunu göstermektedir. Stadyumlardaki bu değişim ticari beklentiyi karşılamak ve tüketim kültürüne uyum sağlamak için oluşmaktadır.

Hareket kavramı ile birleştirilen stadyum yapıları, farklı mekân isteklerine cevap veren, esnek, değişebilen, hareket edebilen ve günümüz koşullarına uyum sağlayan tasarımlardır. Oyun alanlarında, cephelerde, çatılarda veya tribünlerde

kullanılan farklı hareket sistemleri yapıların tasarımını etkilemektedir. Bu elemanlardaki sistemler birbirine paralel olarak gelişmektedir. Hareketli sistemlerin, farklı oyun ve etkinlik alanları üretebilmek, tribün kapasitesi azaltmak veya artırmak, kullanıcılara farklı mekânlar sunabilmek, doğal aydınlatma, havalandırma ve çim büyümesine olanak sağlayabilmek gibi farklı kullanım çeşitleri vardır. Bazı stadyumlarda sadece bir tanesini görebilirken bazılarında hepsini görebiliriz.

Hareketli sistemler, yeri değişebilen sistemler ve şekli değişebilen sistemler olarak sınıflandırılmaktadır. Yeri değişebilen yapılar, komple taşınır, yeniden yerleştirilebilir ve sökülür takılır olarak sınıflandırılmaktadır. Şekli değişebilen yapıları ise katı formlu ve yumuşak form olarak ayırırız. Katı formlu yapılar ise açılır-katlanır sistemler, kayar sistemler, genişler-daralır sistemler ve döner sistemler olarak dörde ayrılmaktadır. Bu dört farklı hareket sistemi sayesinde yapılar kısmen ya da tamamen değişebilir, formunda, çatısında, tribünde, oyun alanında veya üst örtü kabuğunda değişiklikler meydana gelebilir.

Cephe, kullanıcı ve yapının ilk karşılaştığı ve iç tasarımın dışına yansıyan mimari unsurlar bütünüdür. Yapının çevre ile olan ilişkisi, kütlesi, ölçeği, cephesi, çatısı kente etki eden faktörlerdir. Bu sebepten yapı cephelerinin iç ve dış mekanla uyumlu olması, şehir kimliği ve çevre ile örtüşmesi önemli tasarım kriterleridir. Yapı hangi ölçekte olursa olsun bir bütünlük içerisinde tasarlamak kent için fayda sağlamaktadır. Stadyum yapıları bu anlamda kent silüetini etkileyen ve kentlerde ikon haline gelen yapılarıdır. Gelişmiş teknoloji sayesinde cephede kullanılan hareketli sistemler, ısı, ışık, rüzgar, ses gibi faktörlere karşı performans göstermektedirler. Ayrıca estetik görünüm, görsel bir etki bırakma gibi kaygılar da hareketli cephelerin kullanımını yaygınlaştırmaktadır.

Hareketli örtü sistemler, yapının çatısının bir kısmının veya tamamının açık, yarı açık ve kapalı kullanımının olduğu sistemlerdir. Eski çağlardan beri kullanılan hareketli örtü sistemler, olumsuz hava şartlarından korunmak için yapılara eklenen ekler olmuştur. Buna örnek Collesium yapısı örnek verilmektedir. Collesium, güneşten ve yağmurdan korunmak için izleyici alanlarının üstünün açılır-kapanır örtü ile kaplandığı spor yapılarındandır.

Günümüzde teknoloji ve bilimin ilerlemesi ile geniş açıklıklı yapılarda da kullanılan hareketli örtü sistemler, özellikle stadyum yapılarında daha sık uygulanmaya başlamıştır. İklim koşulları, estetik, doğa ve çevre ile iç içe olma isteği gibi farklı sebeplerden dolayı uygulama alanları her geçen gün artmaktadır.

Hareketli örtü sistemlerde, hareket türü, taşıyıcı sistem özellikleri ve malzeme özellikleri birbirini doğrudan etkileyen faktörlerdir. Malzemenin hafif ve esnek olması hareket sistemini kolaylaştırmaktadır. Genelde yatay ve dikey olarak katlanan örtü sistemleri destek elemanlara (kablo, makara) ihtiyaç duymaktadır. Bu elemanların bütünü, çatının çeşitli şekillerde açılıp kapanarak mekan farklılıklarının oluşmasını sağlamaktadır.

Hareketli örtü sistemlerin proje planlama ve tasarım aşamasında detaylı bir şekilde düşünülmesi gerekmektedir. Stadyumun kullanım amacına göre sistemin ne sıklıkta kullanılacağı, ne kadar sürede açılacağı ve ne için açılıp kapatılacağı belirlenmelidir. Çünkü her yapı kullanım amacına, kullanıcı ihtiyacına, çevre ve ekonomik faktörlere, yapı formunun büyük veya küçük olmasına göre farklılık göstermektedir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. STADYUM YAPILARINDA CEPHE VE ÖRTÜ MALZEMELERİ

3.1. CEPHE VE ÖRTÜ SİSTEMLERDE KULLANILAN MALZEMENİN TARİHSEL GELİŞİM SÜRECİ

Malzeme, latince ‘*materia*’ sözcüğünden türetilmiş olup, kökeni ‘*mater*’den yani anneden gelmektedir. Malzeme seçimleri, çeşitleri ve kullanımı kültürümüzün bir parçası haline gelmektedir ve yaşamlarımızı etkilemektedir.

Malzeme tanımı birçok yaklaşım tarafından farklı şekillerde yorumlanabileceği gibi, en genel tanımı ile bir şey yapmak ve üretmek için kullanılması gereken maddeler, “gereç” tir (Hasol, 2016, s. 306). Eriç’e göre (2010) ise malzeme, “bir tasarımın bünyesine giren ve o tasarımın oluşum ve kullanma süreci içindeki biçimlenişini sağlayan maddelerdir. Tasarımı kullanan insanların konfor ve sağlığını etkileyen her türlü ham veya yapay cisimlerdir”(s. 11).

Tarihsel süreç içerisinde malzeme, insanlığın var oluşundan itibaren günümüze kadar tüm yapı sistemlerinde aktif bir rol oynamıştır. Canlılar, malzemenin özelliklerinden en iyi şekilde faydalanarak işlevine ve kullanılabilirliğine uygun bir hale getirmişlerdir.

Malzemenin tarihsel gelişiminden günümüze kadar birbirinden farklı üç süreç görülmektedir (Eriç, 2010, s. 13). Birinci süreç tarih öncesi süreçtir. Bir çağı yorumlayabilmek için o çağda kullanılan malzemeleri ve eşyaları incelemek gerekmektedir. Yontma, cilalı taş devirlerinde veya bakır, demir, tunç ve maden devirlerinde malzemeler şekillenmeden ham halleriyle kullanılmıştır.

İlk dönem toplumları, doğadan buldukları malzemeler ile yaşamlarını kolaylaştırmaya çalışırken aynı zamanda gelişmişlik seviyelerini de yükseltmişlerdir (Tekin, 2016). Barınma sorunlarını çözmek için doğal oluşumları kullanan insanlar,

malzemeyi doğada ham olarak kullanmışlardır. Mağaralar, doğal basit el aletleri, ağaç kovukları bunlara örnek verilebilir.

İkinci süreç 19. Yüzyıla kadar olan süreçtir. Bu süreçte malzeme çeşitleri artmış ve malzemeye istenilen şeklin verilebileceği keşfedilmiştir. Çeşitli strüktür ve formlar yaratıldığı için mimarlıkta gelişmeler yaşanmıştır. Üçüncü süreç ise, 19. Yüzyıldan günümüze kadar olan ve halen devam eden süreçtir. Gelişen teknolojik imkânlar sayesinde tasarıma uygun malzemeler üretilmeye devam edilmektedir.

Günümüzde insan yaşamının ve algısının değişmesi ve gelişen bilgiler sayesinde malzeme çeşidi, malzeme kullanımı ve kullanma yöntemlerine olan ilgi artmıştır. “Toplumun malzeme bilgisi ve malzeme ile olan ilişkisinin giderek artması daha sağlıklı ve konforlu alanlar inşa edebilmelerini ve yaşam kalitesinin artmasını sağlamıştır” (Yıldız & Seçkin, 2019, s. 8).

Yapılarda mekânları niteleyen, tasarımlarda bütünlük oluşturarak dil birliği sağlayan malzemelerin, uygun ve doğru seçilmesi önemlidir. Malzemelerin strüktür özellikleri, performansı, rengi ve dokusu, kullanım alanları, kimliği her tasarımı etkiler ve oluşum sürecindeki önemli faktörlerden biridir. Günümüze kadar birçok farklı sektörde ve farklı türlerde pek çok malzeme kullanılmıştır. Fakat malzeme kullanımının ve çeşidinin en fazla arttığı dönem Endüstri dönemidir ve 1800’lü yıllarda Endüstri Devrimi ile yeni bir döneme girilmiştir. “Bu döneme kadar meydana gelen gelişmelerde:

- Malzeme ve üretim süreçlerinin çeşidinin gittikçe artması ve uygulamalarının kontrol edilebildiği;
- Malzeme ve üretim sürecinin karmaşıklaştığı, ancak üretim hacmi konularında insanın yetkinleştiği;
- Malzeme ve makineler arasındaki ilişkinin süreç, malzeme ve makinelerde iyileşmeye sebep olduğu;
- Gerek mekân gerek zamanda yaygınlık gösteren farklı medeniyetlerin değişen katkılarının olduğu;

- Malzeme teknolojisinde doğrusal olmayan bir gelişmenin olduğu (1600-1800 yılları arasında);

- Malzeme teknolojisinin hız kazanmasında yazılı belge ve yayınların önemli olduğu görülmüştür’’(Tanaçan, 2010, s. 28)

Sınırlı malzemeler ile üretim ve tüketim yapan toplumlar Endüstri Devrimi sayesinde malzeme çeşitliliği ve kullanımı konusunda daha da gelişmiştir. Teknoloji sayesinde taş, tuğla, ahşap gibi en çok kullanılan malzemelerin hem çeşitleri artmış hem de daha kaliteli hale gelmiştir.

Makineleşme, endüstriyel üretim ve ulaşım olanaklarının gelişmesiyle yaşanan değişimler sayesinde insanların malzemeyi geliştirme olanakları büyümüştür. Çelik üretimi başlamış, yeni kimyasalların buluşuyla çimento ve beton teknolojisinde gelişmeler yaşanmıştır. Artan ulaşım olanakları, üretilen yapı malzemelerinin her yere taşınabilmesini sağlarken, yapı malzemeleri de boyutları ve gelişen teknolojileri ile çeşitlenmiştir. (Yurttaş, 2009, s. 35)

Mimaride malzeme biçim, form ve doku oluşmasındaki temel faktörlerden birisidir. Bir yapı malzemesi mekana katacağı kimliğe göre tasarlanmaktadır. Mekan kimliği ise doku, renk, strüktür özellikleri, tercih ölçütleri, uygulama yöntemi gibi kriterlere bağlı olarak değişmektedir. Malzeme, tasarımı gerçek yapan, iç ve dış mekan tasarımlarını etkileyen ve tasarımın her seviyesinde farklı kullanım çeşitleriyle yer almaya başlayan en önemli parçalardandır. Yeni malzemelerin çeşitlenmesi ve üretiminin artması, bu durumu daha da kuvvetlendirmektedir.

Tekin’e (2016) göre “malzeme sayesinde insanlar ulaşılabilirlik koşullarını değiştirerek, daha geniş alanda hareket edebilme esnekliği kazanmışlardır”. Doğada ham olarak bulunan malzemelerin farklı şekillerde tekrar üretilmesi ve yeni malzemelerin geliştirilmesi yapı üretiminde birbirinden farklı tasarım anlayışları oluşmasını sağlamıştır.

19. Yüzyıldan önceki malzeme seçimi yapının formu ve işleviyle doğrudan ilişkili olmuştur. Teknolojideki ilerlemeler ile birlikte malzeme biliminin gelişmesi, tasarıma uygun malzeme üretimini ve malzemenin değişebilir/ dönüşebilir olmasını

sağlamıştır. Bunun sonucunda algısal bir boyut kazanan malzeme, daha esnek ve işlevsel bir hale gelmiştir (Yıldız & Seçkin, 2019, s. 6).

Çelik, beton, betonarme, yeni kuşak plastikler (ETFE, PTFE, PVC vb.), akıllı malzemeler gibi birçok malzeme yapı uygulamalarında kullanılmaya başlanmıştır. Tarihte sadece bilinen kapasitesiyle kullanılan malzemeler, günümüzün imkânları ile dinamik, değişebilir, esnek, doğa ve kullanıcı ile uyumlu vb. gibi özellikler sayesinde tasarımın en etkin bileşeni haline gelmiştir. Dayanıklılık, esneklik, ısı ve elektrik iletimi, yanmazlık, su geçirmezlik gibi malzemeye yeni kazandırılan özellikler, mimari kavramlardan başlayarak tasarımlara kadar çok boyutlu ve gelişmiş bir hale gelmektedir.

Bu bağlamda malzemeler incelendiğinde kullanıcı gereksinimlerini karşılaması, kolay bulunabilir olması, ekonomik olması, doğaya ve insan sağlığına zarar vermemesi gibi pek çok özelliği içinde barındırması beklenmektedir. Bu beklentilere günümüz mimari yapılarının hareketli, değişebilir, esnek olması vb. kriterleri de eklenmiştir. Teknoloji sayesinde malzeme biliminin gelişimi, tasarımların hareketli, esnek ve değiştirilebilir olmasına büyük katkı sağlamıştır. Yeni keşfedilen malzemeler hafifliği, yapım sürelerinin kısalığı, geniş açıklık geçebilmeleri gibi özelliklerinden dolayı hareketli yapılarda sıklıkla tercih edilmektedir.

3.2. CEPHE VE ÖRTÜ SİSTEMLERDE KULLANILAN MALZEME ÇEŞİTLERİ

3.2.1. Cephe ve Örtü Malzemesi Olarak Metaller

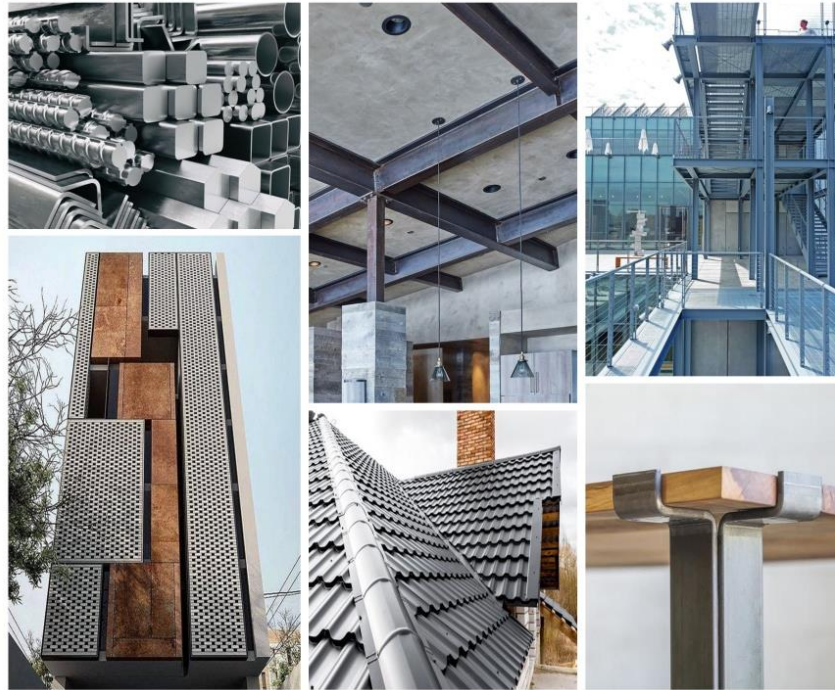
Metaller, yüksek elektrik ve ısı iletkenliği olan, homojen dokulu ve şekillendirilmeye yatkın, katı ve sıvı halde özelliklerini değiştirmeyen ve kendine özgü parlaklığı olan elementlerdir.

Çok eski tarihten beri bilinen metal malzemeler, ancak 19. Yüzyılda endüstriyel üretime kavuşmuş, 20. Yüzyıl başından itibaren de yapı malzemesi olarak yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. İlkçağlarda odun kömürü ile yakılan demir ve bakır filizlerinden metal elde edildiği bilinmektedir. M.Ö 3000 yıllarında Mısırlılar bakır boru kullanmışlardır. M.S. 1350'de ilk dökme demir

üretmiş ve gerçek metal ilmi 1600 yılında Fransız kimyager Reaumur ile başlamıştır. İlerleyen yıllarda Osmanlılarda kurşun kubbe kaplaması olarak geniş bir uygulama alanı bulmuştur. Günümüze kadar büyük gelişmeler gösteren metal malzeme, asma-germe sistemlerin doğuşuna önderlik etmiştir (Eriç, 2010, s. 290).

Yapı endüstrisinde yaygın olarak kullanılan metal malzemelere çelik, alüminyum, çinko, demir, bakır, kurşun, titanyum olarak örnek verilebilir. Çeşitli amaçlar için tercih edilen metal malzemeler, günümüz mimarisinde cephe elemanlarında, çatı kaplamalarında, strüktürel sistemlerde kullanılmaktadır. İşlenebilirliği ve bakımının kolay olması, dayanıklılık, iletkenlik, yalıtım, yeniden kullanılabilme gibi özelliklerden dolayı yapı üretiminde sık tercih edilmektedirler.

Çelik malzeme yapılarda genel olarak kolon- kiriş gibi strüktürel ve yapısal elemanlar olarak kullanılmaktadır. Alüminyum, titanyum ve diğer metaller ise daha çok üst örtü kaplamaları ve cephe kaplamaları olarak tercih edilmektedir. Metaller, bilgisayar teknolojisi sayesinde istenen formda ve şekilde üretilebildiği için yapıya kolay uygulanmakta ve bu sebepten cephe kaplamalarında daha sık kullanılmaktadır (Mozaikçi 2010, s. 46). Mimaride büyük ve küçük ölçekli projelerin her alanında metal malzemelere rastlamak mümkündür.



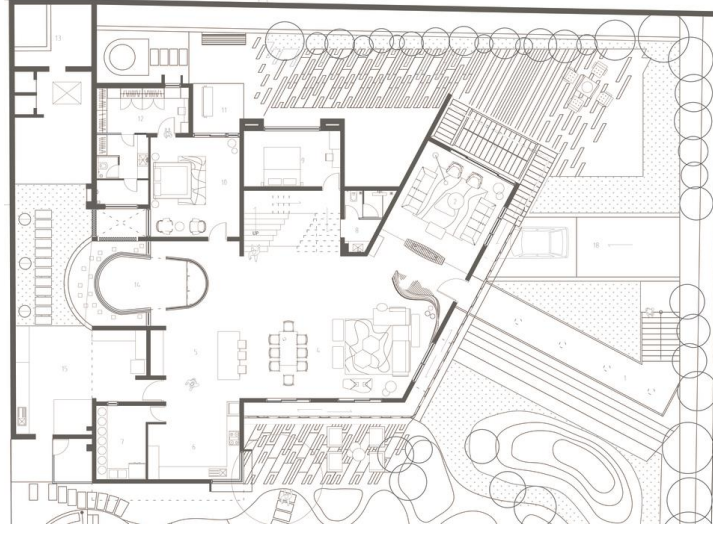
Şekil 3. 1 Metal malzemenin çeşitli alanlarda kullanımı (Url-110)

Demire katılan çeşitli elementler sonucu oluşan çelik malzeme, mukavemet açısından daha dayanıklı olduğundan dolayı yapıya uzun bir kullanım ömrü sağlamaktadır. Değişen kullanıcı isteklerine rahatlıkla cevap veren çelik, değişime, sökölüp takılıp yeniden kullanılabilme özelliğine uygundur. Geniş açıklıkları tek bir elemanla geçebilmesi sayesinde yapı strüktüründe sıklıkla kullanılmaktadır. Çatı kaplaması, dış cephe kaplamaları, duvar malzemesi olarak tercih edilmektedir. Paslanmaz çeliği, çelikten ayıran özellik içerisindeki karbon miktarıdır. Çelik neme ve havaya maruz kaldığında korozyona uğrarken, paslanmaz çelikte korozyon ve paslanma görülmez. Çelikle kullanım alanları aynı olan paslanmaz çelik, çeliğe oranla daha sık tercih edilmektedir.

19. yy.'dan sonra demir ve çelik malzemeleri mimarlara ve mühendislere hayal bile edemeyecek büyüklükte, formda ve işlevde yeni yapılar tasarlama özgürlüğü sunmuştur. Bu gelişmeler aynı zamanda mimari mekan algısını da değiştirmiş, strüktürün serbest plan ve cephede tasarlanmasını sağlamıştır (Maden, 2019, s. 553).

Endüstride yaygın olarak kullanılan alüminyum malzeme, hafif metallere aittir. Yer kabuğundaki en yaygın üçüncü element olan alüminyum güçlü, esnek ve korozyona karşı dayanıklıdır. İyi bir elektrik iletkenliğine sahip olan alüminyum yapıda saf veya alaşım olarak kullanılabilir. İşlenmesinin kolay olması, yumuşak ve ucuz olması sebebi ile birçok farklı alanda kullanılmaktadır.

Hareketli yapı tasarımlarında metal malzeme sıklıkla kullanılmaktadır. Hive (Kovan) evi, Hindistan'ın Gujarat kentinde tasarlanan akıllı ve sürdürülebilir bir yapıdır. Konut projesi, doğada bulunan bal peteği desenlerinden etkilenerek tasarlanan güneş sensörlü bir cepheye sahiptir. Yapının cephesinde yoğun olarak kullanılan metal malzemeli altıgen paneller, güneşin hareketi ile açılıp kapanarak evin içerisindeki ısı, ışık ve güneş düzeylerini ayarlamaktadır.



Şekil 3. 2 Hive evi planı (Url-21)



Şekil 3. 3 Cephede metal kullanımı ve güneşin hareketiyle açılıp kapanan cephe (Url-21)

3.2.2. Cephe ve Örtü Malzemesi Olarak Plastikler

Plastik, Yunanca kökenli bir kelime olup, şekillendirme, kalıp yapma anlamına gelen ‘*Plastikos*’ sözcüğünden gelmektedir. “Plastik, başta hidrojen, oksijen ve azot olmak üzere karbonun organik bileşimlerinden mineral, petrol, ahşap gibi doğal maddelerin ısı, basınç ve kimyasal etkilerle doğada bulunmayan türlerin meydana gelmesi ile oluşan bir malzemedir” (Eriç, 2010, s. 346).

Hafif olmaları, kolay şekillendirilebilmeleri, kimyasal etkilere karşı dayanıklı olmaları, mekanik dayanımlarının yüksek olmaları, yalıtkan ve optik özelliklere sahip, düşük maliyetli olmaları, üretim kolaylığı ve ucuzluğu sebebi ile yaygın bir kullanım alanına sahiptirler. Birçok plastik türünün kesin bir erime noktasının olmaması, plastiklerin daha kolay kalıplanmasını, şişirilmesini ve sıkıştırılmasını sağlamıştır.

Mimarlık alanındaki plastik gelişme, plastik formları arayış ile başlamıştır. 1900'lü yılların başında Gaudi, yapılar da plastik kavramını ve plastik kullanılabilirliğini getiren ilk mimar olmuştur. İlerleyen yıllarda birçok mimar, prefabrike konut, plastik cephe panelleri, plastik kapı, pencere için çeşitli çalışmalar yapmıştır.1930'lu yıllardan sonra ise şişme çadır sistemler hayata geçirilmiştir ve birçok yapının uygulama alanına girmiştir (Eriç, 2010, s. 349).

Plastik malzemenin çok fazla çeşidinin olması, kimyasal olarak her çeşitten farklı bileşimler üretilebilmesi ve doğada yok olmaması, uygulama ve kullanım alanının gittikçe artmasına neden olmuştur. Plastik malzeme, ulaşım, gıda, tarım, tıp, mobilya, inşaat vb. gibi farklı alanlarda kullanılmaktadır. Birçok sektördeki üretici, sağladığı özelliklerden dolayı plastikten malzemeye yönelmiştir.



Şekil 3. 4 Plastik malzemenin çeşitli alanlarda kullanımı (Url-111)

Plastik malzemeleri yapılarda kaplama, plak, örtü, profil, dokuma, bağlayıcı ve katkı malzemeleri şeklinde görmek mümkündür. Pencere – kapı sistemlerinde, tesisat sistemlerinde, mobilya sistemlerinde olmak üzere pek çok farklı alanda karşımıza çıkmaktadır (Demirarslan, 2004, s. 1).

Plastikler, polimerler olarak kategorize edilmektedir. Truong’a göre (2020) tüm plastikler polimerdir ancak tüm polimerler plastik değildir. Polimerler, organik moleküllerin kimyasal olarak bağlı uzun dizileriyle tanımlanan geniş bir malzeme sınıfını ifade eder ve selüloz, kauçuk, kehribar, ipek gibi doğal oluşan malzemeleri içerir (s. 30) ”. Polimer, benzer moleküllerin (monomerlerin) bir dış etkenin (ısı, basınç, katalizör vb.) etkisiyle birleşmesidir (Hasol, 2016, s. 374).

Polimerler, sahip oldukları özelliklerden dolayı birbirinden çok farklı alanlarda kullanım alanına sahiptir. Tekstil, sanayi, inşaat, ambalaj, ulaşım, tıp ve akla gelebilecek diğer tüm alanlarda polimer malzemeler sıklıkla kullanılmaktadır (Çakmaklı vd., 2015, s. 448).



Şekil 3. 5 Plastik malzemenin cephe kaplaması olarak kullanımına örnek yapı (Url-92)

Polimer malzeme, hafifliği sayesinde (duvar ve taşıyıcı sisteme yük getirmemesi sebebi ile) cephelerde ve örtü sistemlerde kaplama malzemesi olarak tercih edilmektedir. Polimer malzemeler, tasarımcının isteklerine göre, iklim şartları ve çevresel faktörlere göre farklı şekillerde uygulanmaktadır.

Mimaride ve inşaat mühendisliğinde kullanılan polimer malzemeler, diğer malzemelere oranla daha fazla kullanılmaktadır. Günümüzde üretilen polimerlerin yaklaşık % 30'u mimaride ve yapı endüstrisinde kullanılmaktadır. Polimer malzemelerin genel özellikleri incelendiğinde diğer malzemelerden farklılaşmaktadır.

Bunlar;

- 1) Ekonomik olması,
- 2) Büyük hacimlerde tüketim,
- 3) Dayanıklı ve uzun ömürlü olması,
- 4) Güvenlik
- 5) Kolay monte edilebilirliktir ve uygulanabilirlik (Okay, 2007, s. 3).

Polimerler, PVC, PTFE, ETFE, PC ve PET olmak üzere kimyasal olarak birbirinden farklılaşmaktadır. Bu tez kapsamında polimerlerin, daha fazla çeşitleri olmakla birlikte günümüz yapılarında en sık kullanılan çeşitleri seçilmiştir.

3.2.2.1. PVC (Polivinil Klorid)

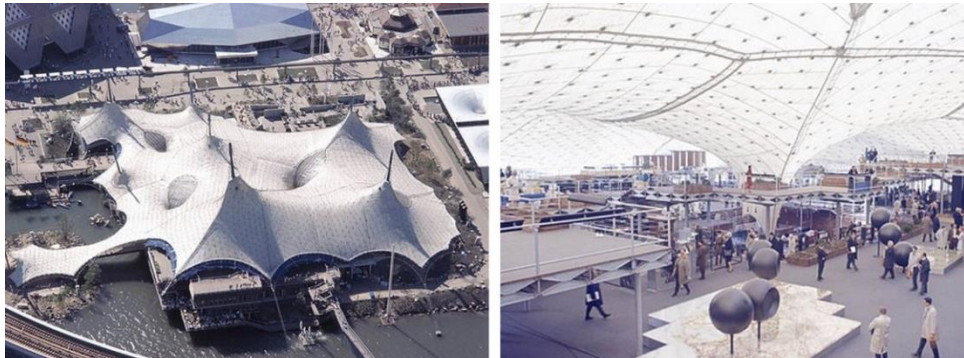
PVC (Polivinil Klorid) yapı endüstrisinde en çok kullanılan malzemelerden birisidir. Üzerine PVDF (Poliviniliden Florid) adında kaplama ile birlikte ömürleri 25 yıla kadar çıkabilmektedir. Kaplama olmadan PVC'nin ömrü 10 ile 15 yıl arası değişebilmektedir. PVC plastik malzemesinin maliyeti yüksek olmadığı için birçok alanda farklı amaçlarla kullanılabilir.

Değişik renklerde bulunabilen PVC ve PVDF kaplı polyester malzemeler, en yaygın su geçirmez membranlardır. Kaplamaya bağlı olarak su geçirmezlik

özelliği malzemeyi uzun dönemde son derece iyi bir çözüm haline getirmektedir. Açık alanlarda hava koruması için kullanılmaktadır. İyi bir ışık geçirgenliği sunarak, yayılan doğal ışığın alana girmesine olanak verip yapay ışıklandırma gereksinimini gidermektedir. UV' ye karşı iyi dirençlidir ve yüzde sıfır ile yirmi beş arasında hafif bir şeffaflığı vardır (Alioğlu, 2018,s. 22).

Oluşumunu sağlayan maddeler arasında klor olduğu için yangın dayanımı yüksektir. Geri dönüştürülebilir bir malzeme olan PVC, kullanılmayan duruma geldiğinde tekrar şekillendirilerek kullanılabilir. Malzemenin farklı kullanım alanları mevcuttur. Yapı endüstrisinin dışında gıda ve ilaç sektöründe, otomotiv sektöründe, elektronik malzeme yapımlarında ve çeşitli eşya üretimlerinde kullanılmaktadır. Hafif ve işlevsel olan PVC malzemesi, katlanabilir, taşınabilir ve şekil değiştirebilir özellikleri ile demonte (yeniden sökülüp takılabilen) yapılar için kullanıma uygundur.

PVC kaplamalı malzemenin örneklerinden biri 1967 yılında Montreal'de Dünya Sergisi için yapılmış Expo 67 Alman pavyonudur. Yapı mühendisi Frei Otto ve Rolf Gutbrod tarafından tasarlanan Alman pavyonu, en yükseği 36 metreye çıkan 8 adet kolonun desteklediği çelik asma-germe sistem, yarı-geçirgen bir beyaz membran ile kapalıdır. Membran üzerindeki açıklıklardan doğal ışıklandırma ve havalandırma sağlanmıştır. Böyle bir strüktürün geliştirilmesi yıllarca sürmüştür fakat Alman Pavyonu'nun yerinde uygulaması sadece 6 haftada tamamlanmıştır (Url-17).



Şekil 3. 6 Expo 67 Alman Pavyonu ve örtü sistemde kullanılan PVC malzemesi (Url-17)

PTFE (Poli Tetra Floro Etilen)

PTFE (Poli Tetra Floro Etilen) malzemeler uygulamalarda kullanılan bir diğer malzeme çeşididir. 1970'lerden beri kullanılan PTFE, diğer malzemelere göre daha uzun ömürlü ve yangın dayanımı yüksek malzemelerdir. PTFE, 1969 yılında fiberglas kumaşın teflon reçinesi ile kaplanmıştır ve ticari adı teflondur. Hiçbir maddeye yapışmayan teflon, 250 derecenin üzerinde bozulmaya başlamaktadır.

Dayanıklılık özelliği ile zar malzemelerinden biri olarak kabul edilen cam elyaf kaplı PTFE, kalıcı yapılar için en çok önerilen malzemelerdendir. Aşırı iklim koşullarında, geniş açıklık gerektiren yapıların kullanımına uygun uzun ömürlü bir yapı malzemesidir. Çevresel kirlilikten ve ultraviyole ışıklardan az etkilenmektedir. Ateşe dayanıklı olma özellikleri ve 30 yılı aşan kanıtlanmış ömrü ile PTFE membran malzeme iyi bir dayanıklılığa sahiptir. Atmosferik etkiler altında küflenip sararmaz. Kendini temizleme özellikleri ile üzerinde yağmur suyu tutmaz. Yağmur geçirimsizliği nedeniyle geniş açıklıklar ve büyük boyutlu modüller için hava koruması olarak da kullanılabilir. Malzeme koruma, kimyasallara olan direnç, üstün yanmazlık özelliği, ultraviyole ışığa direnci ve ışığı yansıtma özellikleri ile avantajlı hale gelmiş bir malzemesidir. Çok yüksek UV direncine sahiptir. Malzemenin tüm bu olumlu özelliklerinin yanı sıra imalat ve montaj faaliyetlerin pahalı olması nedeniyle geçici ve düşük bütçeli projeler için tercih edilmemektedir (Krüger, 2009).

2016 yılında inşaatı tamamlanan Vodafone Arena'nın çatı malzemesi hafif, yarı saydam ve dayanıklılık özelliği sayesinde PTFE seçilmiştir.

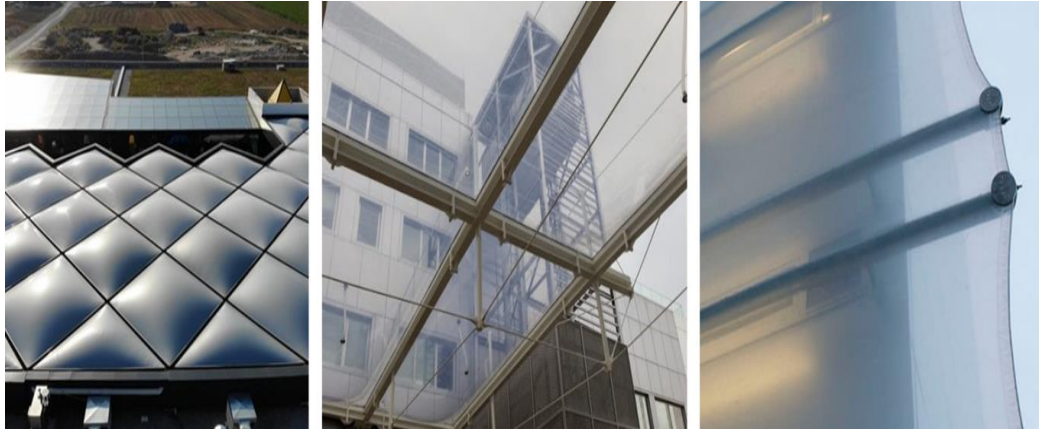


Şekil 3. 7 Vodafone Arena örtü sisteminde PTFE malzeme kullanımı (Url-15)

3.2.2.2. ETFE (Etilen Tetra Floro Etilen)

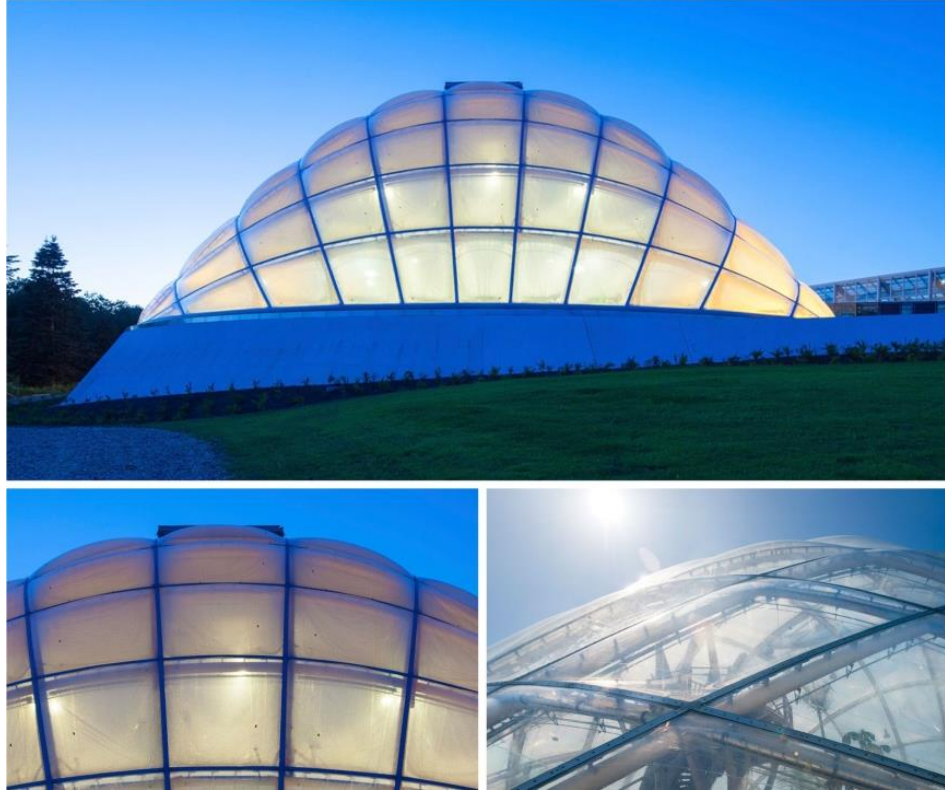
ETFE (Etilen Tetra floroetilen), yüksek kimyasal ve mekanik dirence sahip ve sıcak aralığı geniş olan flor bazlı plastik malzemedir. Yüzeğe yapışmaması ince katmanlar halinde olması ve dayanıklı olması malzemenin temiz kalmasını sağlamaktadır. Bu sebepten günümüzde üst örtü ve cephelerde sıklıkla tercih edilmektedir (Orhon, 2013, s. 1483).

Günümüzde inşaatta kullanılan bu plastik malzeme ile, ışık ve UV geçirgenliği açısından başka herhangi bir malzeme ile kıyaslanmayacak yapılar tasarlanmaktadır. Malzemenin kalınlığı 0.05 ve 0.20 mm arasındadır ve bu yüzden yapı yükünü minimum ölçülere indirmektedir. İnce ve hafif şeffaf membranların bu özellikleri diğer malzemelere tercih edilir kılmaktadır (Compagno vd., 2004). ETFE sistemler, pnömatik yastıklar, modüler paneller ve çift kavisli sistemler olmak üzere üç temel yapı sistemine sahiptir. Tasarıma uygun olarak üç sistemden biri yapıya uygulanmaktadır.



Şekil 3. 8 Pnömatik yastık, modüler panel ve çift kavisli sistem (Url-18)

Danimarka botanik bahçesindeki sera, saydamlığını değiştirebilme ve gün ışığını ayarlama gibi özelliklere sahiptir. Bu olayı içindeki genişleyen ve daralan polimer yastıkların içine hava pompalayarak gerçekleştirmektedir. Her yastık çift katmanlı ETFE'den yapılmıştır.



Şekil 3. 9 Danimarka botanik bahçesi ve kullanılan ETFE malzeme (Url-16)

PVC gibi sağlığı tehdit eden plastiklerin aksine, ETFE hem kolayca geri dönüştürülebilir hem de uzun ömürlüdür ve iklim koşullarına dayanıklıdır. Üretmek için uygun maliyetlidir ve hafifliği sayesinde düşük enerjili üretim ve nakliye sürecine sahiptir. Elastikliği sayesinde ETFE, deprem gibi doğal afetlerde iyi performans gösterir ve yangın durumunda kendi kendini söndürebilmektedir (Url-19).

ETFE malzemesi ile uygulanan ilk büyük ölçekli proje 2001 yılında İngiltere'nin Cornwall kentindeki Eden Projesidir. Çelik yapı, kesişen küreler şeklindedir ve 3000 m²'lik toplam kapalı alan yüzeyi ile en büyük seralardan birisidir. 38 - 125 m çapında değişen kubbelerden oluşmaktadır (Url-20).



Şekil 3. 10 ETFE kaplama malzemesi ile tasarlanan Eden projesi (Url-20)

Kaplama, bitkilerin ihtiyaç duyduğu güneş ışığından ultraviyole ışınlarını maksimize eden ETFE folyodan yapılmış şişirilmiş membran yastıklardan oluşmaktadır. Bu yastıklar soğuk bir günde yalıtım sağlayabilmek için daha fazla hava pompalamaktadır. Sıcak bir günde ise soğuyabilmek için kısmen söndürülmektedir.

3.2.2.3. PC (Polikarbonat)

Yapı sektöründe sıklıkla kullanılan polikarbon levhaların işlenmesi, şekillendirilmesi, kalıplanması kolaydır. Geniş kullanım alanlarına sahip olan PC malzemesinin mukavemeti oldukça yüksektir. Şeffaflık, kırılmaya karşı dayanıklılık, hafiflik, yalıtım gibi özelliklerinden dolayı tercih edilmektedir.

Genellikle cam yerine kullanılan polikarbonat, üretilen en sert plastiklerden birisidir. Camın yarısı kadar ağırlığı olup camdan daha fazla darbe direncine sahiptir. Renk ve kalınlığına bağlı olarak istenilen şeffaflık elde edilebilmektedir. Opak, yarı saydam ve transparan gibi ışık geçirgenlikleri sayesinde tasarımcılara çeşitli seçenekler sunmaktadır. Yapılarda kullanılan PC paneller, kolayca temizlenebilir ve bu da kentsel ortam için alternatif çözümler sunmaktadır (Bell & Rand, 2006, s. 221).

Şangay’da kentsel yenileme projesi kapsamında, 5 metre uzunluğunda olan bir sokak, renkli PC malzeme güneş panelleriyle kaplanmıştır. Sokak şeması tasarlanırken maliyet, dayanıklılık ve fizibilite göz önünde bulundurulmuştur.



Şekil 3. 11 Tasarlanan sokakta kullanılan PC malzemeli güneş panelleri-Şangay (Url-93)

PC malzemesi aynı kalınlıktaki bir cama göre 250 kat daha fazla darbeye dayanıklıdır (Compagno vd., 2004). PC malzeme ilk olarak yalıtım malzemesi olarak kullanılmıştır ve çevre düzenlemeleri, seralar gibi kapalı alanlarda uygulanmıştır. 1970’li yıllarda daha şeffaf ve daha çok renk çeşitliliğine sahip olan yeni polikarbon malzemeler üretilmiştir (Url-24). Başta ses yalıtımı ve izolasyon olmak üzere inşaat sektöründe sık kullanılan polikarbon malzemenin, uygulama ve kullanım alanları giderek genişlemektedir.

3.2.2.4. PET(Poli Etilen Tereftalat)

PET malzeme, yeni bir tekstil lifi üretebilecek polimer araştırılırken geliştirilmiştir. PET, dünya genelinde 1940' lı yıllarda üretime başlamakla birlikte 1990'ların sonuna doğru sentetik lif üretiminin yarısından fazlasını oluşturmuştur (Url-25).

PET malzeme yanma esnasında çok az duman oluşturur ve zehirli gazlar üretmez. Kimyasallara karşı PC malzemesinden daha dirençlidir (Compagno vd., 2004). Tekstil, otomotiv, tarım, gıda gibi birçok farklı kullanım alanları mevcuttur. Özellikle gıda sektöründe ambalaj malzemesi olarak sıklıkla kullanılmaktadır. PET malzemeler ısı işlenmesine bağlı olarak şeffaf, yarı şeffaf veya opak olarak üretilmektedir. Şeffaf olarak üretilmesi, ambalaj sektöründe cama karşı alternatif oluşturmaktadır. Cama göre daha hafif olması ve iç hacminin daha yüksek olması gibi özelliklerinden dolayı ambalaj sektöründe tercih edilse de canlı sağlığını tehdit etmektedir.

PET malzemeler aynı zamanda atık değerlendirme ve geri dönüştürülebilir projelerde de kullanılmaktadır. Geri dönüştürülen PET malzemedен yapı profilleri üretilip kirişlere ve kolonlara monte edildiğinde farklı tip ve planlarda yapılar oluşturulmaktadır.

Tayvan'da bulunan EcoArk Pavilyonu geri dönüştürülebilir plastik malzemelerle tasarlanmış projelerden biridir. 1,5 milyon geri dönüştürülmüş plastik şişe kullanılarak inşa edilen 9 katlı ve 130 metre uzunluğunda bir pavilyondur. Diğer malzemelerle inşa edilmiş yapılara göre %50 daha hafif ve yapısal olarak sağlamdır.



Şekil 3. 12 Cephesi plastik şişeden oluşan EcoArk projesi (Url-94)

Plastik malzemelerden PTFE, 1970’li yıllardan beri kullanılırken, yüksek geçirgenliğe sahip ETFE plakalar şeklinde 1990’ların ortalarından itibaren kullanılmaya başlanmıştır. 50’den fazla malzeme çeşidi olmasına rağmen PVC, PTFE ve ETFE olmak üzere bu üç malzeme, yapılar için en yaygın kullanım alanına sahiptir (Alioğlu, 2018, s. 20).

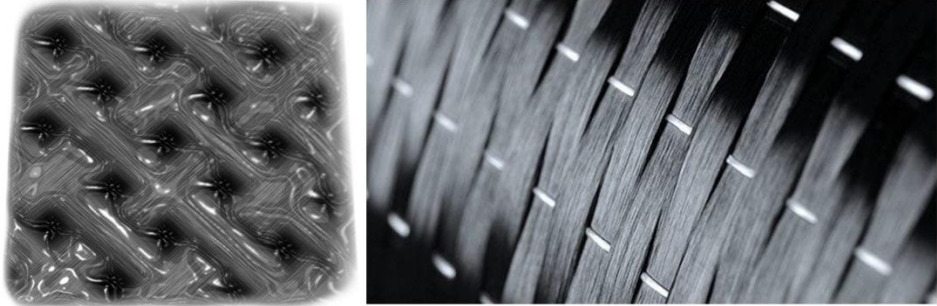
Yakın zamana kadar mimarlık dünyasında plastik polimerler, bina uygulamalarında pratik olmayan inşaat malzemesi olarak görülmekteydi. Teknolojik yeniliklerin malzeme kapasitesini ileriye taşımasıyla, polimerlerden üretilen malzemeler artık mimari uygulamaların bir parçası olarak kullanılmaya başlanmıştır (Duran, 2019, s. 68).

Plastik malzemeler, binanın yapısı içindeki yalıtım, kapı pencere montajları, kablo tesisatı ve boru kaplamalarında kullanılmaktadır. Ayrıca döşemeler, zemin kaplamaları, tenteler, duvar kağıdı, mutfak ve mobilya elemanlarında sıklıkla görmekteyiz. Bina dışında ise cephe ve çatı kaplamalarında kullanılmaktadır. Pratik, kolay uygulanan çözümler sunmasının yanında ekonomik ve dayanıklı olması plastik malzeme kullanımını artırmaktadır.

3.2.3. Cephe ve Örtü Malzemesi Olarak Karbon Fiberler

Karbon fiber (CF) veya karbon elyaf tarihi 1800'lü yıllara kadar uzanmaktadır. Karbonun iyi bir elektrik iletkeni olduğu keşfedilince karbon fiber malzeme üretilmeye başlanmıştır (Çelik ve Karaşin 2014, s. 5). Endüstriyel olarak üretilen bu malzeme genellikle diğer malzemelerle birlikte kullanılmaktadır. Sentetik reçinelerle sertleştirilerek hafif ve esnek hale getirilmektedir. Malzemenin büyük miktarlarda üretilmesi pahalıdır. Karbon fiber malzemenin tamamen geri dönüşüm yöntemi keşfedilmediği için yüksek performansına rağmen henüz emekleme aşamasındadır (Schumacher, 2010, s. 53).

Karbon fiber, katran, naylon ve orlondan oluşan ipliksi bir yapısı olan sert, hafif ve dayanıklı, teknoloji ürünü olan bir malzemedir. Günümüzde farklı endüstriler için metale alternatif olarak hızla yayılmaktadır. Havacılık, otomotiv, elektronik, mimari, eğlence gibi farklı sektörlerde kullanılır.



Şekil 3. 13 Karbon fiber malzeme yapısı (Url-26)

Karbon fiber malzemesi ilk olarak 1950'lerde füzelerin plastik parça üretimi için üretilmiştir. Elde edilen liflerde %20 karbon oranı bulunduğu için düşük mukavemete sahiptir ve malzemenin verimsiz olduğu ispatlanmıştır. İlerleyen yıllarda teknoloji geliştikçe malzeme daha da gelişmiştir ve kendine farklı uygulama alanları bulmuştur. Kullanımı dünya çapında yayılan karbon fiber malzemenin ana üretici ülkeleri Japonya ve Amerika'dır (Bajpai, 2013, s. 2).

Karbon fiber malzeme esnekliği ve hafifliği sayesinde kolayca taşınabilir, hareket edebilir ve sökülüp takılabilir. Bu özellikler, kalıcılık kurallarının geçerli olduğu yapıları esnek bir tasarıma dönüştürebilmektedir.

Karbon fiber malzemenin genel özelliklerini sıralayacak olursak;

-Yüksek mukavemetlidir.

-Sertlik derecesi iyidir.

-Korozyona dayanıklıdır.

-Gerilme mukavemeti yüksek ama kırılğan bir malzemedir

-Yangına dayanıklı ve yanıcı değildir.

-Isıl genleşme katsayısı ve aşınma verimliliği düşüktür.

-X ışınlarına karşı geçirgendir ve elektriği iyi iletir.

-Yüksek maliyetlidir ve uygulama için deneyim ve ekipman gereklidir (Bajpai, 2013, s. 41).

Dubai Expo 2020 için Asif Khan tarafından tasarlanan karbon fiber malzemeli kafes kapı 21 metre yüksekliğindedir. 10.5 metre genişliğinde iki kapıya sahiptir. İnsan sayısına göre kapılar açılır veya kapanabilmektedir. Kapı, karbon fiber malzemenin verdiği olanaklar dahilinde hem ince, hem dayanıklı hem de büyük bir alanı kapsamaktadır. Üstelik kapılar boyutlarına rağmen tek bir kişi tarafında rahatlıkla açılmaktadır.



Şekil 3. 14 Kafes kapı-Dubai Expo (Url-95)

Ülkemizde de üretimi başlayan karbon fiber deprem bölgelerindeki yapıların güçlendirilmesinde de kullanılmaktadır. Yapı güçlendirme malzemesi olarak yapı elemanlarına dıştan rahatlıkla uygulanabilmektedir.

Mimar Kengo Kuma tarafından Japonya'daki beton ofis binası, depreme dayanıklı hale getirmek için, karbon fiberden yapılmış iplerle zemine bağlanmıştır. Binanın güçlendirilmesine yardımcı olabilecek çubuklar yüksek çekme mukavemetine sahip termoplastik karbon-fiber kompozitten yapılmıştır. İplikler arasında kalan boşluklar yapıya giriş noktaları sağlamaktadır (Url-23).

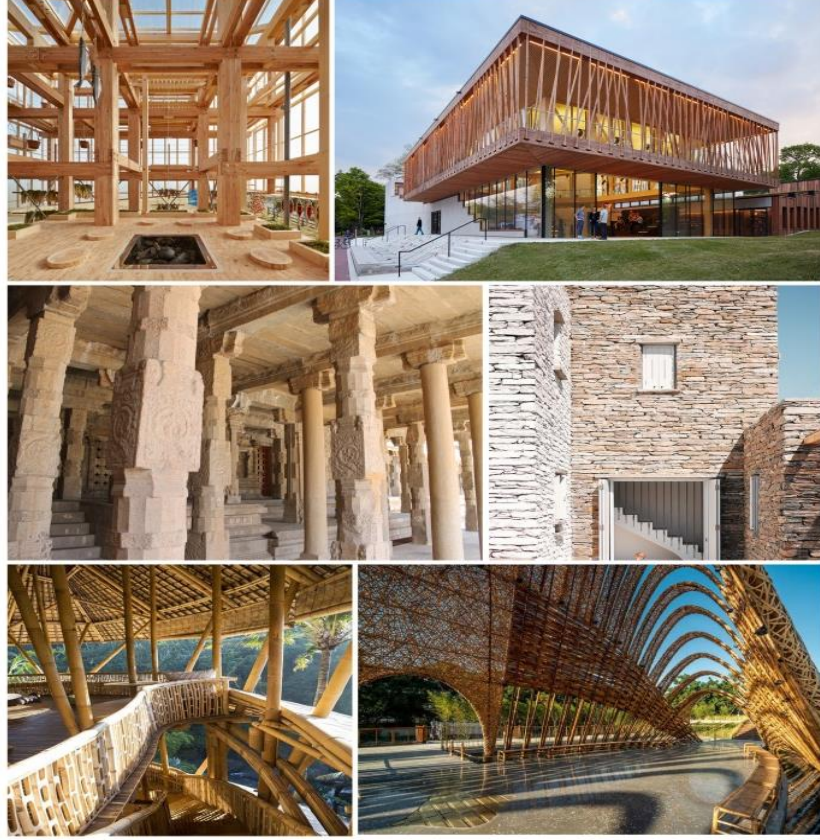


Şekil 3.15 Fa-bo galerisi ve zemine bağlanmış karbon fiber iplikler (Url-22)

3.2.4. Cephe ve Örtü Malzemesi Olarak Doğal Malzemeler

Doğal malzemeler, doğal kaynaklı olup, işlenmemiş veya minimum düzeyde işlenmiş malzemelerdir. Doğadan çıktığı gibi yapıdaki kullanım yerini alan, endüstri üretimi gerektirmeyen, sanayi üretimi malzemeler ile kıyaslandığında çevreye ve insana daha az zarar veren malzemelerdir. Yenilenebilir ve doğada kolay buldukları için kullanıldıkları yapıyı sürdürülebilir hale getirmektedir. Ahşap, taş, bambu, kerpiç gibi malzemeler doğal malzemelere örnek verilebilir.

Ahşap malzemenin beton ve çeliğe oranla tarihi çok eskilere dayanmaktadır. Lifli bir dokuya sahiptir. Tarihte, ilk insanların taştan sonra barınak gereksinimlerini karşılamak amacıyla yapılarda kullandığı ilk yapı malzemelerindendir.



Şekil 3. 16 Doğal malzemelerin kullanım alanları (Url-112)

Yenilenebilir kaynak olması, kolay işlenebilir, farklı çeşit ve boyutlarda üretilebilir, iyi bir elektrik ve ısı yalıtımı sağlaması gibi özelliklerinden dolayı ahşap malzemesi yapılarda tercih edilmektedir. Bunun yanında rutubet karşısında gösterdiği fazla deformasyon ve çürümeler ve mikroorganizma ile bozulma gibi tehditlerde alınacak koruma yöntemleri ile bu tehditler en aza indirgenmektedir.

Eski çağlardan beri kolaylıkla işlenebilen ve farklı kullanım alanları oluşturan ahşap malzeme, teknolojinin gelişmesiyle son yıllarda daha da yaygınlaşmıştır. Ahşap malzemeler yapıda taşıyıcı, kaplama, doğrama, yalıtım ve kalıp elemanları olarak kullanılmaktadır. Ayrıca iç mimari olarak da geniş bir uygulama alanı bulunmaktadır (Eriç, 2010, s. 327). Ahşabın doğadan kolay bir biçimde elde edilmesi ve kolay uygulanabilmesine rağmen, günümüzdeki yapım sistemlerinde kullanılma süresi yavaş gerçekleşmiştir (Çalışkan vd., 2019, s. 109).

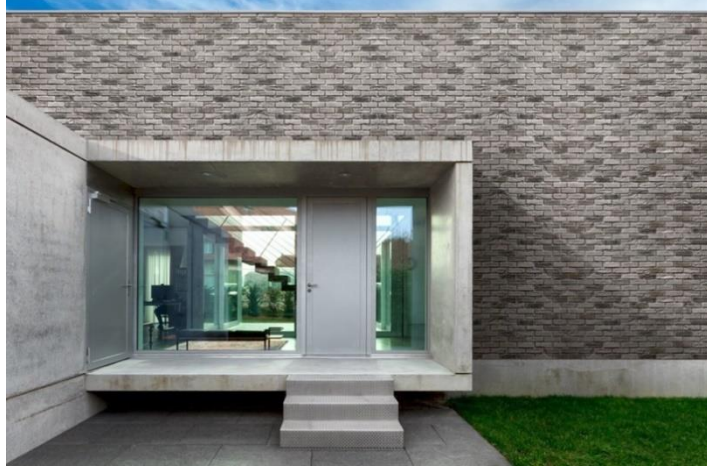
Doğal ahşap malzeme kullanımına örnek yapılardan biri Expo Milano 2015 için tasarlanan Fransa Pavyonudur. Açık pazar yeri için inşa edilen yapı, toplam 2.000 m² alanı ile birlikte dört ahşap taşıyıcıya sahiptir. Ahşap dikmeler yapının hem üst örtüsünü sağlarken hem de taşıyıcı işlevi görmektedir. Yapı birleştirilebilir veya tamamen sökülüp başka yere inşa edilebilir biçimde tasarlanmıştır. Karmaşık geometrisi görünmez montaj teknikleriyle daha rahat çözümlenmiştir.



Şekil 3. 17 Ahşap malzemenin hem taşıyıcı hem üst örtü olarak kullanılması (Url-96)

Taş malzeme, dayanıklılığı ve kalıcılığından dolayı insanoğlunun varoluşundan beri barınma ihtiyacını karşılamak için tercih ettiği bir yapı malzemesidir. En önemli özelliklerinden biri de bağlantı maddesi olmadan dayanıklı yapılar yapmaya elverişli bir malzeme olmasıdır. Bundan dolayı yüzyıllar önce yaşamış olan toplulukların yapısal kalıntıları günümüze kadar ulaşmış ve bizlere o topluluklar hakkında bilgiler vermiştir. Doğal taş malzeme, kullanım özelliğine göre insanlık tarihindeki dönemlere Yontma Taş Devri, Cilalı Taş Devri vb. gibi adını vermiştir (Özcan ve Aksoy, 2020, s. 104).

Taş malzeme, barınma ihtiyacını gidermek için ilk insanların mağaralarda kullandıkları yapı malzemesidir. Tarihten günümüze yapı malzemesi olarak kullanılan taş malzeme, ağır olması, kullanım, montaj ve işleme zorluğu, yer kaybına sebep olma gibi nedenlerden dolayı kullanıcıya isteğine bağlı olarak özel amaçlar için kullanılmaktadır. Ancak yöresel malzeme olarak hala önemini korumaktadır (Eriç, 2010, s. 185).



Şekil 3. 18 Taş malzemenin cephe ve taşıyıcı sistemlerde kullanılması (Url-97)

Taş malzemelerin yapıda strüktür elemanı, kaplama (duvar, döşeme, çatı, zemin), dolgu- izolasyon gibi farklı uygulama alanları mevcuttur. 1800’lü yıllara kadar çoğunlukla strüktürel eleman olarak kullanılsa da günümüzde endüstri ürünlerinin artmasıyla taş malzeme yerini çelik ve betona bırakmıştır. Daha çok ‘kaplama malzeme’ kimliği ile ön planda olan taş, estetik görünümünden dolayı tercih edilmektedir. Son yıllarda sürdürülebilir ilkeleri doğrultusunda tasarlanan yapılarda taş malzeme kullanımı artmış ve doğaya geri dönüşüm başlamıştır.



Şekil 3. 19 Cephede kaplama taş malzeme kullanımı (Url-98)

Diğer bir doğal malzeme olan bambu, Türkiye’de üretilmese de 38 metreye kadar uzayabilen bambu ağaçlarından üretilmektedir. Dayanıklılığı yüksek olduğu için kırılma olasılıkları çok düşüktür. Kırılmaya karşı esnekliği sayesinde dayanıklı olan bambu malzemesi, hızla yenilenebilir bir malzemedir. Yüksek dayanıklılığı ve oluşma hızları yüksek olan bu malzeme çeliğin gerilme betonun sıkışma gücüne sahiptir. Bambu, strüktürel eleman olarak, estetik görünüm amaçlı taşıyıcı olmayan yapı elemanı olarak veya mobilya tasarımlarında kullanılmaktadır.

Şangay Expo 2010'da Markus Heinsdorff tarafından tasarlanan Alman-Çin Evi, bambu malzeme ile tasarlanmıştır. Bambu Çin’de yapı malzemesi olarak kullanılmaktadır. Ev iki katlı 330 m²’lik bir alana sahiptir ve yapının içinde sergi, oyun ve konferans alanları bulunmaktadır. Dört metre yüksekliğindeki birinci kattan çelik merdiven ile ikinci kata çıkılabilmektedir.



Şekil 3. 20 Alman-Çin Evi-Shanghai World Expo-2010 (Uri-28)

Çatının konstrüksiyonu için Markus Heinsdorff Güney Çin’den sekiz metre uzunluğunu bulan Julong bambu malzemesini kullanmıştır. İnşaat aşamasından önce bambu, yangına dayanıklı özel bir kimyasal ile işlenmiştir ve yangına dayanıklılık sertifikası almıştır. Bambu segmentlerinin altı metre uzunluğa kadar olan destek

kirişleri, üst katta bir odayı mümkün kılmaktadır. Yapının çatısı PVC membranlardan oluşmaktadır. Cephesinde bambu, yarı saydam ETFE filmlerle birleştirilmiştir. Yapının tamamı gürültüden korunmak için 12 mm kalınlığında şeffaf polikarbon plakalarla kaplanmıştır. Bina çevre dostu ve hareketlidir: parçalara ayrılabilir ve başka bir yerde yeniden birleştirilebilir. Tüm malzemeler ya yeniden kullanılabilir ya da tamamen geri dönüştürülebilir (Url-28).

Malzemenin geri dönüştürülebilmesi, değişim ve dönüşüme elverişli olması, az enerji tüketmesi, çevreye ve doğaya zarar vermemesi gibi özellikler mimari uygulamaların malzemeye dayalı tasarım boyutunu oluşturmaktadır. Doğal malzemeler ile tasarlanan yapıların rüzgarı, gün ışığını ve güneşi kullanma potansiyelleri, yapıların doğayla bütünlük içinde olmasını sağlamaktadır (Gezer, 2012, s. 99).

Bu bağlamda doğal malzemeler, enerji korunumu ve yenilenebilir gibi özelliklerin yanında çevreye ve mekânlara gösterdikleri uyum ile birçok kullanım ve uygulama alanlarında yer almaktadır.

3.3. BÖLÜM DEĞERLENDİRMESİ

Malzeme kavramı, konu ile ilgili çalışmalar yapan araştırmacılar tarafından çeşitli şekillerde tanımlanmıştır. Genel anlamıyla, bir madde üretebilmek veya tasarlayabilmek için işlenmiş veya işlenmemiş her türlü doğal veya yapay cisimlerdir. Malzeme, tasarım ve kullanma sürecini etkilemenin yanında canlı sağlığını ve konforunu da düzenlemektedir.

İnsanlığın varoluşundan beri yaşamlarımızda aktif bir rol oynayan malzeme, özellikle yapı sistemlerinde işlevine ve kullanılabilirliğine en uygun halde kullanılmıştır. Tarihsel süreçten günümüze kadar malzemenin üç farklı dönemi görülmektedir. İlk süreç tarih öncesi dönemdir ve Taş devri, Maden devri diye adlandırılmıştır. Malzemeyi doğadaki ham haliyle kullanan insanlar genellikle kendilerine barınak, el aletleri yapmışlardır. İkinci süreç 19. Yüzyıla kadar olan dönemdir ve teknoloji sayesinde malzemelerde gelişmiş ve çeşitlenmiştir. Üçüncü

süreç ise 19. Yüzyıldan günümüze kadar gelmiş ve halen devam etmekte olan dönemdir. Bir dönemi ve sürecini anlayabilmek için o dönemdeki kullanılan malzemeleri ve eşyaları araştırmak gerekmektedir.

Farklı malzeme kullanımı ve çeşidinin en fazla arttığı dönem Endüstri dönemidir. Makineleşme ile birlikte insanların malzemeyi geliştirme olanakları da artmıştır. Taş ve ahşap malzemelerinin yanında çelik, beton gibi yeni yapı malzemeleri üretilmeye başlaması yapı sektöründe hızlı gelişmeler yaşanmasına sebep olmuştur.

Geçmişten günümüze yapılar, malzeme olanakları doğrultusunda tasarlanmıştır. Malzeme seçimleri, çeşitleri ve malzemenin izin verdiği ölçüde kullanım imkanı gibi etkiler tüm tasarımları etkilemekte ve yön vermektedir. Mekanları niteleyen, mekanların kimliğini, kullanımlarını, renk ve dokusunu oluşturarak dil birliği sağlayan malzemelerin tasarımdaki rolü çok büyüktür. Günümüzde insanların algısının değişmesi ve malzemeye olan ilgisinin artması daha konforlu ve sağlıklı mekanlar inşa edilmesini sağlamaktadır.

Tarihte sadece bilinen özellikleri ile kullanılan malzemelere, günümüzde birçok özellik eklenmiştir. Teknolojiye birlikte malzeme biliminin gelişmesi tasarımlara uygun malzeme seçimini sağlamaktadır. Dinamik, esnek, ekolojik, çevre ve insan ile uyumlu vb. özellikler, tercih edilecek malzemede en önemli noktalardandır. Dayanıklılık, ısı ve elektrik iletimi, su geçirmezlik, yanmazlık gibi geliştirilen özellikler de tasarımlara yön veren kavramlardandır.

Yeni malzemelerin yani çelik, demir ve betonun yaşamlarımıza girdikten sonra alüminyum, titanyum, yeni plastikler (ETFE, PTFE, PVC vb.), akıllı ve doğal malzemeler, karbon fiber gibi birçok malzeme kullanılmaya başlanmıştır. Sanayi, gıda, tarım, tıp gibi birçok alanda kullanım uygulamaları mevcuttur. İnşaat sektöründe de sıklıkla kullanılan bu malzemeler yapı tasarımlarına yön vermektedir.

Metaller dış cephe kaplamalarında levhalar halinde kullanılmaktadır. Onun dışında çatı kaplamalarında ve strüktürel sistemlerde de görülmektedir. Plastik malzemeler özellikle cephe kaplaması ve çatı kaplaması olarak kullanılmaktadır. Malzemenin hafif olması üst örtü olarak kullanılmasına daha yatkındır. Karbon fiber

malzeme, dayanıklı ve güçlü bir malzemedir ve yapıyı güçlendirmek için kullanılan örnekleri mevcuttur. Doğal malzemeler ahşap, taş ve bambu ise, yapının iç ve dış bütün mekanlarında tasarıma ve isteğe bağlı olarak kullanılmaktadır.

Malzeme biliminin gelişmesi yapıların esnek, hareketli, değiştirilebilir yapılar olmasına büyük katkı sağlamaktadır. Yeni keşfedilen malzemelerin hafifliği, uygulama sürelerinin kısalığı, geniş açıklık geçebilmeleri gibi özelliklerinden dolayı tercih edilmektedir.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

4. STADYUM YAPILARINDA HAREKETLİ CEPHE VE ÖRTÜ MALZEMELERİNİN MİMARİ BİÇİME ETKİSİ

Yapıların zamana bağlı olarak değişen ihtiyaçlarını karşılayabilmek için hareketli tasarım yaklaşımları ve bu doğrultudaki uygulamaları mevcuttur. Kullanıcıya, teknolojiye ve işleve bağlı olarak birbirinden farklılık gösteren hareketli yapıların amacı, çevre ile uyum içerisinde olup kullanıcı gereksinimlerini karşılamaktır.

Hareketli yapılarda malzemenin önemi oldukça fazladır. Bazı sistemlerde tamamen malzemenin sunduğu olanaklar doğrultusunda hareket sağlanmaktadır. Günümüzde malzemeler, teknolojinin gelişmesiyle birlikte yapıya hareket özelliği kazandıran, örtü ve cephelerde önemli bir rol oynayan, mimari biçimi ve formu etkileyen yapı elemanlarıdır. Esnek kullanımlara uyum sağlayan, dinamik ve çevreyle uyumlu olarak üretilmeleri yeni malzemelerin üretilmesinde ve geliştirilmesinde öncü olmaktadır.

4.1. STADYUM YAPILARINDA HAREKET VE MALZEME İLİŞKİSİ

Hareket, değişim sürecinin yansıtıldığı eylemlerdir. Hareketi algılayıp anlayabilmek için hareketin malzeme formunda biçim bulması gerekmektedir. Malzemenin, hareketin algısı ve kontrolü açısından kritik bir önemi vardır. Bir yandan çevresel kuvvetler malzemeyi sürekli harekete zorlarken bir yandan da yapı, malzemenin elverdiği olanaklar doğrultusunda kullanıcı ile etkileşimde bulunmaktadır. Bunlar göz önünde bulundurulduğunda malzeme ve form, bir yapının hareketi açısından önemli faktörlerdir (Parkes, 2008, s. 18).

Stadyum yapılarında malzeme kullanımı tasarım faktörlerine bağlı olarak değişmektedir. Cephede ve üst örtüde malzeme seçimi ağır, yumuşak ve esnek olmak üzere farklılaşmaktadır. Yapının hareket sistemi, kullanılan malzeme çeşidine bağlı olarak kontrol edilmektedir.

Metal gibi ağır malzeme kullanımı yapıda yıpranmaya neden olabilmektedir. Çeşitli yük ve gerilimlere maruz kalabilir. Ağır yükler yapıda yıpranmaya ve deformasyona, yüksek gerilimler ise enerji kaybına neden olmaktadır. Ayrıca aşınma, sıcaklık, korozyon gibi faktörleri de etkileyebilir (Schumacher, 2010, s. 49). Örneğin sıcaklık farkı malzemede en boy oranlarında değişiklik yaratabilmektedir veya malzemenin yüzeyle olan etkileşimi artınca korozyon gerçekleşmektedir.



Şekil 4. 1 Hareket eden çelik malzeme çatı-Astana Stadyumu 2009 (Url-33)

Bütün bunlar dikkate alındığında malzemedeki beklenen bir takım gerekliliklerin olduğu görülmektedir. Daha sürdürülebilir bir çevre için enerji ve malzeme tüketimini azaltmayı amaçlayan çalışmaların artması, tasarımcıların daha hafif ve dayanıklı, enerji ve fiyat tasarrufu sağlayan malzemeleri kullanmaya itmiştir.



Şekil 4. 2 Hareket eden PVC malzeme çatı- Toyota Stadyumu 2001 (Url-32)

Plastikler ve karbon fiberler gibi yumuşak ve esnek malzemelerin kullanımı kaplayacakları yüzey alanına göre oldukça hafif ve kullanımı kolay malzemelerdir (Schumacher, 2010, s. 49). Bu malzemeler, çok katı olmayan, kolay şekil ve biçim değiştirerek harekete yardımcı olan malzemelerdir. Minimum miktarda enerji kullanımı sayesinde güçlü görsel alanlar ve mekanlar oluşturmak için çok uygun olmaktadır. Ağır malzemelere oranla daha yavaş ve yumuşak hareket ettikleri için görsel bir etki bırakmaktadır. Gündelik hayatımızda sık sık karşımıza çıkan esnek malzemeler, tasarımlarda amorf ve karmaşık yapılara imkan vermektedir. Bu sebepten yapıdaki doğru malzeme seçimi, hareketli yapıların başarısını etkileyen ve yön veren bir faktördür.

Malzeme ve hareket bütünü yapıların estetik görünümüne katkıda bulunan etmenlerdir. Malzemenin hafifliği, sağlamlığı, rengi, dokusu gibi tasarım kriterleri de vardır. Birçok hareketli eleman, yapının sadece fonksiyonalitesine odaklanarak değil aynı zamanda günlük hayatta estetik ve modern bir kullanım sunmak için de üretilmektedir (Başar, 2014, s. 33).

4.2. STADYUM YAPILARINDA HAREKET VE MİMARİ BİÇİM İLİŞKİSİ

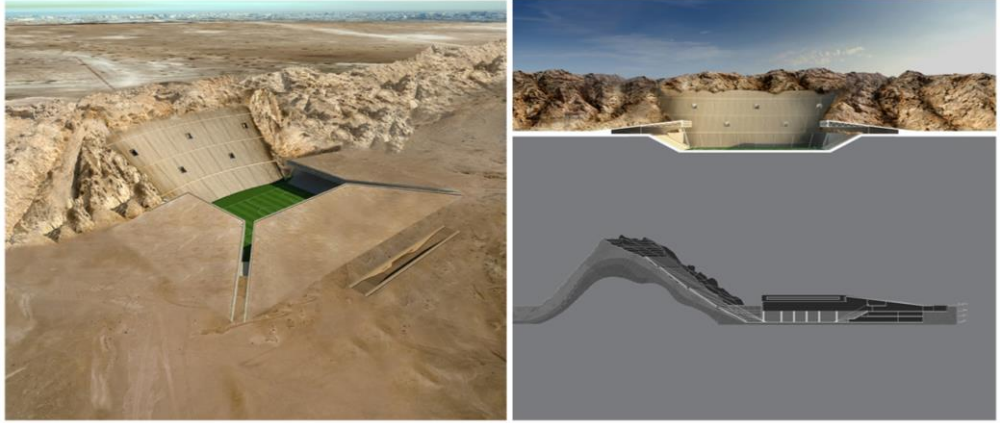
Biçim, bir nesnenin duyu vasıtasıyla algılanan tüm fiziksel özelliklerinin kendine has bir düzen oluşturan bütünüdür (Url-35). Hasol'a (2016) göre, biçim somut sanatlarda belli bir temanın plastik veya grafik açıdan dile getirilişidir. Biçim, şekil, form ve dış hatlar olarak da tanımlanabilir (s. 84).

Mimarlıkta biçim ise genel tanımıyla, yapının formuna, şekline ve planlamasına karşılık gelmektedir. Yapının fiziksel özelliklerinin konfigürasyonudur.

Ching'e (2015) göre, herhangi bir fonksiyonu yerine getiren her nesne bir biçime sahiptir. Mimari biçim, kütle ve mekan arasındaki ortak ilişki sonucunda var olabilmektedir. Biçim, hem iç yapıya hem de dış çerçeveye atıfta bulunan ve bütünlük ilkesine önem veren bir kavramdır. Mimari biçimin oluşmasında, kullanıcı ihtiyaçları, tercih edilen malzeme ve özellikleri, kültür ve gelenekler, bilgi ve teknoloji, ekonomik yapı, çeşitli sınırlamalar etkili olmaktadır. Tasarımcı, tasarım sürecinde tasarım düşüncesi doğrultusunda nasıl bir biçimsel düzen oluşturması gerektiğine karar vermektedir (s. 35).

Kullanıcı ihtiyaçlarının artması ve çeşitlenmesi, iklim değişiklikleri, iç ve dış mekanlara canlılık katmak gibi amaçlar, yapılarda hareket ve dinamizm düşüncesini arama ihtiyacını ortaya koymuştur. Hareketli ve esnek mimari, çeşitli sosyal işlevlere ve çevresel uyaranlara uyum sağlayacak şekilde tasarlanmaya dayanmaktadır. Aynı zamanda yapıdaki ihtiyaçlara yanıt vermek için kolayca değiştirilebilecek ve adapte olabilecek şekilde tasarlanmaktadır.

Günümüz mimarisinde biçim, malzeme ve hareket gelişen teknoloji sayesinde sürekli etkileşim halindedir. Biçim ve hareket birbirini takip eden iki farklı kavramdır. Hareket kavramı, yapıyı çevredeki diğer yapılardan daha çekici ve ayırt edici bir tasarım haline getirmektedir. Monoton kütlelerden ve formlardan uzak, canlı ve dinamik ruhunu kullanıcılara yansıtmaktadır (Mohammed, 2019, s. 48). Yapı hareket sayesinde biçimsel olarak daha görünür bir hale gelmektedir.



Şekil 4. 3 İklimsel değişimlerden dolayı çevreye uygun tasarlanan Kaya Stadyumu (Url-99)

Stadyumlarda mimari biçim değişimleri, çoğu zaman hareketle sağlanmaktadır. Yapıda biçimsel değişimlere gitme ihtiyacı çoğunlukla çevresel koşullara uyum sağlama, estetik ve konfor, iklimsel değişimler, mekânsal farklılık yaratma durumundan oluşmaktadır. Hatta hareket ve biçim düşüncesi ile birlikte iç ve dış mekan ayrımının azaldığı tasarımlar üretilmeye başlanmıştır.



Şekil 4. 4 Stadyumlarda hareketli üst örtü sayesinde oluşan biçim farklılıkları (Url-34)

Stadyumlar hareket ile yeni bir boyut kazanırken hareketin yapıya getirdiği en önemli etkilerden biri estetik algıyı değiştirmek ve kullanıcılar üzerinde hayali bir görünüm oluşturmaktır. Yapıların görünümünü değiştirmek insanlarda farklı duygular uyandırmaktadır. Yapılarda bu oluşum aynı zamanda yapıların popülaritesini artırmaktadır. Yapısal formların getirdiği veya hareketin yarattığı hayali değişim, akılda yeni anlamlar inşa etmektedir ve görsel hafızayı artırmaktadır (İlerisoy & Pekdemir Başegmez, 2018, s. 345).

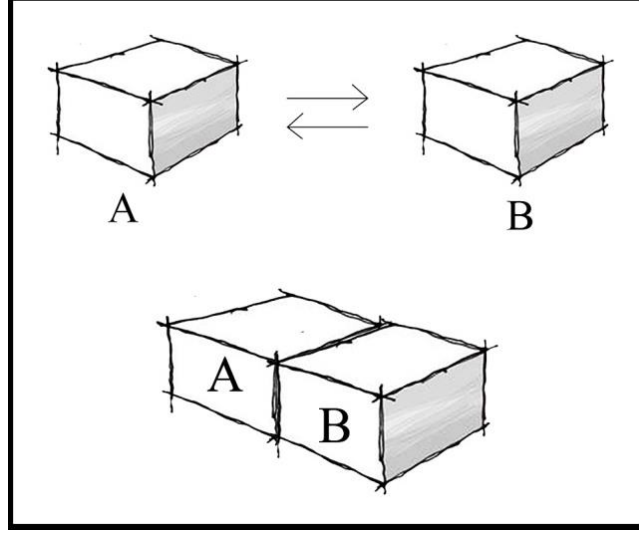
Çatı, cephe, tribün alanları, iç, dış mekanlarda meydana gelen hareket sayesinde yapının estetiği, konforu, işlev ve fonksiyon açısından kullanılabilirliği etkilenmektedir. Yapı, işlevsel esneklik, dönüştürülebilirlik, büyüüp küçülme, uyarlanabilirlik, modülerlik gibi kavramlarla yorumlanmaktadır.

4.2.1. Hareket ve Mimari Biçim İlişkisinde İşlevsel esneklik

Esneklik kavramı, mimarlık terimleri arasına 1950’li yıllarda girmiştir. Oldukça geniş bir çerçevede ele alınan bu kavram, teknoloji, çevre şartları, mekan işlevi ve kullanıcı istekleri doğrultusunda uyum göstermektedir.

Kullanıcı gereksinimleri ile mekân arasındaki ilişkinin doğru ifade edilmesi esneklik kavramının getirdiği yeniliklerdendir. Mekânsal ihtiyaçların süreç içerisinde değişen koşullara, tekniklere ve işlevlere uyumu amacıyla ortaya çıkan bir kavramdır

(İslamoğlu & Usta, 2016, s. 64). Çok yönlülük ve çok işlevlilik olarak da tanımlanan esneklik kavramı, bir yapının farklı zaman dilimlerinde farklı işlevlere ev sahipliği yapabilmesidir (Selo, 2019, s. 37).



Şekil 4. 5 İşlevsel esneklik diyagramı

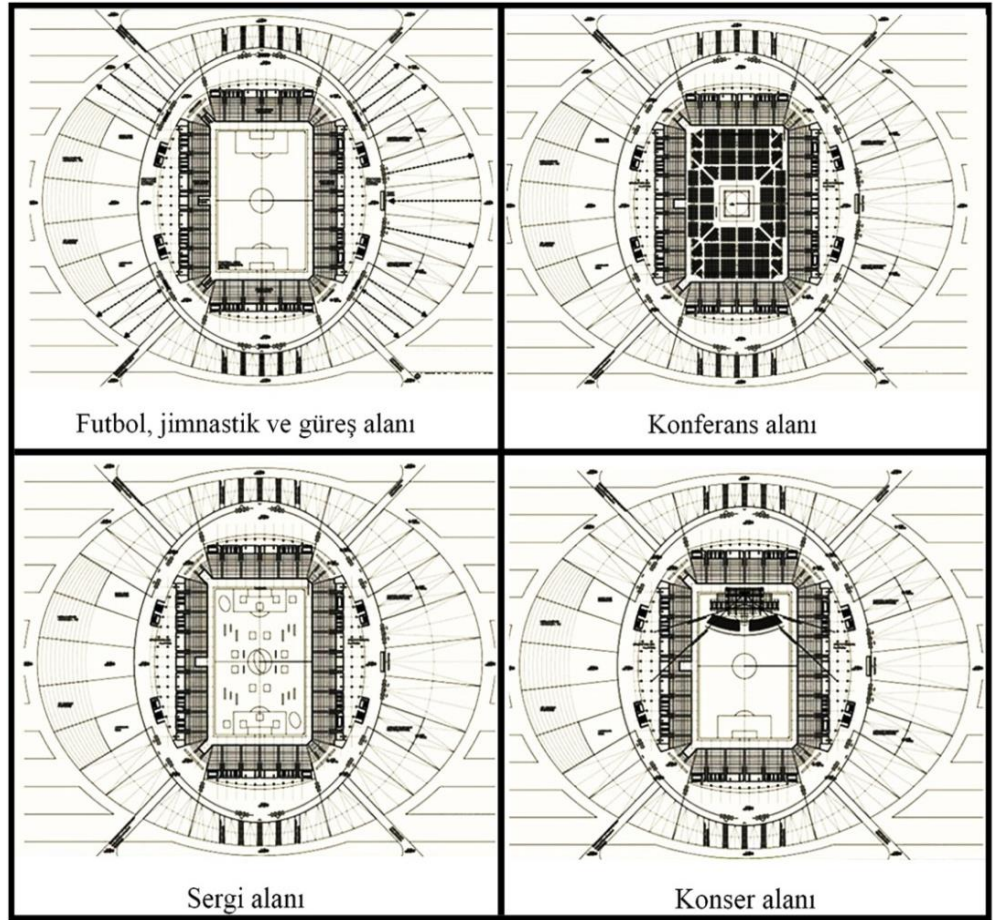
Kronenburg’a (2005) göre “Esnek mimari, yapının erişilebilir olmasını, daha uzun süre kullanımını, çeşitli fonksiyonlara sahip olmasını, ekolojik ve ekonomik olarak daha avantajlı olmasını ve kültürel, toplumsal eğilimlerle ilgili potansiyelinin daha yüksek olmasını sağlamaktadır” (s. 59).

Esneklik kavramı, birçok yaklaşım tarafından farklı şekillerde ele alındığı gibi en genel tanımı ile süreç içerisinde kullanıcı isteklerine maksimum düzeyde uyum sağlayabilmektir. Mekânların değişen ve gelişen şartlarına ve fonksiyonlarına göre dinamik, değişebilir, hareket edebilir kısaca adapte olabilir potansiyeller oluşturmaktır.

İnsanlar hayatlarının her döneminde gelişmekte ve değişmektedirler. Etraflarındaki çevreyi ve mekanları kendi değişimlerine paralel olarak değiştirmek istemektedirler. Böylece aynı bir mekanda uzun süre belki yaşamlarının sonuna kadar yaşayabilirler. Bu yaklaşım ise tasarımların esnek ve uyarlanabilir olması ile gerçekleşmektedir (Kızmaz & Çimşit Koş, 2015, s. 116).

Birçok yapı tasarımında esneklik kurgusu yapının önemli bir parçasıdır. Planlama veya uygulama aşamasında farklı kullanım alternatifleri sunabilme yeteneği, yapılarda kaliteyi ve estetiği ön plana çıkarmaktadır. Bunlardan biri de stadyum yapılarıdır. Hudec ve Rollava'ya (2016) göre, “Stadyum yapıları bağlamında esneklik kavramı, kullanıcının ihtiyaçlarına göre belli bir alandaki değişiklik olarak yansır. Alan, hareketli duvarlar, mobilyalar ve diğer iç unsurlarla birlikte yapının fiziksel durumu bozulmadan değişebilmektedir” (s. 1394).

Astana stadyumu tasarımında farklı mekânların kullanımına olanak veren sistemler kullanılmıştır. Stadyum oyun alanı, gerektiği zaman jimnastik ve güreş alanı, konferans alanı, sergi veya konser alanına dönüşebilmektedir. Bu değişim, aynı zamanda stadyumun yakın çevresine ve kente de hizmet etmektedir ve spor müsabakaları dışında işlevini yerine getiren mekânların oluşmasını sağlamaktadır.



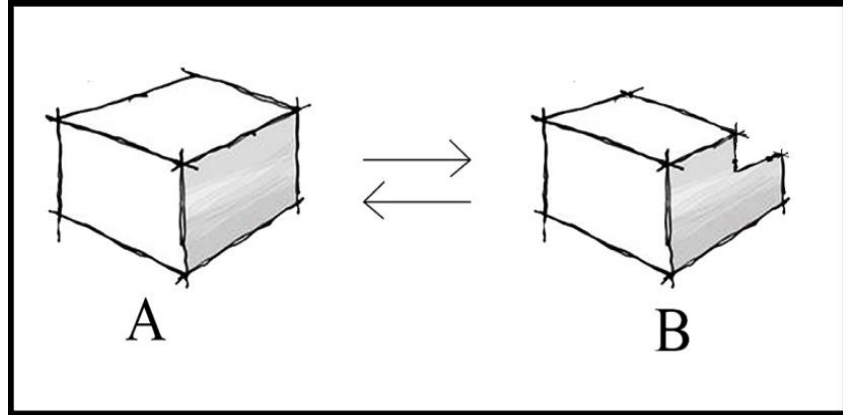
Şekil 4. 6 Oyun alanının farklı işlevlerde kullanımını gösteren plan şeması-Astana Stadyumu (Url-33)

Stadyumlarda işlevsel esneklik, farklı zaman dilimlerinde farklı etkinlikler için kullanımı amaçlamaktadır. Alternatif olarak diğer etkinliklere de ev sahipliği yapmak için işlevsel esnekliğe ihtiyaç duyulmaktadır. Stadyum yapılarında dönüştürülebilir sistemler, spor alanının konser, kongre ve sergi alanlarına dönüşebilmesini sağlamaktadır.

Kullanım değişikliği olacak mekânlar, yapının tasarım ve planlama aşamasında esneklik kriteriyle tasarlanmalıdır. Eğer ilk aşamada bu mekânlar tasarlanmazsa, büyük tadilatlar ihtiyaç olabilmektedir.

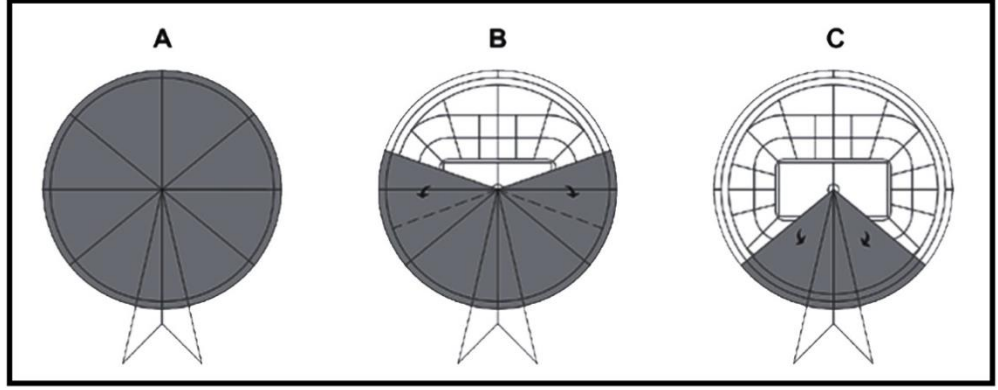
4.2.2. Hareket ve Mimari Biçim İlişkisinde Dönüştürülebilirlik

Dönüştürülebilirlik, mekânın tamamının veya bir bölümünün farklı amaçlar doğrultusunda biçim değiştirmesi olarak tanımlanmaktadır. Teknolojinin sunduğu son imkanlardan yararlanan bu değişim kabiliyeti yüksek üretim ve bakım maliyeti gerektirebilir (Selo, 2019, s. 39).



Şekil 4. 7 Dönüştürülebilirlik diyagramı

Dönüştürülebilirlik, bir amaç veya ihtiyaç için şeklini, özelliklerini ve konfigürasyonunu değiştirebilen sabit yapılarda uygulanmaktadır. Yapılara işlevsel, çevresel, estetik ve ekonomik özelliklerini iyileştirebilecek birçok çözüm sunmaktadır. Stadyum yapılarında dönüştürülebilirlik kavramının uygulamaları çatılarda, yapı boşluklarında, iç ve dış cephe bileşenlerinde ve döşeme hareketlerine kadar çeşitlilik göstermektedir. (Mohamed & Abu Elfadle, 2015, s. 1).

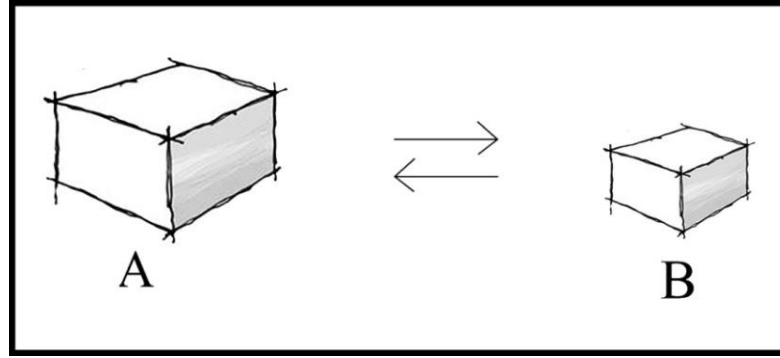


Şekil 4. 8 Çatı hareketi ile tribün ve oyun alanının açık veya yarı açık mekana dönüşmesi (Mahoviç, 2015)

Dönüştürülebilirlik kavramı, kullanım değişikliği içermektedir ve yapı birden fazla işleve sahip olabilmektedir. Örneğin, yapıdaki oyun sahasının hareketli elemanlar sayesinde farklı bir spor dalına hizmet etmeye başlaması veya çatı hareketleri ile stadyumun açık, yarı açık ve kapalı mekânlar haline gelmesi dönüştürülebilir kavramını desteklemektedir. Hem iç mekânlarda hem de dış mekânlardaki müdahaleler sayesinde yapının dönüşen işlevinin yeniden kullanımınıdır. Örneği verilen stadyum çatısında (Şekil 4.8), hareket sayesinde oyun alanı isteğe bağlı olarak açık veya kapalı bir mekâna dönüşmektedir.

4.2.3. Hareket ve Mimari Biçim İlişkisinde Büyüyebilirlik/Küçülebilirlik

Büyüyebilirlik veya küçülebilirlik mekânlardaki kalıcı veya geçici değişimi ifade etmektedir. Yapının tamamı olmamak üzere bazı bölümlere mekânlar eklenmektedir veya kullanılmayan bölümler yıkılarak kaldırılmaktadır.

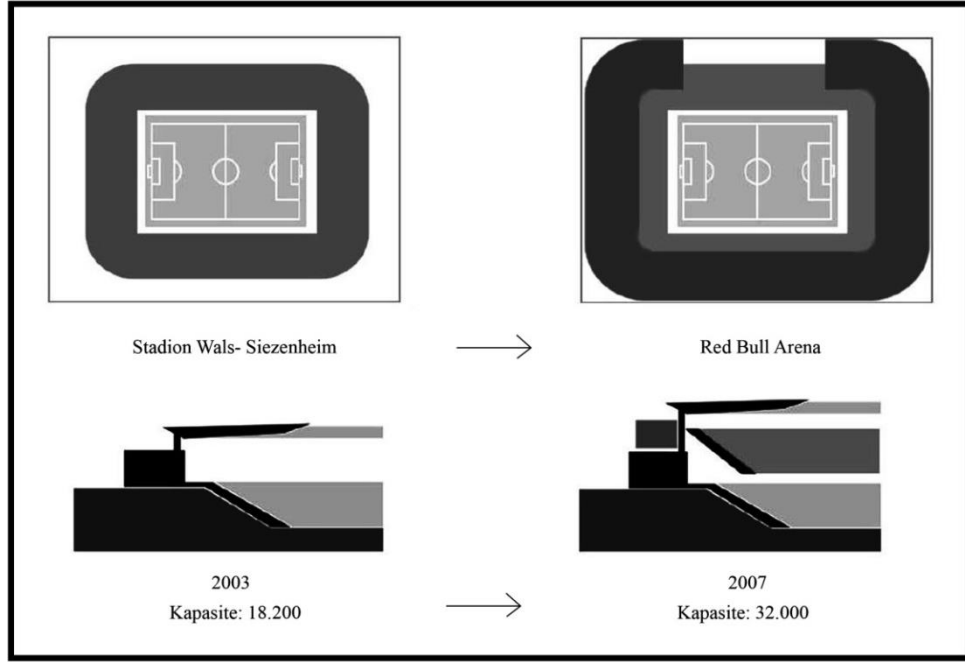


Şekil 4. 9 Büyüyebilirlik / küçülebilirlik diyagramı

Bazı stadyum projeleri, Olimpiyatlar için özel olarak tasarlanmaktadır. Tasarım özellikleri ise Olimpiyat şartlarına göre değişmektedir. Örneğin, hangi spor dalının oynanacağı, kapasite ve tribün sayısı, saha genişliği gibi özellikler her spor dalına göre farklılık göstermektedir. Bu sebepten dolayı bazı projeler yeniden yapılandırılmak üzere inşaat edilebilmektedirler.

Yeniden yapılandırma, proje tasarım aşamasındayken esneklik kavramını düşünerek tasarım yapmaktır. Sahanın büyüüp küçülmesi, tribünlerin geçici olarak tasarlanıp stadyum kapasitesini değiştirme gibi küçük ölçekteki değişimler stadyumların kullanım yılını artırmaktadır.

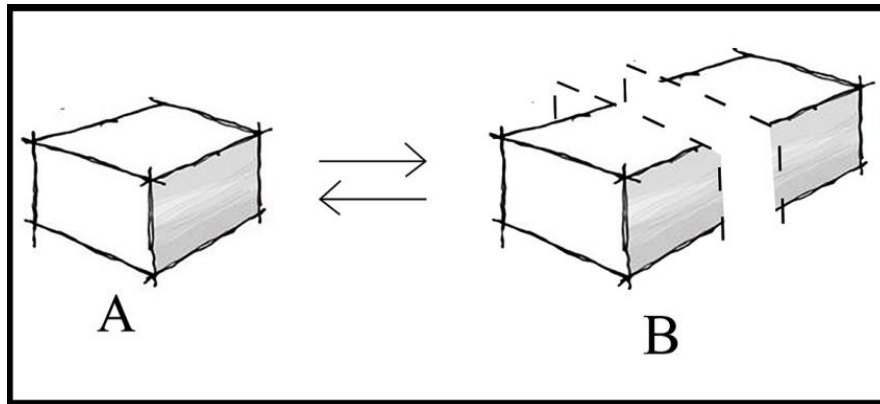
Şimdiki adıyla Red Bull Arena'nın, 2008 yılındaki olimpiyatlar için kapasitesi arttırılmak istenmiştir (Şekil 4.10). 18.200 kişilik kapasiteden 32.000 kişilik kapasiteye çıkabilmek için geçici olarak eklemeler yapılmış ve eski haline geri dönüş planlanmıştır. Stadyumun mevcut kabuğuna ve mekanlarına müdahale edilmemiş, sadece çatı yükseltilerek yeni elemanlar eklenmiştir (Url-36).



Şekil 4. 10 Stadyum kapasitesini artırmak için eklenen tribün alanı (Selo, 2019)

4.2.4. Hareket ve Mimari Biçim İlişkisinde Uyarlanabilirlik/Adapte Edilebilirlik

Tarihsel olarak adapt kelimesinin etimolojisi Fransızca kelime ‘adaptare’ olan ‘bir şeye uydurmak’ fiilinden evrilmiştir (Url-31). Uyum sağlama ve yeni bir amaç için değiştirilme kapasitesi anlamlarında kullanılmaktadır.



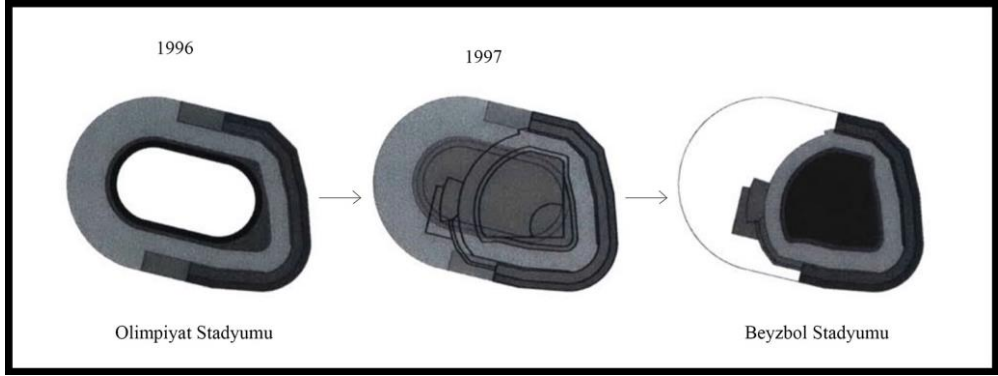
Şekil 4. 11 Uyarlanabilirlik / adapte edilebilirlik diyagramı

Uyarlanabilirlik, farklı kullanımları karşılayarak çeşitli mekânsal ve işlevsel konfigürasyonlara izin veren ve yapının devam eden faaliyetlerinin kesintiye uğramasını gerektirmeden değişime uyum sağlama yeteneğidir. Toplumun ortak ve bireysel ihtiyaçlarını sürekli olarak karşılamayı amaçlamaktadır ve çevreye zarar vermeden yapı- insan etkileşimine izin vermektedir. Yapının işlevini daha verimli bir şekilde yerine getirmesine, uzun süre hizmette kalmasına, malzeme ve enerji tüketimini azaltmasına ve teknolojiden yararlanmasını sağlamaktadır (Kronenburg, 2007).

Mimarlıkta uyarlanabilirlik kavramını, genel olarak ayrıştırmak veya birleştirmek olarak ifade edebiliriz. Uyarlanabilir mekanlar, minimum müdahaleler ile işlevlerini değiştirebilmektedir. Örneğin, hareketli duvarlar, esnekliği ve bölünebilirliği destekleyen mobilyalar uyarlanabilir mekan oluşumunda etkilidir.

Uyarlanabilirlik temelde yapının sürdürülebilir özelliklerini iyileştirmede önemli bir rol oynamaktadır. Kullanıcının refahını ve güvenliğini artırmaya yönelik bir kavramdır. İç- dış mekan çevre kalitesi, diğer kullanıcılarla olan etkileşimi, bireysel ve ortak ihtiyaçların karşılanmasına izin vermesini desteklemektedir. Aynı zamanda yer kimliğinin özelliklerini de korunmasına yardım etmektedir (Nakib, 2010, s. 277).

Örneği verilen geçici olarak inşa edilen Summerhill'deki Olimpiyat Stadyumunda (Şekil 4.12), olimpiyat oyunları oynandıktan sonra yapıya uzun vadede Beyzbol Stadyumu uygulanmak istenmiştir (Doralp & Barkul, 2011, s. 132). Böylece stadyumun bir kısmı yıkılarak kapasitesi düşürülmüştür. Yıkılan yerlerin çoğu otopark alanına dönüştürülmüştür. Yapının çoğu taşınabilir olduğu için beyzbol stadyumuna uyarlanmasında ciddi sıkıntılar yaşanmamıştır.



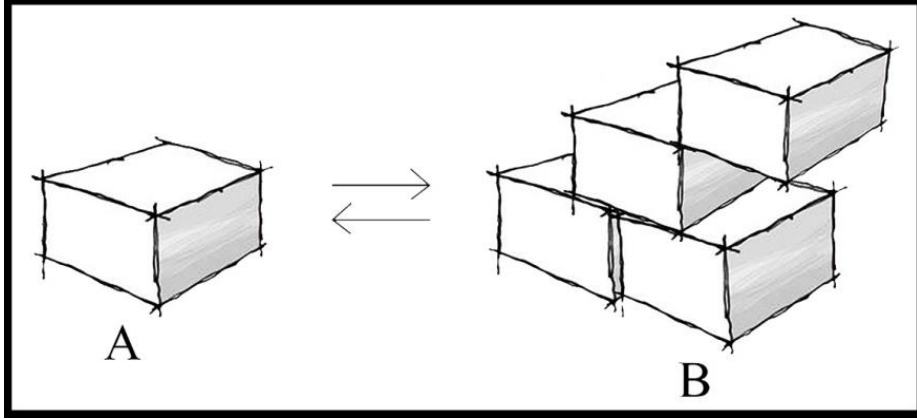
Şekil 4. 12 Olimpiyat stadyumundan beyzbol stadyumuna uyarlanma örneği (Jakimovska, 2007)

Uyarlanabilen/ adapte olabilen mekanlar, kalıcı veya geçici olabilmektedir. Yapı sahibi tarafından eski haline tekrar geri döndürülebilir. Stadyum yapılarında da bu durum geçerlidir.

4.2.5. Hareket ve Mimari Biçim İlişkisinde Modülerlik

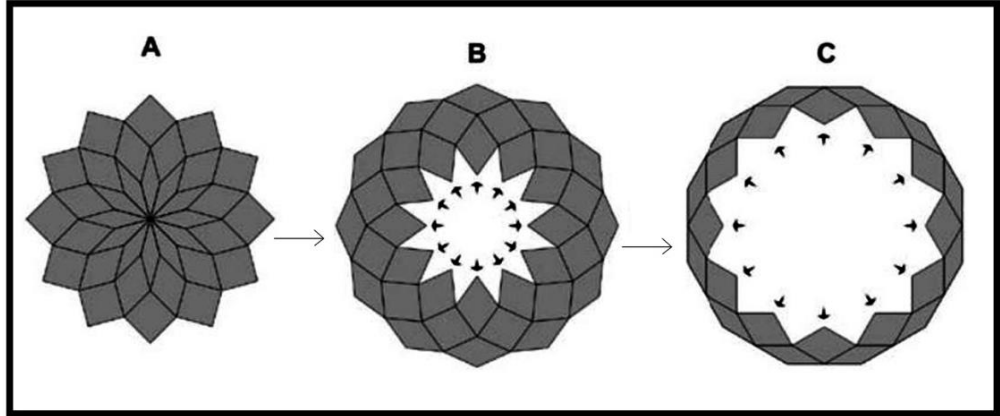
Modüler tasarımın tarihi Eski Yunan ve Mısır tarihine kadar uzanmaktadır. Modüler tasarım, o dönemde büyük ve tek parça taşlar kullanılarak inşa edilen yapıların aksine, küçük ve basit taşlar kullanarak daha karmaşık yapılar oluşturmaktır (Eriş vd., 2015, s. 13).

Modül, birbirini tamamlayan, farklı görevleri üstlenen, birleştirilerek büyüeyebilen ve yer değiştirebilen küçük birimlerdir. Modül ölçüsüne ve çeşidine doğru karar vermek önemlidir çünkü modüller yan yana veya alt alta/ üst üste getirilerek bir bütün oluşturmaktadır. Bütünü oluşturan modüller arasında belli bir oranın bulunması, tasarımın estetik ve görsel yönünü artırmaktadır.



Şekil 4. 13 Modülerlik diyagramı

Modülerlik ise, bir sistemi farklı derecelerde bölerek veya birleştirerek her bir parçanın karmaşıklığını soyutlamaktır (Url-35). Yani bir sistemin bileşenlerini ayırma veya birleştirmektir. Modülerlik kavramı aynı zamanda tasarımlarda hareket ve esnek olma gibi alternatifler sunmaktadır. Esneklik, kolayca büyüme ve küçülme, yer değiştirme ve çok yönlü tasarım gibi sonuçları sağlamaktadır.



Şekil 4. 14 Modüler tasarlanan çatı (Mahoviç, 2015)

4.3. BÖLÜM DEĞERLENDİRMESİ

Stadyum yapıları zaman içinde sadece spor yapılan alanlar dışına çıkıp, kültürel ve sosyal aktiviteleri de destekleyen mekanlar haline dönüşmüştür. Kullanıcı ihtiyaçlarına cevap veren, çevreyle uyumlu, teknoloji ve işlevi bir arada barındıran stadyum tasarımları giderek önem kazanmaya başlamıştır. Şehirlerin odak noktası haline gelen yapılar, teknolojinin getirdiği yenilikler sayesinde birbirinden farklılaşmaktadır. Hareket, malzeme ve biçim stadyum yapılarının farklılığa götüren üç temel kavramdır.

Stadyum yapılarında hareket ve malzeme ilişkisi her zaman birbiri ile ilişki içerisindedir. Malzeme, hareketin kontrolü açısından önem teşkil etmektedir. Aynı zamanda yapının kullanıcı ile olan etkileşimlerini de sağlamaktadır.

Stadyumlarda malzeme seçimi tasarım faktörlerine bağlı olarak değişebilmektedir. Ekolojik, ekonomik, ağırlık, sağlamlık, doku, hareket sistemi gibi tasarım stratejileri yapıdaki malzeme kullanımına karar vermektedir. Stadyumlarda ağır malzeme, yumuşak malzeme ve esnek malzeme olmak üzere üç farklı malzeme yapısı kullanılmaktadır. Hareket sistemi ise bu malzemelerin elverdiği olanaklar doğrultusunda gelişmektedir.

Ağır malzemelerden olan metal malzeme, yapıda fazla yük ve gerilimlere neden olabilmektedir ve bu da yapının defaromosyana ve yıpranmaya maruz kalması anlamına gelmektedir. Yumuşak malzemelerden plastik ve karbon fiber malzemeler ağır malzemelere göre hareketli stadyum yapılarında kullanılmak için daha uygundur. Çünkü kaplayacakları yüzey alanına göre hafif ve montajı kolay malzemelerdir. Yumuşak ve kolay hareketlerinden dolayı kullanıcıların üzerinde bıraktığı görsel etki daha fazla olmaktadır. Yumuşak malzemeler, tasarımlarda karmaşık ve amorf yapılara daha çok imkan verdiği için güçlü ve görsel mekanlar oluşturmaktadır.

Stadyumlarda hareket, mimari biçime ve forma yön veren ve hareketi etkileyen bir faktördür. Biçim ve form da hareketi etkilemektedir. Yani iki kavram

birbirini takip etmekte ve birbiri ile sürekli bir etkileşim halinde bulunmaktadır. Biçim, yapının fiziksel özelliklerinin birleşimidir. Yapılarda biçim ve form farklılıklarının olmaması monoton ve sıradan kütlelerin oluşumuna zemin hazırlamak anlamına gelmektedir. Hareket ve biçim kavramları, stadyum yapılarının diğer yapılardan daha çekici ve farklılık yaratan tasarımlar olmasını sağlamaktadır. Stadyumlar hareket sistemleri sayesinde biçimsel olarak daha görünür bir hale gelmektedir.

Stadyumlarda mimari biçim farklılıklarına gitme ihtiyacı, estetik, konfor, uyum sağlama, mekânsal farklılıklar, iklim değişiklikleri gibi sebeplerdendir. Cephede, çatı ve üst örtüde, iç, dış mekanlarda hareket sayesinde biçimsel değişimler görülmektedir. Yapıdaki hareket en çok yapının estetik görünümü etkilemektedir. Oluşturulan yapı formu popüleriteyi artırmakta ve stadyumlar yeni bir boyut kazanmaktadır.

Biçimsel değişimler beraberinde işlevsel esneklik, dönüştürülebilirlik, büyüyebilirlik/ küçülebilirlik, uyarlanabilirlik, modülerlik gibi kavramları beraberinde getirmektedir. Bu kavramlar stadyumun iç veya dış mekanlarında meydana gelen, isteğe bağlı farklı kullanım alternatifleri sunmak için projenin tasarım aşamasında veya sonradan tasarlanabilen sistemler bütünüdür.

İşlevsel esneklik, tasarım süreci içerisinde mekanların ve kullanıcıların isteklerine maksimum düzeyde uyum sağlayabilmektir. Değişen ve gelişen çevre ile birlikte yapılarında değişmesi kaçınılmazdır. İşlevsel esneklik bu noktada adapte olabilen potansiyeller oluşturmaktadır.

Bir spor alanının başka mekanlar içinde kullanılması yani farklı kullanım alternatifleri sunabilmesi işlevsel esnekliğe örnektir. Futbol sahasının gerektiği zaman jimnastik alanına, güreş alanına, konser alanına veya sergi alanına dönüşmesi o stadyumda işlevsel esneklik kavramının kullanıldığını göstermektedir.

Dönüştürülebilirlik, yapının tamamının veya bir kısmının belli bir amaç için farklı bir işleve dönüştürülmesidir. Yapının cephesinde, çatılarda, döşeme hareketlerinde meydana gelebilmektedir. Kullanım değişikliği içermektedir ve dönüşen işlev çoğu zaman eski haline dönebilmektedir.

Büyüyebilirlik/küçülebilirlik, mekanlara eklenen kalıcı veya geçici değişimi ifade etmektedir. Bazı bölümlerin eklenmesi veya yıkılması stadyumda değişikliklere sebep olmaktadır. Kapasiteyi artırmak veya azaltmak için, oyun sahalarını büyütmek veya küçültmek için bu yöntem kullanılabilir. Proje tasarım aşamasındayken veya sonradan verilen bir kararla bu değişimler gerçekleşmektedir.

Uyarlanabilirlik/adapte edilebilirlik, bir amaç için değişme ve yeni duruma adapte olma anlamı taşımaktadır. Kalıcı veya geçici olmaktadır. Genelde minimum müdahaleler ile mekan değişimlerini kapsamaktadır. Hareketli duvarlar, hareketli tribünler ve hareketli mobilyalar örnek verilmektedir.

Modülerlik, birbirine benzeyen modül parçalarının bir araya gelerek sistemin bütünü oluşturması anlamına gelmektedir. Bir sistemin bileşenlerini ayırma veya birleştirmedir. Böylelikle modüler dizilime sahip hareketli stadyumlarda esneklik, büyüme/küçülme, dönüştürme, uyarlanma gibi değişimler daha hızlı bir şekilde meydana gelmektedir.

BEŞİNCİ BÖLÜM

5. HAREKETLİ STADYUM YAPILARININ İNCELENMESİ

Tez kapsamında ele alınan ve üzerinde durulan hareketli stadyum kavramı, çeşitli mekanizmalar sayesinde formu ve işlevi değişen mekanlar olarak belirlenmiştir. Dünyadaki spor yapılarının içerisinde birçok stadyum yapısı bulunmasına karşın bu tezdeki “hareketli stadyum” kavramı ile tanımlanacak yapı sayısı oldukça sınırlıdır. Bu nedenle hareket ve stadyum kavramları tanımına uyacak uygulama örnekleri değerlendirilmiştir.

Dünya genelinde stadyum yapıları araştırılarak yedi tanesi incelenmek üzere seçilmiştir. Değerlendirilecek stadyum yapıları, mimari ve içerik açısından incelenerek hareket kavramının yapılara ve yapıların işlevlerine nasıl katkı sağladıkları incelenmiştir. Örneklerle ilgili genel bilgiler verildikten sonra hareketin gerçekleştiği çatı, cephe, oyun alanı veya tribün çizimler ve görsellerle desteklenmiştir. Ayrıca stadyum yapısının strüktür sistemi ve yapıda kullanılan malzemelerle ilgili bilgiler verilmiştir.

5.1. SAPPORO DOME STADYUMU-JAPONYA

Sapporo, Japonya'nın en kuzeydeki şehridir ve bu nedenle hava koşulları ile ilgili olumsuzluklar yaşanmaktadır. 1972 yılı Olimpiyat Oyunlarına ev sahipliği yapan şehir aynı zamanda kış turizm merkezidir.

Şehrin olumsuz hava koşulları spor müsabakaları olacağı zamanlar sporculara ve izleyicilere sorun yaşatmıştır. Bu sebepten dolayı 1996 yılında Sapporo, şehrin dışında ve her türlü hava koşullarına uyum sağlayacak bir stadyum tasarımı için yarışma düzenlemiştir. Yapı olimpiyatların yapılacağı büyük bir stadyum olmasının yanı sıra beyzbol sahası içermeli ve konser, seminer, sergi gibi etkinliklere de ev sahipliği yapabilmelidir.



Şekil 5. 1 Sapporo şehri ve stadyumun şehirdeki konumu (Url-45)

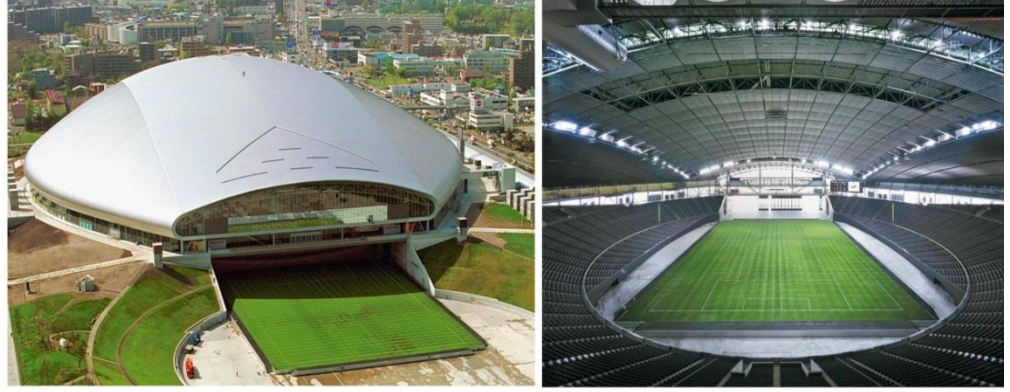
Yarışmada Mimar Hiroshi Hara ve grubu tarafından önerilen tasarım kazanmıştır. Sekiz rakamı şeklindeki yerleşim planı ve iki dairesi de 72. 20 metre yarıçapına sahip çift arena önerilmiştir. Büyük bir tarım arazisine tasarlanan stadyum ‘Spor bahçesi’ olarak bilinen 31 hektarlık bir alanda yer almaktadır. 53.800 m2 toplam inşaat alanı bulunan yapının inşası 2001 yılında tamamlanmıştır. 6 katlı olan yapının yüksekliği 68 metredir. Yılın herhangi bir zaman diliminde spor etkinlikleri düzenlenecek şekilde tasarlanmıştır. İleri- geri hareket eden bir futbol sahası ile biri kapalı diğeri açık olmak üzere iki arenadan oluşmaktadır.



Şekil 5. 2 Saporo Dome stadyumu ve kubbesi (Url-45)

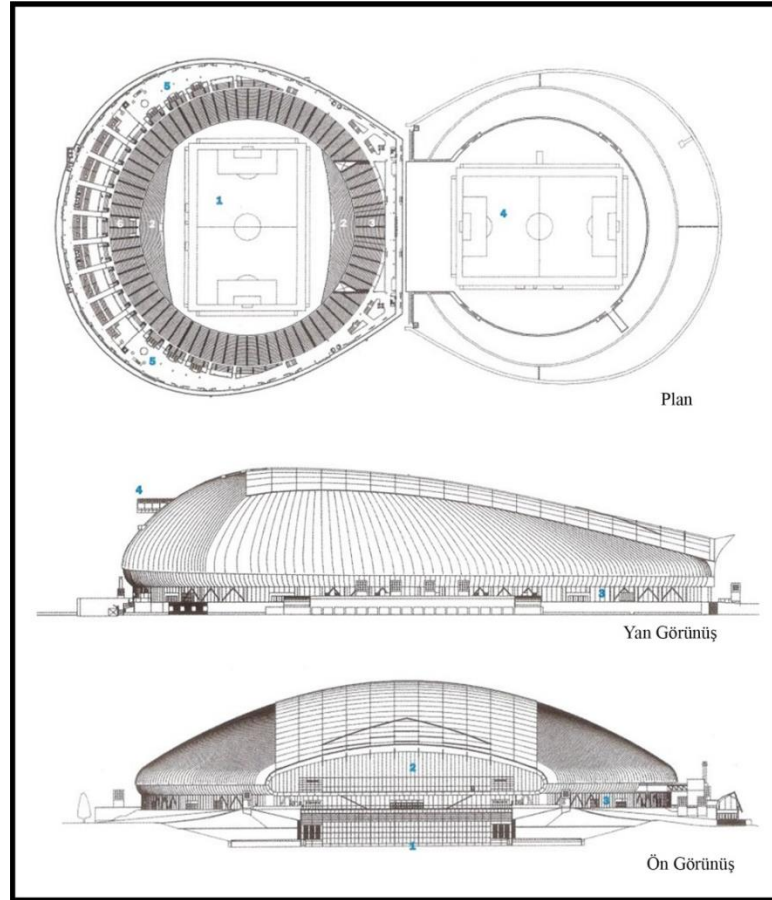
Tasarımda yaşanan en büyük sıkıntılardan biri iklim koşullarıdır. Kış aylarında şehrin sıcaklığının donma noktasının çok altında olması, Sibiry'a'dan gelen rüzgarların şehri etkilemesi ve her yıl 6 metre yüksekliğinde kar yağması tasarıma yön vermiştir. Kar yükü ve yağışlar nedeniyle açılır-kapanır hareketli çatı kullanımı tasarımın en başından kaldırılmıştır (Pollock, 2002).

Stadyum çatısı tamamen kapalı tasarlanmıştır. Fakat kapalı stadyumda doğal çim yetişmemesi ve sahadaki çimlerin büyümesi için en az dört saat güneş ışığı gerekmesi, tasarımda karmaşaya yol açmıştır. Bu karmaşa, sahanın stadyum dışına tasarlanmasıyla son bulmuştur. Saha sadece müsabakalar yapılırken stadyuma taşınmaktadır böylece hem güneş ışığından faydalanma hem de hava koşullarından korunma ön planda olmuştur. Stadyuma bitişik olarak tasarlanan hareketli açık saha, aynı zamanda insanların vakit geçirebileceği meydan olarak da düşünülmüştür.



Şekil 5. 3 Stadyum çatı formu ve iç mekana yansıyan görünümü (Url-40)

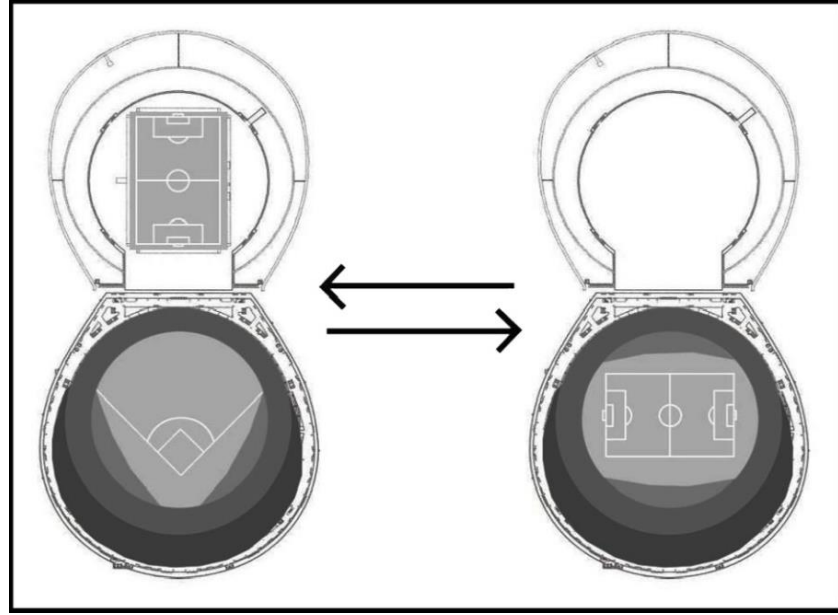
Çatının formu kar yüküne ve hava şartlarına dayanabilen, yönünü değiştirmeyen ve geniş açıklık geçmesi gereken çatı ihtiyacından doğmuştur. Çatının bazı kısımlarında yarı saydamlık olması, doğal ışığın %16'sının içeri girmesini sağlamaktadır. Çatının düzleşen ucu açık stadyuma açılmaktadır.



Şekil 5. 4 Sapporo Dome stadyum plan ve görünüşleri (Url-48)

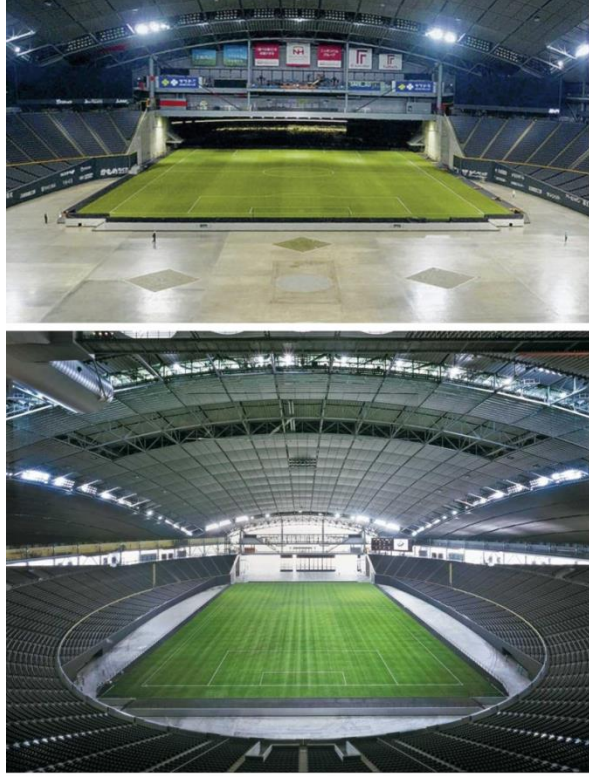
43.000 kişi için iç mekan kubbesi olarak tasarlanan 245 metre uzunluğundaki çatı, yüklerini bina çevresindeki bir sütun halkasına aktaran 13 metre derinliğindeki uzay kirişlerinden oluşan bir kabuk yapı tarafından desteklenmektedir. Malzeme olarak paslanmaz çelik kaplama tercih edilmiştir (Pollock, 2002).

Stadyumu esnek ve farklı kılan özelliği, iki farklı spor dalı arasında dönüşebilme kabiliyetidir. Beyzbol sahasından futbol sahasına dönüşebilmek için saha içeriye taşınmakta ve tekrar beyzbol sahasına dönmek için dışarıya taşınmaktadır. Bu dönüşüm hava şartlarına göre farklılık göstermektedir. Stadyum, hareket çeşitlerinden kayar sistemlere örnektir.



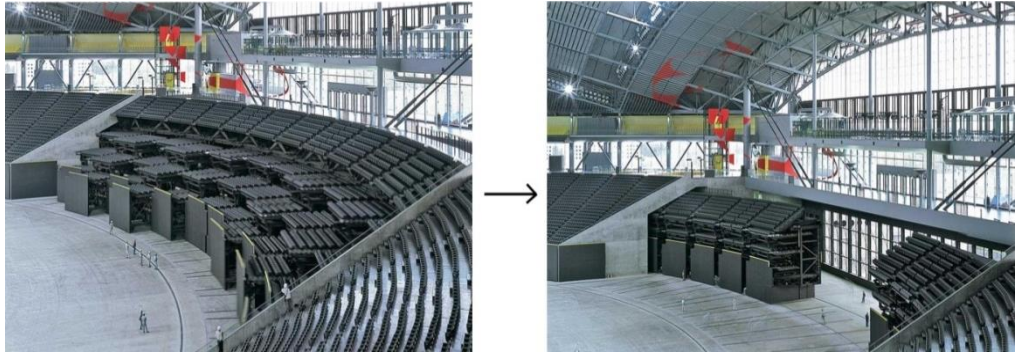
Şekil 5. 5 Stadyumda sahalar arasındaki dönüşüm (Selo, 2019)

Üst örtüsünün tamamı kapalı olan stadyum yapısında, hem futbol hem de beyzbol maçlarının yapılabilmesi için oyun alanı hareketli düşünülmüştür. Bu mobil bir yapı ile sağlanmaktadır. Oyun sahası hareketi raylar üzerinde kayarak dönüşmektedir. Saha futbol amaçlı kullanıldığında birinci oyun alanı olarak kullanılmaktadır. Beyzbol sahası için kullanılmak istendiğinde ise ikinci oyun alanı birinci oyun alanı ile yer değiştirmektedir (Durgun, 2007, s. 136).



Şekil 5. 6 Hareket eden açık sahanın kapalı alana girmesi (Url-40)

Açık havada bulunan 120 x 85 m ve 8.300 tonluk futbol sahası, 7,5 cm yükseltilmiş tabaka üzerinde bulunmaktadır. Saha kapalı alana alınmak istendiğinde 90 m uzunluğunda olan hareketli duvar açılmaktadır. Ayrıca sahada özel bir aparat olarak tasarlanan 34 tekerlek kullanılarak saha dakikada 4 m hızla hareket ettirilmektedir (Url-49).



Şekil 5. 7 Tribünlerin geri çekilmesi ve içeri girecek olan saha için boşluk oluşması (Url-40)

Duvarlar her iki tarafa da açılmaktadır ve aynı zamanda sahaya en yakın koltuklar geri çekilmektedir. Futbol sahası stadyuma girdiğinde aynı anda ilk sıradaki koltuklar dönmektedir. Futbol sahasına girildikten sonra saha 90 derece dönmekte ve koltuklar ona göre hizalanmaktadır. Son olarak da duvar kapanmakta ve geri çekilebilir koltuklar geriye katlanmaktadır. Tüm bu değişim yaklaşık iki saat sürmektedir (Url-49).



Şekil 5. 8 Açık alandaki sahanın stadyum içine 90 derece dönerek girmesi (Url-44)

Mimar Hiroshi Hara ve grubu, tasarımı yaparken aşağıdaki özelliklere dikkat etmiştir.

Stadyumun içinde ve dışında olmak üzere iki saha tasarlanmıştır.

Sahaların yüzeyine doğal çim uygulanmıştır.

Hareketli sistem sayesinde sahalara istendiği zaman dönüşebilmektedir.

Spor müsabakaları dışında diğer etkinlikler de yapılmaktadır (Takai vd., 2004, s. 683).



Şekil 5. 9 Stadyumun beyzbol ve futbol sahası olarak iki farklı kullanımı (Url-46)

Tüm ağırlığını tekerlek üzerinde taşıyan sistemlere oranla Sapporo Dome Stadyumunda, sahanın sadece tekerlekle hareket ettirilmesi, sistem yapısını basitleştirmekte ve ağırlığını azaltmaktadır. Ayrıca gereken ekipman ihtiyacını da azaltmaktadır. Mimaride esnek ve dönüşebilirliğe güzel bir örnek olan Sapporo Dome Stadyumu, mimari planlama ve sistem yönetiminde alternatifler sunmaktadır.

5.2. MERCEDES BENZ STADYUMU-ABD,ATLANTA

Mercedes-Benz Stadyumu ABD- Atlanta'da bulunan karma işlevli bir stadyumdur. HOK ve 360 Architecture tarafından tasarlanan stadyum, 28 ay süren inşasından sonra 2017 yılında kullanılmaya başlanmıştır. İlk açıldığında hareketli çatı sistemi eksik olmasına rağmen resmi olarak kullanılmaya başlanmıştır.

Mercedes Benz stadyumunun yanındaki 25 yıllık Georgia Dome stadyumu, birçok spor müsabakalarına ev sahipliği yapmıştır fakat eskimesi ve ihtiyaçları karşılayamaması sebebi ile kullanımdan kaldırılmak istenmiştir (Şekil 6.10). Mercedes-Benz stadyumunun açılışından sonra Georgia Dome dinamiklerle patlatılmıştır. O günden sonraki bütün spor müsabakaları Mercedes-Benz stadyumunda gerçekleştirilmektedir.

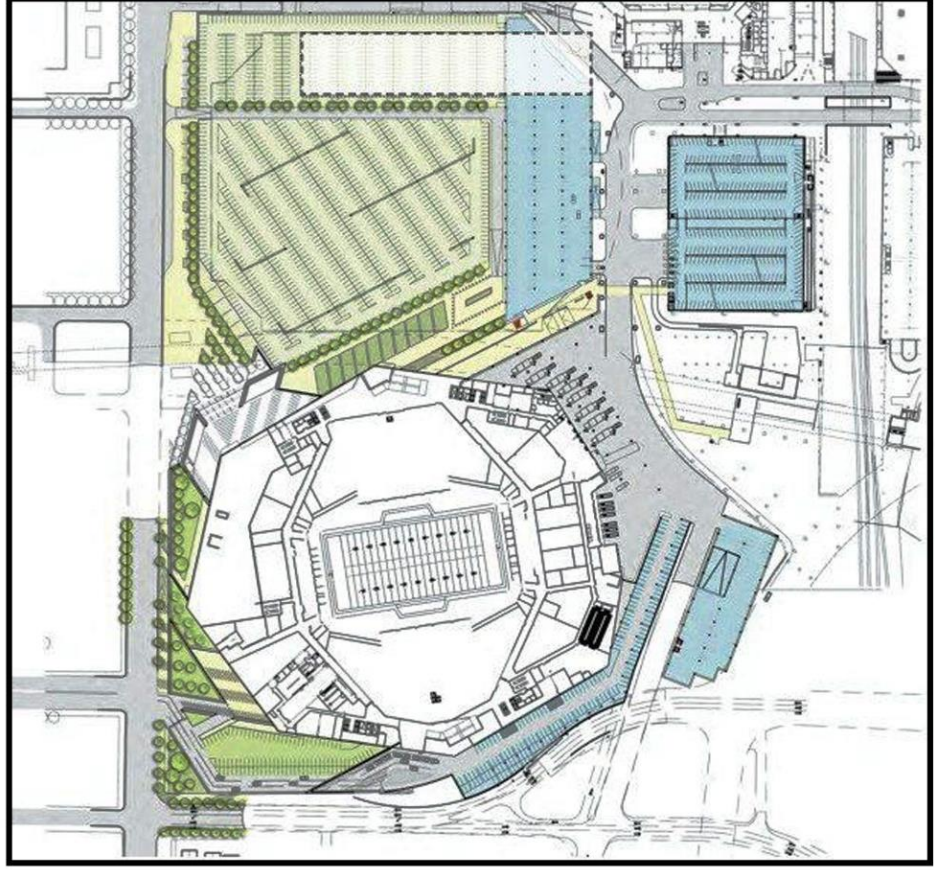


Şekil 5. 10 Stadyum ve şehirdeki konumu (Url-53)

Stadyum, şehir merkezindeki spor, turizm ve eğlenceye hizmet etmenin yanı sıra gelişmeyi hedefleyen mahallelerdeki değişimleri de etkilemektedir. Projenin sürdürülebilir tasarım ve inşaaata odaklanması gelecek toplumlar için fayda sağlamaktadır.



Şekil 5. 11 Mercedes Benz ve Georgia Dome Stadyumu (Url-53)

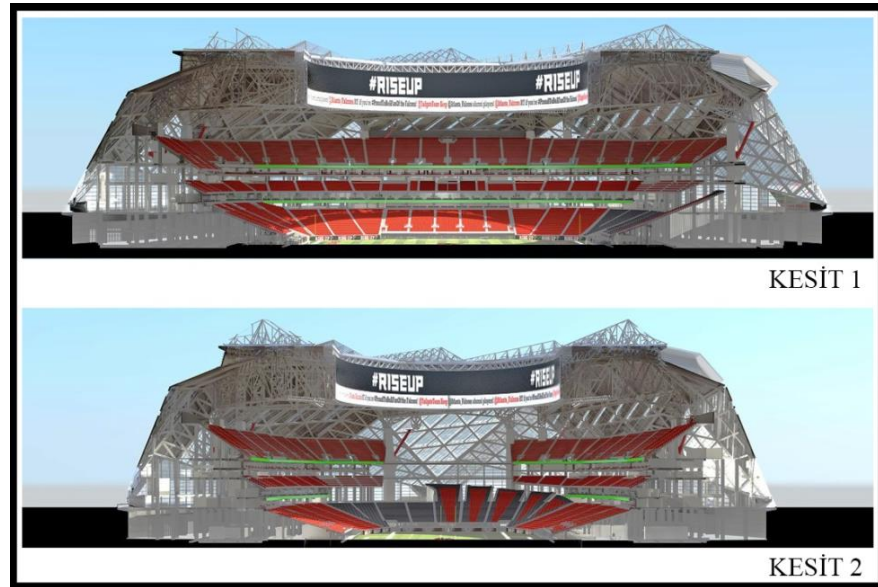


Şekil 5. 12 Mercedes Benz stadyumu ve vaziyet planı (Url-51)

Roma'nın antik Panteon'undan esinlenen stadyum, 75.000 kişi kapasitesinde tasarlanmıştır ve çeşitli etkinlikler yapabilme esnekliğindedir. Genişletilebilir oturma alanları ile bu kapasite 83.000'e çıkmaktadır. 3 katmanlı tribüne sahiptir. Ek olarak 7.500 kulüp koltuğu ve 180 kişilik süit alanı bulunmaktadır. Toplam inşaat alanı 1.9 milyon m²'lik olan stadyum projesinin, 61.000 m²'lik açık alanı bulunmaktadır.



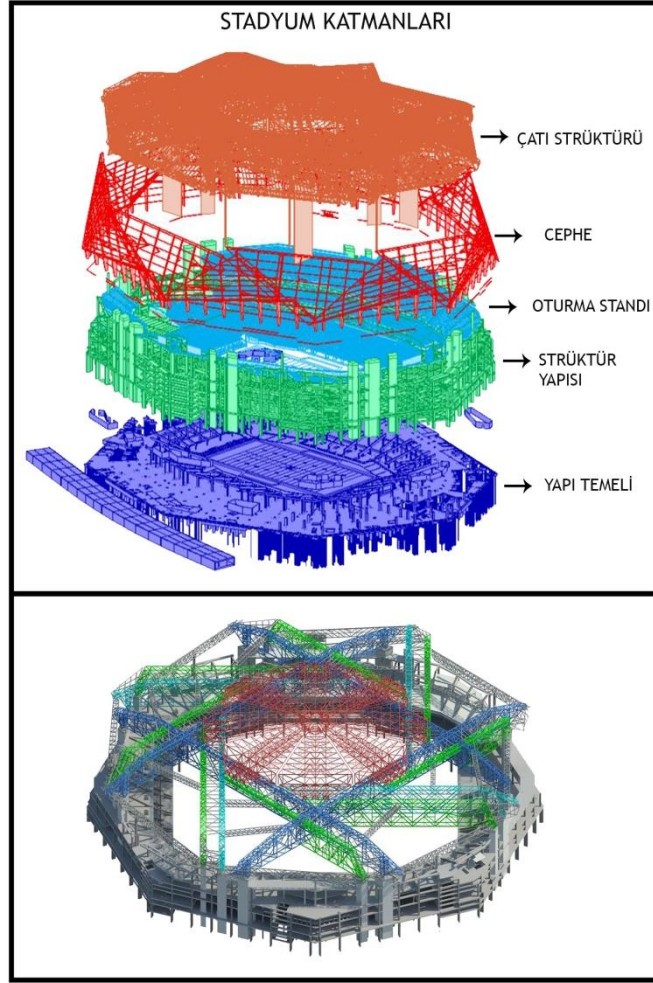
Şekil 5. 13 Stadyum zemin kat planı (Url-57)



Şekil 5. 14 Stadyum kesitleri (Url-57)

Stadyumun en önemli özelliklerinden biri hareketli, esnek bir yapı olmasıdır. Çatı hareketi genişler-daralır sistemlere örnektir. Sahayı çevreleyen geri çekilebilir koltuklar ve hareketli çatı çeşitli alternatifler sunmaktadır. Düzenlenebilir

oturma alanları, izleyiciler, medya basını ve sponsorlar için esneklik oluşturmaktadır. Hareketli çatı, doğal güneş ışığının içeri girmesini sağlamak için açılmaktadır ve olumsuz hava koşullarından sporcu, izleyiciyi korumak için kapanmaktadır.



Şekil 5. 15 Stadyum yapı oluşumunu gösteren diyagramlar (Url-56)

En temel düzeyde stadyum, iki ana yapısal sisteme ayrılmaktadır. Masif betonarme kabuk ve geniş bir makas sistemden oluşan çelik çatı. İlk olarak tüm mekanları ve çatıyı destekleyen betonarme kabuk inşa edilmiştir. Küçük beton parçalarının çoğu prekast yapılarak sahaya getirilmiştir ve çatıyı destekleyen daha büyük parçalar ise yerine yerleştirilmiştir. Karmaşık hareketli çatı bölümünü desteklemek için çatı sistemi, beton kabuğun üzerine inşa edilmiştir (Url-55).

Şahin kanadının şeklinden esinlenen stadyumun kendine özgü çatısı, 220 metre uzunluğunda sekiz tane hareket eden "yapraktan" oluşmaktadır. Çatının toplam ağırlığı 17.000 ton ağırlığındadır. Her bir yaprak ise 500 ton ağırlığındadır. Yapraklar üçgen panellerden oluşmaktadır ve yarı saydamdır.

Çatı açıklığı oyun alanını daha iyi yansıtmak için daire değil oval olarak tasarlanmıştır. Şekilden dolayı yapı analizi, bağlantı detayları ve montajlama daha karmaşık hale gelmiştir. Oval şekli, 4.000 ton ağırlığındaki hareket eden yaprakları her açıdan zorlamıştır. Yapraklar kapalı konumda iken 47 m ile 59 m arasında yükselti oluşturmaktadır (Post, 2017, s. 29).



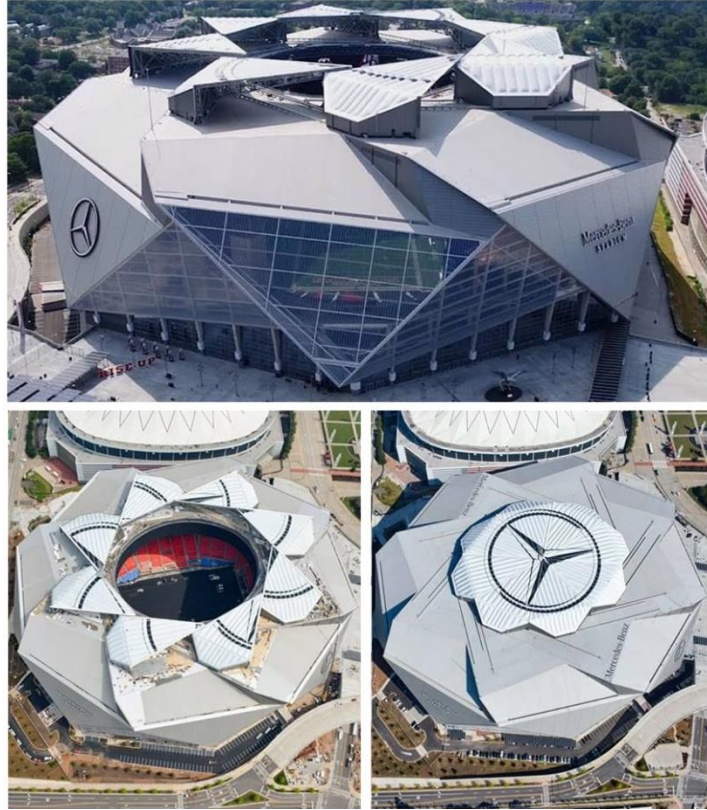
Şekil 5. 16 Çatının açık hali ve Halo ekran (Url-54)

Bir düğmeye basılarak etkinleştirilen yapraklar açılırken dönüyor gibi görünmektedir, ancak doğrusal yol boyunca uyum içinde hareket etmektedir. Çatı tek bir düğmeye basılarak sekiz dakikada tamamen açılmakta ve yedi dakikada kapanmaktadır. (Url-58). Oval çatının altında sabit tavandan sarkan 360 derecelik 'halo ekran' izleyicilere her açıdan ve her koltuktan net bir görünüm sağlamaktadır. Bu ekran dikeyde 17 metre ve toplam çevresi 327 metredir. Stadyuma halo ekran eklenince çatının ağırlığı tahmin edilenden daha da artmıştır. Bu nedenle çatıya 800 ton daha çelik eklenmiştir (Post, 2017, s. 29).

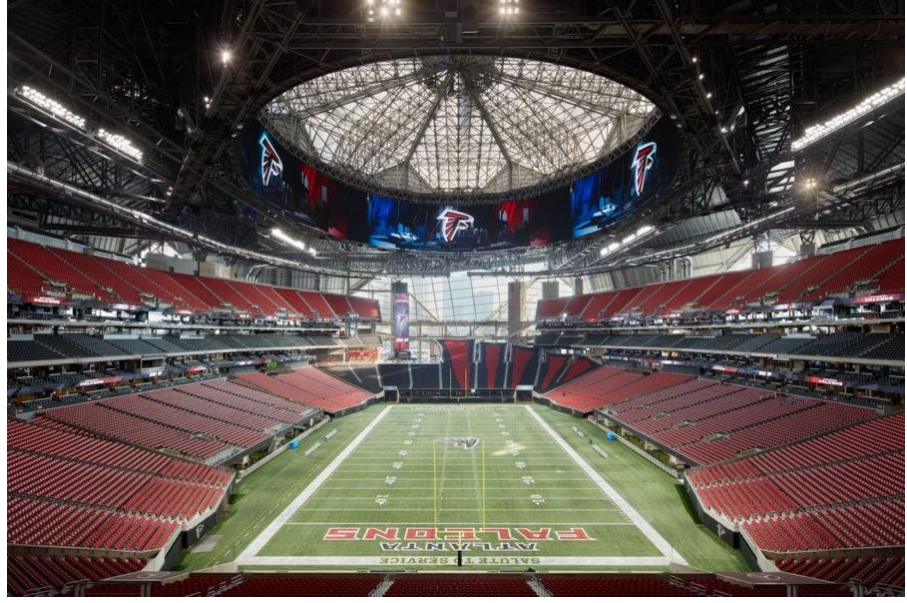


Şekil 5. 17 Çatı malzemesi yakın görünüm (Url-59)

Çatı malzemesi dayanıklılığı, estetiği ve sürdürülebilirliği nedeniyle ETFE seçilmiştir. Etilen tetrafloroetilen (ETFE) plastikten şişirilmiş yastıklardan oluşan sekiz üçgen "yaprak", çatıdaki açıklığı daraltmak veya genişletmek için ileri ve geri hareket etmektedir. ETFE malzeme, 75.000 seyirci oturma yeri etrafında bir koruma oluşturmak için birbiri üzerine katlanan dış cepheli çelik yapının bölümlerini de kapsar. (Url-52)



Şekil 5. 18 Stadyum çatısının açık ve kapalı hali (Url-50)



Şekil 5. 19 Stadyum tribün ve çatı ilişkisi (Url-54)

Mercedes-Benz stadyumu aynı zamanda sürdürülebilir tasarım için de güzel bir örnektir. Su, ışık ve enerjiyi koruyan tasarım çözümleri ABD'deki ilk LEED Platinum sertifikasını almaya yetmiştir.



Şekil 5. 20 Stadyum girişinde bulunan güneş panelleri (Url-61)

Sürdürülebilir ilkelere göre tasarlanan stadyumda yağmur suyu toplama ve güneş paneli uygulamaları mevcuttur. Yağmur suyu toplama sistemleri sayesinde diğer stadyumlardan %47 daha az su harcanmaktadır. Stadyumun girişinde bulunan 4000 adet güneş panelinden üretilen enerji, spor müsabakalarında kullanılmaktadır.

Bunun yanında stadyumun yanındaki yeşil alanda, spor müsabakaları dışında düzenlenen etkinlikler yapıya sosyal ve kültürel değer kazandırmaktadır (Url-60).

Mercedes Benz stadyumu, genişler-daralır sisteme sahip olan çatısı ile dönüştürülebilirliği mümkün kılmıştır. Tasarım sürecinde yer alan sürdürülebilirlik ve esneklik kavramları sayesinde şehirdeki prestijli yapılardan biri haline gelmiştir.

5.3. PHOENIX STADYUMU- ABD, ARIZONA

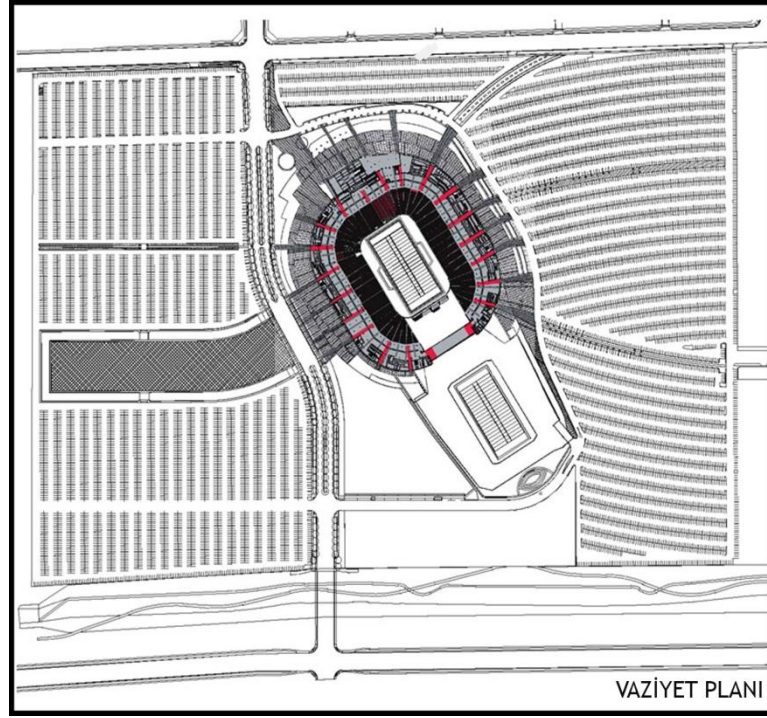
Mimar Peter Eisenman ve mühendis HOK Sport tarafından tasarlanan Phoenix Stadyumu, ABD-Arizona eyaletindeki Glendale şehrinde bulunan çok işlevli bir stadyumdur. Kuzey Amerikada'ki stadyumların içinde hareketli çatıya ve hareketli sahaya sahip olan ilk yapıdır. Şehrin çöl iklimine sahip olması tasarım kriterlerini etkileyen önemli faktörlerdendir. Stadyum inşası 2006 yılında tamamlanmıştır ve bölgede mimari bir simge olarak kabul edilmektedir. Stadyum futbol, basketbol, motor sporları, konser ve etkinlikler gibi farklı spor dallarına ev sahipliği yapmaktadır.



Şekil 5. 21 Stadyum konumu (Url-63)

1.7 milyon metrekarelik bir alana yayılan stadyumun çevresinde 100.000 metrekare büyüklüğünde ‘Sporcu Parkı’ olarak adlandırılan açık alan mevcuttur. 14.000 kişilik otopark alanı içermektedir. Ayrıca stadyumun, doğal çim üzerinde spor müsabakalarının gerçekleşmesine izin vermesi çöl ikliminde dikkate alınması gereken konulardan biridir.

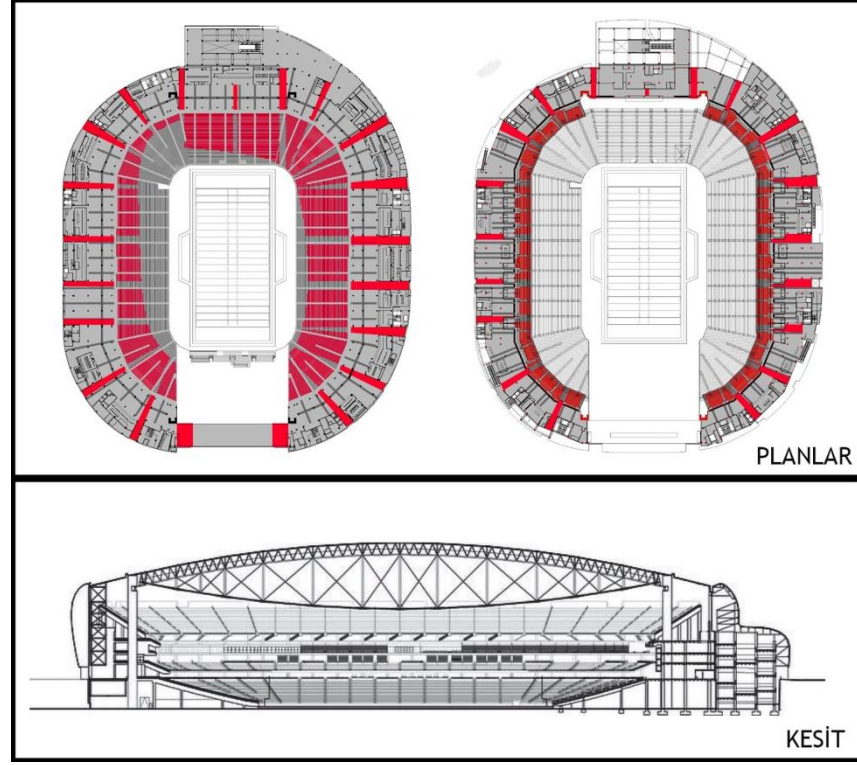
Stadyum 63.400 kişi kapasitesinde tasarlanmıştır. Genişletilebilir oturma alanları ile bu kapasite 73.000’e kadar çıkmaktadır. 3 katmanlı tribüne sahiptir. Yapıda ayrıca 48.000 metrekare sergi alanları, 7.000 metrekare toplantı odaları ve 39.000 metrekarelik kulüp salonları bulunmaktadır. 9.000 metrekare geri çekilebilir çatıya sahiptir.



Şekil 5. 22 Phoenix Stadyumu vaziyet planı (Url-65)

Stadyumun en önemli özelliklerinden biri hareketli ve esnek bir yapı olmasıdır. Hem çatısında hem de sahasındaki hareket kabiliyeti, yapıyı daha da simgesel bir hale getirmektedir. Mimari konseptin büyük çoğunluğu çatı formuna göre belirlenmiştir. Hareketli çatı, olumsuz hava şartlarında kapanmakta ve açılmaktadır. Yapılan spor müsabakasının ihtiyaçlarına göre çatı açma-kapama işlevi değişmektedir. Hareketli saha ise, kullanılmadığında stadyumun dışına çıkabilen ve

doğal çime sahip olan bir sahadır. Saha çimleri, stadyumun dış alanında büyüdüğü için çatı açıklığının o kadar da büyük olmasına gerek olmamıştır. Bu sayede maliyetten de tasarruf edilmiştir.



Şekil 5. 23 Phoenix Stadyumu planları ve kesitleri (Url-65)

Phoenix Stadyumu çatısı uzunluğu 213 metredir. İki büyük paneli olan çatı, açıldığında bir paneli sağ yönde hareket ederken diğer paneli sol yönde hareket etmektedir. Bu panellerin her birinin büyüklüğü 54x82 metre, ağırlığı ise 550 tondur. Çatı 15 derecelik açılarla düz bir ray üzerinde hareket etmektedir ve açıldığında 74x110 metrelik bir çatı açıklığı oluşmaktadır. Çatının açılması toplam 12 dakika sürmektedir.



Şekil 5. 24 Çatısı açık stadyum görünümü (Url-64)

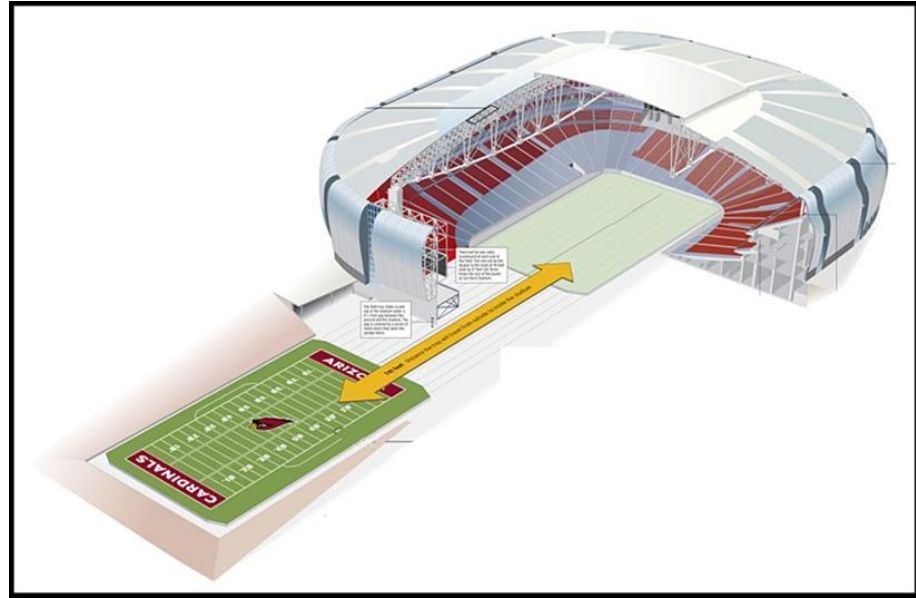
Hareket edebilir çatı sistemi, iki tekerlekli bir sistemin üzerine oturmaktadır. Her bir taşıyıcıdaki 1 metre çapındaki iki tekerlek eğimli ray boyunca paneller birlikte hareket etmektedir. Bu paneller 78x83 metre olan iki tane büyük çelik çerçeveye tutturulmuştur. Çatı açıldığında paneller çatının sabit kısmının üzerine oturmaktadır (Waggoner, 2018, s. 12)



Şekil 5. 25 Stadyum çatı konstrüksiyonu (Waggoner, 2018)

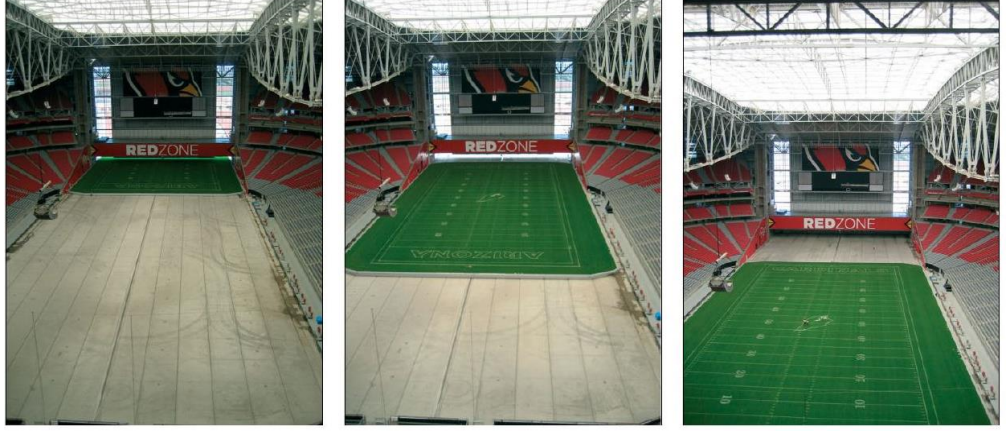
Çatı malzemesi dayanıklılığı ve estetiği nedeniyle PTFE seçilmiştir Her bir panel, PTFE kaplı fiberglas kumaş ile yarı saydam bir şekilde kaplanmıştır. Bu sayede yapıya önemli miktarda güneş ışığı girmektedir. Hava koşullarına dayanıklı olan PTFE -100 ° F ila + 450 ° F arasındaki sıcaklıklara dayanmaktadır. Çöl ikliminde bu sıcaklık aralığı stadyum için önemli bir etkidir.

Stadyumun bir diğerk önemli özelliği hareketli bir sahaya sahip olmasıdır. Daha yüksek bir maliyet olmasına rağmen stadyumda istenen mekan esnekliğini ancak böyle bir sistem sağlayabilmekte idi. Sahanın sadece müsabakalar yapılırken stadyuma taşınması, doğal çimlerin güneşten faydalanması ve kötü hava koşullarından korunmak içindir. Stadyumun dışında bulunan saha, kullanılmak istendiğinde özel bir sistemle stadyum içine alınmaktadır.



Şekil 5. 26 Saha hareketini gösteren diyagram (Url-62)

Açık havada bulunan 71x123 metre olan saha, yaklaşık 1.5 metre derinlikte bir çukurdadır. Saha stadyumun güney ucundan kayarak 13 ray ve 542 tekerlek düzeneği üzerinde hareket etmektedir (Yaroni, 2011, s. 79). Saha yaklaşık olarak 225 metre yol mesafe kat etmektedir ve bütün bu sistem, 75 dakika içinde stadyum içine taşınmaktadır. İç mekanda doğal çim üzerinde sporun gerçekleşmesine izin veren stadyum, kullanılmadığında aynı sistemle dış mekana çıkarılmaktadır.



Şekil 5. 27 Stadyum dışında bulunan sahanın stadyum içine girmesi (Waggoner, 2018)

Stadyum cephesi boyunca dönüşümlü metal paneller ve sirkülasyon salonundan dışarıya bakmaya izin veren girintili dikey cam bantlarla kaplanmıştır. Parlak ve metalik paneller, büyük olan formu biraz daha sadeleştirmek ve manzara sunmak için tercih edilmiştir (Url-65).



Şekil 5. 28 Stadyum cephesi ve dikey cam bantlar (Url-65)



Şekil 5. 29 Cephedeki dikey cam bantlar ve metal panel kullanımı (Url-65)

Açılır-kapanır çatısı ve esnek oyun alanı ile uyarlanabilirliği mümkün kılan Phoenix Stadyumu, günümüzdeki tasarımların çoğunu etkilemiştir. Esnek ve dönüştürülebilir mekanlarda duvar, oyun sahası, stantlar ve diğer önemli yapı unsurları için alternatif çeşitlere zemin hazırlamıştır.

5.4. AUSTRALIA STADYUMU-AVUSTRALYA, SYDNEY

ANZ Stadyumu olarak da bilinen Australia Stadyumu, Sidney Olimpiyat Parkı içerisinde yer almaktadır. Populous Architectur tarafından tasarlanan stadyumun inşasına 1996 yılında başlanmıştır ve 1999 yılında tamamlanmıştır. Stadyum, bölgedeki Liman Köprüsü ve Sydney Opera Binası gibi yapılardan sonra gelen ikon yapılardan biridir. Yapı, 2000 Sydney Olimpiyatlarına ev sahipliği yapacak şekilde tasarlanmıştır.

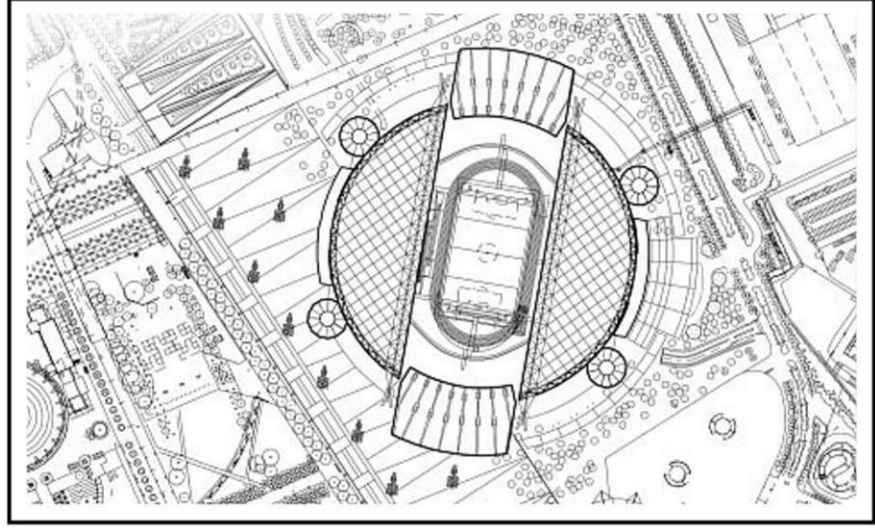


Şekil 5. 30 Şehir ve stadyum konumu (stadyumun günümüz hali) (Url-66)

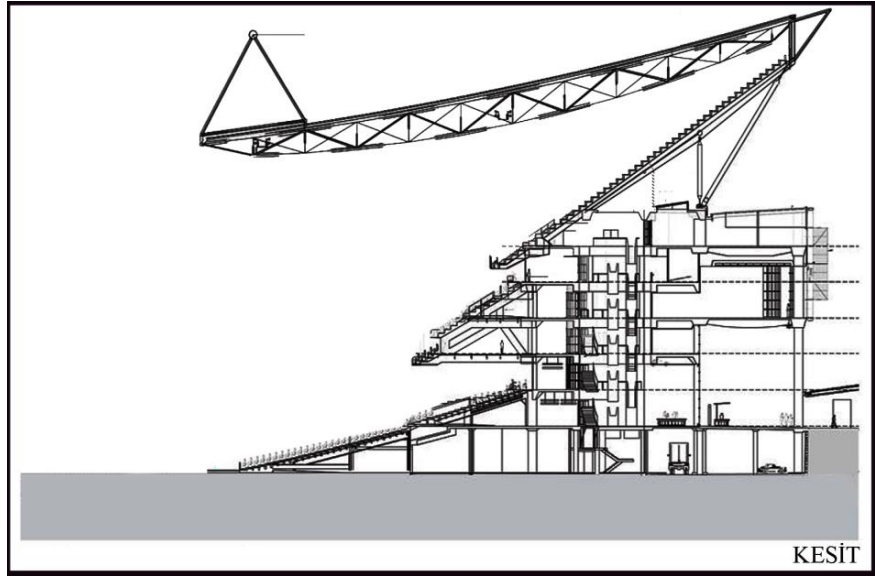
Stadyum çok işlevli bir şekilde tasarlanmıştır. 16 hektarlık alana inşa edilen stadyum çevresinde peyzaj alanlarıyla vakit geçirebilecek mekanlar yaratmaktadır. Girişindeki dört giriş kulesi stadyumu bölgedeki referans noktalarından biri yapmaktadır. Stadyumun yüksekliği 58 metredir. 118.000 kişilik kapasitesiyle 2000’li yılların başında inşa edilmiş stadyumların arasında en büyük stadyumdur. Kare şeklinde olan sahanın 120 metre genişliği ve 197 metre uzunluğu vardır.



Şekil 5. 31 Stadyum çatı ve tribünleri (Url-68)



Şekil 5. 32 Australia Stadyumu planı (Url-72)



Şekil 5. 33 Stadyum kesiti (Url-66)

Yarı açık çatıya sahip olan stadyumun çatı boyutu 30.000 m²'dir. Stadyumun çatısını destekleyen iki tane ana kemer bulunmaktadır. Bu ana kemerler arası açıklık 70 metredir ve kemerlerin altına her biri 295 metre uzunluğunda olan ek makaslar eklenmiştir. Her bir kemerin boruları beyaz çelik levhalardan yapılmıştır. Çelik borular 1200 mm çap kalınlığındadır. Stadyum 12.000 ton yapısal çelik dahil olmak üzere toplam 32.000 ton çelik içermektedir (Url-72).



Şekil 5. 34 Stadyum çatısı ve tribün ilişkisi (Ur-70, 73)

Çatı malzemesi olarak yarı saydam olan polikarbon malzeme tercih edilmiştir. Çatının büyüklüğüne rağmen hafif görünmesi, yarı saydam malzemenin vurgulanmasından dolayıdır (Ur1-72). Çatının şekli yağmur sularını yeniden kullanma imkanı vermekte ve suyu su depolarına yönlendirmektedir.

Stadyum tribünleri 4 katmanlıdır. 2000 yılı Olimpiyatlarında seyirci rekorları kırılmak istendiği için büyük kapasiteli inşa edilen stadyum, olimpiyatlardan sonra bu kadar kapasitede kullanılmak istenmemiştir. Bu sebepten dolayı stadyumun iki ucundaki tribünler geçici olarak tasarlanmıştır. İlk kez bu ölçekteki stadyum yeniden yapılandırılmak üzere inşa edilmiştir.

Geçici tribünlerin malzemesi betondur. Ana tribünlerden 15 metre yükseklikte bulunmaktadır. Oturma alanları ise beton yerine 6 mm çelik levhadan yapılmıştır. Toplam 1.200 ton çelik levha kullanılmıştır. Beton yerine çelik tercih edilmesinin nedeni Olimpiyat oyunlarından sonra tekrar geri dönüştürülmesidir (Ur1-72).



Şekil 5. 35 Stadyum tribün ve çatı dönüşümü (Selo, 2019)

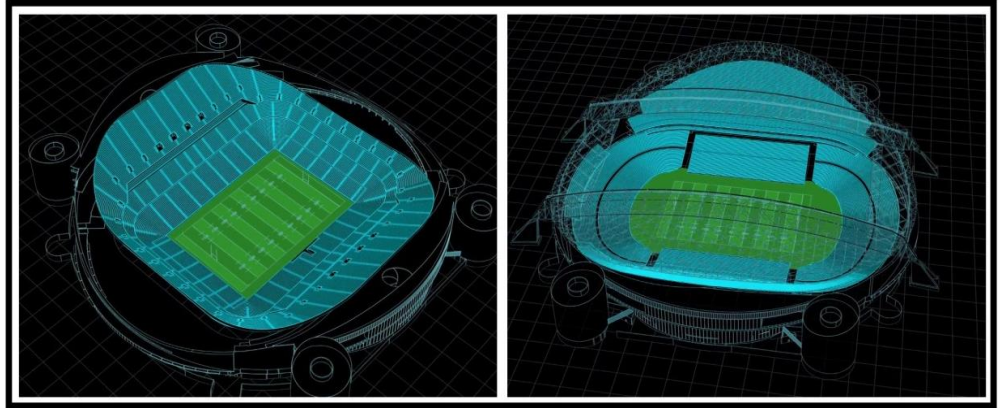
Cox Mimarlık tarafından tasarlanan yenileme 2001 yılında başlayıp ve 2003'te sona ermiştir. Bu çalışmalardan sonra tribünler kaldırılmış ve stadyumun kapasitesi 118.000'den 80.000'e düşürülmüştür. Tribünleri tam şekilde kapatmayan çatı da güney ve kuzey tribünlerinin (küçük olan tribünler) üstlerini örtecek şekilde büyütülmüştür. Çatıdaki büyüme izleyicileri olumsuz hava şartlarından korumak içindir. Doğu ve batı tribünlerinin bir bölümü dönüştürülebilir hale getirildikten sonra saha farklı oyunlara uygun durumlar arasında geçiş yapabilir hale getirilmiştir (Selo, 2019, s. 44). İlk yapılan tasarımda sahanın kare şeklinde iken ikinci tasarımda oval şeklinde olması daha çok oyuna ev sahipliği yapabilmesi ile ilgilidir.



Şekil 5. 36 Tribünlerde hareketli koltuk sistemi (Url-69)

Bu yenileme ile asıl hedeflenen stadyumun kullanılabilme yılını artırmaktır. Stadyumun işlev değişimine olanak tanınması ve tribünlerin daha kullanışlı hale gelmesi yapının ömrünü artırmaktadır. Bu sebepten dolayı tribünler hareketli koltuk sistemi içermektedir. Oyun alanına yakın olan ön tribünler hareketli, geri çekilebilir ve katlanabilir bir şekilde tasarlanmıştır. Bunun sebebi tek bir spor dalına değil birçok spor dalına hizmet verebilmesidir.

Tribünlerin geri çekilmesi ve katlanabilmesi sahanın genişlemesini sağlamaktadır. Böylece saha farklı etkinliklere ev sahipliği yapabilmektedir. Stadyum atletizmden rugby, kriket ve futbol sahasına kolayca dönüşebilmektedir. Ayrıca konser ve fuar alanı olarak da kullanılmaktadır.



Şekil 5. 37 Stadyum yenilenmesini gösteren saha şekli ve hareketli oturma alanları diyagramı (Url-66)

Farklı oyunlar için dönüşümlerde bu tribünler bazen çimenlere zarar vermiştir. Saha büyük olduğundan, tribünler açık ve ileriye getirildikten sonra bile küçük alanda yapılan rugby ve futbol oyunlarında seyirci alanı oyun alanından uzak kalmakta tam bir seyir konforundan bahsedilememektedir. Buna rağmen stadyum uzun süre boyunca birçok oyuna, kulübe ve organizasyona ev sahipliği yapmış ve aktif olarak kullanılmıştır (Selo, 2019, s. 45).



Şekil 5. 38 Tribünlerden stadyum çatısına bakış (Url-67)

Çelik malzeme kullanımının önem kazandığı Australia Stadyumunda çatıdan daha çok dikkat çeken unsur hareketli tribün alanlarıdır. Bu sayede istenilen mekan esnekliğine ulaşılabilmektedir. Çatısının yarı açık olması yani sadece tribün alanlarının üzerinde örtü olması oyuncular ve spor müsabakaları için olumsuz bir durumdur. Stadyum şu an tekrar yineleme çalışmaları içerisine girmiştir. Hava şartlarından etkilenmemek için hareketli çatı uygulamaları çalışılmakta ve projelendirilmektedir.

5.5. MONTREAL STADYUMU- KANADA, MONTREAL

Montreal Olimpiyat Stadyumu, Kanada'da bulunan çok amaçlı bir stadyumdur. Mimar Roger Taillibert tarafından tasarlanan stadyum inşasına 1973 yılında başlanmıştır. Stadyumun açılış tarihi 17 Temmuz 1976'dır. 1976 Yaz Olimpiyatları için inşa edilen stadyum çatısının halka şeklinde olmasından dolayı 'The Big Owe' şeklinde bir takma ada sahiptir. Montreal Olimpiyat Stadyumu, plastik bir kubbe çatıyla kapatılan ilk stadyumdur.

Stadyum için seçilen 60 hektarlık alan Montreal şehrinin doğusunda yer almaktadır. Yapı De Maisonneuve Park ile bağlantılıdır ve kentsel odak noktası oluşturmaktadır (Url-82). Stadyumun yapım aşaması hava koşulları, maliyet ve yeni ekipmanların entegre zorluğu gibi sebeplerden dolayı gecikmiştir.



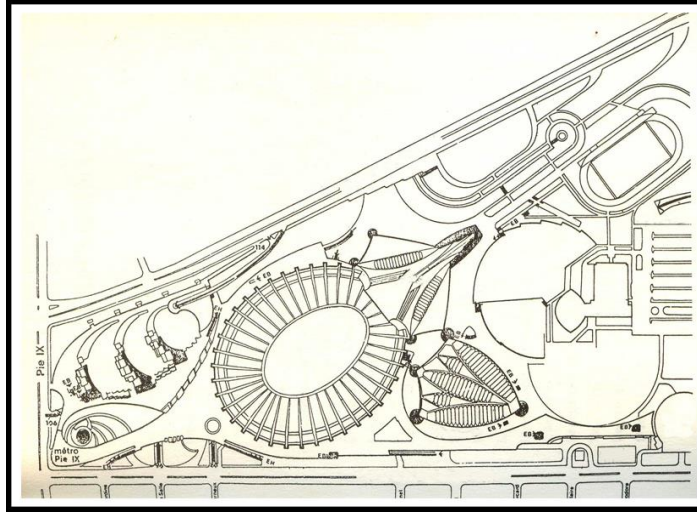
Şekil 5. 39 Şehir ve stadyum konumu (stadyum günümü hali) (Url-74)

Yapı tasarımından dolayı organik modern mimarinin ilk örneklerindedir. Roger Taillibert stadyumu bitki ve hayvan formlarına dayandırmıştır (Url-81). Stadyum 305x250 boyutlarında ve elips şeklindedir. Yüksekliği 55 metredir. 73.000 kişilik kapasiteye sahiptir. 60.000 kalıcı koltuk, 13.000 geçici koltuk ile tasarlanmıştır. Yapıldığı tarihte en büyük kapasiteye sahip stadyumdur. Çok işlevli olan stadyumda futbol, beyzbol, atletizm, binicilik, konser ve sergiler yapılmaktadır. Alan aynı zamanda yüzme havuzu ve velodrom da içermektedir.

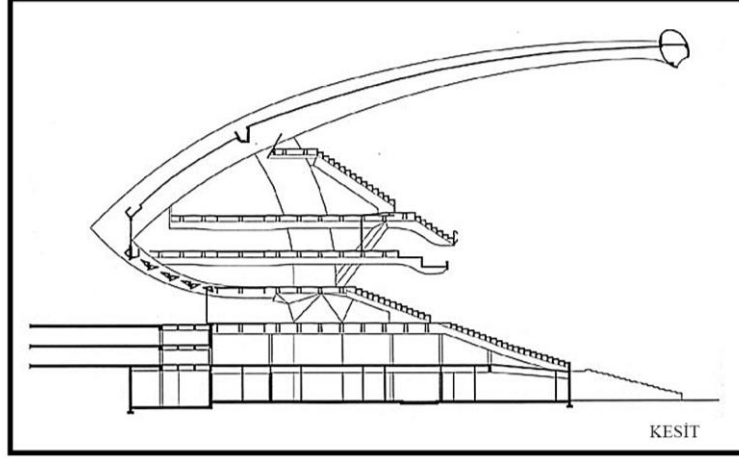


Şekil 5. 40 Alanda bulunan velodrom binası (Url-81)

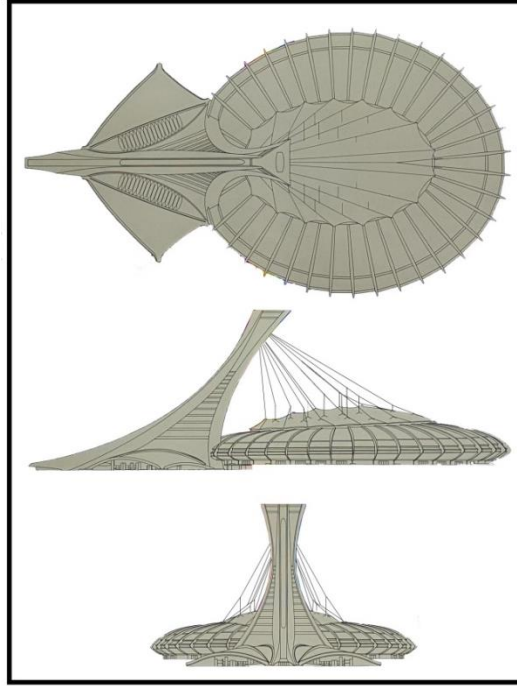
Velodrom o dönemde inşa edilen yenilikçi mimari yapılardan biridir. Kendinden destekli çatısının kabuğu tek bir dayanma noktasından gelerek üç parçaya ayrılmaktadır. Çatının bu üç parçası iki üçgen şekille birbirine bağlanmıştır. Yatay boyutu 172 metredir. Yüksekliği 32 metredir. Yapısal olarak yüzlerce kemerli panellerden oluşmaktadır (Url-83). Olimpik yüzme havuzu ise kulenin altında yer almaktadır.



Şekil 5. 41 Stadyum, velodrom ve kule planı (Url-75)



Şekil 5. 42 Stadyum kesiti (Url-80)



Şekil 5. 43 Stadyum görünüşleri (Url-79)

Stadyumun temel taşıyıcı sistemi bir elips üzerine yerleştirilmiş 34 tane beton konsoldan oluşmaktadır. 20 tondan fazla ağırlığa sahiptirler. Eşit boyutlarda olmayan konsollar 20 metreden 50 metreye kadar çıkabilmektedir. Taşıyıcı sistemi 1500 beton elemandan oluşmaktadır ve bu da teknik araçlar ve bileşenlerin montajı için gerekli hassasiyet hakkında bilgi vermektedir (Url-82).



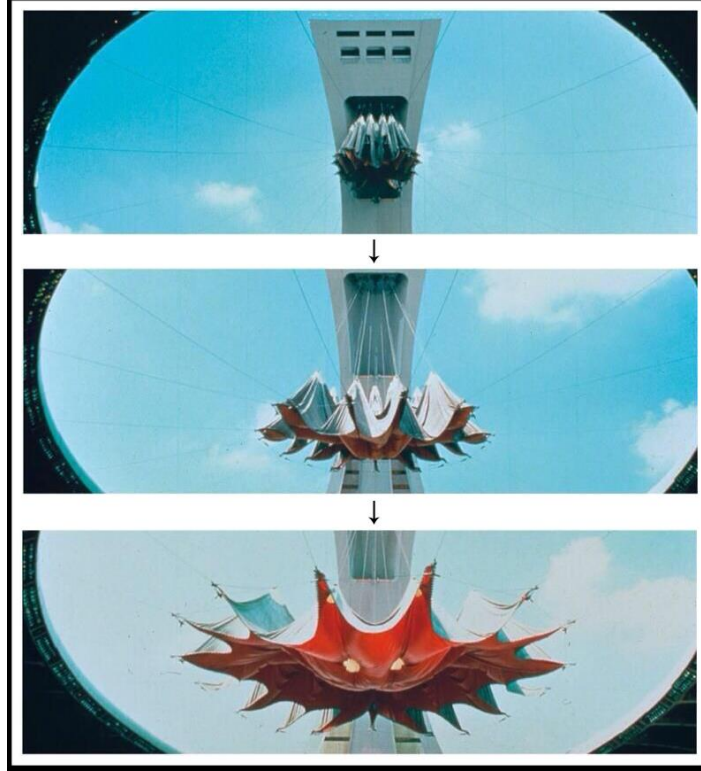
Şekil 5. 44 Stadyum temel taşıyıcı sistemi (Url-76)

Stadyumun yanında duran Montreal kule gözlemevi olarak tasarlanmıştır. Çok katlı olan gözlemevi, 45 derecelik bir eğim ile en yüksek eğimli kulelerden biridir. Kule yüksekliği 175 metredir. Kulenin ilk 92 metresinin malzemesi beton iken, üst kısmı çelik konstrüksiyondur ve ağırlığı 66 tondur. Eğimli bir asansörle erişilebilen kulenin en üst noktası manzara sunmaktadır.



Şekil 5. 45 Montreal kulesi (Url-82)

Hareketli çatının boyutları 120x180 metredir ve 18.500 m²'lik bir alanı örtmektedir. Stadyum çatısı, kuleden asılan 26 çelik kablo ile katlanarak açılıp kapanabilen bir sisteme sahiptir. Olumsuz hava şartlarından korunmak için tasarlanan çatının tamamen açılma ve kapanma süresi yaklaşık 30 dakika sürmektedir.



Şekil 5. 46 Çatının kapalı, yarı açık ve tam açık hali (Url-76)

Montreal Olimpiyat Stadyumunun açılır kapanır çatısı 1988 yılında tamamlanmıştır. Katlanır geri çekme yöntemi ile tasarlanan çatının malzemesi PVC malzemedir (Madani, 2015, s. 85). Kış aylarında membran altına ek bir PVC malzeme yerleştirilmektedir. Bu sayede stadyumun ısı kayıplarını azaltan ve yağışmayı önleyen çift katmanlı bir çatısı olmaktadır (Url-84).

Fakat bütün bunlara rağmen stadyumun çatısı görsel bir çatı olmaktan ileri gidememiştir. 175 metre yüksekliğindeki eğimli kule tarafından açılıp kapatılacak olan katlanır membran çatı, defalarca hasar görmüştür. Yağmur ve kar yüzünden yırtılmalar ve delinmeler olmuştur. Çatı toplamda sadece 88 defa açılıp kapanmıştır.

Bunların sonucunda 1991 yılında stadyum tadilata girmiştir. 73.000 kapasiteye sahip olan yapıdan 12.000 koltuk kaldırılarak 61.000 kişilik kapasiteye düşürülmüştür. Beyzbol maçları için sahaya daha yakın olmak amacıyla genişletilebilen geçici koltuklarla tasarlanmıştır.



Şekil 5. 47 Stadyum genel görünüş (Url-77)

Çatı arızası sonucunda, 1992 yılında çatının katlanır kısmının her zaman kapalı olarak tasarlanmasına karar verilmiştir. Bunu takiben çatı 1998’de tekrar değiştirilmiştir. Bu çatının da arızalanması sonucunda kaldırılmış ve başka bir çatı uygulanmıştır. Bugün Montreal Olimpiyat Stadyumu 61.000 kişilik kapasiteye sahiptir ve çatısı sebebiyle Aralık ayından Mart ayına kadar kapalıdır. Stadyumun mevsimsel kullanımı, yapılacak gösteri ve etkinliklerin sayısını azaltmaktadır (Madani, 2015, s. 85).

Montreal Olimpik Stadyumu katlanır hareket eden çatı sistemini doğru bir şekilde tamamlayamamış sistemlere örnek bir stadyumdur. Bu örnekten hareketle plastik malzemeli hareketli çatıların tasarımında bazı noktalar dikkate alınmaya başlanmıştır. Bunlar;

Böyle bir çatının geometrisi daha fazla derinliğe, daha dik eğime ve daha küçük eğriliğe sahip olmalıdır.

Asma strüktürlerde asma kablolar çatının merkezine oldukça yakın yerlerden sabitlenmelidir.

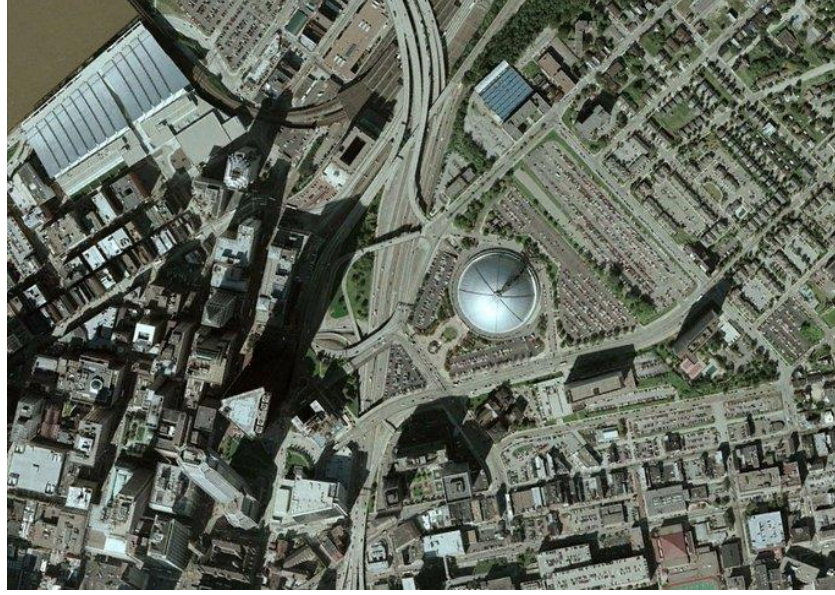
Tasarım yük değerleri dikkatli bir şekilde belirlenmelidir. Kısmi ve asimetrik rüzgar ve kar yükleri dikkate alınmalıdır çünkü bu değerler düzgün yüklere göre daha kritik hale gelebilirler. Dinamik rüzgar yükü de ayrıca belirlenmelidir.

Çarpışmayı ve gerilim yoğunluğunu önlemek için daha az elastik bir malzeme kullanılmalıdır.

Bu tip büyük hareketli çatılarda, bölgesel güçlendirmeler yapılmalıdır (Özge, 2004, s. 42)

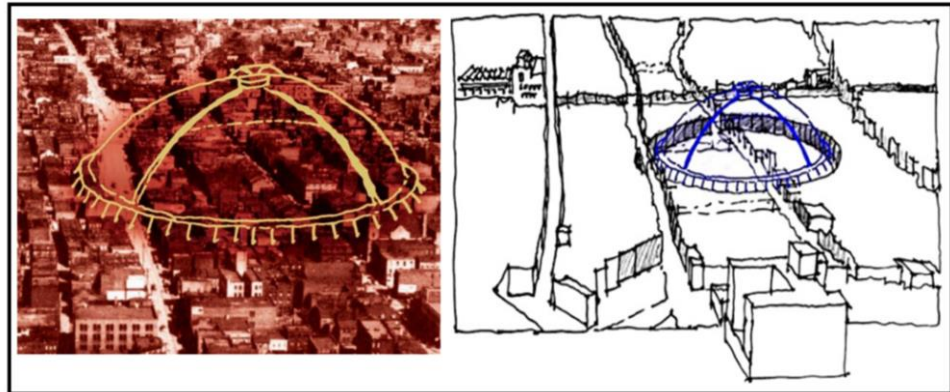
5.6. CIVIC ARENA, ABD-PENSİLVANYA

Eskiden Civic Oditoryum ve Mellon Arena diye bilinen Civic Arena, Mitchell & Ritchet tarafından tasarlanan bir arenadır. Pittsburgh- Pensilvanya Highland Park'ta bulunan arenanın inşasına 1958 yılında başlanmış ve 1961 yılında tamamlanmıştır. Arena, farklı spor dallarının yanı sıra birçok konser, sergi ve yarışmalara da ev sahipliği yapmıştır.



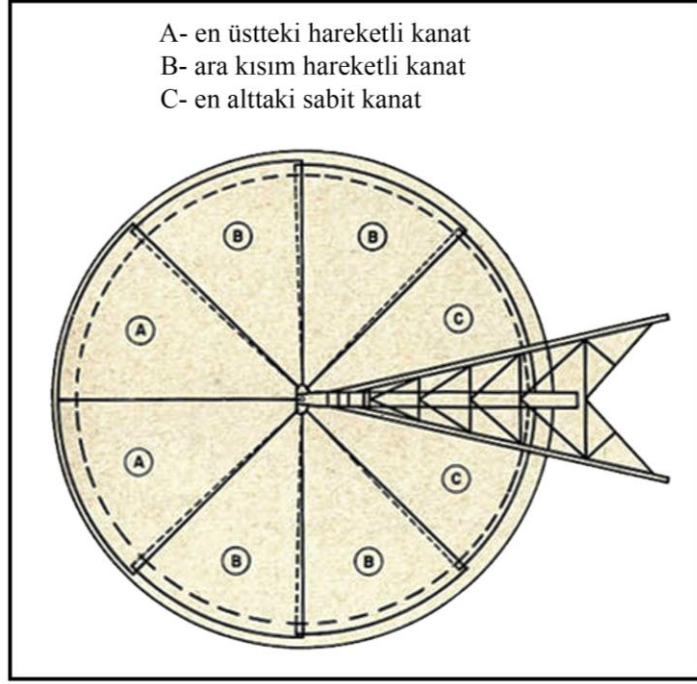
Şekil 5. 48 Şehir ve arena konumu (Url-87)

Civic Arena, kentsel yenileme çalışmalarının bir parçası olarak tasarlanmıştır. 950.000 m²'lik yenileme projesi konut, ticari alanlar ve kültür merkezi içermektedir fakat çoğu tamamlanmamıştır. Yapılan arena bölgenin merkezi ve kültürel aktivitelerin gerçekleştiği bir odak noktası olmuştur.170.000 m²'lik bir alanı kaplayan arena, dünyadaki ilk açılır- kapanır çatıya sahip stadyumdur. Ayrıca arena çatı- cephe- cam malzeme yenilikleri ile o zamanki mimar ve tasarımcılara örnek olmuştur.



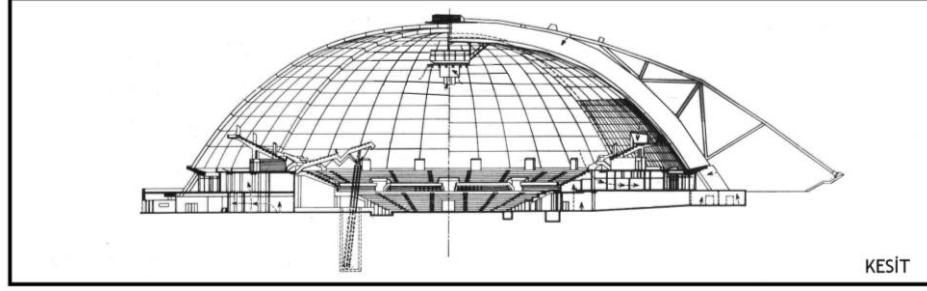
Şekil 5. 49 Arenanın nereye konumlanacağını gösteren diyagramlar (Pfaffmann, 2010)

Civic Arena, 125 metre çapında ve 45 metre yüksekliği ile en uzun açıklığa sahip çatı kubbesine sahip olan bir yapı olmuştur. Malzemesi paslanmaz çelik olan çatı sekiz adet 300 tonluk radyal kanattan oluşmaktadır. Ayrıca çatı 260 metrelik bir kemerle desteklenmektedir. Çatı eğimli bir destek olan beton ayaklar üzerine monte edilmiştir.



Şekil 5. 50 Arena çatısı ve diyagramı (Url-86)

Arena, büyüklüğünün üç katı bir yapıdan beklenen esneklik ve rahatlıkla tasarlanmıştır. 10.000'den fazla kişinin oturabileceği yedi katlı kubbeli alan, ticaret gösterileri, konserler, spor etkinlikleri gibi çoğu faaliyeti barındıracak şekilde yapılandırılmıştır. 6.000 kalıcı tribün, 10.000 geçici tribün tasarlanmıştır. 24.000 m² sergi alanına sahiptir. Arenadan erişilebilen 15 toplantı odası vardır. Taşınabilir basketbol ve tenis sahaları mevcuttur. İstenen spor dalı zamanında dönüştürülerek kullanılmaktadır. Arena ilk tasarlandığında sadece alt çanaktaki oturma alanları mevcuttu fakat ilerleyen yıllarda arenanın bitiş bölgelerine doğru da oturma alanları eklenmiştir (Url-91).



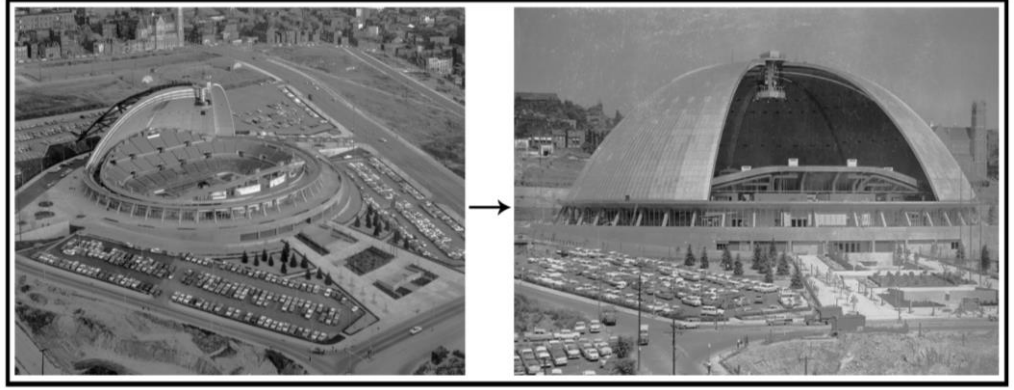
Şekil 5. 51 Arena kesiti (Url-88)

Civic Arena, dairesel raylar üzerinde çalışan geri çekilebilir kavisli duvarlara sahiptir. Bu geri çekilebilir yapı, radyal olarak yerleştirilmiş ve binanın dışında konsol kemeri tarafından desteklenen sekiz kavisli çelik panelden oluşmaktadır. Paneller 78 tekerlek üzerine monte edilmiştir. Kanatlarını bu tekerlekler sayesinde hareket ettiren çatı, uygun çevre koşullarına bağlı olarak 3 dakikadan daha kısa sürede geri çekilmektedir. Çatı, 1961'de inşa edildiği için otuz yıldan fazla bir süredir faaliyettedir (Asefi, 2016, s. 145).



Şekil 5. 52 Arena genel görünüş (Url-85)

Hareket edebilir çatı, yapının cephe görevini de üstlenmektedir ve böylece çatı ve cephe aynı işlevi görmektedir. Arenanın hareket edebilir kanatlarından bir veya birkaçı açıldığında yapı açık mekan haline gelmektedir. Olumsuz hava şartlarında ise kanatlar kapatılarak tamamen kapalı bir mekan haline almaktadır. Bu sayede yapı, cephesinde hareket edebilir yapılara da örnek olmaktadır. Arena açık hava deneyimleri de sunduğu için şehir silüetleri ortaya çıkmaktadır.



Şekil 5. 53 Stadyum çatısının cephe işlevi görmesi (açık ve kapalı mekana dönüşmesi) (Url-89)



Şekil 5. 54 Stadyum iç görseli (Url-90)

Hareketli çatı ve cephe sistemlerinin dinamik yükleri hassas bir şekilde hesaplanmalıdır. Rüzgar ve kar yükleri dikkate alınmalıdır. Bu hesaplamaların günümüzde bilgisayar ve teknoloji sayesinde gerçekleştiği düşünüldüğünde, yapının mimari ve mühendislik alanında başarı elde etmiş olduğunu söyleyebiliriz. 2010 yılında kapanan arena, 2012 yılında yıkılmıştır.

5.7. AVIVA STADYUMU-İRLANDA-DUBLİN

Aviva Stadyumu, İrlanda'nın başkenti Dublin'de bulunmaktadır. Çok amaçlı bir yapı olarak 2010 yılında inşa edilen stadyum, Populous ekibi tarafından tasarlanmıştır. 1878'den beri Lansdowne Road olarak bilinen mevcut spor tesisi, ihtiyaçları karşılayamadığı için 2007 yılında yıkılmış ve yerine Aviva Stadyumu tasarlanmıştır. Stadyum, rugby, futbol ve çeşitli konser, sergi ve kongrelere ev sahipliği yapmaktadır.



Şekil 5. 55 Stadyumun şehirdeki konumu (Url-103)

Toplam 66.500 metrekare alana sahip olan stadyum, tarihi bir alanda yer almaktadır. Stadyumdan geçen demir yolu hattı, yerleşim bölgesi ve Dodder nehri tasarım kriterlerini zorlayan faktörlerden olmuştur. Tasarım formu ve malzemeleri stadyum konumuna ve çevresine göre değerlendirilmiştir.

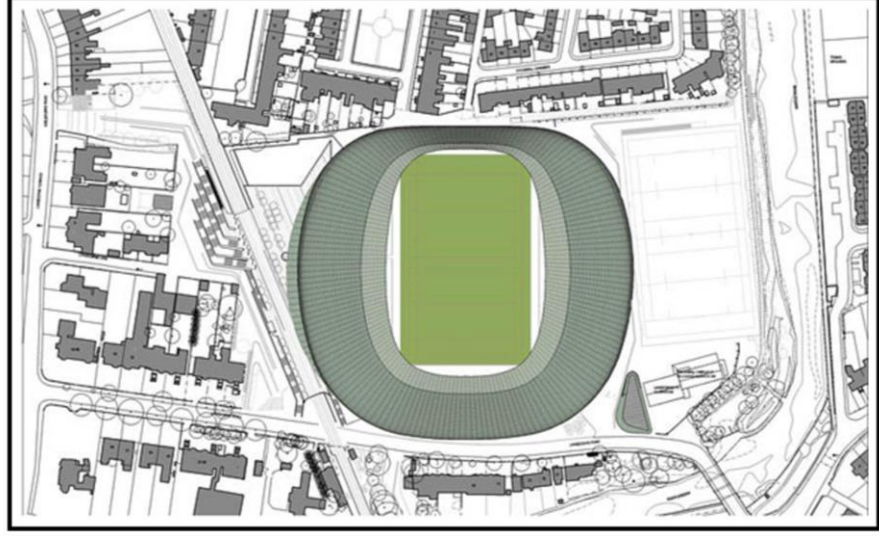
Biçim ve form oluşumunda çevresel faktörler etkili olmuştur. Stadyum kuzey ucunun, gölgelenmesini önlemek için güney ucundan daha alçak olması gerekmektedir. Bunun yanında ihtiyaç olan 50.000 koltuk kapasitesi, oturma alanlarının yüksekliklerini doğu ve batı tarafına itmiştir. Bunun sonucunda Aviva Stadyumu eğrisel ve dalgalı formuna sahip olmuştur.



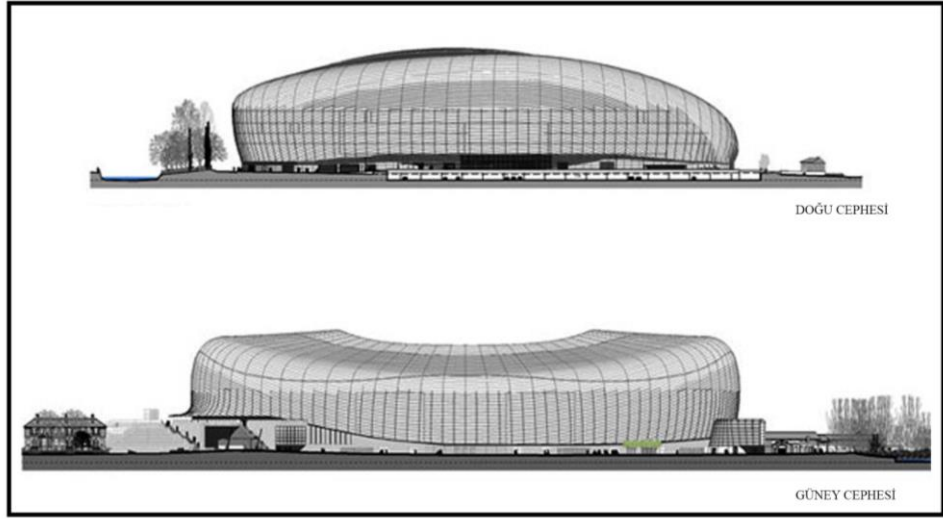
Şekil 5. 56 Aviva Stadyumu genel görünümü (Url-104)

Stadyum 50.000 kişi kapasitesinde tasarlanmıştır. Formu eğrisel, serbest akışlı ve kase biçimindedir. Kuzey, güney, doğu ve batı taraflarında farklı yüksekliklerde olmak üzere dört kata kadar büyümektedir. Stadyum doğudan batıya 203 metre yükselmekte ve kuzeyden güneye 190 metre alçalmaktadır. Yüksekliği en düşük olan cephesi, çevredeki iki katlı yapılar ile uyum içerisindedir (Url-106).

Stadyum 3 katlı tribüne sahiptir. Toplam 6 kattan oluşmaktadır. Zemin seviyesinde birden fazla girişi bulunan stadyumda 1. ve 5. katlar genelde kabul salonlarıdır ve herkese açık olan mekânlardır. Güney standında 65 kişilik konaklama alanı ve 650 kişilik restoran bulunmaktadır.

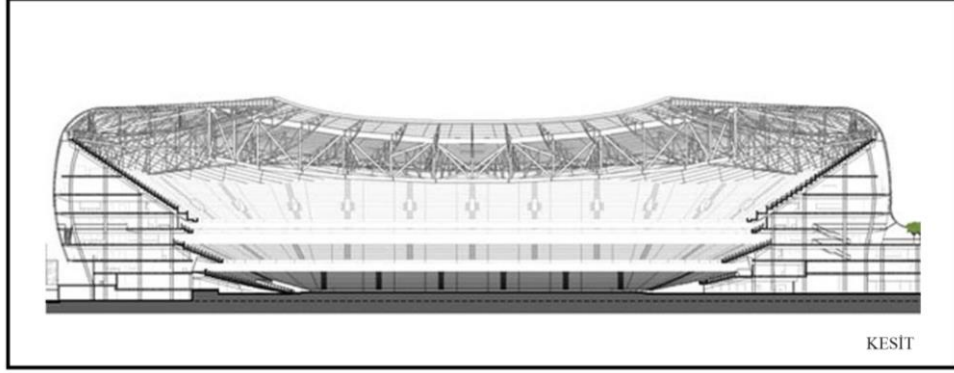


Şekil 5. 57 Stadyum vaziyet planı (Url-101)



Şekil 5. 58 Stadyum görünüşleri (Url-101)

Stadyumun saha boyutları 106×68 metredir. Yarı açık bir çatıya sahip olan stadyumun 19.000 metrekare çatı alanı vardır. Şeffaf panellerden oluşan çatıdaki her bir panel, çatının kıvrımlı hareketine göre ayrı ayrı kesilip yerleştirilmiştir. Çatı kaplama panelleri cephe ve duvarın şekline uyacak şekilde tasarlanmıştır.



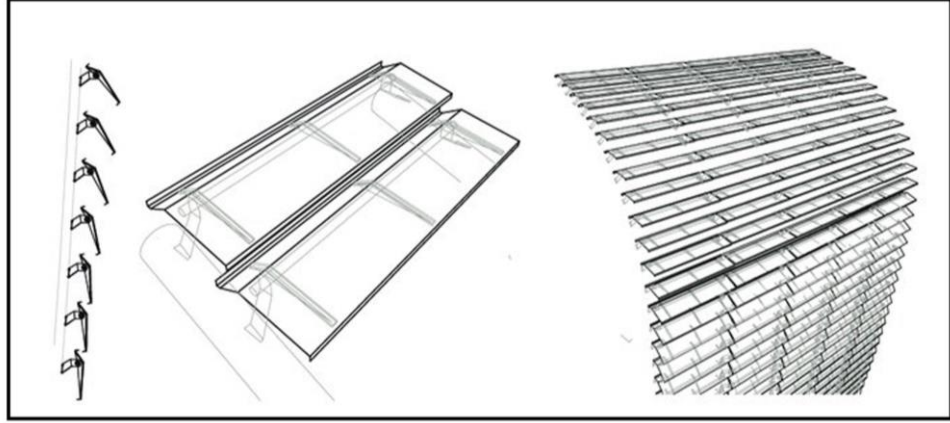
Şekil 5. 59 Stadyum kesiti (Url-101)

Kar ve rüzgar yüklerine dayanması için çatı yapımında çelik kafes kirişler kullanılmıştır. Çelik kirişlerin kendi ağırlığı da olduğu için ikinci bir çelik çerçeve ile kuvvetlendirilmiştir. Bu kirişler hem iç mekandan hem de dış mekandan oldukça görünmektedir (Shepherd, 2015).



Şekil 5. 60 Aviva Stadyum cephesinde kullanılan şeffaf panjurlar (Url-105)

Aviva Stadyumun cephesi, polikarbonat şeffaf hareketli panjur ve camla kaplanmıştır. Çatısındaki oluk hattından giriş seviyesine kadar dikey şeritler halinde uzanan hareketli yatay panjurlardan oluşmaktadır. Cephenin amacı, yağmur perdesi görevi görerek iç mekanda kullanıcılara ulaşmasını önlerken, aynı zamanda iç mekan havalandırmasını sağlamaktır. Her bir panjur ve dikme profilinin uzunlukları ve hareket açıları farklıdır. Farklı olmasının sebebi cephenin eğimli ve kıvrımlı bir formda olmasıdır (Shepherd, 2015).



Şekil 5. 61 Stadyum cephesinde kullanılan panjur detayı (Hudson vd., 2011)

Dış kaplamanın formu, hem cepheyi hem de çatıyı sararak her iki yapı elemanını da tek bir kontrol formunda birleştirmektedir. Çatıdaki şeffaf paneller cephede ve duvarlarda da devam edecek şekilde tasarlanmıştır. Böylece bir bütün olarak algılanan stadyum, şeffaf cephesi ve çatısı ile uyumlu bir görünüm sağlamaktadır.



Şekil 5. 62 Çatı ve cephe birleşimi (Url-105)

Stadyum aynı zamanda çeşitli çevre dostu girişimleri bünyesinde barındırmaktadır. Yağmur suyu 250.000 litrelik tanklarda depolanmakta ve çim sulaması için kullanılmaktadır. Düşük enerjili aydınlatma armatürleri önemli miktarda enerji tasarrufu sağlamaktadır.



Şekil 5. 63 Stadyum saha görünümü (Url-102)

5.8. BÖLÜM DEĞERLENDİRMESİ

Konu olarak stadyum yapılarını ve hareketli cephe ve örtü sistemlerini ele alan bu tezde, konunun daha iyi anlaşılabilmesi için dünyada karşılaşılan örneklerin değerlendirilmesi uygun görülmüştür. Örneklerin belirlenmesinde çeşitli faktörler etkili olmuştur. Stadyum yapılarının başarılı bir şekilde işlevlerinin sürdürülebilmesi için önemli bir kriter olan hareket kavramı, örneklerin seçilmesindeki ilk kriterlendendir. Hareketin nerede kullanıldığı, hareket sistemleri, hareketi sağlayan malzemenin yapısı gibi faktörler diğer kriterleri oluşturmaktadır.

Dünyanın çeşitli yerlerinde yer alan ve incelenen stadyum yapıları şu şekilde sıralanmaktadır. Sapporo Dome Stadyumu, Mercedes Benz Stadyumu, Australia Stadyumu, Montreal Stadyumu, Civic Arena ve Aviva Stadyumudur.

Sapporo Dome stadyumu, oyun sahasında hareketli sistemlere örnek oluşturmaktadır. Hareketli ve dönüşebilen spor mekanları alanında başarılı bir örnek olan Sapporo Dome stadyumunun önemli özelliklerinden biri iki farklı spor dalı arasında dönüşebilme kabiliyetidir. Beyzbol ve futbol olmak üzere iki spor dalı arasında mekânsal geçişler olmaktadır. Sahaların kayarak hareket ettiği ve dönüştüğü bu stadyum, kayar sistemlere örnek oluşturmaktadır. Hareket ve mimari biçim ilişkisinde işlevsel esneklik, dönüştürülebilirlik ve uyarlanabilirlik uygulamalarına örnektir. Cephe malzemesi olarak çelik tercih edilmiştir.

Mercedes- Benz Stadyumu çatı hareketi sayesinde hareketli ve esnek bir stadyum örneğidir. Genişler- daralır hareketli örtü sistemi sayesinde güneş ışığı ve havalandırma sağlarken kötü hava koşullarından korunma sağlamaktadır. Çatı malzemesi olarak plastik ve hafif bir malzeme olan ETFE (Etilen Tetra Floro Etilen) tercih edilmiştir. Çatısındaki benzer paneller birleşerek modüller halinde genişleyip daralan örtü sistemini oluşturmaktadır. Bu yüzden Mercedes- Benz stadyumu hareket ve mimari biçim ilişkisinde dönüştürülebilirlik ve modülerlik uygulamalarına örnektir.

Phoneix Stadyumu, hem çatısında hem de oyun sahasında hareketli sistemlere örnek oluşturmaktadır. Açılır- kapanır sistemlere örnek olan çatısı, olumsuz hava, güneş ve havalandırma şartlarına göre hareket etmektedir. Çatı malzemesi plastik ve hafif bir malzeme olan PTFE (Poli Tetra Floro Etilen) seçilmiştir. Hareketli saha ise, kullanılmadığında stadyum dışına çıkabilen ve mekan esnekliğini sağlayan kayar sistemlere örnektir. Phoneix Stadyumu hareket ve mimari biçim ilişkisinde işlevsel esneklik, dönüştürülebilirlik ve uyarlanabilirlik/ adapte edilebilirlik uygulamalarını oluşturmaktadır.

Australia Stadyumu, hareketli tribün sistemlerine örnek bir stadyumdur. Olimpiyatlar için geçici olarak tasarlanan tribünler sonradan kaldırılarak stadyum kapasitesi düşürülmüştür. Çatısı malzemesi olarak PC (Polikarbonat) tercih edilmiştir. Yarı açık olan çatı, tribünler kaldırılınca izleyiciler için büyütülmüştür. Stadyumun oyun alanına yakın olan tribünler hareketli, geri çekilebilir ve katlanabilir şekilde tasarlanmıştır. Tribünlerin geri çekilmesi saha kullanımını artırdığı için farklı spor dalları arasında saha dönüşümleri gerçekleşmektedir. Australia Stadyumu, hareket ve mimari biçim ilişkisinde dönüştürülebilirlik ve büyüyebilirlik/ küçülebilirlik uygulamalarına örnek oluşturmaktadır.

Montreal Stadyumu, ilk tasarlandığında çatısı hareketli stadyum yapılarına örnektir. Açılır- kapanır çatılarda başarısız bir deneyim olan Montreal Stadyumunun çatı malzemesi PVC (Polivinil Klorid) tercih edilmiştir. Tasarım yük değerlerinin ve strüktürünün doğru bir şekilde hesaplanmaması stadyumun yeni bir çatı yapımına sebep olmuştur. Arızalardan sonra çatı tamamen kapalı tasarlanmıştır. Montreal

Stadyumu, hareket ve mimari biçim ilişkisinde dönüştürülebilirlik ve uyarlanabilirlik/ adapte edilebilirlik uygulamalarına örnek oluşturmaktadır.

Civic Arena, dairesel raylar üzerinde hareket eden çatı ve cephe hareketine örnek bir stadyumdur. Stadyum, kavisli bir yapıya sahip olduğu için hareket edebilir çatı, yapının cephe görevini de üstlenmektedir. Döner sistemlere sahip olan yapı, çatı ve cephe hareketi sayesinde hem açık hem kapalı kullanılmaktadır. Civic Arena, hareket ve mimari biçim ilişkisinde işlevsel esneklik ve dönüştürülebilirlik uygulamalarına örnek oluşturmaktadır.








Aviva Stadyumu, çevresel faktörler sebebiyle biçim ve form olarak eğrisel ve dalgalıdır. Cephesinde kullanılan PC (polikarbonat) şeffaf hareketli panjurlar, hem yağmur perdesi hem de havalandırma görevi görmektedir. Yapının formundan dolayı her bir panjurun boyutları birbirinden farklıdır. Çatı kaplama panelleri de cepheye uyacak şekilde tasarlanmıştır. Böylece stadyum bir bütün olarak algılanmakta ve şeffaf cephe ve çatının uyum içinde gözükmektedir. Aviva Stadyumu, hareket ve mimari biçim ilişkisinde modülerlik uygulamalarına örnek oluşturmaktadır.

Değerlendirilen stadyum yapıları hareket sistemlerine, malzeme çeşitliliklerine ve biçimsel farklılıklarına göre bir tablo oluşturulup değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre;

İncelenen örneklerde stadyum yapılarında hangi alanın kapatılacağına, kapatılacak alanın büyüklüğüne, strüktür sistem ve malzemenin özelliklerine göre genelde kullanılan en uyumlu sistem açılır- kapanır hareket türüdür.

Cephe ve örtü sistemlerde genel olarak tercih edilen malzemeler plastik malzemelerdir. Fiziksel özelliklerinden dolayı daha uygun olmaktadır. Ağır malzemelerin aksine plastik gibi hafif malzemeler, stadyum yapılarının şekil ve formunu zorlamamaktadır ve hareketini daha kolaylaştırmaktadır.

Hareket ve malzeme seçiminin mimari biçime etkisi incelendiğinde ise, yapıda en çok dönüştürülebilirlik uygulamalarının kullanıldığı görülmüştür. Mekanın tamamının veya bir kısmının hareket sistemleri sayesinde dönüşebilmesi, kullanıcının ve mekanın isteklerine rahat ve hızlı bir şekilde cevap verebildiği anlamına gelmektedir.

PROJE ADI	HAREKETTÜRÜ				MALZEME				MİMARİ BİÇİM				
	Açılır/kapanır	Kıyar	Döner	Genişler/daralır	Metal	Plastik	Karbon fiber	Doğal malzeme	İşlevsel esneklik	Dönüştürülebilirlik	Biyoyeşililik	Uyarlanabilirlik	Modülerlik
 Mercedes-Benz Stadiumu			●	●		●				●			●
 Australia Stadiumu	●					●				●			
 Montreal Stadiumu	●					●				●			
 Sapporo Dome Stadiumu		●			●				●	●		●	
 Phoenix Stadiumu	●	●				●			●	●		●	
 Civic Arena			●		●				●	●			
 Aviva Stadiumu			●			●							●
ÖRTÜ SİSTEMDE HAREKET													
SAHADA HAREKET													
ÖRTÜ SİSTEM VE SAHADA HAREKET													
CEPHEDE HAREKET													

Tablo 6.1 Stadyum analiz tablosu

SONUÇ

Tez kapsamında yapılan araştırmada stadyum yapıları ve özellikleri kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. Stadyum yapılarının gelişimi ve değişimi, stadyum yapılarına uygulanan hareketli sistemler, hareketli sistemlerde kullanılan malzemeler ve bu sistemlerin yapıdaki biçimsel değişimleri hakkında araştırmalar yapılmıştır. İncelenen bu başlıklar uygun görsellerle desteklenmiş ve yedi örnek yapı seçilerek incelemeleri yapılmıştır. Son olarak incelenen örnekler özetlenerek tablo üzerinden genel olarak değerlendirilmiştir.

Yapılan araştırmalarda spor ve stadyum yapıları kökenlerinin Antik çağlara kadar dayandığı görülmüştür. Antik dönemlerde de toplumların ortak kullanım alanlarının olması, kent meydanları ve agoralar bunun bir göstergesidir. Toplumların sürekli bir değişim ve gelişim içerisinde bulunduğu göz önünde tutulduğunda spor ve stadyum yapılarının da değiştiği ve geliştiği gözlemlenmiştir. Spor yapıları farklı biçimlerde de olsa her toplumda odak noktası haline gelmiştir. Çeşitli aktivitelerle insanları birleştiren, sosyal yaşam ve kent dokusunun büyük bir parçasını oluşturan mekanlardır.

Spor ve stadyum yapıları, futbol, basketbol, atletizm, jimnastik, tenis, buz sporları, yüzme gibi spor dallarının yapılabilmesine olanak sağlayan, spor dışında konser, sergi ve çeşitli etkinliklere de izin verebilen açık, yarı açık veya kapalı mekanlardır. Aynı zamanda izleyici alanları (tribünler), giyinme soyunma alanları, restoran, toplantı ve müze alanları ve bu birimlere hizmet eden alt birimlerden oluşmaktadır.

Günümüzdeki stadyum temelleri 19. Yüzyılda atılmıştır. Teknoloji ve bilimin daha da ilerlemesi, spor dallarına olan ilginin artması, stadyum yapılarının kentlerin ekonomik seviyesini göstermesi ve tüketim toplumunun oluşması ile birlikte bu yapılar daha fazla inşa edilmeye başlamıştır. Birden fazla spor dalının oynanmasına izin verecek şekilde tasarlanan yapılar, sosyal mekanlar haline gelmiştir. Aynı zamanda sadece spor dalı değil karma işlevli yapılara dönüştükleri gözlemlenmiştir. Stadyum yapıları, mekânsal düzenlerine ve geometrik yapılarına göre sınıflandırılmıştır.

Yapılan araştırmada, hareket kavramının eski çağlardan beri hayatımızda olduğu ve basit, küçük nesnelere bile uygulanan bir kavram olduğu görülmüştür. Mimarlık tarihinde, ilk çağlardaki barınak yapılarından başlayıp günümüze kadar korunma, savunma gibi çeşitli kullanım amaçlarının olduğu görülmüştür. Günümüzde teknoloji ve bilimin ilerlemesi ile hareketin mimarlıktaki kullanımının çok geniş bir çerçevede yer bulduğu gözlemlenmiştir. Çeşitli mekanlarda, çatı, cephe, kapı, pencere gibi farklı yapı elemanlarında sıklıkla kullanıldığı görülmüştür. Günümüzde kullanıcı ve mekânsal isteklerin değiştiği, çevreye ve kente uyum giderek önem kazanmaya başladığı için hareket kavramı hayatımızda etkili bir yere sahiptir.

Hareket kavramının aynı zamanda estetik, konfor, görünüm, güvenlik ve mekânsal değişimler gibi istekleri karşıladığı görülmüştür. Bu sebepten dolayı hareket kavramının, kentlerdeki büyük ölçekli yapılardan biri olan stadyumlarda kullanılması, kentler için büyük bir fayda sağlamıştır.

Stadyum mimarisi incelendiğinde ilk örneklerin teknolojik imkansızlıktan dolayı genelde benzer formlara sahip olduğu görülmüştür. Günümüzde ise, malzeme, st örtü, cephe kaplamaları ve hareket ile birbirinden farklılaşmaktadır. Stadyum yapılarının tribün alanları, yer seçimi, çok işlevli olması veya olmaması gibi özelliklerden dolayı plan şemaları değişiklik göstermiştir.

Hareket kavramı ile birleştirilen stadyum yapıları, esnek, kullanıcı ihtiyaçlarına ve farklı mekan isteklerine cevap verebilen, günümüz koşullarına uyum sağlayan yapılar olarak tasarlanmaktadır. Hareketli sistemlerin oyun alanlarında, cephelerde, st rtlerde ve tribünlerde kullanıldığı görülmüştür. Hareketin bu mekanlarda kullanımının sebebi, oyun alanlarını dönüştürmek, farklı etkinlikler sunabilmek, tribün kapasitesini artırmak veya azaltmak, doğal aydınlatma ve havalandırma sağlamak gibi amaçları olduğu incelenmiştir.

Stadyumlarda hareket türleri, açılır- katlanır sistemler, kayar sistemler, genişler-daralır sistemler ve döner sistemler olarak dörde ayrıldığı görülmüştür. Bu dört farklı sistem sayesinde yapıda kısmen veya tamamen değişikliğin meydana

geldiği incelenmiştir. Stadyumun formunda, çatıda, tribünde, oyun alanında veya cephede meydana gelen değişimlerin biçimsel farklılıklar oluşturduğu anlaşılmıştır.

Hareketli sistemlerin cephede ve çatıda kullanımının sebepleri özetlenecek olursa, ısı, ışık, rüzgar, ses gibi faktörlere karşı performans göstermek, estetik ve görsel bir görünüm, çevre ile iç içe olmak ve hava şartlarından korunmak diyebiliriz. Stadyumlarda kullanılan hareket türünün, taşıyıcı sistem özelliklerinin ve malzeme özelliklerinin birbirini doğrudan etkileyen faktörler olduğu görülmüştür.

İnsanlığın varoluşundan beri yaşamlarımızda aktif bir rol oynayan malzeme kavramının tarihsel dönemlerden günümüze kadar üç farklı süreçten geçtiği görülmüştür. Taş devri, Maden devri diye adlandırılan ilk süreçte insanlar, genelde doğada buldukları malzemelerle kendilerine barınak ve el aletleri yapmıştır. İkinci süreç, 19. Yüzyıla kadar olan dönemdir. Malzeme sayısı ve malzeme çeşitliliği artmıştır. Üçüncü süreç ise 19. Yüzyıldan günümüze kadar olan dönemdir ve etkileri halen devam etmektedir. Mekanların kimliğini, kullanımlarını, renk ve dokusunu oluşturarak dil birliği sağlayan malzemelerin, tasarımdaki rolü çok büyük olduğu için insanların malzemeye olan ilgisi arttıkça daha sağlıklı mekanlar inşa edilebileceği görülmüştür.

Metal, plastik, doğal malzeme ve karbon fiber malzemeleri mimaride ve yapılarda sıklıkla kullanıldıkları için araştırılmıştır. Ağır malzeme olan metal malzeme dış cephelerde, çatı kaplamalarında ve strüktürel sistemlerde kullanıldığı görülmüştür. Hafif ve esnek olan plastik malzemeler, yapının her yerinde kullanılabilen ama hafif olduğu için üst örtü ve kabuk sistemlerde daha çok tercih edildiği görülmüştür. Yine hafif ve esnek olan karbon fiber malzeme yapıyı güçlendirmek için kullanılmaktadır. Doğal malzemeler ise, yapının iç ve dış bütün mekanlarında isteğe bağlı olarak kullanılan malzemelerdir.

Hareketli stadyum yapılarında cephe ve üst örtüde daha çok hafif malzeme olan plastik malzemeler tercih edilmiştir. Plastikler içerisinde en çok kullanılan ise ETFE, PTFE ve PVC malzemelerin olduğu gözlemlenmiştir.

Hareket, malzeme ve biçim kavramlarının, stadyum yapılarını farklılığa götüren üç kavram olduğu görülmüştür. Cephe ve örtü sistemlerinde hareket, malzemenin elverdiği olanaklar doğrultusunda gelişmektedir. Biçim ise yapının fiziksel özellikleri ile ön planda olma ve görünme durumudur. Yapılar hareket sistemleri sayesinde biçimsel olarak daha çekici ve modern tasarımlara dönüşmektedir.

Biçimsel değişimlerin beraberinde işlevsel esneklik, dönüştürülebilirlik, büyüyebilirlik/ küçülebilirlik, uyarlanabilirlik ve modülerlik gibi kavramları beraberinde getirdiği görülmüştür. Bu değişimler stadyumun iç ve dış mekanlarında meydana gelen, çeşitli kullanım alternatifleri ve mekan değişiklikleri sunmak için uygulanan sistemlerdir.

İşlevsel esneklik, spor alanının başka mekanlar için kullanılmasıdır. Sahaların gerektiği zaman güreş alanına, konser, sergi ve alanlarına dönüşmesi işlevsel esnekliği oluşturduğu görülmüştür. Dönüştürülebilirlik, yapının tamamının veya bir kısmının sonradan eski haline dönecek şekilde, belli amaçlar doğrultusunda farklı işlevlere dönüştürülmesidir. Büyüyebilirlik/ küçülebilirlik mekanlara eklenen kalıcı veya geçici değişimi ifade etmektedir. Uyarlanabilirlik/ adapte edilebilirlik minimum müdahaleler ile mekan değişimlerini kapsamaktadır. Modülerlik, birbirine benzeyen modül parçaların bir araya gelerek veya ayrılarak sistem bütünü oluşturmasıdır. Bu kavramların hepsi proje tasarım aşamasındayken planlanması ve uygulanması gereken kavramlardır. Aksi halde yeniden yıkım ve yeniden projelendirme gerekebilmektedir.

Çalışma kapsamında incelenen hareketli stadyum yapılarının kullanım durumları ilgili yapılan değerlendirmede, halen kullanılmaya devam eden ve farklı nedenlerden dolayı kullanılmayan veya tekrardan inşa edilen yapılar olduğu gözlemlenmiştir.

Hareketli sistemleri olumsuz etkileyen faktörlerin, tasarımın en başında iken planlanması ve engellenmesi gerektiği görülmüştür. İklim koşullarının elverdiği koşullarda yapı tasarlanmalı, rüzgar ve kar yükleri dikkate alınmalıdır. Hareketli sistemlerin büyüklüğünü, derinliğini ve varsa eğimini dikkate alarak tasarım

yapılmalıdır. Ölçeği büyük hareketli sistemlerde ağırlığı ve çarpışmayı önlemek için elastik malzemeler tercih edilmektedir. Bu kriterlerin dikkate alınmadığı tasarımlarda hareket sistemleri eksik çalışmıştır. Böyle yapıların örtü sistemleri, bölgesel güçlendirilebilir, yeniden inşa edilebilir veya açılır-kapanır örtü sistemi tamamen kapalı yani hareketsiz örtü sistemine çevrilebilmektedir.

Hazırlanan tez çalışmasında, stadyum yapılarının kent ve toplumlar için önemli bir prestij yapısı olduğu aynı zamanda toplumların gelişmişlik seviyelerini gösteren bir araç olduğu görülmüştür. Bu sebepten stadyum tasarımlarına, estetik ve modern görünümlerine, teknoloji ile birleşimine önem verilmektedir. Tez kapsamında yapılan araştırmalar ve incelenen örnekler sonucunda cephe ve örtü sistemlerdeki hareket ve malzeme seçiminin tasarım için önemli bir kriter oluşturduğu görülmüştür. En çok tercih edilen hareket türünün açılır- kapanır sistemler, en çok tercih edilen malzemenin plastik malzeme olduğu incelenmiştir. Hareketin mimari biçime etkisi incelendiğinde ise en çok dönüştürülebilirlik kavramı uygulamalarının kullanıldığı görülmüştür.

KAYNAKÇA

Aksu, A. (2012). STADYUMLAR: Kentsel Bağlamda Spor Eksenli Dönüşüm Ögeleri. Mimarlık Dergisi, 364, s. 65-70

Alioğlu, T. (2018). Tekstil Esaslı Malzemelerin Mimaride Kabuk Tasarımında Kullanımı ve Sürdürülebilirlik Açısından Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Aydın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Asefi, M. (2016). An Evaluation of Transformable Spatial Frame(Plate) Architectural Structure. Proceedings of 2nd International Conference on Structural Civil and Architectural Engineering, s. 142-150, 27-28 Ağustos, Montreal, Kanada,

Bajpai, P. (2013). Update on Carbon Fibre. A Smithers Group Company.

Bakbak, D., Özakça, M., & Göğüş, M. T. (2016). İnşaat Mühendisliğinde Hareketli Membran Yapılar İçin Tasarım Metodolojisinin Geliştirilmesi. Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der., 31(1), s. 73-86.

Başar, C. (2014). Mekan Hareketlerinin Fiziksel, Topolojik ve Deneyimsel Bağlamlar Üzerinden İncelenmesi, Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Bell, V. B., & Rand, P. (2006). Materials For Architecture. Laurence King Publishing.

Bilgiç, S. (2002). Akıllı Cephe Sistemleri. Ege Mimarlık, 44, s. 21-25.

Bulgurcuoğlu, A. N. (2013). Stadyum Pazarlaması ve Stadyumlarda Müşteri Memnuniyeti, Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

Bülbül, E. (2017). Stadyum Yapılarındaki Strüktür Sisteminin Biçim Oluşumuna Etkisi, Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Cesur, F. (2012). Sürdürülebilir Stadyum Binalarının Üretimi Üzerine Bir Araştırma, Yüksek lisans tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Ching, F. D. K. (2015). Architecture Form,Space & Order. Kanada, Fourth Publishing.

Compagno, A., vd. (2004). Translucent Materials. Birkhauser.

Çakmaklı, B., Ateş Can, S., & Muraçal, E. “Deprem ve Mimarlıkta Kullanılan Polimer Malzemeler”. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi. Uluslararası Burdur Deprem ve Çevre Sempozyumu, s. 448- 455, 7-9 Mayıs, Burdur, Türkiye.

Erturan, B., & Eren, Ö. (2011). Akıllı Cepheler. Mimar Sinan Üniversitesi. 6 th International Advanced Technologies Symposium, 16-18 Mayıs, Elazığ, Türkiye

Çalışkan, Ö., Meriç, E., & Yüncüler, M. (2019). Ahşap ve Ahşap Yapıların Dünü, Bugünü ve Yarını. BŞEÜ Fen Bilimleri Dergisi, 6(1), s. 109-118.

Çelik, K. V., & Karaşin, H. (2014). Karbon Elyaf ile Betonun Güçlendirilmesi. Mühendislik Dergisi, 5(1), s. 1-11.

Dansık, F., & Şahin, M. (2015). Germe Sistemlerin Yapısal Tasarım İlkeleri. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, 6. Çelik Yapılar Sempozyumu, s. 217-243, 15-17 Ekim, İstanbul, Türkiye.

Demirarslan, S., (2004). Plastik Malzemenin Özellikleri Ve İnşaat Sektöründeki Kullanım Yerleri . 2. Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi ve Sergisi, s. 173-184, 6-8 Ekim, İstanbul, Turkey

Doralp, B., & Barkul, Ö. (2011). Olimpiyat Yerleşkeleri Tasarımında Bir Girdi Olarak Sürdürülebilirlik. Megaron Journal, 6(2), s. 123-137.

Durgun, D. (2007). Türkiye’de Sporun Gelişimi ve Değişen Kullanıcı Gereksinimlerini Karşılıyıcı Yönde Modern Stadyum Yapılarının Temel Planlama Özellikleri, Yüksek lisans tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Ekmekçi, Ç. (2005). Mimari Yapılarda Hareket Çeşitlerinin İncelenmesi ve Hareketin Mimari Tasarımda Kullanılması, Yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Eriç, M. (2010). “Yapı Fiziği ve Malzemesi” Literatür Yayınları

Eriş, Ö. U., Soyer, A., & Asan, U. (2015). Organizasyonel Modülerlik: Literatür Araştırması. S.Ü. Müh. Bilim ve Tekn. Derg., 3(3), s. 13-24.

Erman, O., & Özinal, D. (2018). Esnek Tasarımda Yeni Bir Yaklaşım Olarak + Mekan. Çukurova Üniversitesi, 3. Uluslararası Akdeniz Bilim ve Mühendislik Kongresi, s. 340-346, 24-26 Ekim, Adana, Türkiye

Fouad, S. (2012). “Design Methodology: Kinetic Architecture”, Yüksek Lisans Tezi, Alexandria University.

Gezer, H. (2012). Malzemenin Gizil Güçlerinin Mimariye Katkısı. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 20, s. 97-118

Gürer, T. K., ve Arslan, N. (2020). “Stadyum Çanağının Yapısı Üzerine Notlar”. ModulAr.Journal, 3(1), s. 76-88.

Gürer, T. K. (2013). “Olimpiyatlar Işığında Stadyumlar: Değişen Kurallar ve Yeni Tasarımlar”. Mimarlık Dergisi (373).

Gürel, E., & Akkoç, U. (2011). “Stadyum: Benzerlikler, Koşutluklar ve İzdüşümler”. Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi, 4(19), s. 346-370.

Halu, Z. (2020). Çağdaş Mimaride Esnek Mekanların İzinde. Yapı Mimarlık Tasarım Kültür Sanat Dergisi, 458, s. 52-61.

Hasol, D. (2016). “Mimarlık Sözlüğü”, Yem Yayınevi, İstanbul

Hudec, M., & Rollova, L. (2016). Adaptability in the Architecture of Sport Facilities. , Slovak University of Technology, World Multidisciplinary Civil Engineering-Architecture-Urban Planning Symposium, s. 1393-1397, 2016, Bratislava, Slovakia

Hudson, R., Shepherd, P., & Hines, D. (2011). Aviva Stadium:A case study in integrated parametric design. International Journal of Architectural Computing, 2(9), s. 187-203.

İnan, N. (2014). Kinetik Yapı Tasarımında İşlevsel Esneklik Ve Entegre Sistemlerinin Kullanım Önerisi, Doktora tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

İlerisoy, Z. Y., & Pekdemir Başeğmez, M. (2018). Conceptual Research of Movement in Kinetic Architecture. Journal of Science, 2(31), s. 342-352.

İslamoğlu, Ö., & Usta, G. (2016). Herman Hertzberger Okullarında Esneklik Anlayışı. Mimarlık Dergisi, 390, s. 64-70.

Jakimovska, G. (2007). Exploring Flexibility in Stadium Design. Yüksek Lisans Tezi, Berlin Teknik Üniversitesi.

Kassabian, P. E., You, Z., & Pellegrino, S. (1999). “Retractable Roof Structures”. Engrs Structs & Bldgs, 134, s. 45-56.

Kızmaz, K. C., & Çimşit Koş, F. (2015). Esneklik Kavramında Kullanıcı Katılımının Önemi ve Güncel Yaklaşımlar. Beykent Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 2(8), s. 111-142.

Korkmaz, K. (2001). “Kinetik Bir Mimarlığa Doğru”. Ege Mimarlık (37), s. 8-11.

Kronenburg, R. (2005). FLEXIBLE ARCHITECTURE: The Cultural Impact of Responsive Building. Open Houses in International, 2(30), s. 59-65.

Kronenburg R. (2007). Flexibility: Architecture that Respond to Change, Laurence King Publishing Ltd, Great Britain.

Krüger, S. (2009). Textile Architecture, Jovis Yayın, Berlin.

Madani, N. (2015). Evolution Assessment of Main Stadium Structures of Summer Olympic Games: From 1896 to 2012, Yüksek lisans tezi , Middle East Technical University.

Maden, F. (2014). Hareketli Strüktürler. Yapı Mimarlık Tasarım Kültür Sanat Dergisi, 386, s. 132-136.

Maden, F. (2019). “The Architecture Of Movement: Transformable Structures And Space”. Karadeniz Teknik Üniversitesi 6. Ulusal LivenArch Kongresi, s. 551- 566, 25-28 Eylül, Trabzon, Türkiye

Mahovic, A. (2015). “Typology Of Retractable Roof Structures In Stadiums and Sports Hall”. Theory and Practice of Spatial Planning, 148, s. 90-99.

Mohammed, A. B. (2019). The Concept Of Dynamism and Movement In Architecture. Journal Of Engineering And Applied Science, 66(1), s. 47-69.

Mohamed, M. A. A., & Abu Elfadle, H. E. (2015). Transformable Architecture, A key to Improve stadiums & sports buildings. Zagazig Üniversitesi, October High Ensttue For Engineering and Technology, 2015

Mozaikci, B.(2010). “Mimarlıkta Forma Dayalı Algı Kavramı, Metal Malzemeler Üzerine Bir İnceleme”. İstanbul Ticaret Üniversitesi Yayınları, s. 45- 53.

Nakib, F. (2010). Toward an Adaptable Architecture Guidelines to Integrate Adaptability in the Building. Politeknik Mimarlık ve Şehircilik Bölümü, CIB 2010 Dünya Kongresi Bildirileri: Daha İyi Bir Dünya İnşa Etmek, s. 276-286.

Okay, O., (2007). Polimerik Malzemelerin Bugünü ve Yarını, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakütesi. s. 1-5

Orhon, A. V., & Altın, M. (2014). “Spor Yapılarında Sürdürülebilir Çatı ve Cepheler”, Yıldız Teknik Üniversitesi 7. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu, 3-4 Nisan, İstanbul, Türkiye

Orhon, A. V. (2013). “Akıllı Yapı Kabukları”, 11. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İzmir, Türkiye, s. 1481-1487.

Özcan, U., Korkmaz,B., (2020)."Geleneksel Yerleşimler Üzerinden Mimaride Doğal Taş Kullanımı", NATURA (ISSN: 308-8319), Sayı:51, s:98

Özcan, U., Aksoy, A., (2020). "Sürdürülebilir Bir Bakış Açısı İle Doğal Taşın Kullanımı", NATURA (ISSN: 308-8319), Sayı:48, s:104.

Özge, Ö. (2004). Hareketli Çatılar, Yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Paech, C. (2016). Structural Membranes Used in Modern Building Facades. Procedia Engineering, 1(155), s. 61-70.

Pfaffmann, R. S. (2010). Memory & Renewal. Western Pennsylvania History, s. 45-48.

Pollock, N. R. (2002). Sapporo Dome (C. 190) [Arcitectoral Record].

Post, N. M. (2017). Diffucult Dynamics. 24(31), s. 29-35.

Ritter, Axel. (2007). "Smart Materials in Architecture, Interior Architecture and Design". Berlin: Birkhauser Publishers

Schumacher, M. (2010). Architecture in Motion- Dynamic Components and Elements. Birkhauser, Berlin

Shepherd, P. (2015). "On the Benefits of a Parametric Approach to Stadium Design. Proceedings of the International Association for Shell and Spatial Structures (IASS) Symposium". University of Bath. 17-20 Ağustos. Amsterdam

Selo, K. (2019). Stadyumlarda Mimari Esneklik, Yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Selo, K., & Erdönmez, M. E. (2018). "Spor Mekanı Olarak Stadyumun Gelişimi". Kent Akademisi, 11(4), s. 559-74.

Şenyiğit, Ö., & Altan, İ. (2011). Anlamsal İfade Aracı Olan Cephelerin Değerlendirilmesine Yönelik Bir Yaklaşım: İstanbul'da Meşrutiyet Caddesi'ndeki Cephelerin İncelenmesi. Megaron Journal, 3(6), s. 139-150.

Sönmez, B., & Çakır Kiasif, G. (2018). Çevresel, Sosyal ve Ekonomik Bağlamda Akıllı Cephe Sistemlerinin Sürdürülebilir Kalkınmaya Etkileri. Haliç Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 1, s. 63-98.

Takai, H., Ichihashi, T., Ohmiya, Y., & Ishio, A. (2004). Planning and Implementation of Environmental System and Air-conditioning in Sapporo Dome. The Society of Heating, Air-conditioning Sanitary Engineers of Japan, s. 683-686.

Tanaçan, L. (2010). 21. Yüzyıldan Geleceğe Malzeme, Teknoloji ve Mimarlık. Mimarlıkta Malzeme, 15.

Tekin, Ç. (2016). "Değişim". Yapı Mimarlık Tasarım Kültür Sanat Dergisi, 414.

Truong, Q. (2020). "Composite Architecture: Building and Design with Carbon Fiber and FRPs " Birkhäuser Publishers.

Yaroni, E. (2011). Evolution of Stadium Design, Yüksek lisans tezi, Stevens Institute of Technology.

Yesügey, S. C., & Çalış, R. (2015). Hareketli Çatı Sistemleri Üzerine Bir Sınıflandırma. Ege Mimarlık, s. 6-11.

Yıldız, B., & Seçkin, N. P. (2019). Mimaride Malzemelerin Algısal Farklılıklarının Değerlendirilmesi. İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 1(1).

Yurttaş, F. (2009). Endüstri Devriminden 20. Yüzyıla Malzeme, Teknoloji ve Mimarlık. Mimarlıkta Malzeme, 13.

Waggoner, M. C. (2018). The Rectractable Roof and Movable Field at University of Phoenix Stadium, Arizona. Structural Engineering International, s. 10-14.

Wimmer, M. (2016). “Stadium Buildings: Construction and Design Manual”. Berlin: DOM Publishers.

Wycherley, R. E. (2011). “ Antik Çağda Kentler Nasıl Kuruldu? ”, Arkeoloji ve Sanat Yayınları

İnternet Kaynakları

Url1:<<http://www.altinsehiradana.com/Makale/kentsel-donusumun-yeni-rant-alani-olarak-antik-yunanlilardan-gunumuze-stadyumlar/845/>>, Erişim Tarihi: (02.11.2020)

Url2:<<https://www.polentaevino.com/englishversion/circus-maximus/>>, Erişim Tarihi: (12.11.2020)

Url3: <https://www.theurbanmelody.com/?attachment_id=890>, Erişim Tarihi: (21.11.2020)

Url4:<REFURBISHMENT WORKS OF REAL MAESTRANZA BULLRING | Estudio Carbajal>, Erişim Tarihi: (21.11.2020)

Url5:<<https://www.makmax.com/zh/applications/sports-zh/hazza-bin-zayed-stadium-zh/>>, Erişim Tarihi: (21.11.2020)

Url6: <Illustration: Calcio Fiorentino Football Match | Health and Fitness History> Erişim Tarihi: (02.12.2020)

Url7: <<https://sozluk.gov.tr/>>, Erişim Tarihi: (12.12.2020)

Url8: <<http://atalarmirasi.org/tr>>, Erişim Tarihi: (21.12.2020)

Url9:<<https://seyahatdergisi.com/kapadokya-yeralti-sehirleri/>>,Erişim Tarihi: (21.12.2021)

Url10:< https://tr.wikipedia.org/wiki/Johan_Cruyff_Arena>Erişim Tarihi: (21.12.2021)

Url11:<<https://twitter.com/areasvellas/status/662585825994121217/photo/1>>, Erişim Tarihi: (27.12.2021)

Url12:<Colonial | Images and Imprints> Erişim Tarihi: (25.12.2020) >, Erişim Tarihi: (27.12.2021)

Url13:<Il Girasole / The Sunflower | The Strength of Architecture | From 1998 (metalocus.es) >, Erişim Tarihi: (27.12.2020)

Url14:<<https://www.mzarchitects.com/projectsdetail.php?prid=113&cat=Sports%20&%20Leisure>>, Erişim Tarihi: (16.01.2021)

Url15:< <https://www.arkitera.com/proje/vodafone-arena/>>Erişim Tarihi: (29.01.2021)

Url16:<<https://materialdistrict.com/article/dynamic-facade-changes-translucency/dynamic-facade-changes-translucency-8/>> Erişim Tarihi: (29.01.2021)

Url17:<https://www.mimarizm.com/makale/almanya-pavyonu-yeni-bir-yapi-muhendisligi_115431?sourceId=115414> Erişim Tarihi: (05.02.2021)

Url18:<<https://www.macotechnology.com/blog/il-progetto-di-coperture-in-etfe/>> Erişim Tarihi: (05.02.2021)

Url19:<What is ETFE and Why Has it Become Architecture's Favorite Polymer? | ArchDaily/> Erişim Tarihi: (13.02.2021)

Url20:<<https://www.mero.de/index.php/en/construction-systems/references-en/36-space-structures/102-eden-project>> Erişim Tarihi: (13.02.2021)

Url21:<<https://www.arkitera.com/haber/gunesin-hareketi-ile-acilip-kapanan-cephe/>>, Erişim Tarihi: (13.02.2021)

Url22: <<https://www.icmimarlikdergisi.com/2016/04/13/9187//>>, Erişim Tarihi: (13.02.2021)

Url23: <Kengo Kuma anchors showroom with carbon-fibre threads (dezeen.com) >, Erişim Tarihi: (13.02.2021)

Url24:<<http://www.polikarbondeposu.com/tr-TR/kullanim- alanlari/4/27/27/29/0>>,ErişimTarihi: (27.02.2021)

Url25:<<https://pagev.org/polietilen-teraftalat>>,ErişimTarihi: (27.02.2021)

Url26:<https://tr.wikipedia.org/wiki/Karbon_fiber>,ErişimTarihi: (28.02.2021)

Url27:<<https://listelist.com/izmir-efes-antik-kenti/>>,ErişimTarihi: (13.03.2021)

Url28:<<http://shenzhentenspressionstructure.blogspot.com/2011/02/shanghai-2010-expo-bamboo-german.html/>>,Erişim Tarihi: (13.03.2021)

Url29:<<https://www.archdaily.com/576598/konya-city-stadium-bahadir-kul-architects/5488df97e58ece851500005d-section-2/>>,Erişim Tarihi: (17.03.2021)

Url30:<<https://gsmuze.com/>>,Erişim Tarihi: (17.03.2021)

Url31:<<https://www.etimolojiturkce.com/kelime/adapte>>,Erişim Tarihi: (31.03.2021)

Url32:<<https://www.aichi-now.jp/en/spots/detail/2466/>>,Erişim Tarihi: (31.03.2021)

Url33:<<http://www.arkiv.com.tr/proje/astana-arena/1594>>,Erişim Tarihi: (31.03.2021)

Url34:< <https://www.orangesmile.com/extreme/tr/spor-stadyumu/wembley-stadyumu.htm#object-gallery>>,Erişim Tarihi: (31.03.2021)

Url35:<<https://www.sanatenstitusu.com/bicimnedir/>>,Erişim Tarihi:(31.03.2021)

Url36:<FC Red Bull Salzburg: Red Bull Arena Salzburg Stadium Guide | Austrian Grounds | Football-Stadiums.co.uk (football-stadiums.co.uk)>,Erişim Tarihi:(4.4.2021)

Url37:<<https://www.througheternity.com/en/blog/history/colosseum-rome-velarium-roof.html#>>,Erişim Tarihi:(7.4.2021)

Url38:<<https://colosseumrometickets.com/colosseumcapacity/>>,Erişim Tarihi: (7.4.2021)

Url39:<<https://www.rossetti.com/arthur-ashstadium>>,Erişim Tarihi:(8.4.2021)

Url40:<<https://inspiration.detail.de/sapporodome103588.html>>,Erişim Tarihi: (13.4.2021)

Url41:<<https://www.fifa.com/mensolympic/destination/stadiums/stadium/5002983/>>,Erişim Tarihi:(13.4.2021)

- Url42:**<<https://www.detail-online.com/magazine/sapporo-dome-15085/>>,ErişimTarihi:(15.4.2021)
- Url43:**<http://stadiumdb.com/tournaments/world_cup/2002/sapporo_dome>,ErişimTarihi:(13.4.2021)
- Url44:**<<http://jsoccer.com/new/stadium/347sapporodome#galleryf1d84de91917/>>,ErişimTarihi:(13.4.2021)
- Url45:**<<https://www.intelligence-airbusds.com/newsroom/news/japanese-stadiums-2019-international-rugby-competitions/>>,ErişimTarihi:(15.4.2021)
- Url46:**<https://en.wikipedia.org/wiki/File:Sapporo_dome_view_from_seats.jpg>,ErişimTarihi:(15.4.2021)
- Url47:**<<https://www.abc.net.au/news/2018-10-22/sapporo-dome-1/10402484?nw=0>>,ErişimTarihi:(15.4.2021)
- Url48:**<<https://en.wikiarquitectura.com/building/domo-sapporo/#23domo>>,ErişimTarihi:(15.4.2021)
- Url49:**<<http://moleskinearquitectonico.blogspot.com/2007/11/sapporo-dome-hiroshi-hara.html>>,ErişimTarihi:(18.4.2021)
- Url50:**<<https://www.persemprecalcio.it/senza-categoria/il-mercedes-benz-stadium-dellatlanta-united/>>,ErişimTarihi:(19.4.2021)
- Url51:**<<https://tr.pinterest.com/pin/546272629806829061/>>,ErişimTarihi:(19.4.2021)
- Url52:**<<https://www.dezeen.com/2018/01/31/mercedes-benz-stadium-atlanta-georgia-hok-american-football-nfl-retractable-roof-super-bowl-liii/>>,ErişimTarihi:(19.4.2021)
- Url53:**<<https://twitter.com/MercedesBenzUSA/status/1239619455929520134/photo/1>>,ErişimTarihi:(19.4.2021)
- Url54:**<<https://parametrichouse.com/mercedesbenzstadium/>>,ErişimTarihi:(19.4.2021)

Url55:<<https://ceelondonblogs.ce.gatech.edu/wpcontent/uploads/2018/05/Screen-Shot-2018-05-20-at-8.45.44-PM.png>>,EriřimTarihi:(19.4.2021)

Url56:<[mercedesbenzstadiumdesignandconstruction.pdf](#)>,ErişimTarihi:(19.4.2021)

Url57:<<https://www.hgor.com/ourwork/mbstadium>>,EriřimTarihi:(19.4.2021)

Url58:<<https://www.hok.com/projects/view/mercedesbenzstadium/>>,EriřimTarihi:(20.4.2021)

Url59:<<https://www.birdair.com/birdair-portfolio/mercedes-benz-stadium/>>,EriřimTarihi:(20.4.2021)

Url60:<<https://www.ekoyapidergisi.org/3992-leed-sertifikali-stadyum-kendiyenilenebilir-enerjisini-uretiyor.html>>,EriřimTarihi:(20.4.2021)

Url61:<<https://www.inc.com/kevin-j-ryan/super-bowl-mercedes-benz-stadium-solar-energy-quest-renewables.html>>,EriřimTarihi:(20.4.2021)

Url62:<<https://en.wikiarquitectura.com/building/phoenix-university-stadium/#university-of-phoenix-stadium-drawing-2>>,EriřimTarihi:(21.4.2021)

Url63:<<https://dvaerialphoto.com/stadium-aerial-super-bowl-xlix/>>,EriřimTarihi:(21.4.2021)

Url64:<<https://www.waterproofmag.com/2009/01/retractable-stadium-roofing-a-waterproofers-perspective/>>,EriřimTarihi:(21.4.2021)

Url65:<<https://eisenmanarchitects.com/State-Farm-Stadium-2006>>,EriřimTarihi:(21.4.2021)

Url66:<http://stadiumdb.com/stadiums/aus/anz_stadium>,EriřimTarihi:(25.4.2021)

Url67:<<https://www.austadiums.com/news/792/rabbitohs-and-bulldogs-considering-anz-stadium-future>>,EriřimTarihi:(25.4.2021)

Url68:<<https://tr.pinterest.com/pin/534450680760811766/>>,EriřimTarihi:(25.4.2021)

Url69:<<https://sportinglife.ng/plans-to-redevelop-sydney-olympic-stadium-scrapped/>>,EriřimTarihi:(25.4.2021)

Url70:<<https://stadiumaustralia.com.au/footer/aboutus/ourhistory/>>,EriřimTarihi:(25.4.2021)

Url71:<<https://www.sydneypoint.com.au/attractions/anzstadium/>>,EriřimTarihi:(25.4.2021)

Url72:<http://www.bluescopesteel.com.au/files/Stadium_Australia.pdf>,EriřimTarihi:(26.4.2021)

Url73:<<https://irtaccess.com.au/work/alfredst4copy/>>,EriřimTarihi:(26.4.2021)

Url74:<<https://tr.pinterest.com/pin/514395588666888523/>>,EriřimTarihi:(26.4.2021)

Url75:<<https://architectureofthegames.net/1976-montreal/montreal-1976-olympic-stadium/>>,EriřimTarihi:(26.4.2021)

Url76:<<https://www.pinterest.ca/pin/511158626433868790/>>,EriřimTarihi:(26.4.2021)

Url77:<http://www.ameriquefrancaise.org/en/article558/The_Montreal_Olympic_Stadium_Complex.html>,EriřimTarihi:(26.4.2021)

Url78:<<https://www.budowle.pl/building/olympicstadiuminmontreal>>,EriřimTarihi:(26.4.2021)

Url79:<<https://www.facade.gallery/products/original-poster-1976-olympics-montreal-76-olympics-stadium>>,EriřimTarihi:(26.4.2021)

Url80:<http://mignon.frederic.free.fr/19990930_Taillibert/images/projets/sport/montreal/montreal03-a.jpg>,EriřimTarihi:(26.4.2021)

Url81:<[https://en.wikipedia.org/wiki/Olympic_Stadium_\(Montreal\)#Background_and_architecture](https://en.wikipedia.org/wiki/Olympic_Stadium_(Montreal)#Background_and_architecture)>,EriřimTarihi:(27.4.2021)

Url82:<http://mignon.frederic.free.fr/19990930_Taillibert/home/projets/sport/montreal/index.html>,EriřimTarihi:(27.4.2021)

- Url83:**<http://www.ameriquefrancaise.org/en/article558/The_Montreal_Olympic_Stadium_Complex.html>,Erişim Tarihi:(27.4.2021)
- Url84:**<<https://www.sbp.de/en/project/roofolympicstadiummontreal/>>,Erişim Tarihi:(27.4.2021)
- Url85:**<<https://www.brooklineconnection.com/history/Facts/Arena.html>>Erişim Tarihi:(28.4.2021)
- Url86:**<<https://www.skyscrapercity.com/threads/pittsburgh-mellon-arena-17-181-1961-2011.1800088/>>,Erişim Tarihi:(28.4.2021)
- Url87:**<<https://www.wpxi.com/>>,Erişim Tarihi:(28.4.2021)
- Url88:**<<https://www.slideshare.net/guest5e90d7/civic-arena-memory-renewal-presentation>>,Erişim Tarihi:(28.4.2021)
- Url89:**<<https://arenadigest.com/>>,Erişim Tarihi:(28.4.2021)
- Url90:**<<http://hockeygods.com/>>,Erişim Tarihi:(28.4.2021)
- Url91:**<<https://www.mobilecivicctr.com/civiccenterarena/>>,Erişim Tarihi:(29.4.2021)
- Url92:**<<https://www.architecturaldigest.com/gallery/innovative-plastic-buildings>>,Erişim Tarihi:(3.5.2021)
- Url93:**<<https://www.goood.cn/shanghai-community-art-museum-china-by-hdd.htm>>,Erişim Tarihi:(3.5.2021)
- Url94:**<<https://www.expopark.taipei/en/cp.aspx?n=175>>,Erişim Tarihi:(4.5.2021)
- Url95:**<<https://www.dezeen.com/2020/02/10/asif-khan-expo-entry-portals-dubai-expo-2020/>>,Erişim Tarihi:(4.5.2021)
- Url96:**<<https://worldarchitecture.org/>>,Erişim Tarihi:(5.5.2021)
- Url97:**<<https://www.dezeen.com/2020/05/03/villa-mandra-k-studio-holiday-home-mykonos-greek-architecture/>>,Erişim Tarihi:(5.5.2021)
- Url98:**<<https://www.yapikatalogu.com/>>,Erişim Tarihi:(5.5.2021)

- Url99:**<<https://www.mz-architects.com/>>,ErişimTarihi:(5.5.2021)
- Url100:**<<http://www.doganhasol.net/bir-mimar-ve-cephe.html>>,ErişimTarihi:(8.5.2021)
- Url101:**<<http://mimdap.org/>>,ErişimTarihi:(10.5.2021)
- Url102:**<<https://www.stadiumguide.com/avivastadium/>>,ErişimTarihi:(10.5.2021)
- Url103:**<<https://twitter.com/Number31Dublin/status>>ErişimTarihi:(10.5.201)
- Url104:**<<https://www.uk.weber/facades/avivastadiumdublin>>,ErişimTarihi:(10.5.2021)
- Url105:**<<https://populous.com/project/avivastadium>>ErişimTarihi:(10.5.202)
- Url106:**<<https://www.designbuild-network.com/projects/avivastadium/>>,ErişimTarihi:(10.5.2021)
- Url107:**<https://tr.wikipedia.org/wiki/Victoria_Ground>,ErişimTarihi:(20.6.2021)
- Url108:**<https://tr.wikipedia.org/wiki/Santiago_Bernab%C3%A9u_Stadyumu>,ErişimTarihi:(20.6.2021)
- Url109:**<<http://www.worldstadiums.com/>>,ErişimTarihi:(20.6.2021)
- Url110:**<<https://www.pinterest.com.au/pin/306526318393020565/>>,ErişimTarihi:(20.6.2021)
- Url111:**<<https://www.archidust.com/project-details/Tenglong-apartments-space-design-1093>>,ErişimTarihi:(20.6.2021)
- Url112:**<<https://www.pinterest.ca/pin/459085755761196514/>>,ErişimTarihi:(20.6.2021)