T.C.

TRAKYA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YAPI BİÇİMLENİŞİNDE BİYOMİMESİSİN ESTETİK ETKİSİNİN İRDELENMESİ

KADİM YORULMAZEL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MİMARLIK ANABİLİM DALI

Tez Danışmanı: DR. ÖĞR. ÜYESİ HATİCE KIRAN ÇAKIR

EDİRNE – 2020

Kadim YORULMAZEL'in hazırladığı "YAPI BİÇİMLENİŞİNDE BİYOMİMESİSİN ESTETİK ETKİSİNİN İRDELENMESİ" başlıklı bu tez, tarafımızca okunmuş, kapsam ve niteliği açısından Mimarlık Anabilim Dalında bir Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri: İmza

Dr. Öğr. Üyesi Hatice KIRAN ÇAKIR ……

Doç. Dr. Pınar KISA OVALI ……

Dr. Öğr. Üyesi Gülcan YELER ……

Tez Savunma Tarihi: 20 / 11 / 2020

Bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak gerekli şartları sağladığını onaylarım.

İmza

Dr. Öğr. Üyesi Hatice KIRAN ÇAKIR

Tez Danışmanı ……

Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü onayı

……

Doç. Dr. Hüseyin Rıza Ferhat KARABULUT

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

T.Ü.FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MİMARLIK ANABİLİM DALI YÜKSEK LİSANS PROGRAMI
DOĞRULUK BEYANI

Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında, tüm verilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini, kullanılan verilerde tahrifat yapılmadığını, tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını, kullanılan tüm literatür bilgilerinin bilimsel normlara uygun bir şekilde kaynak gösterilerek ilgili tezde yer aldığını ve bu tezin tamamı ya da herhangi bir bölümünün daha önceden Trakya Üniversitesi ya da farklı bir üniversitede tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

20 / 11 / 2020
Kadim YORULMAZEL
İmza

Yüksek Lisans Tezi
Yapı Biçimlenişinde Biyomimesisin Estetik Etkisinin İrdelenmesi
T. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü
Mimarlık Anabilim Dalı

ÖZET

Mimarlık, fiziksel çevrenin insan kullanımına uygun olarak dizayn edildiği yapıları tasarlayan ve bunu gerçekleştirirken de estetiği ön planda tutan sanat ve bilim dalıdır. "Doğadan Esinlenme" olarak ifade edilen biyomimesis ise gün geçtikçe önemi artan ve doğayla uyumlu mimarlık ürünlerinin tasarlanmasında etkin rol alan önemli bir kavramdır. Doğadaki canlıların oluşum süreçlerini, biçimlerini ve işlevlerini inceleyerek elde edilen bulguların yapılaşma faaliyetlerine aktarılması yeni tasarım fikirleri oluşturmak adına oldukça önemlidir. Ancak organizmaların sahip oldukları biçimsel özelliklerin arkasındaki nedenleri sorgulamak, canlıların yaşadığı ortamla arasında kurdukları dinamik ve değişken ilişkileri anlamak, doğanın yöntemlerini ve adaptasyon kabiliyetlerini keşfetmek biyomimesisin yapılı çevreye aktarılması sırasında üzerinde durulması gereken konulardır. Bu bağlamda, çalışmanın amacı, mimari tasarımların biçimlenişinde doğadan esinlenen tasarım alternatiflerinin estetik açıdan etkisini araştırmak, biçimlenişin görsel özelliğinin etkili / etkisiz olduğunu değerlendirmek ve biyomimesisin yapı biçimlenişlerinin estetik karakterini ortaya çıkarmada ne ölçüde uygun bir yaklaşım olduğunu araştırmaktır.

Bu çalışma biyomimesisin mimari biçimlenişe olan etkisinin sorgulanması yanında daha yaşanılabilir, sürdürülebilir, ekolojik ve bununla birlikte estetik yönden de tatmin edici yapılaşmaların tasarlanması noktasında mimarlık disiplinine sağlayacağı katkılar bakımından önemli görülmektedir.

Çalışmada doğadan esinli tasarımla kastedilen doğa, özellikle canlı organizmalar (biyotikler) ve onların sistemlerinden oluşan doğadır. Güneş, hava, toprak, su gibi ekolojik kavramları ifade eden doğal sistemler çalışma kapsamının dışında tutulmuştur.

Bu sınırlar dâhilinde çalışmanın giriş kısmında; konuyu belirleyen düşüncenin gelişiminden, amaç ve kapsamdan bahsedilmiştir. İkinci bölümde; mimaride estetik kavramının tanımı yapılarak bu kavramın mimarideki yerine, biçimlenişe olan etkisine, hangi boyutlarda ele alındığına değinilmiş ve estetik kriterlerin neler olduğu listelenmiştir. Üçüncü bölümde; mimaride biyomimesis kavramının tanımı yapılmış, geçmişten günümüze kadar geçirdiği gelişim ve evrimden bahsedilmiş, mimaride uygulanma ilkelerine yer verilmiştir. Dördüncü bölümde; biyomimesisin mimari uygulamaları incelenirken beşinci bölümde bu uygulama alanlarından yalnızca yapı ölçeğinde olanları ele alınarak estetik kriterler doğrultusunda saptamalarda bulunulmuştur. Son bölümde ise elde edilen bilgi ve verilere ilişkin değerlendirmeler yapılarak öneriler geliştirilmiştir.

Yıl : 2020

Sayfa Sayısı : 308

Anahtar Kelimeler : Biyomimesis, Doğadan Esinlenme, Yapı Biçimlenişi, Estetik Etki

Master Thesis
Investigation of Aesthetic Effect of Biomimesis in Building Formation
Trakya University Institute of Natural Sciences
Department of Architecture

ABSTRACT

Architecture is a branch of art and science that plans the structures in which the physical environment is designed for human use and prioritizes aesthetics while doing so. Biomimesis, which is referred to as “Inspiring from Nature”, is an important concept that is increasing in importance as the day goes on and taking an active role in designing architectural products compatible with nature. It is very important to transfer the findings obtained by examining the formation processes, forms and functions of living things in nature to construction activities in order to create new design ideas. However, questioning the reasons behind the formal characteristics of organisms, understanding the dynamic and variable relationships they establish with living environments, exploring the methods and adaptability of nature are issues that should be emphasized during the transfer of biomimesis into the built environment. In this context, the aim of the study is to investigate the aesthetic effect of design alternatives inspired by nature in the shaping of architectural designs, to evaluate whether the visual feature of formation is effective / ineffective and to investigate to what extent biomimesis is an appropriate approach in revealing the aesthetic character of building designs.

In addition to questioning the impact of biomimesis on architectural shaping, this study is considered important in terms of its contribution to the discipline of architecture in the design of more livable, sustainable, ecological and at the same time aesthetically satisfying constructions.

In the study nature which is meant by nature-inspired design, is especially the nature of consisting of living organisms (biotics) and their systems. Natural systems

expressing ecological concepts such as sun, air, soil, water was excluded from the scope of the study.

Within these limits, in the introduction part of the study; the development, purpose and scope of the thought that determines the subject are mentioned. In the second part, the concept of aesthetics in architecture is defined; the place in architecture of this concept, its effect on formation, in which dimensions it has been tackled is researched and the aesthetic criteria are listed. In the third part; the definition of the concept of biomimesis in architecture has been made, its development and evolution from the past to the present is mentioned and the principles of its application in architecture are mentioned. While the architectural applications of biomimesis are examined in the fourth part, in the fifth part, only those of these application areas on the scale of the building are dealt with and determinations are made in line with aesthetic criteria. In the last part, suggestions were developed by evaluating the information and data obtained.

Year : 2020

Number of Pages : 308

Keywords : Biomimesis, Inspired by Nature, Building Formation, Aesthetic Effect

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam süresince meslekî ve akademik alandaki kıymetli bilgi, birikim ve tecrübeleri ile bana yol gösteren, ufkumu genişleten fikirleri ve yapıcı eleştirileriyle beni yönlendiren, değerli zamanını bana ayıran, öğrencisi olmaktan onur ve gurur duyduğum saygıdeğer danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Hatice KIRAN ÇAKIR'a,

Hayatımın her anında ve tez çalışmam boyunca hiçbir fedakârlıktan kaçınmayan, okumamı teşvik ederek bu günlere gelmemi sağlayan, bana olan sevgileriyle, inançlarıyla ve güvenleriyle motive olmamı sağlayan, maddi ve manevi desteklerini benden bir an olsun eksik etmeyen değerli babam Mustafa YORULMAZEL'e ve kıymetli annem Ayşe YORULMAZEL'e,

Çalışmam süresince hiçbir zaman beni yalnız bırakmayan, ilgisiyle, sevgisiyle ve anlayışıyla beni destekleyen, karşılaştığım tüm zorlukları benimle göğüsleyerek en sıkıntılı zamanlarımda yanımda olan, çalışmamı tamamlayabilmemde manevi olarak büyük katkısı bulunan sevgili eşim Melek YORULMAZEL'e

Ve çalışmamı inceleyerek değerlendiren çok değerli jüri üyelerine

En içten duygularımla sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

20 / 11 / 2020

Kadim YORULMAZEL

İÇİNDEKİLER

ÖZET iv
ABSTRACT vi
TEŞEKKÜR viii
İÇİNDEKİLER ix
SİMGELER DİZİNİ xii
ŞEKİLLER DİZİNİ xiii
ÇİZELGELER DİZİNİ xx
1. BÖLÜM 1
GİRİŞ 1
1.1. Amaç 3
1.2. Kapsam 5
1.3. Yöntem 6
1.4. Sınırlılıklar 9
2. BÖLÜM 10
MİMARİDE ESTETİK 10
2.1. Estetik Kavramı ve Tanımı 11
2.2. Estetik Etki ve Anlayış 13
2.3. Mimarlıkta Estetiğin Yeri 14
2.4. Mimarlıkta Estetik Ölçünün Oluşumu 16
2.4.1. Strüktür Üzerinde Estetik Ölçü 17
2.4.2. İşlev Üzerinde Estetik Ölçü 18
2.4.3. Yapının Çevresi Üzerinde Estetik Ölçü 19
2.5. Estetiğin Mimarideki Biçimsel Nitelikleri ve Kriterleri 20
2.5.1. Çizgi 22
2.5.2. Yön 23
2.5.3. Aralık 25
2.5.4. Ölçü ve Oran 26
2.5.5. Biçim-Şekil 30
2.5.6. Renk-Değer 31
2.5.7. Doku 39

2.5.8. Işık-Gölge 44
2.5.9. Hareket 49
2.5.10. Tekrar (Ritim) 51
2.5.11. Uyum (Uygunluk) 55
2.5.12. Karşıtlık (Kontrast) 57
2.5.13. Egemenlik 59
2.5.14. Denge 61
2.5.15. Koram (Hiyerarşi) 66
3. BÖLÜM 69
MİMARİDE BİYOMİMESİS KAVRAMI 69
3.1. Biyomimesis Kavramı ve Tanımı 75
3.2. Mimaride Biyomimesisin Tarihsel Süreç İçerisindeki Gelişimi 78
3.2.1. Sanayi Devrimi Öncesi 78
3.2.2. 18. Yüzyılda Yaklaşımlar 83
3.2.3. 19. Yüzyıl Yaklaşımları 84
3.2.4. 20. Yüzyılda Gelişmeler 88
3.2.5. 21. Yüzyılda Yeni Yaklaşımlar 93
3.3. Biyomimesisin Mimariye Uygulanması İlkeleri 98
4. BÖLÜM 109
MİMARİDE BİYOMİMESİS UYGULAMALARI 109
4.1. Kent Dokusu Ölçeğinde Uygulamalar 109
4.1.1. Fraktal Uygulamalar 110
4.1.2. Analojik Uygulamalar 118
4.2. Yapı Ölçeğinde Biyomimesis Uygulamaları 124
4.2.1. Bitkisel (Fitomorfik) Biçimlenişler 125
4.2.2. Hayvansı (Zoomorfik) Biçimlenişler 142
4.2.3. İnsansı (Antropomorfik) Biçimlenişler 150
4.2.4. Mikroskobik (Mikromorfik) Biçimlenişler 173
4.2.5. Canlıların Yaşam Ortamlarına Dayalı Biçimlenişler 183
4.3. Yapı Malzemeleri Ölçeğinde Uygulamalar 189
5. BÖLÜM 205
YAPI ÖLÇEĞİNDE BİYOMİMESİS UYGULAMALARININ ESTETİK KAVRAMLAR ÜZERİNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ 205
5.1. Fitomorfik Yapı Biçimlenişlerinin Estetik Kriterlere Göre Değerlendirilmesi 207

5.2. Zoomorfik Yapı Biçimlenişlerinin Estetik Kriterlere Göre Değerlendirilmesi 232
5.3. Antropomorfik Yapı Biçimlenişlerinin Estetik Kriterlere Göre Değerlendirilmesi 246
5.4. Mikromorfik Yapı Biçimlenişlerinin Estetik Kriterlere Göre Değerlendirilmesi.... 266
5.5. Bio Yaşam Ortamlarına Dayalı Yapı Biçimlenişlerinin Estetik Kriterlere Göre Değerlendirilmesi 278
6. BÖLÜM 288
DEĞERLENDİRME VE SONUÇ 288
KAYNAKÇA 296
ÖZGEÇMİŞ 308

SİMGELER DİZİNİ

✓ .....Uygun, olumlu, yeterli

✖ .....Uygun değil, olumlusuz, yetersiz

● .....Nötr, etkisiz

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Geometrik şekillerin psişik etkileri **31**
Şekil 2.2. Renk şeması **33**
Şekil 2.3. Munsell ton çubuğu ve renk sistemi..... **37**
Şekil 2.4. Değer türlerine ait skalalar **38**
Şekil 2.5. Bir peyzaj düzenlemesinde bir arada kullanılan çeşitli doku karakterleri..... **40**
Şekil 2.6. Bakışımlı denge durumları ve moment diyagramları..... **64**
Şekil 2.7. Bakışımsız denge durumları ve moment diyagramları **65**
Şekil 2.8. Odaksal koram düzenlemesi, ayçiçeği bitkisinin çekirdeklerindeki doğal merkezi koram düzeni ve balkonlarda görülen merkezi koram uygulaması **67**
Şekil 2.9. Doğrusal koram düzenlemesi, eğrelti otu bitkisinde görülen doğal eksenel koram, doğrusal koram şeklinde teras düzenlemesiyle bilinen Japonya'da bulunan ACROS Fukuoka Vakfı Binası..... **67**
Şekil 2.10. Çevresel koram düzenlemesi ve bu ilkeyle tasarlanan SEC Armadillo binası, salyangoz kabuğu içindeki bölmelerde görülen çevresel koram düzeni **68**
Şekil 3.1. Falling Water evinin üzerinde bulunduğu topoğrafya ile kurduğu güçlü ilişki ... **71**
Şekil 3.2. Gut Gakau çiftliğinin planı ve bu plan doğrultusunda şekillendirilen dış formu. **72**
Şekil 3.3. Uyarlanabilen, büyüyebilen ve geri dönüştürülebilen özelliğe sahip kapsüllü sistemden oluşan bina..... **73**
Şekil 3.4. Johanser'in tasarladığı Moleküler Mühendislik Evi'nin perspektifi ve gelişim süreci..... **74**
Şekil 3.5. Biyolojiden Mimarlığa giden tasarım şeması..... **77**
Şekil 3.6. Mimarlıktan Biyolojiye giden tasarım şeması **78**
Şekil 3.7. İnsan figürlü Mısır Ebu Simbel Tapınağı..... **80**
Şekil 3.8. Leonardo da Vinci'nin çizdiği homo-quadratus (Vitruvius Adamı) Eskizi..... **81**
Şekil 3.9. İstanbul'un Fatih ilçesinde yer alan Aziz Sergios ve Bakhos Kilisesi'nin (Küçük Ayasofya) taşıyıcı strüktürü ve yine aynı ilçede bulunan 6. yy Bizans dönemine ait bir sütun başlığı **82**
Şekil 3.10. Ortaçağ'ın sonlarına doğru gotik üslupla inşa edilmiş olan Gloucester Katedrali'nin içi..... **82**
Şekil 3.11. Letchworth Bahçe Kent projesinde bahçe - konut (kır - kent) ilişkisi **85**

Şekil 3.12. La Sagrada Familia bazilikasının cephesinde ve iç mekânında doğadan esinlenilen yapısal ögeler **87**
Şekil 3.13. Johnson Wax Yönetim Binası'nın açık ofis katının strüktürünü oluşturan mantar şeklinde kolonlar ve binanın dışından bir görünüşü **88**
Şekil 3.14. Rudolf Steiner'ın İsviçre'de tasarladığı Goetheanum Binası'nın dik açılı olmayan iç ve dış duvarları **89**
Şekil 3.15. Fuller'in Kanada'nın Montreal kentinde 1967 yılında düzenlenen Expo Dünya Fuarı için tasarladığı jeodezik kubbesi ve bu kubbenin form ve strüktürünü oluştururken esinlendiği karbon molekülü ile ışınlılar **91**
Şekil 3.16. Münih Olimpiyat Parkı ve çalılıkların üzerini kaplayan örümcek ağları arasındaki ilişki **92**
Şekil 3.17. Brookfield Place içindeki Sam Pollock Meydanı'nın üzerini örten iç içe geçmiş çelik kemerler **93**
Şekil 3.18. Greg Lynn tasarımlı embriyolojik ev modeli **97**
Şekil 3.19. Embriyolojik evin çeşitli varyasyonları **97**
Şekil 3.20. İngiliz mimar Matthew Parkes'in Afrika'da yaşayan stenocara çöl böceğinden esinlenerek tasarladığı Namibya Üniversitesi Hidroloji Merkezi Binası **100**
Şekil 3.21. Stenocara (Namib) çöl böceğinin nemli havadaki suyu toplama şekli **100**
Şekil 3.22. Namibya Üniversitesi Hidroloji Merkezi Binası'nın kesiti üzerinden suyun toplanma prensibi **101**
Şekil 3.23. Pangolin'den ilham alınarak tasarlanan Uluslararası Waterloo Terminali'nin kabuğu **102**
Şekil 3.24. Termit tepesi ve kesiti **103**
Şekil 3.25. Mimar M. Pearce'nin 2006 yılında Melbourne'de tasarladığı CH2 binası **104**
Şekil 3.26. Karbon binası ofis kat planı **104**
Şekil 3.27. Kabon binası iç ortam hava sirkülasyonu **105**
Şekil 3.28. CH2 binası cephesi **106**
Şekil 3.29. Konut ve ofis yapılarına entegre edilerek siyah ve gri su arıtmalarında kullanılan Biolytix sistemi **107**
Şekil 3.30. İngiltere / Cornwall'de tasarlanan Eden Projesinin tropikal biyomunun içi **107**
Şekil 3.31. Eden Projesinin Akdeniz iklim ve bitki örtüsüne sahip biyomunun içi **108**
Şekil 4.1. Fraktal geometrinin görüldüğü bitkilerden bazıları: Romanesco karnabaharı, eğrelti otu ve brokoli **111**

Şekil 4.2. İnsan vücudundaki fraktal sistemler: (Soldan sağa) akciğer bronşlarındaki dallanma, kas lifleri ve kardiyovasküler sistem **111**
Şekil 4.3. Güney Afrika'daki Ba-ila yerleşiminin kalıntılarına ait hava fotoğrafı **113**
Şekil 4.4. Ba-Ila yerleşiminin fraktal dokusunu oluşturan örüntü ve kentin üç boyutlu modeli **113**
Şekil 4.5. Mokoulek köyüne ait doku ve bu dokunun oluşumunda gözlemlenen fraktal geometri **114**
Şekil 4.6. Mokoulek köyünün fraktal gelişim evrelerini gösteren ilk dört simülasyon **115**
Şekil 4.7. Kamerun'da yer alan Logone-Birni köyünün hava fotoğrafı **116**
Şekil 4.8. Sarayın planlanmasında referans alınan fraktal geometrinin ilk üç simülasyon evresi ve sarayın merkezinde bulunan taht odasına kadar ulaşmayı sağlayan spiral yol ... **117**
Şekil 4.9. 1947'de Danimarka Şehir Planlama Enstitüsü tarafından Kopenhag'ın kalkınmasına yönelik geliştirilen Beş Parmak Planı (Five Finger Planning) **119**
Şekil 4.10. İnsan elinin damar yapısıyla Five Finger Plan'ının belirleyicisi olan S-tog diyagramı arasındaki benzerlik **120**
Şekil 4.11. Paolo Soleri'nin insan bedeninden esinlenerek tasarladığı Mesa City (Biotechnic City) projesi **121**
Şekil 4.12. Dolaşım sistemindeki akışkanlık ve devamlılık ilkelerinin altyapı sistemlerine uygulanması **122**
Şekil 4.13. Bir farenin yuvasını oluşturmak için açtığı oyukların şeması **123**
Şekil 4.14. Antik Yunan dönemine ait akantus yaprağı motifli korint sütun başlığı **127**
Mısır uygarlığına ait palmiye yaprağı ve lotus bitkisi figürlü sütun başlığı **127**
Şekil 4.15. Barcelona'da yer alan Art Nouveau etkisinin görüldüğü ağaç motifli kolon,.. **128**
Nikolaus Pevsner'in Art Nouveau sanatında etkili olan bitkisel ögeleri soyutlaştırarak çizdiği eskizi **128**
Şekil 4.16. Viollet le Duc'ın yapraklar üzerindeki incelemesine ait eskizler **128**
Şekil 4.17. Altın oranın geometrik ispatı ve fibonacci sayı dizisi **130**
Şekil 4.18. Fi dizini ve altın oranın görüldüğü aloe vera, ayçiçeği ve çam kozalağı **130**
Şekil 4.19. Parthenon Tapınağı'nın plan ve cephesinde altın oran kullanımı **131**
Şekil 4.20. Notre Dame Katedrali'nin genel perspektifi, iç mekânından görüntüsü ve ön cephesinde karşılaşılan altın dikdörtgenler **132**
Şekil 4.21. Ressam Dickinsons'ın çizdiği Kristal Saray'a ait iç mekân resmi **134**
Şekil 4.22. Kristal Saray'ın strüktüründe referans alınan dev victoria su nilüferinin arka yüzü ve ön yüzü **135**

Şekil 4.23. Oriente Tren İstasyonu **136**
Şekil 4.24. Stuttgart Havaalanı'nın iç mekânı **136**
Şekil 4.25. 2014 yılında yapımı tamamlanan Pancho Stadyumu'nun içinden ve dışından görüntüsü **137**
Şekil 4.26. Ağacı andıran kolonlarıyla Imre Makovecz'in tasarladığı Mako otobüs terminal binası **138**
Şekil 4.27. Lotus Tapınağı ve yapının tasarımında ilham alınan lotus çiçeği **138**
Şekil 4.28. Bahai (Lotus) Tapınağı'nın kuşbakışı görüntüsü ve yan cephesi **139**
Şekil 4.29. Wuhan Enerji Çiçeği binası **140**
Şekil 4.30. Wuhan Enerji Çiçeği binasına ait üç boyutlu model ve Projeye ilham veren Calla Lily çiçeği **140**
Şekil 4.31. Wuhan Enerji Çiçeği binasının doğal havalandırma, yağmur suyu toplama ve elektrik enerjisi elde etme sistemlerini gösteren şemalar **141**
Şekil 4.32. Calatrava tarafından tasarlanan balık iskeleti şeklindeki strüktürüyle zoomorfik bir biçimlenişe sahip olan World Trade Center (WTC) İstasyon Binası **143**
Şekil 4.33. WTC İstasyon Binası'nın iç mekânı **143**
Şekil 4.34. Kanatların açmış bir kuşu anımsatan Milwaukee Sanat Müzesi'nin dışından bir görüntü **144**
Şekil 4.35. Milwaukee Sanat Müzesi'nin iç kısmı ve kanatların hareketli yapısı **145**
Şekil 4.36. SEC Armadillo opera binasının perspektifi **146**
Şekil 4.37. SEC Armadillo binası ve tasarımında esinlenilen armadillo adlı canlı türü **146**
Şekil 4.38. The Gherkin binası ve tasarımın kaynağı omurgasız deniz hayvanı **147**
Şekil 4.39. Venüsün çiçek sepeti süngerinin cam kristal parçacıklarından oluşan lifli yüzeyi ve bu liflerin diyagonal bir şekilde dizilimiyle oluşan kiriş örgüsü **148**
Şekil 4.40. The Gherkien binasının üzerine etkiyen rüzgâr yük diyagramı **148**
Şekil 4.41. Mehmet Aksoy'un scarabe böceğinden esinlenerek tasarladığı böcek evi **149**
Şekil 4.42. Böcek evinin kuşbakışı görüntüsü ve tasarımın ilham kaynağı scarabe böceği **149**
Şekil 4.43. M.Ö. 4 bin yılında inşa edildiği düşünülen Mnajdra tapınağı **151**
Şekil 4.44. Mnajdra tapınağının plan şeması ve Saflieni adı verilen şişman kadın heykeli **152**
Şekil 4.45. Erechtheum Tapınağı'ndaki karyatidler **153**
Şekil 4.46. Francesco'nun insan bedeninden elde ettiği oranlarla kilise planı oluşturduğu eskiz çalışması **155**
Şekil 4.47. Francesco'nun antropomorfik konsepte göre belirlediği cephe öğelerini gösteren eskiz çalışması **156**

Şekil 4.48. Fracesco'nun insan vücudunu referans alarak çizdiği dor, iyon ve korint sütun başlığı eskizleri **157**
Şekil 4.49. 1889'da yapımı tamamlanan Eiffel Kulesi **158**
Şekil 4.50. Uyluk kemiğinin strüktürel yapısı ve kemikle Eiffel Kulesi arasındaki strüktürel ilişki **158**
Şekil 4.51. Casa Batlló Binası **160**
Şekil 4.52. Casa Batlló'nun cephesinde ve içerisinde insan iskelet sistemini anımsatan tasarım ögeleri **160**
Şekil 4.53. Elizabetes Iela 10b binası **161**
Şekil 4.54. Le Corbusier'in altın oran ve fibonacciden yararlanarak formüle ettiği modulor insan ölçeği **162**
Şekil 4.55. İnsanın çeşitli pozisyonlara göre optimum yükseklikleri gösteren eskiz **162**
Şekil 4.56. Kiesler'in Sonsuz Ev tasarımına ait modeller ve kat planları ile görünüşleri . **163**
Şekil 4.57. Alometrik olarak insanın, cenin halinden yetişkinliğe kadar gelişim evreleri . **164**
Şekil 4.58. Kiesler'in insan, doğa ve yapılı çevre arasında kurduğu korelasyon şeması ... **165**
Şekil 4.59. Farkasret Morg Şapeli'nin iç kısmı **166**
Şekil 4.60. Farkasret Morg Şapeli'nin II. Dünya Savaşı'nda yıkılmadan önceki görüntüs **166**
Şekil 4.61. Dancing House binası ve eskizleri **167**
Şekil 4.62. Lyon Satolas Havaalanı Tren İstasyonu binası **168**
Şekil 4.63. Yolcuların trenlere bindiği bölümün strüktürel yapısı ve Calatrava'nın dans eden erkek strüktür eskizi **168**
Şekil 4.64. İstasyonun dış görünümü ve Calatrava'nın projeyi tasarlarken ilham aldığı insan gözüne ait eskiz çalışması **169**
Şekil 4.65. L' Hemisferic binası ve Calatrava'nın bu yapının tasarımında ilham aldığı insan gözü eskiz çalışması **170**
Şekil 4.66. L' Hemisferic binasının etrafında yer alan suda yansıması sonucunda oluşan göz formu **170**
Şekil 4.67. Greg Lynn'nin Venedik Mimarlık Bienali'nde sergilediği Embriyodan Embriyolojik Ev'e evrilme süreci **172**
Şekil 4.68. Ojo del Sol binasının dıştan ve içten görüntüsü **174**
Şekil 4.69. Su ayısı (tardigrad) organizması **175**
Şekil 4.70. Eugene Tsui'nin iş ve kamu binası olarak tasarladığı DNA'ya benzeyen kule tasarımı **176**
Şekil 4.71. Sloan Kulper'in hücre formundan esinlenerek tasarladığı enstitü binası **177**

Şekil 4.72. Enstitü binasının avlusundaki hücre organellerine benzeyen yapısal ögeler ... **178**
Şekil 4.73. Poliovirüs ve virüslerin ikozahedral simetrisini gösteren model **178**
Şekil 4.74. ASM International binasının üzerini örten Fuller tasarımlı jeodezik kubbe **179**
Şekil 4.75. Voronoi diyagramının oluşum evreleri **180**
Şekil 4.76. Voronoi şemasının kentsel ölçekte uygulanmasına ilişkin bir çalışma..... **181**
Şekil 4.77. Stockholm Şehir Kütüphanesi binası **181**
Şekil 4.78. Stockholm Şehir Kütüphanesi'nin voronoi diyagramı kullanılarak tasarlanan cephesi **182**
Şekil 4.79. Kütüphanenin, voronoi hücreleri kullanılarak oluşturulan strüktürel ağı **182**
Şekil 4.80. Çalıların üzerini örten örümcek ağı ile Schlumberger Araştırma Merkezi **186**
Şekil 4.81. Pekin Ulusal Olimpiyat Stadyumu **186**
Şekil 4.82. Kuş yuvasının yapısıyla Pekin Ulusal Stadyumu arasındaki benzerlik **187**
Şekil 4.83. Wright'ın sarmal deniz kabuğu ve arı kovanından esinlenerek tasarladığı Guggenheim Müzesi..... **188**
Şekil 4.84. Guggenheim müzesinin sergileme alanı **188**
Şekil 4.85. Lotus bitkisinin yaprağı ve bu yapraktan ilham alınarak üretilen kendi kendini temizleyen boyanın uygulaması **189**
Şekil 4.86. Lotus yaprağının elektron mikrokobu altında görüntülenen nano yapısı..... **190**
Şekil 4.87. Lotusanla boyalı yüzeyin mikro yapısı, su damlasının pürüzlü yüzey üstündeki kirleri alıp götürmesi, normal yüzey üzerinde bu damlasının olduğu gibi ilerlemesi **191**
Şekil 4.88. Achim Menges ve Moritz Dörstelmann'ın böcek elytrasından esinlenerek geliştirdikleri yapı malzemesi..... **191**
Şekil 5.89. Colorado Patates Böceği, Yeşil Kaplumbağa Böceği, böcek kabuklarının X ışınları altındaki yüzey morfolojisi ve elytranın microtomografik kesit görüntüsü **192**
Şekil 4.90. ICD/ITKE Araştırma Pavyonu..... **193**
Şekil 4.91. Cam elyaflarının robotik kollar kullanılarak dokunması sonucunda hücre birimlerinin oluşturulması **194**
Şekil 4.92. Victoria ve Albert Müzesi bahçesinde tasarlanan strüktürel örtü **195**
Şekil 4.93. Victoria ve Albert Müzesi bahçesindeki strüktürel örtünün üssten görüntüsü **196**
Şekil 4.94. Kumul Mimari projesindeki yaşanılabilir alanlar **196**
Şekil 4.95. Çölleşme Karşıtı Kumul Mimari projesinde yer alan kumul mağaralar **197**
Şekil 4.96. Doğada görülen tafoni oluşumları ve projede bu formlardan esinlenilerek tasarlanan kavernöz yapı **198**

Şekil 4.97. Bakterilerin içi boş kazıklar yardımıyla toprağa enjekte edilmesi ve fazla kalan kumların boşaltılması **199**
Şekil 4.98. Bacillus pasteuriiler kullanılarak kumullar üzerinde oluşturulan su göleti ve yeşil alanlar **199**
Şekil 4.99. Denizde yaşayan cam süngerlerinden bazıları **200**
Şekil 4.100. Bazı hexactinellid türlerinin silisli spiküllerle çevrili fileli yapıları..... **200**
Şekil 4.101. Laboratuvar ortamında yapay kemik üretimi: Deney düzeneğinin hazırlanması, metal bir çubuğun kalsiyum ve protein içine batırılması, çıkarılan çubuğun fostat ve proteine batırılması, üretilen yapay kemik **203**

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Yöntem akış diyagramı **8**
Çizelge 2.1. Karakteristik çizgi türleri ve psişik etkisi..... **23**
Çizelge 2.3. Aralık türleri ve psişik etkileri **25**
Çizelge 2.4. Biçimlenişlerin ölçü ve şekillerine göre meydana gelen psişik etkiler **28**
Çizelge 2.5. Sıcak ve soğuk renklerin karşılaştırılması..... **35**
Çizelge 2.6. Renklerin fiziksel ve psikolojik etkileri **36**
Çizelge 2.7. Sıcak ve soğuk renklerin mekân algısı üzerindeki etkisi **37**
Çizelge 2.8. Dokunun uzaklık algısı ve hacimde oluşturduğu etki **42**
Çizelge 2.9. Dokuların psişik etkisi..... **42**
Çizelge 2.10. Işık-gölge karşıtlığı sağlama yöntemleri ve psişik etkisi **47**
Çizelge 2.11. Hareketli sistemlerin sınıflandırılması **50**
Çizelge 2.12. Tekrar uygulamasının psişik etkileri..... **54**
Çizelge 2.13. Fiziksel uygunluğu oluşturan ögeler ile ilkeler..... **56**
Çizelge 2.14. Tasarımın çeşitli fiziksel özellikleriyle sağlanan karşıtlık türleri **58**
Çizelge 2.15. Tasarımı oluşturan öge ve ilkelerde fiziksel egemenliğin sağlanma yolları .. **60**
Çizelge 2.16. Bakışımlı ve bakışımsız denge türlerinin karşılaştırılması **66**
Çizelge 3.1. Biyomimesisin tasarımları etkileyen 3 düzeyi ve canlı organizmaların mimari tasarımları yönlendirmesi **99**
Çizelge 5.1. Parthenon Tapınağı'nın estetik kriterlere göre değerlendirilmesi..... **207**
Çizelge 5.2. Notre Dame Katedrali'nin estetik kriterlere göre değerlendirilmesi..... **209**
Çizelge 5.3. Crystal Palace'in estetik kriterlere göre değerlendirilmesi **212**
Çizelge 5.4. Bahai Tapınağı'nın estetik kriterlere göre değerlendirilmesi..... **214**
Çizelge 5.5. Oriente Tren İstasyonu'nun estetik kriterlere göre değerlendirilmesi..... **217**
Çizelge 5.6. Stuttgart Havaalanı'nın estetik kriterlere göre değerlendirilmesi **220**
Çizelge 5.7. Mako otobüs terminal binasının estetik kriterlere göre değerlendirilmesi..... **222**
Çizelge 5.8. Wuhan Enerji Çiçeği'nin estetik kriterlere göre değerlendirilmesi..... **224**
Çizelge 5.9. Pancho Stadyumu'nun estetik kriterlere göre değerlendirilmesi **227**
Çizelge 5.10. Estetik etkileri incelenen fitomorfik biçimlenişli örnekler **229**
Çizelge 5.11. Her bir estetik kriterin fitomorfik biçimlenişe olan etkilerinin oranı..... **230**
Çizelge 5.12. Fitomorfik biçimlenişli tasarımlar üzerinde estetik etkinin uygunluk oranı **231**

Çizelge 5.13. SEC Armadillo binasının estetik kriterlere göre değerlendirilmesi **232**
Çizelge 5.14. Böcek Ev'in estetik kriterlere göre değerlendirilmesi..... **234**
Çizelge 5.15. Milwaukee Sanat Müzesi'nin estetik kriterlere göre değerlendirilmesi..... **236**
Çizelge 5.16. Kornişon / 30 St Mary Axe binasının estetik kriterlere göre incelenmesi ... **239**
Çizelge 5.17. Oculus'un estetik kriterlere göre değerlendirilmesi **242**
Çizelge 5.18. Estetik etkileri incelenen zoomorfik biçimlenişli örnekler **244**
Çizelge 5.19. Her bir estetik kriterin zoomorfik biçimlenişe olan etkilerinin oranı..... **245**
Çizelge 5.20. Zoomorfik biçimlenişli tasarımlarda estetik etkinin uygunluk oranları..... **246**
Çizelge 5.21. Eiffel Kulesi'nin estetik kriterlere göre değerlendirilmesi..... **246**
Çizelge 5.22. Elizabetes Iela 10b Binası'nın estetik kriterlere göre değerlendirilmesi..... **249**
Çizelge 5.23. Casa Batlló Binası'nın estetik kriterlere göre değerlendirilmesi..... **251**
Çizelge 5.24. Farkasret Morg Şapeli'nin estetik kriterlere göre değerlendirilmesi..... **254**
Çizelge 5.25. Dans Eden Ev'in estetik kriterlere göre değerlendirilmesi **256**
Çizelge 5.26. Lyon Satolas Havaalanı'nın estetik kriterlere göre değerlendirilmesi **259**
Çizelge 5.27. L' Hemisferic yapısının estetik kriterlere göre değerlendirilmesi **262**
Çizelge 5.28. Estetik etkileri incelenen zoomorfik biçimlenişli örnekler **264**
Çizelge 5.29. Her bir estetik kriterin antropomorfik biçimlenişe olan etkilerinin oranı **265**
Çizelge 5.30. Antropomorfik biçimlenişli tasarımlar üzerinde estetik etkinin uygunluk oranları..... **266**
Çizelge 5.31. Fish House'un estetik kriterlere göre değerlendirilmesi **266**
Çizelge 5.32. Stockholm Şehir Kütüphanesi'nin estetik kriterlere göre değerlendirilmesi **269**
Çizelge 5.33. Nanobiyomedikal Teknoloji ve Zar Biyolojisi Enstitüsü'nün estetik kriterlere göre değerlendirilmesi **271**
Çizelge 5.34. San Leandro Civic Kulesi'nin estetik kriterlere göre değerlendirilmesi..... **274**
Çizelge 5.35. Estetik etkileri incelenen mikromorfik biçimlenişli örnekler **276**
Çizelge 5.36. Her bir estetik kriterin mikromorfik biçimlenişe olan etkilerinin oranı..... **276**
Çizelge 5.37. Mikromorfik biçimlenişli tasarımlarda estetik etkinin uygunluk oranları ... **277**
Çizelge 5.38. Solomon R. Guggenheim Müzesi'nin estetik kriterlere göre incelenmesi... **278**
Çizelge 5.39. Schlumberger Araştırma Merkezi'nin estetik kriterlere göre incelenmesi .. **280**
Çizelge 5.40. Pekin Ulusal Olimpiyat Stadyumu'nun estetik kriterlere göre değerlendirilmesi **283**
Çizelge 5.41. Estetik etkileri incelenen bio yaşam ortamlarına dayalı biçimlenişler..... **285**
Çizelge 5.42. Her bir estetik kriterin bio yaşam ortamlarına dayalı biçimlenişlere olan etkilerinin oranı..... **286**

Çizelge 5.43. Bio yaşam ortamlarına dayalı biçimlenişler üzerinde estetik etkinin uygunluk oranları **287**
Çizelge 6.1. Yapı ölçeğinde doğadan esinli biçimleniş türlerinin listesi **291**
Çizelge 6.2. Her bir estetik kriterin doğadan esinli biçimlenişler üzerindeki etkilerinin oranı **292**
Çizelge 6.3. Doğadan esinli yapı biçimlenişleri üzerinde estetik etkinin uygunluk oranı . **293**

1. BÖLÜM

GİRİŞ

Doğa ve mimarlık birbirleriyle sürekli etkileşim içerisindedir. Her toplum geçmişten günümüze doğayı ihtiyaçlarına yönelik olarak maddi ve manevi yönden kullanmıştır. Toplumların ekonomik, teknolojik ve kültürel gelişmeleri doğrultusunda benzer yönlerden ve yüzeysel bir şekilde ele alınan doğa, 19. yüzyıldan itibaren daha sorgulayıcı, detaylı ve kapsamlı olarak ele alınmaya başlanmıştır. Bu dönemin ardından biçimin de ötesinde araştırılan doğa; strüktür, işlev ve estetik açılardan mimari tasarımlarda referans alınan bir kaynak konumuna gelmiştir. 20. yüzyılın sonlarından günümüze değin mimarlık ve doğa arasındaki ilişki şekilsel yaklaşımdan uzaklaşarak bilimsel olarak değerlendirilir hale gelmiştir.

Mimarlık ve doğa arasındaki ilişkiye ortak olan biyoloji bilimi, "biyomimesis" olarak adlandırılan bu yeni çalışma alanının temellerini oluşturur. Biyolojiyle kurulan bu köklü beraberlik sonrasında daha bilinçli bir yaklaşımla değerlendirilen doğa, mimari tasarımların biçimlerinin oluşumundan yapı malzemelerine varıncaya kadar yapısal nitelikleriyle bir model haline gelmiştir. Bundan dolayıdır ki doğadan ilham alınan tasarımlardan bahsedildiğinde biyoloji bilimi yadsınamaz katkısıyla akla gelmektedir. Bu bağlamda biyomimesis kavramı mimarlıkta; formun oluşumundan strüktüre, mekân organizasyonundan yapı malzemelerine kadar biçimsel, strüktürel ve fonksiyonel farklı tasarım stratejileri ile kullanılmaktadır.

Mimarlık ve doğa; yapısal, sistemsel ve çevresel ilişkiler bakımından biçimin oluşum sürecinde benzer nitelikler sergilemektedir. Doğaya bakıldığında en küçük birimden ekosistem düzeyine kadar her bir seviyenin; yenilenebilir, etkin ve sistemli organizasyonların üretiminde ayrı bir öneme sahip olduğu görülür. Yani doğada yer alan en küçük hücresel birimden en büyük ekosistem düzeyine kadar her bir doğal yapı; ortam şartları, çevreyle ilişkisi, işlevi ve bütünde sahip olduğu konumu doğrultusunda

organize olmakta, gelişmekte ve şekillenmektedir. Bu açıdan değerlendirildiğinde mimarlık disiplini de farklı seviyelerde doğadaki sistemlere benzer özellikler segiler. Hem mimarlık hem de doğa parça-bütün ilişkisi doğrultusunda birbirine benzer sistemlere sahiptir. Her iki alanda da onları meydana getiren birimler, tümdengelim mantığı çerçevesinde bütünün bir parçası konumundayken aynı zamanda bu birimler kendi alt sistemleri olan evrenin kendisi niteliğindedir. Farklı ölçeklerde fakat aynı mantık çerçevesinde organize olan bu sistemler sayesinde doğada ve mimaride düzen ve birlik sağlanmakta ve sonuçta tasarım ortaya konmaktadır (Koçlu ve Karsavuran, 1997).

Kent dokusundan yapı ölçeğine, mekân organizasyonundan malzeme düzeyine kadar mimarideki her birim birbiriyle korelatif, fonksiyonel ve kesintisiz ilişkiler sergilemekte, sistemli bir şekilde organize olarak gelişmektedir. Özellikle yapı ölçeğinde her bir birim; üzerinde yer aldığı topoğrafya, çevresinde bulunan bina kütleleri ve doğal fiziki şartlar doğrultusunda planlanarak tasarlanmakta ve karakteristik kent dokusunun oluşumunda kilit noktayı oluşturmaktadır. Bununla birlikte her bir bina; kullanıcı istekleri, niteliği, ölçeği ve fonksiyonu gibi amaçlar doğrultusunda şekillenirken tasarımın tatmin edici bir estetik karaktere de sahip olması beklenmektedir. Yapının estetik karakterini yansıtan en önemli ögesi ise tasarımın formudur. Üst ölçekten alt ölçeğe doğru inilen bu sistemin devamında ise binanın cephesi ve nihayetinde kullanılan yapı malzemesi gelmektedir.

Mimarlık ürünü gelişigüzel bir şekilde biçimlenmez. Çünkü mimarlık sanatsal bir faaliyettir. Eğer bir yapı gelişigüzel olarak hiçbir duygu ve düşünce olmaksızın yapılmışsa bu ürün zaten mimarlık sanatı sayılmaz. Bir yapının mimari bir sanat ürünü sayılabilmesi için onu tasarlayan mimarının estetik kaygılarının olması gerekir. Çünkü mimari bir eser; dayanıklılık (strüktür) ve kullanışlılık (işlev) ile birlikte estetik bir niteliğe de sahip olmalıdır (Uğurlu, 2008).

Estetik kavramı bir eserin sanatsal niteliğe sahip olmasında öne çıkan önemli bir unsurdur. Mimarlık; teknik detayları, işlevsel mekân kullanımları, hacimsel ölçüleri ve biçimsel formuyla bir bütün halinde değerlendirilen estetik değere sahiptir. Özellikle yapının estetiğini vurgulamada büyük etkiye sahip olan biçimsel formu görsel algıların değerlendirilmesinde kullanılan belli başlı kriterler doğrultusunda incelenir. Ritim,

denge, karşıtlık, renk, doku gibi kriterlerle saptanan biçimsel estetik yargısı mimarinin sanatsal özelliğini ortaya koymada objektif sonuçlar doğurur (Tunalı, 1979).

Pek çok sanat alanında olduğu gibi mimarlıkta da görsel bütünlüğü sağlayan biçimsel unsurlar, parça-bütün ilişkisi kapsamında yapısal bağlantıların kurulmasıyla meydana gelir. Bütünü meydana getiren her bir parça tek başına bir anlam ifade etmezken biçimsel organizasyon kriterleri doğrultusunda bir bütün olarak değerlendirildiği zaman anlam kazanmaktadır. İnsanlar üzerinde; görsel tatmin duygusu, estetik etki, duygusal olgu ve ilgi çekicilik meydana getirmek üzere ortaya konan mimari form, görsel algılara ilişkin kriterler doğrultusunda değerlendirilerek belirlenir. Bir formun estetik niteliğinin saptanmasında ve estetik karakterinin ortaya konmasında sabit bir formül veya genelgeçer bir tesbit yöntemi yoktur. Fakat bu kriterler doğrultusunda mimari biçimlenişin estetik yargısına dair büyük oranda yüksek doğruluklu sonuçlara ulaşılması mümkündür. Bu estetik kriterlere dikkat edildiği zaman estetik kalitesi yüksek mimari biçimlenişlerin tasarlanması mümkün olacaktır (Tunalı, 1979).

1.1. Amaç

Doğa, mimarlıkta karşılaşılan pek çok soruna karşı referans alınabilecek çözüm yolları barındırır. Çünkü mimari ürün, doğada yer alan malzemelerle şekillendiği için onun bir parçası konumundadır. Bu sebeple doğa ve mimarlık alanındaki benzer problemler karşısında çözüm yöntemini doğada aramak daha sağlıklı bir davranış olacaktır. Doğada hem işleyiş, hem biçimleniş hem de düzen olarak kusursuz sayılabilir bir organizasyon hâkimdir. Mimarlığın hedefi de bu ilke doğrultusunda hareket ederek tıpkı doğadaki gibi kusursuzluğa yaklaşmaktır.

Biyomimesis, doğanın ilkelerini mimariye aktarma noktasında mimarlar için bir araç olarak ortaya çıkar. Çevrenin zorlayıcı koşullarına karşı yapılar tasarlamak ve doğadan öğrenilen bilgiyi yapıya aktararak onu doğayla bütünleştirmek, biyomimesisin ulaşmak istediği hedefleri arasında bulunur. Tasarımcının doğaya yönelik kendine soracağı: “Doğa bu fonksiyonlar ve gereksinimler doğrultusunda nasıl bir metoda başvuruyor? Nasıl bir biçimleniş sergiliyor? Hangi yolu izliyor?” sorgulamaları neticesinde bulacağı cevaplar; onun tasarım fikirlerine ışık tutacak, karşılaşabileceği

sorunlara çözüm yolları gösterecek ve yapının çevreyle ilişkisini kurarak doğanın bir parçası olmasını sağlayacaktır.

Nano ölçekten makro ölçeğe kadar doğada yer alan tüm unsurlar hiyerarşik sistem içerisinde gelişerek tasarımlar meydana getirirler. Doğa, mimari tasarımlar için çok çeşitli tasarım örneği ve yöntemleri barındırmasına karşın, 20. yüzyılın sonlarına kadar sadece dekoratif ve süsleme amaçlı kullanılmış, doğadan faydalanma şekli birebir taklitçi tutumun ötesine geçememiştir (Gündoğdu ve Arslan, 2019). Günümüzdeyse ilerleyen teknoloji ve bilgi birikimi sayesinde doğadan ilham alma şekli farklı bir boyut kazanmış, yapı malzemelerinden imalat teknolojisine kadar yenilenebilir, yenilikçi, nitelikli ve estetik yönü etkili olan mimarlık ürünlerinin oluşumuna katkı sağlamıştır. Çalışmada incelenen örneklerden de anlaşılabileceği üzere doğa artık, yalnızca biçimsel bir taklit kaynağı olarak değil her yönüyle tasarıma yön veren rol model olarak ele alınmaya başlanmıştır.

Bu çalışmada üzerinde durularak incelenen temel konu; türlerine, görevlerine ve ortam şartlarına bağlı olarak şekil kazanan doğal yapıların özelliklerinin mimariye aktarılmasında, estetik yönden ne gibi etkiler oluşturduğudur. Zira doğada yer alan tüm canlıların formu; dış uyarıcılar, komşuluk ilişkileri ve canlının sahip olduğu fonksiyona göre belirlenmekte ve gelişmektedir. Mimarlık alanında da yapı biçimlenişlerinin belirlenmesinde; fonksiyon, süreç, ekoloji gibi kavramlar etkili olmaktadır. Bu ikisi arasında kurulan ilişki doğrultusunda yapı biçimlenişi üzerinde biyomimesisin estetik etkisinin irdelenmesinde; formla birlikte işlev ve ekosistemin etkisinden de bahsedilmelidir. Doğada karşılaştığı sorunlara ve ortamın zorlu şartlarına karşı en ideal biçime sahip olan canlıların şekliyle beraber süreç ve işlevlerinin de model alınarak yapıya entegre edilmesi yapı biçimlenişlerinin benzer sorunlar karşısında en ideal olana ulaşmasını sağlayacaktır. Günümüzde hızla gelişen teknolojiyle beraber doğa ve canlı organizmalar hakkında edinilen kapsamlı bilgilerin mimarlık disiplinine aktarılması; daha yaşanılabilir, yenilenebilir, konforlu bir yapısal ortamla beraber görsel özellikleriyle de tatmin edici estetik biçim dili oluşturulmasında faydalı olacaktır. Çalışma biyomimesis kavramının yapı biçimlenişi üzerindeki estetik etkisinin neler olduğunu saptamayı amaçlamaktadır.

1.2. Kapsam

Mimaride biyomimesis kavramının birçok yönden ele alınması mümkündür; estetik yönden değerlendirilebileceği gibi işlevsellik veya sürdürülebilirlik bağlamında da ele alınabilir. Ancak bu çalışmada biyomimesisin estetik yönü ele alınmaktadır. Biyomimesis kavramı ise mimarlıkta; kent dokusu, bina veya yapı malzemesi ölçeğinde olmak üzere farklı boyutlarda ele alınabilir. Tez kapsamında biyomimesis kavramı yapı ölçeğinde ele alınarak incelenecektir. Diğer uygulama alanlarına ise yalnızca örnek vermekle yetinilecektir.

Biyomimesisin yapı ölçeğindeki uygulamaları da kendi içinde 5 bölüm halinde değerlendirilmiştir (fitomorfik, antropomorfik, zoomorfik, mikromorfik ve bio yaşam ortamları). Biyomimesisin estetik etkisinin beş başlık halinde incelenme nedeni her bir grubun estetik karakterinin birbirinden farklı olmasıdır. Ayrı ayrı değerlendirilen bu beş gruba ait örnekler tablo sistemi ile analiz edilerek biyomimesin yapı biçimlenişindeki uygulamaları üzerinde estetiğin; olumlu / olumsuz, yeterli / yetersiz veya uygun olma durumu estetik kriterler kapsamında değerlendirilmektedir.

Altı bölümden oluşan çalışmanın ilk bölümünde araştırmaya sevk eden problem ortaya konularak, çalışmanın amacından, içeriğinden ve çalışmada izlenilen yöntemden bahsedilmektedir.

İkinci bölümde mimaride estetik kavramının tanımı yapılarak estetiğin mimarideki yerine ve etkisine değinilmiş; form-strüktür, işlev ve yapı-çevre bağlamında üç boyut üzerinden estetik ilkenin oluşumu incelenmiştir. Ardından biyomorfik tasarım örneklerinin analizinde kullanılacak olan; renk, doku, kontrast, ışık - gölge gibi 10 temel kriterin estetik algısı üzerinde durulmuştur.

Üçüncü bölümde mimaride biyomimesis kavramının tanımı yapılmış, kronolojik olarak gelişiminden bahsedilmiş, mimariye uygulanması ilkelerine değinilmiştir.

Dördüncü bölümde biyomimesisin mimaride uygulama alanları üç başlık altında sınıflandırılmıştır. Makro ölçekten mikro ölçeğe doğru yapılan bu sınıflandırmanın ilkinde biyomimesisin kent dokusu ölçeğinde fraktal ve analojik yönden uygulama alanlarına değinilmiştir. İkinci grupta kent dokusunu meydana getiren binalar üzerinden biyomimesis uygulamaları incelenerek biyolojide önemli bir yere sahip adaptasyon kavramı, yapının çevresiyle uyumu bağlamında ele alınmıştır. Üçüncü grupta ise

biyomimesisten ilham alınarak geliştirilen ve bütünsel yapının en küçük parçasını oluşturan yapı malzemeleri üzerinde durulmuştur. Bu grupta ele alınan malzeme düzeyinin hiyerarşik açıdan yapıya üst ölçeklerde farklı nitelikler kazandırdığından bahsedilerek biyo-ilhamlı yapı malzemelerinin estetik biçimleniş üzerindeki etkisinin önemi vurgulanmıştır.

Beşinci bölümde bina biçimlenişleri üzerinde etkili olan biyomimesis uygulamalarının estetik kriterler doğrultusunda analizleri yapılarak her bir uygulama örneğinin ayrı ayrı estetik karakteri ortaya koyulmuştur.

Son bölümde ise elde edilen bulgular doğrultusunda incelenen konuya ilişkin değerlendirilmelerde bulunulmuş, doğabilimsel bilginin mimari biçimlenişler üzerindeki etkisinin neler olduğundan bahsedilmiş ve olumlu-olumsuz yönleri tartışılarak önerilerde bulunulmuştur.

1.3. Yöntem

Çalışmada izlenen metotlar başta literatür taraması olup biyomimesisle alakalı birçok dergi, makale, tez, sempozyum ve konferans bildirileri gibi yazılı kaynaklar incelenmiştir. Konuya ilişkin dünya üzerinde uygulanmış olan örnek projeler tespit edilerek bu projelerin görselleri üzerinden biyomimesisin estetik açıdan olumlu ve olumsuz etkilerine değinilmiştir. Konuya ilişkin pek çok uygulanmış örnek bulunmakla birlikte çalışmada, çağına göre öne çıkan mimarlar tarafından tasarlanan projeler tercih edilmiştir. Bununla birlikte özellikle mikroskobik yapılara ilişkin uygulama örneklerinin az olması sebebiyle tasarım aşamasında olan örnekler ele alınarak bunlar üzerinden değerlendirme yapılmıştır. İncelenen tüm örnekler biyomorfik tasarım ve yapım yöntemlerinin belirgin biçimde kullanıldığı ve mimarları tarafından da net bir şekilde doğadan ilham alındığı belirtilen projelerdir. Tablolar halinde analiz edilen her bir tasarım örneği son bölümde ortak bir yargıya varılmak üzere birlikte değerlendirilmiştir.

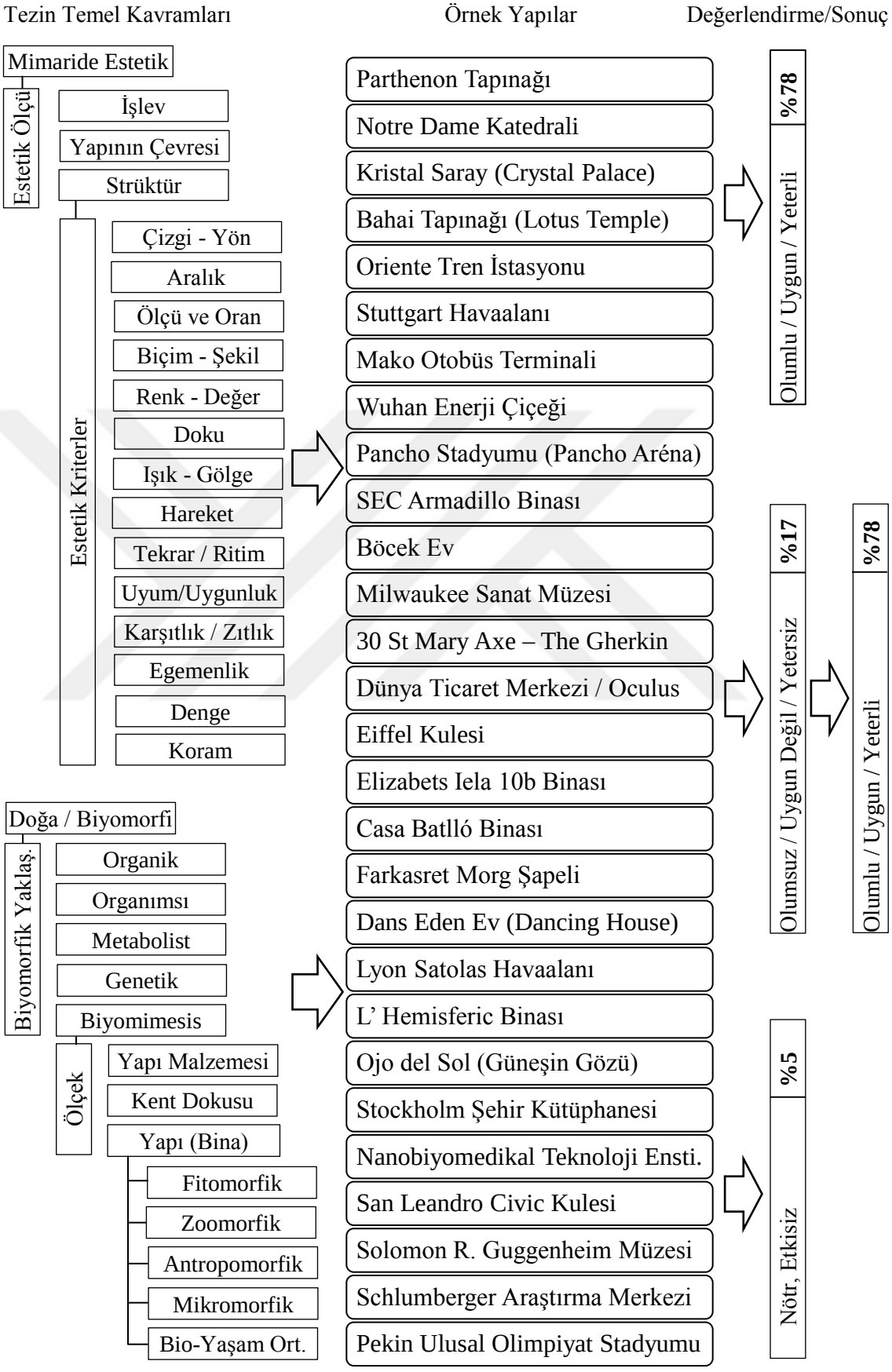
Biyomimesisin mimari uygulamaları üzerinde incelen estetik kriterler strüktüre ve yapı biçimlenişine dayalı estetik kriterlerdir. Bu kriterler biçimsel özellikler temel alınarak saptanan; rasyonel, gerçekçi, nicel ve somut kavramlar olup herhangi bir anket yöntemine gerek duyulmaksızın yapının objektif olarak estetik karakterini değerlendirmede kullanılmaktadır. Çalışmada incelenen tasarımların estetik yargısında objektif sonuçlara ulaşmada kullanılan kriterler; Güngör (2005), Gürer (1990), Özek

(1993) ve Divanlıoğlu (1997)'nun temal tasar öge ve ilkelerine ait sınıflandırmalarından süzülen kriterlerdir. Çalışmada yer alan tablolar bu kriterler baz alınarak oluşturulmuştur.

Tasarımların değerlendirilmesinde referans alınan estetik kriterlerlerin sağlanma oranları o yapının estetik karakterine ilişkin objektif yargılara varmada yardımcı olmaktadır. Bu kriterlerden herhangi birinin yalnız başına olumlu veya olumsuz olarak değerlendirilmesi yapının estetik niteliğini ortaya koymada yeterli olmadığı için tamamı üzerinden değerlendirme yapılmıştır.

Çizelge 1.1.'de yöntem akış diyagramı gösterilmiştir.

Çizelge 1.1. Yöntem akış diyagramı



1.4. Sınırlılıklar

Çalışmada biyomimesisin mimari uygulamalarından yalnızca yapı ölçeği üzerinden analizler gerçekleştirilmiştir. Kent ölçeği ve yapı malzemesi ölçeği analizlerin dışında tutulmuştur. Yapı ölçeği de fitomorfik, antropomorfik, zoomorfik, mikromorfik ve bio yaşam ortamlarına dayalı olmak üzere beş gruba ayrılarak incelenmiş ve son bölümde ortak bir yargıya varmak üzere birlikte değerlendirilmiştir.

Analizlerde biyomimesis kavramının yalnızca estetiksel yönü üzerinde durulmuştur. İşlevsellik ve sürdürülebilirlik yönlerine yalnızca kavramsal olarak değinilmiştir.

Mimari biçimlenişlerin estetik değerlendirmesinde referans alınan tasarım ögeleri; çizgi-yön, aralık, ölçü ve oran, biçim-şekil, renk-değer, doku, ışık-gölge ve hareket olmak üzere sekiz başlık altında ele alınırken temel tasarım ilkeleri ise; tekrar/ritim, uyum/uygunluk, karşıtlık, egemenlik, denge ve koram olmak üzere altı başlıkta ele alınmıştır.

2. BÖLÜM

MİMARİDE ESTETİK

Estetik kavramı; soyut bir nitelik taşıyan, oldukça kapsamlı olup bir cümleyle açıklanamayan, farklı kültürlerde ve hatta aynı kültüre mensup farklı bireylerde farklı anlamlar ifade eden, göreceli özelliğe sahip bir kavramdır. Estetiğin insan üzerinde meydana getirdiği olgu kültürden kültüre ve bireyden bireye değişebildiği gibi zamanın etkisiyle aynı toplum içinde de değişebilmekte farklı dönemlerde farklı estetik yargılar oluşabilmektedir. Bu nedenle bir toplumun estetik yargı ve anlayışından bahsedilebilmesi için öncelikle o toplumun kronolojik geçmişi içinde yer aldığı zaman diliminin bilinmesi gerekmektedir.

Bir mimar içinde bulunduğu zamanın ona sunduğu olanaklar dâhilinde tasarımını gerçekleştirirken ister istemez mensup olduğu toplumun estetik yargılarına göre yapısı şekillendirir. Bu açıdan değerlendirildiğinde herhangi bir toplumun herhangi bir zaman periyodu içinde ortaya konan yapılar birbirinden farklı mimarlar tarafından tasarlanmış bile olsa bu yapılarda hemen hemen aynı estetik anlayışın izi görülebilir.

Bir mimari tasarımın; işlevsel, yenilenebilir, ekolojik olma gibi çok farklı amaçlar gözetilerek tasarlandığı herkesçe bilinen bir durumdur. Mimari biçimlenişte ise amaç bu ihtiyaçlar göz önüne alınarak en uygun biçime sahip olan tasarımı ortaya koymaktır. Ancak işlevsel bir yapının tasarımında yalnızca teknik şartlar etkili değildir. Çünkü mimarlık sanatın bir kolu olduğundan, tasarlanan yapı tasarımcının duygularına ve zihninin onu yönlendirmesine göre şekil kazanmaktadır. Sanatın mimari biçimleniş üzerindeki bu etkisi ancak estetik olgusuyla ifade edilebilir (Bademli, 2005).

Tasarlanan bir mimari yapının estetik açıdan başarılı kabul edilebilmesi ve güzel olarak algılanabilmesi için bu yapının bazı soyut ve somut gereklilikleri karşılıyor olması gerekmektedir. Estetiği meydana getiren unsurlar, estetiğin mimarideki yeri, kriterleri ve daha birçok konu çalışmada ele alınarak açıklanacaktır.

2.1. Estetik Kavramı ve Tanımı

Estetik kelimesi etimolojik olarak Grekçe "aisthesis" sözcüğünden gelmektedir. Bu kelimenin anlamı "duyum, duygu" olup kapsamlı ve net bir tanımı yoktur. Çok eski dönemlerden beri filozoflar tarafından çokça bahsedildiğinden felsefeye özgü bir kavram olarak nitelendirilmiştir. Bu nedenle "estetik", felsefe alanına göre ele alınırsa; "Güzelliği konu alan ve güzelliğin insan ruhunda oluşturduğu etkileri inceleyen bilim dalı" olarak tanımlanır. Sanat, estetik amaçlarla yapıldığı için bu kelimenin sanattaki anlamı da; "İnsan eliyle oluşturulan eserlerde anlatılmak istenen güzellik duygusu, sanatsal esere ilişkin güzellik yargısı" şeklinde açıklanmaktadır (Doğan, 1975).

Mimarlık, sanatın bir dalıdır ve sanat da yukarıda bahsedildiği gibi estetik bir amaçla yapılır. Bu açıdan değerlendirildiğinde estetik kavramının mimarlık disiplininde ifade ettiği anlamı, ileri gelen filozofların düşünceleriyle tarif etmek uygun olacaktır.

Platon (M.Ö. 427-347) güzelliği doğal ve geometrik güzellik olarak ikiye ayırmıştır. Doğal güzelliği; biyolojik varlıklarda bulunan göreceli güzellikle ifade ederken geometrik güzelliği de çizgi, daire ve çokgenlerde bulunan mutlak güzellikle açıklamıştır. Ona geometrik ögelerden oluşan mimari de mutlak güzelliği yansıtır. Öğrencisi olan Aristotales ise (M.Ö. 384-322) tasarımda; simetri, uyum ve düzenle meydana getirilen güzelliğin ancak matematiksel temele dayanarak sağlanabileceğini belirtmiştir. Vitruvius da (M.Ö. 80-15) estetik özelliğe sahip bir mimari ürünün, kullanışlı ve elverişli özelliğinin yanında güzel bir görünümünün bulunması ve uygun bir simetriyle şekillenmesi ile gerçekleşebileceğini belirtmiştir (Mahdavinejad vd., 2014). Bu düşüncelerden anlaşılmaktadır ki mimarlık alanında estetiğin temeli matematiğe ve geometriye dayanmaktadır. Yani güzellik biçimsel elemanlar üzerinde aranmaktadır.

Bilimsel temel üzerinde değerlendirildiğinde estetik kavramının; özne, nesne, değer (nitelik) ve yargı olmak üzere dört temel ögeden oluştuğu görülmektedir (Korkmaz, 2013). Estetik kavramı ancak bu temel ögelerin birlikte değerlendirilerek, aralarındaki kolektif bağların açığa çıkarıldığı çalışmalarla açıklanabilir. Diğer tüm canlılardan farklı olarak insanda doğuştan gelen algılama ve estetik anlayış bulunur. Bu nedenle insan; gördüğü, dinlediği, hissetiği şeyler üzerinde beğenme ve tercih etme

eğilimi içerisine girer. Çünkü yaratılışı gereği insan güzelliği arar ve ona ulaşmaya çalışır.

Güzellik kavramı da estetikle yakından ilişkili halindedir. "Göze çekici ve hoş gelen, kalpte duygu ve coşku uyandıran nitelik" şeklinde açıklanan güzellik kelimesi, bilimsel temel üzerinde değerlendirilen estetiğin nesnesine ilişkin yargıyı ifade eder. Alman felsefesinin kurucusu Kant güzel olarak nitelendirilen estetik yargının; çıkarsız bir zevk, evrensel bir ilke, amaç gözetilmeyen bir unsur olduğunu ifade eder (Kuban, 1973).

Estetik Türkçe bir kavram olmadığı için farklı alanlarda farklı olarak tanımlanmakta ve kullanımında yorum farklılıklarıyla karşılaşılmaktadır. Mimaride, güzelliğin ifadesi olarak tanımlanan estetik anlayış, güzellik endişesiyle başvurulan bir olgudur. Mimarlık sanatı diğer tüm sanat dallarından farklı olarak; fonksiyonel mekânlar, kaliteli binalar, bireysel ve toplumsal alanlar oluşturmayı amaçlar. Bunu yaparken de resim ve heykelde olduğu gibi yalnızca estetik bir amaç gütmez. Estetikle birlikte birden çok dikkat etmesi gereken sınırlamalarla karşılaşır. Bunların arasında, mevsim ve iklim koşulları, topoğrafyanın yapısı, güneşin konumu, imar kanunları, mekânların işlevselliği, yapım maliyeti gibi pek çok problemin göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bu açıdan sanatsal bir faaliyet olan mimarlık disiplininde estetik yapı tasarlamak zorlu ve karmaşık bir süreçtir (Maisero, 2006).

İnsan, çevresinde yer alan unsurların görsel olarak etkisi altına girer. Ortamda bulunan tüm objeler büyük / küçük, uzun / kısa, koyu / açık gibi birçok nitelik bakımından insan psikolojinde istemsiz bir algı meydana getirir. Bu algılar neşelendiren / hüzünlendiren, rahatlatan / sıkan özellikleriyle insan duygu ve hareketlerini yönlendiren etkilere sebep olur. Bu açıdan insanı yönlendiren, gereksinimlerini gideren ve bununla birlikte estetik hazza ulaşmayı sağlayan bir nesnenin iyi biçimlendirilmiş olması, işlevsel ve biçimsel dengesinin iyi kurulmuş olması gerekmektedir (Şentürer, 1990).

Estetik, tasarımın gerçekleştirilmesi sırasında aktif bir şekilde kullanılan soyutsal bir araçtır. Bu soyut kavram, insanın zihinsel duyguları sonucunda yapının şekillendirilmesiyle birlikte somut bir varlık halini alır. İnsan; analitik düşünme kabiliyeti, mantıksal zekâsı, duygusal yapısı ve hayal etme gücü gibi birçok özellikleri

sayesinde diğer biyolojik varlıklardan ayrılmaktadır. İnsanın beyin yapısı sağ ve sol yarım küre olmak üzere iki lobdan oluşur. Sağ yarım küre insanın; sezgilerini, hislerini, görsel algısını ve hayal kurmasını yönlendirerek estetik nitelikli, sanatsal ve yaratıcı ürünlerin gerçekleştirilmesini sağlar. Sol yarım küre ise niceliksel hesaplamalar yapmayı, analitik düşünmeyi, sebep-sonuç ilişkiler kurmayı sağlayarak teknik ve işlevsel ürünlerin gerçekleşmesinde rol alır. Mimar sol lobuyla aldığı kararlara sağ lobuyla estetik değer ve güzellik katar. Tasarımcı yapıyı tasarlarken beynin sağ ve sol loblarını dengeli bir şekilde kullanırsa yapıda da dengenin oluşması sağlanabilir (Sperry, 1984).

2.2. Estetik Etki ve Anlayış

Her sanat yapıtı insanlar üzerinde farklı etkilerin oluşmasına neden olur. Bu etkiler bireyde içe yönelik ve dışa yönelik olarak iki farklı şekilde ortaya çıkar. İçe yönelik estetik etkide birey kendi iç âleminde yaşadığı duyguya yoğunlaşır. Yüzeysel bir anlayışın hâkim olduğu bu etkilenmede kişi sanat yapıtının niteliğiyle çok fazla ilgilenmez. Dışa yönelik yoğunlaşmada ise eserin sanatsal niteliği ön planda tutulur. Birey onda var olan estetiğin özüne inerek sanatçının ifade etmek istediği estetik etkiye kapılır. Bu etki kişide derin bir anlayışın olmasını gerektirir. Bir esere ilişkin ortak bir estetik anlayış ancak dışa yönelik çağrışımlarla meydana gelir (Korkmaz, 2013).

Estetik etkide nesnenin algılanabilen kısmı ele alınır. Yani nesnenin işlevinden çok nasıl göründüğü ve nasıl algılandığı önemlidir. Sanatçı nesnel dünyaya duyguları doğrultusunda şekil verir. Kendi bakış açısıyla yorumladığı esere ruhsal bir mâna katar. Estetik etki bireyde ancak yapıtın özü kavrandığı zaman ortaya çıkar (Korkmaz, 2013).

Mimari bir eserde estetik etki belli başlı ölçütler doğrultusuda algılanabilmektedir. Bu ölçütler estetik anlayışın ilkelerini ortaya koyar. Ancak mimari yapının estetik etkisi bu ilkeler doğrultusunda değerlendirilmezse ulaşılan yargı öznel bir yargı olur. Bu nedenle mimari yapının toplum tarafından ortak bir estetik anlayışla kabul edilebilmesi için öznel olmayan ölçütlerle tasarlanması gerekir (Korkmaz, 2013).

Toplum içinde kabul gören estetik ilkelerle tasarlanan biçimler o toplumun ortak sanatsal bakış açısının ve ortak estetik anlayışının oluşmasını ve gelişmesini sağlar. Fakat estetik anlayış; bireyden bireye, toplumdan topluma değişebildiği gibi zaman içinde aynı toplum içinde de farklı nedenlerle değişebilmektedir. Örnek verilecek

olursa; sanatsal bir ürün olan resim için bir zamanlar, doğayı birebir yansıttığı ve gerçek hayatı konu aldığı zaman sanat ürünü olarak nitelendirilebileceği savunulurken ilerleyen dönemlerde somut dünyadan ve gerçek hayattan sıyrılarak iç dünyayı yansıttığı zaman sanat olarak nitelendirilebileceği görüşü benimsenmiştir (Sperry, 1984).

Farklı kültürler ve medeniyetler arasın var olan estetik anlayış da birbirlerinden farklıdır. Rus teorisyen Georgiy Plehanov'un Afrika ve Avrupa'da yaşayan insanların estetik anlayışlarından yola çıkarak yaptığı araştırmalarda her iki toplumun da kendilerine göre estetik kabul ettikleri ögelerin diğer toplum tarafından estetik olarak kabul edilmediğini, her iki toplumun da güzellik anlayışlarının birbirinden farklı olduğunu ortaya koymuştur (Plehanov, 1987).

2.3. Mimarlıkta Estetiğin Yeri

Estetiğin mimarideki yerini sorgulamadan evvel bu kavramla çokça karıştırılan güzellikten bahsedilmesinde yarar vardır. Felsefeye bakıldığında güzellik, doğal ve yapay olarak iki kısımda incelenmektedir. Doğal güzellik denildiğinde bu kapsam içine doğada bulunan canlı ve cansız bütün varlıklar girer. Örneğin mavi bir gölün sakinleştirici etkisini, yeşil bitkilerin verdiği huzuru, kuşların cıvıltılı sesini güzel olarak tanımlayan biri estetik bir durumu kastetmez. Bu doğal güzellikle ifade edilen şey insanın beğenisini çeken, ona hoş gelen bir olgudur (Tunalı, 1984).

Yapay güzellikten bahsedildiğindeyse akla ilk gelen şey sanatsal nitelikli eserler olur. Resim, çini, heykel vb. gibi görsel algı oluşturan sanat eserleri bu kapsam içerisinde değerlendirilir. Sanatçı eserini yapmadan önce doğaya bakar ve ondan fikirler edinir. Edindiği bu fikirleri aklında kendi düşünceleriyle sentezler. Soyut nitelik taşıyan bu yaratıcı düşüncesini doğadaki malzemeleri kullanarak somut ürüne aktarır. Böylelikle akılda oluşan estetik düşünce fiziksel unsurlarla hayat bulur. Bu şekilde oluşan güzellik yapay güzellikle ifade edilir (Tunalı, 1984).

Yapay ve doğal güzellik kavramları Platon ve onun öğrencisi olan Aristotales'ten beri farklı kavramlar olarak değerlendirilerek birbirinden ayrı incelenmiştir. Bazen doğanın güzelliği, estetik nitelikli bir sanat eserinin oluşturulmasında referans alınabilecek model olarak değerlendirilmiş, bazen de gerçek güzelliğin yalnızca insan duygularıyla meydana getirilen sanat eserlerinde olduğu ifade

edilmiştir. Ancak güzellik her şartta doğa ve sanat eserlerinde aranarak bu ikisi dışına çıkılmamıştır (Kuban, 1973).

Mimarlığın sanatsal bir bilim dalı olmasının sebebi, mimarların estetik amaçlar gözeterek ürünler ortaya koymasından ileri gelmektedir. Estetik; soyut ve öznel bir kavram olduğu için işlevsel bir gaye ile yapılan binanın estetik amaçlarla tasarlanan bir yapıdan hangi noktada ayrıldığını saptamak zordur. Bununla birlikte her eseri her bireyin beğenisine cevap verecek şekilde tanımlayabilmek de kolay bir iş değildir. Bir yapının sanatsal eser kimliğine sahip olmasını sağlayan faktörler; toplumun eğitim seviyesi, güzelliğe bakışı ve estetik anlayışıdır. Ancak, yalnızca toplumun bakış açısına göre estetik yargıya varılamaz. Varılsa bile kesin ve net bir sonuç alınamaz. Çünkü bir yapıda estetik oluşumu sağlayan çeşitli faktörlerin de bulunması gerekmektedir (Yetişken, 1998). Bu konu bir sonraki başlık altında ayrıca incelenmiştir.

Mimarlık ürünü, objektif ihtiyaçlar doğrultusunda meydana getirilen biçimden çok daha öte, farklı amaçlar gözetilerek yapılan bir üründür. Mimar tarafından gözetilen bu amaçlar içerisinde, görünmeyen ama belki de en etkili olan ise, estetik bir biçim ortaya koyma arzusu gelir (Roth, 2002). Tasarımcı ihtiyaçlara cevap veren bir yapı tasarlarken ister istemez yapısının beğenilmesini, güzel olarak algılanmasını ve görenlerde hayranlık uyandırmasını ister. Bu doğrultuda yapıyı tasarlarken biçimi oluşturan her elemanda ister doğru olsun ister olmasın bir seçim yapma eğiliminde bulunur. Örneğin; duvarın renginde, yüzeyin dokusunda, cephenin dolu-boş kullanımında hep bir tercih yapma girişimi içerisindedir. Hiçbir tasarımcı kendince uygun bulmadığı bir tercihe yönelmez. Yapıyı daha güzel yapma amacına en basit tasarım örneklerinde dahi kolaylıkla rastalanabilmektedir.

Tasarlanan bir yapının güzel olarak tanımlanması ne yalnızca biçimiyle ne de yalnızca doğru planlanmasıyla olur. Güzel bir yapı ancak, işlevsel kullanıma cevap vermesinin yanında; biçimiyle, ölçeğiyle, doluluk-boşluk alanlarıyla, renk ve dokusuyla da uygun niteliğe sahip olması ve insanda estetik haz uyandıran görünüme sahip olmasıyla tanımlanabilir (Yetişken, 1998). Böyle bir yapıya ilişkin varılan beğeni yargısı, yalnızca bireysel duyguları değil, toplum tarafından kabul edilen değerleri de yansıtır. Bu açıdan estetik olarak biçimlenen yapı, öznel algılardan ve faydacı niteliklerden çok daha öte, toplumun kültürünü ve estetik anlayışını yansıtan eser haline

gelir. Örnek verilecek olursa bir saray yapısı devlet görevlilerinin beğenisine ve kullanımına yönelik yapılmış bile olsa topluma mal olan estetik bir değeri ifade ederek o kültürün sanatsal eğilimini ortaya koyar.

Mimarlık, insanın fiziksel çevresiyle olan ilişkisini kurarak kontrol altına alır ve işlevsel kullanıma yönelik mekânlar tanımlar. Mimar fiziksel çevreyi şekillendirirken duyguları doğrultusunda tasarımına yön vererek güzele ulaşmak için çabalar. "Mimaride estetik" olgusuyla ifade edilen bu amaç, tasarımın biçimlendirilmesinde etkili olur. Sanatsal nitelikli bir ürün ancak estetik haz ve tatmin noktasına ulaşıldığında ortaya çıkar. Estetik açıdan mimari bir eserin değerlendirilmesinde de estetik doygunlukla ifade edilen bu tatmin noktası ölçüt olarak ele alınır (Şentürer, 1990).

2.4. Mimarlıkta Estetik Ölçünün Oluşumu

Mimari tasarımlar heykel, çini, resim gibi bir görsel sanat ürünüdür. Bu görsel sanat ürünlerinin meydana gelmesinde nasıl ki; doku, renk, dolu-boş gibi tasarım ögeleri ile karşıtlık, bütünlük, denge, ritim gibi tasarım ilkeleri etkiliyse, mimari biçimlenişlerin oluşumunda da aynı ölçütler etkili olmaktadır. Mimari bir biçimlenişin estetik değeri bu tasarım ilke ve ögelerinin kullanılmasındaki yetkinlik ve başarıyla orantılıdır. Bu nedenle mimari esere dair varılan estetik yargı temelde, bu tasarım ilke ve ögeleri hakkında yapılan eleştiriler sonucu ortaya çıkar. Tasarımın güzelliğinde etkili olan bu kavramların ne olduğunun bilinmesi de esere ilişkin varılan estetik yargının tarafsız, doğru ve net olması bakımından oldukça önemlidir. Yapının estetik eleştirisinde başvurulan bu tasarım ilke ve ögelerinin, çeşitli medeniyetler arasında farklı oranlarda ve miktarlarda kullanımına rastlansa da bu durum, biçimlenişin oluşumunda etkili olan temel faktörler olma niteliğini değiştirmemektedir (Hacıhasanoğlu, 2003).

Her bir yapı mimarı tarafından kabul edilen estetik değerler doğrultusunda biçimlenerek şekil kazanır. Ancak gerek mimarı ve gerekse de toplum tarafından, bina yıllara meydan okuyarak ayakta kalsa bile, eserin estetik yargısına ilişkin görüşler değişebilmektedir. Nitekim bir ressamın çizdiği resim nasıl ki çocukluk ve yetişkinlik döneminde farklı algılara ve etkilere sebep oluyorsa bir mimari yapıt da zamanla farklı estetik etkiye neden olabilmektedir. Yapının estetiğine dair ölçünün zamana göre değişmesi mimar tarafından anlatılmak istenen duyguya farklı yorumlamaların

yapılmasını sağlayarak anlatılma istenen duygunun mevcut potansiyelini arttıracaktır (Hacıhasanoğlu, 2003).

Mimari bir yapının duygu ve düşünceleri yansıtmada kullanılan başlıca biçimsel özellikleri vardır. İnsanlığın varoluşundan bu yana bu faktörler herhangi bir değişime uğramamıştır. Bu sebeple mimaride estetik ölçünün oluşumunda değerlendirilen üç temel ögeden bahsetmek mümkündür. Bu ögeler mimari yapıya ait; strüktür, işlev ve yapının çevresiyle olan ilişkisidir (Özbudak Akça, 2011).

2.4.1. Strüktür Üzerinde Estetik Ölçü

Mimari tasarımda strüktürel sistem, doğada yer alan malzemelerin; aklın, mantığın, geometri ve matematiğin öncülüğünde doğanın fiziksel kuvvetleriyle bir araya gelerek ilişkiler kurması sonucunda ortaya çıkar. Strüktürel sistem üzerinden estetiği yansıtmada bir takım sınırlayıcı etmenler olsa da doğanın sistematiğinin kavranılarak tasarıma aktarılmasıyla bu sınırlamaların önü aşılabilir. Doğada yer alan her malzeme doğru, mantıklı, hassas, yalın ve etkin olarak kullanılırsa dayanıklı olmasının yanında estetik olarak uygun biçimlerin oluşturulması mümkün olur. Çünkü doğa kusursuz güzelliğin kaynağı olup en uygun yapısal ve estetik çözümler doğanın içinde mevcuttur. Bu nedenle strüktürel estetiğin hedefi bu güzelliğe ulaşmaktır (Türkçü, 2009).

Strüktürel sistem; farklı yapısal gereçlerin, malzemenin teknik özelliklerine uygun olan araçlar yardımıyla bir araya getirilmesi ve ortaya çıkan ürünün sistemli bir şekilde planlamasıyla oluşan taşıyıcı elemanlardır (Türkçü, 2009). Strüktür sistemi bulunmayan bir yapıdan söz edilmesi mümkün değildir. İçinde bulunulan dönemin teknolojisine ve teknik olanaklarına bağlı olarak geliştirilen strüktürel sistem, yapının tasarımını ve biçimlenişini etkileyen önemli bir faktördür. Çünkü çok geniş açıklıkları daha az elaman kullanarak geçme düşüncesi geçmişten günümüze kadar tasarımın problemlerinden ve hedeflerinden biri haline gelmiş ve tasarımlar, çağın mimarlara sunmuş olduğu imkânlar ölçüsünde şekillenmiştir.

Mimaride teknik koşullar; heykel, resim, çini gibi diğer görsel sanatlara kıyasla daha çok etkilidir. Tasarımcı çağın teknolojine bağlı olarak eserlerini gerçekleştirmek durumundadır. Estetik açıdan güzel olması istenen bir yapıda fonksiyonellikten ödün verilen örnekler mevcut olsa da biçimsel problemler karşısında teknik şartların

değiştirilmesi her zaman için mümkün olamamaktadır. Bunun sebebi mimarlık ürününün zamanın teknolojisiyle kısıtlı kalmasıdır. Bu sebeple mimarlık alanında, tasarımın sınırlarını genişletmenin ve estetik açıdan en uygun sonuçlara ulaşmanın yolu teknolojk gelişmelere bağlı olarak teknik problemlerin ortadan kaldırılmasından geçmektedir (Sussman, 1996).

Mimarlık alanında yaşanan teknolojik gelişmenin, sanayi devrimi öncesi ve sonrası olarak iki dönem üzerinden incelenmesi mümkündür. Sanayi devrimi öncesinde strüktürel sistemin; ampirik olarak ölçülendirilerek şekillendirildiği, bu dönemden sonraysa matematiksel ve bilimsel kaideler üzerinden teknik problemlerin aşılarak biçimlendirildiği bilinmektedir (Türkçü, 2009). İtalyan mühendis Nervi (1965), teknik ve estetik kavramlarının sanayi döneminden önce birbiriyle daha yakından ilişkili olduğunu, daha çok bütünleştiğini belirterek içgüdüsel olarak meydana getirilen strüktürel sistemin deneyim ve duygular vasıtasıyla mimari biçimlenişe yön verdiğini ifade eder. Sanayi devriminden sonra ise matematiksel denklemlerle ve hesaplamalarla belirlenen strüktürel sistemin insanın duygularından yoksun kaldığını savunarak estetik olarak ifade edilebilmesinin yönteminin ise mimarın, nicel verilerle saptanan statik projenin içindeki güzeli algılayıp değerini anlamasında ve ardından dolu-boş oranlarını doğru kurgulamasında saklı olduğunu belirtir (Nervi, 1965).

Mimari bir biçimlenişte strüktürel sistem ya saklanır ya da meydana çıkarılır. Fakat her şartta tasarımın şekillenmesinde aktif rol almaktadır. Mimarlığın geçmişine bakıldığında strüktürel sistemin, duyguların ifadesinde bir araç niteliğinde kullanıldığı ve tasarımın estetik yönünü ortaya koyan bir unsur olarak değerlendirildiği örneklerle karşılaşmak mümkündür. Örneğin; Romanesk, Gotik, Rönesans mimarisi anlayışlarının hâkim olduğu zamanlarda strüktürün, yapının estetiğini ifade etmede bir araç olarak değerlendirildiği görülmektedir. Barok dönemindeyse strüktürel yapının estetik anlatımda etkili olmadığı sadece dekoratif amaçlı olarak yalancı sütunların, taşıyıcı olmayan konsolların cephede ön plana çıkarıldığı bilinmektedir (Yıldırım, t.y.).

2.4.2. İşlev Üzerinde Estetik Ölçü

İşlev yani fonksiyon, yapının tasarımına sebep olan ve dolaylı olarak biçimlenişine yön veren en önemli faktörlerden biridir. Tasarımın formuyla fonksiyonu arasındaki bağlantı estetik açıdan farklı yönlerden değerlendirilebilmektedir.

Scruton(1979), tasarımın estetik yargısında fonksiyonun bağlayıcı etkisinin olduğunu belirtir. Tasarıma ilişkin varılacak güzellik algısının, işlevi hakkında edinilen fikirler doğrultusunda belirlenebileceğini ifade eder. Ona göre eğitim binası olduğu sanılan bir eser hakkındaki pozitif estetik yargı, sağlık binası olduğu farkedildiğinde anlamını yitirecektir. Başka bir deyişle herhangi bir tasarıma ilişkin yapılan estetik değerlendirme onun fonksiyonundan bağımsız düşünülemez (Scruton, 1979).

Scruton'nun tam tersi bir görüş savunan Zevi (1974) ise tasarımın biçimine ilişkin yapılan estetik değerlendirmede fonksiyonun bir etken olarak ele alınmasını uygun bulmaz. Ona göre bütün yapılar bir mekân olarak kabul edilen kentin bir ögesidir. Bu ögenin biçimi ise fonksiyona göre değil kentin estetik ilkelerine göre belirlenmelidir (Zevi, 1974).

Mimariyi oluşturan temel unsurlardan biri olan işlevsellik, yukarıda açıklandığı üzere kimilerince biçimlenişin estetik algısında etkili olduğu belirtilirken kimileri tarafından ise etkisinin olmadığı görüşü benimsenmiştir. Ancak her iki durumda da değişmeyen tek şey bir toplum kesimi tarafından belli bir dönemde kabul edilen estetik değerlerin uzun bir süre değişmeyeceği anlayışıdır.

2.4.3. Yapının Çevresi Üzerinde Estetik Ölçü

Yapılı çevre, bir takım geometrik unsurların belli şartlarla bir araya gelmesinden meydana gelir. Çevre, yalnızca fiziksel organizasyonu tanımlamaz; bunun yanında onu oluşturan kültürün estetik, ekonomik, sosyokültürel ilişkilerini de ortaya koyar. Yani her yapılı çevrenin belli bir karateristik özelliği bulunmaktadır. Çevrenin görsel algısı, onu tanımlayan fiziksel ögelerin şekilsel ve duygusal izlenimleri sonucu ortaya çıkar. Yani çevreyi oluşturan biçimlenişlerin estetik yapısı, bulunduğu ortamda yer alan diğer biçimlenişlerin estetik karakterini de etkileyebilmektedir. Bu nedenle çevrenin, estetiğin sınırları içerisinde değerlendirilebileceğini söylemek mümkündür (Şentürer, 1990).

Mimari bir form çevreyle güçlü bir bağ içerisindedir. Mimari eserin içerisinde bulunduğu çevre, o tasarımın biçimlenişine yön veren önemli bir etkendir. Benzer biçimlenişler değişik ortamlarda farklı etkiler meydana getirebilir. Bu durum herhangi bir ögenin çevreden bağımsız olarak düşünülemeyeceğini ve çevresiyle kurduğu bağın ne kadar değerli olduğu görüşünü ortaya çıkarır (Weinstock, 2011).

İçerisinde yer aldığı ortamın düzenine adapte olan bir mimari eser, çevre organizasyonunun bir elemanı konumuna gelir. Mimarinin geçmişine bakıldığı zaman yerleşim alanlarını oluşturan bazı bina türlerinde, özellikle konut yapılarında, çevre ile tam bir bütünlüğün sağlandığı görülmektedir. Kamusal binalar ve ibadet alanları ise bu düzen içinde daha ön plana çıkmaktadır. Bunun nedeni din ve yönetimin, gücü simgeleyen kurumların başında yer alması gelir. Farklı değer yargıları bu yapısal alanların sahip olduğu fonksiyonunun yanında ifade ettikleri sembolik değerleriyle de ilgilidir (Weinstock, 2011).

Geçmişten günümüze kadar insanların, çevrenin yapılar üzerindeki estetik etkisinin farkında olarak oluşturdukları çok fazla örnekle karşılaşmak mümkündür. Belli bir tasarımın bulunduğu ortamla bütünleşmesi ya da kendini diğer yapılar arasından ön plana çıkarması; onun türüne, fonksiyonuna, toplum tarafınan kabul gören değerlerine ve toplumdaki yerine bağlıdır. Yapının çevresi üzerindeki estetik ölçü bu nitelikler doğrultusunda gelişim göstermektedir.

2.5. Estetiğin Mimarideki Biçimsel Nitelikleri ve Kriterleri

Bir yapının sanatsal nitelik taşıması için o yapıyı oluşturan elemanlarda belli başlı niteliklerin mevcut olması gerekmektedir. Bu niteliklerden biri olan estetik olgu, sanatsal bir yapının olmazsa olmaz temel özelliğidir. Mimaride estetik ise ya yapının tamamında ya da herhangi bir elemanında aranan görsel algılara dayalı kriterlerle tanımlanır (Korkmaz, 2013).

Mimaride estetik olgusunun oluşumuna ve estetik kriterlerin belirlenmesine ilişkin düşünceler 20. yüzyıl sonuna doğru ortaya atılan çeşitli kuramsal, kültürel ve felsefeye ilişkin görüşlerden oluşmaktadır. "Gestalt Psikolojisi[1]" nin ilkelerine göre belirlenen bu görüşler, estetiğe dair öznel yaklaşımlar geliştirmekten düşünürleri kurtarmıştır (Korkmaz, 2013).

Geçmişten günümüze kadar mimarlıkta farklı tasarımlar elde etmek adına farklı akımlar geliştirilmiş olsa da mimari kompozisyonun ve biçiminin estetik karakterinin belirlenmesinde temel tasar öge ve ilkeleri değişmeyen tasarım araçları olarak ön plana çıkmaktadır. Tasarımın estetik özelliğine ilişkin fikirler edinmeyi sağlayan bu biçimsel

[1] Gestalt psikolojisi; fizikî parçaları bütünleyerek anlamlandırmaya çalışan insanın görsel algılama işlemiyle birlikte zihninde oluşan psikolojik etkidir (https://tr.wikipedia.org/wiki/Gestalt_psikolojisi)

kriterler, yapıda; denge, uyum, düzen, bütünlük, hâkimiyet gibi ilkelere ulaşmayı hedeflemektedir (Tunalı, 1979).

Estetiğin öznel ve soyutsal bir kavram olması nedeniyle tasarımların estetik yargılarına ulaşmada kullanılacak değerlendirme ölçütlerinin tam bir listesini edinmek mümkün değildir. Fakat tasarımların estetik karakterine ve etkilerine ilişkin ipuçları edinmeyi sağlayan ve subjektif yargılardan uzak olarak değerlendirilmesinde kullanılan belli başlı biçimsel kriterlerden söz edilmesi mümkündür.

Herhangi bir nesnenin görüntüsüne ilişkin varılan yargı "estetik" olarak ifade edilir (Masiero, 2006). Bu nesne; resim, heykel, çini veya mimari bir biçim olabilir. Güzel denildiğindeyse akla bitki, hayvan ve insan gibi canlı bir varlığın görüntüsüne ilişkin düşünceler gelmektedir. Bununla birlikte yukarıda sayılan plastik sanatların insanlar tarafından beğenilmesi de onun güzel olarak ifade edilmesine neden olur.

Estetiğe ilişkin biçimsel özelliklerden bahsedildiği zaman güzel olarak ifade edilen nesnenin formuna dair görsel ögeler zihinde canlanır. Objeyle ilgili olan bu biçimsel özelliklerin sayısal değerlerle ve nesnel yargılarla tanımlanabilmesi mümkündür. Bu sebeple herhangi bir mimari yapının estetik başarısı ve değerlendirmesi, o yapının biçimsel özelliklerine ilişkin niceliksel veriler ve kriterler doğrultusunda yapılabilmektedir. Bu niceliksel veriler temel tasar öge ve ilkelerine dayanan kriterlerdir (Tunalı, 1979).

Güngör (2005), temel tasar ögelerini; çizgi, yön, biçim, ölçü, aralık, doku, renk, değer, ışık-gölge ve hareket olarak on başlık altında, temel tasar ilkelerini ise; tekrar, aralıklı tekrar, uygunluk, zıtlık, egemenlik, koram, denge ve birlik olarak sekiz başlık altında ele almaktadır.

Gürer (1990), tasar ögelerini; nokta, çizgi, yön, ölçü, biçim, değer, doku ve renk olarak sekiz başlıkta, temel tasarım ilkelerini ise; tekrar, harmoni, kontrast, koram, egemenlik, denge ve birlik olarak yedi başlıkta ele almaktadır.

Özek (1993), mimarlıkta temel tasar ögelerini; çizgi, yön, aralık, ölçü, biçim, renk, değer, doku, ışık-gölge ve hareket olarak on başlık altında, temel tasar ilkelerini ise; tekrar, uyum, karşıtlık, egemenlik, denge ve koram olarak altı başlık altında ele almaktadır.

Divanlıoğlu (1997), temel tasar ögelerini; nokta, çizgi-yön, düzlem, hacim, biçim-şekil, mekân, doku, renk, hareket ve ışık-gölge olarak on başlık altında, temel tasar ilkelerini ise; denge, egemenlik, tekrar, uygunluk, zıtlık, koram ve birlik olarak yedi başlık altında ele alır.

Birbirinden farklı bu sınıflandırmalardan yola çıkarak tez çalışmasında mimari biçimlenişlerin estetik değerlendirmesinde referans alınacak tasarım ögeleri; çizgi-yön, aralık, ölçü ve oran, biçim-şekil, renk-değer, doku, ışık-gölge ve hareket olmak üzere sekiz başlık altında ele alınırken temel tasarım ilkeleri ise; tekrar/ritim, uyum/uygunluk, karşıtlık, egemenlik, denge ve koram olmak üzere altı başlıkta ele alınmaktadır. Divanlıoğlu'nun ve Gürer'in temel tasar ögesi olarak ele aldığı "nokta" kavramının doğada karşılığı olmadığından, yine Divanlıoğlu'nun tasar ögeleri olarak ele aldığı; düzlem, hacim ve mekân kavramlarının da 3. boyutta çalışılan biçimlenişler üzerinde şekil ve biçim kavramıyla ifade edilmesi mümkün olduğundan sınıflandırma kriterlerine dâhil edilmemiştir. Güngör'ün "aralıklı tekrar" olarak ele aldığı tasar ilkesi diğer yazarlar tarafından "tekrar" ilkesi içinde değerlendirildiğinden, bununla beraber Güngör, Gürer ve Divanlıoğlu'nun temel tasar ilkesi olarak ele aldığı "birlik" ilkesi "denge" ilkesiyle ilişkili olup; uygunluk, zıtlık ve egemenlik ilkeleriyle de üç ayrı yoldan sağlandığından ayrıca sınıflandırma kriterleri içerisine dâhil edilmemiştir. Biçimin estetik yargısında ve eleştirisinde kullanılan bu kriterler, estetik olgunun anlaşılabilmesini kolaylaştırmak adına sonraki bölümlerde teker teker incelenmektedir.

2.5.1. Çizgi

Her görselin temel şeklini "çizgi" ler oluşturur. Çizgi, peş peşe sıralanan noktalardan oluşan iz olarak ifade edilir. Çizgilerin kesişiminden düzlem, düzlemlerin kesişiminden ise hacim meydana gelir (Atmaca, 2014). Çizgiler, düz ve eğri çizgi olmak üzere temelde iki grupta toplanmaktadır. Bu iki çizgi türünden türeyen farklı çizgi tiplerinden de bahsedilebilir. Bunlar; doğru parçacıklarının farklı yönlerde birbirlerine eklenmesiyle oluşan kırıklı çizgi, eğri parçacıklarının birbirlerine eklenmesiyle oluşan "sinüzoidal eğri" ve eğrilikleri birbirinden bağımsız ve kuralsız olarak değişen kuralsız eğrilikli çizgilerdir (Özek, 1993; K. Çınar ve M.S. Çınar, 2015).

Çizgi, hareketi ifade etmektedir. Hareket ise çizgiye sürekliliği aşılamaktadır. Çizgiler yardımıyla sonsuz sayıda hareket çeşitliliğinin sağlanması mümkündür (Divanlıoğlu, 1997; Atmaca, 2014).

Her çizgi türü insanlar üzerinde çeşitli psişik etkilere sebep olmaktadır. Bu etkiler Çizelge 2.1. ‘de gösterilmektedir (Özek, 1993; Atmaca, 2014).

Çizelge 2.1. Karakteristik çizgi türleri ve psişik etkisi

Çizginin Türü	Çizginin Şekli	Psişik Etkisi ve İfade Ettiği Anlamı
Doğrusal Çizgi		• Değişmezlik • Sabitlik • Kararlılık • Netlik • Katılık
Kırık Çizgi		• Dinanizm • Heyecan • Asabiyet • Anî durum değişimleri
Eğri Çizgi		• Yumuşak • Sakin • Dinlendirici • Ilımlı
Sinüzoidal Eğri		• Uyumlu • Düzenli değişim
Kuralsız Çizgi		• Belirsizlik • İstikrarsız gidiş • Programsızlık • Umulmadık Değişiklik

2.5.2. Yön

Yön çizgi üzerindeki noktalar kümesinin izlediği hattı ifade eden ve soyutsal nitelik taşıyan yoldur. Yön; tek boyutlu olan çizgide, iki boyutlu düzlemsel şekillerde ve üç boyutlu hacimlerde hareketi sağlayarak belirleyicilik rolünü üstlenmektedir. Tasarımcı eseriyle vermek istediği anlamı, bu hareketi yönlendirme yoluyla karşı tarafa iletebilir (Gürer, 1990).

Uzay boşluğunda "yatay ve düşey yön" olmak üzere temelde iki çeşit yönden bahsedilebilir. Düşey yön yani dikey yön, yer çekimi yönünde olup bir taneyken yatay doğrultuda bir noktadan geçen sonsuz sayıda yön vardır. Bununla beraber yatay ve düşey yönler arasında da sonsuz sayıda eğik yön bulunmaktadır (Özek, 1993; K. Çınar ve M.S. Çınar, 2015).

0 ile 90, 10 ile 100, 20 ile 110 vs. aralarındaki açı farkı 90 derece olan yönler birbirlerine dik konumdadır. Bu yönler mimaride tam zıt yönler (aykırı yönler) olarak ifade edilir. Yine birbirine dik denebilecek durumdaki; 40 ile 120, 50 ile 130 gibi 90 dereceye yakın dar açılarla gösterilen yönlerle 40 ile 140, 50 ile 150 gibi 90 dereceye yakın geniş açılarla gösterilen yönler de zıt yönde sayılmaktadır. Gönyedeki; 0 ile 180 yönleri ise birbiriyle paralel olup uygunluk halindedir. Bununla birlikte; 10 ile 20, 60 ile 70 vs. gibi aralarındaki açı farkı çok olmayan yönlerle 10 ile 170, 20 ile 180 gibi tam açı değerine yakın olan yönler de birbiriyle uyumlu yönler olarak kabul edilmektedir (Güngör, 2005).

Mimari eserlerin yatay ve düşey yönlerde şekillenen kütlesel biçimlenişleri, mimari kompozisyonun bütünsel algısında farklı etkilere sebep olmaktadır. Genel olarak;

- Yatay yöndeki biçimlenişler pasif (edilgen),
- Düşey yöndeki biçimlenişler aktif (etken),
- Eğimli olarak şekillenen biçimlenişler ise canlı, dinamik ve hareketli etkiye sebep olurlar (Güngör, 2005; K. Çınar ve M.S. Çınar, 2015).

Birbirine paralel ve zıt yönde olan yönlerin psişik etkileri de farklı farklıdır. Birbirine paralel (aynı yönde) olan yönlerle aralarında ufak açı farkı olan yönler uygunluğun, uyumun, bütünleşmenin ve birliğin oluşmasını sağlar. Fakat aynı yöndeki ögelerin çok sayıda tekrarı; monotonluk, tek düzelik ve sıkıcılı etkisinin görülmesine neden olur. Farklı yönlerin kullanımı ise kompozisyona; canlılık, hareketlilik, ilgi çekicilik katar. Tasarım üzerinde uyarıcı etkiye sebep olarak ona dinamik bir görüntü oluşmasında etkili olur (Özek, 1993).

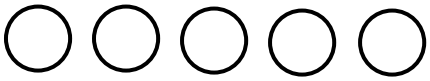
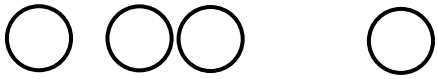
2.5.3. Aralık

Bir organizasonu oluşturan çizgi, biçim ya da kütlelerin yerleştirilmesi sırasında elemanların birbirleriyle kurdukları ilişki "aralık" kavramıyla ifade edilir. Organizasyonun dengeli bir şekilde kurulmasında ve estetik olarak algısında onu oluşturan ögelerin ölçüsü kadar birbirine olan mesafelerinin ilişkileri de etkili bir faktördür (Özek, 1993).

Aralık ögesi, ya kullanımın gerekli kıldığı zorunluluklardan kaynaklı olarak ya da görsel açıdan iki şekilde ortaya çıkmaktadır. Başarılı bir kompozisyonda beklenen etkiyi elde edebilmek için kompozisyonu oluşturan kütle, hacim ve mekânlar arasındaki aralıklar kullanımdan taviz vermeden optimum düzeyde işlevsel olmalı ve bununla birlikte etrafında kapsadığı alan içinde hacimsel kütlesini görsel açıdan öne çıkarma imkânı bulmalıdır. Genel olarak büyük şekil ve kütlerin etrafında büyük, küçük şekil ve kütlelerin etrafında ise küçük aralıkların olması komposizyonda başarılı bir dengenin kurulmasını sağlayacaktır (Güngör, 2005).

Üç çeşit aralıktan bahsedilmesi mümkündür. Bu aralıklar; bitişik, sabit mesafeli ve değişken mesafeli aralıklardır. Çizelge 2.3'te bu aralıklar ve psişik etkileri gösterilmektedir (Özek, 1993; K. Çınar ve M.S. Çınar, 2015).

Çizelge 2.3. Aralık türleri ve psişik etkileri

Aralık Türü	Aralığın Şekli	Psişik Etkisi
Bitişik Aralık		• Uygunluk Aşırı kullanımı: • Sıkıntılı • Monotonluk
Sabit Mesafeli Aralık		• Uygunluk Aşırı kullanımı: • Sıkıntılı • Monotonluk
Değişken Mesafeli Aralık		• Canlılık Alakasız ve aşırı kullanımı: • Karşıtlık

Değişken mesafeli aralıklarda karşıtlığın oluşmaması için birbirinden çok farklı olan aralıklar bulunmamalıdır. Kütle veya hacmin gerektirdiği ölçüde farklı aralıkların bulunması karşıtlığı önleyerek komposizyonda dengeyi kuraracak, canlılığın oluşmasını sağlayacaktır. Bununla birlikte ögelerin daha iyi ifade edilebilebilmesinde etkili olacaktır (Güngör, 2005).

2.5.4. Ölçü ve Oran

Oran ve ölçü, mimari bir biçimlenişin eleştirisinde sıklıkla kullanılan kavramlardandır. Çok eski uygarlıklardan günümüze kadar birçok toplum doğada yer alan her bir unsurla matematik arasında gözle gürülür bir ilişkinin varolduğunu düşünmüştür. Özellikle de antik Yunan döneminde bu düşüncelerin somut şekillere dönüştüğü görülür. Yunanlı filozof Pisagor ve öğrencileri, gerek doğada bulunan her bir ögede ve gerekse de insanların elleriyle şekil verdiği nesnelerde olsun güzel olarak nitelendirilen her şeyin temelinde matematiğin varolduğu görüşünü benimsemiştir. İsviçreli sanat tarihçisi ve düşünürü Heinrich Wölfflin, bir bütünle onun parçaları arasında kurulan orantılı ilişkinin, eşit olmayan parçalar arasında sağlanan düzenin ifadesi olduğunu belirtir (Öztürk, 1978). Proporsiyon kelimesiyle ifade edilen ve parça-bütün arasındaki oransal ilişkiyi tanımlayan bu görüş, mimarlığın temel ilkesidir ve niceliksel olarak farklı büyüklükler arasında ölçülü ve orantılı bağlantılar kurmayı hedefler (Öztürk, 1978).

Ölçü, çizgisel nitelikli ögelerde uzunlukla ifade edilirken düzlemsel ögelerde alan büyüklüğüyle ifade edilmektedir. Niceliksel bir ifade olan ölçü, mimaride yaygın bir şekilde insan boyutları baz alınarak değerlendirilen bir kavramdır ve bütünün birimlere göre oranlanması esasına dayanır (Ersoy, 2007). Mimari bir yapı ilk olarak kullacıların ölçülerine göre biçimlenmelidir. Çünkü yapı şayet kullanıcıların ölçülerine göre ölçüsüz ve orantısız olarak tasarlandığı zaman fiziki ve psikolojik rahatsızlıkların oluşması kaçınılmazdır. Bununla birlikte yapıların insan üzerindeki estetik algısı üzerinde de o yapının, kullanıcıların ölçülerine göre uygun orantıya sahip olmasının etkisi büyüktür. Tavanının yüksekliği hacmine oranla düşük olan bir oda, uzun olmasına rağmen oldukça dar olan bir koridor ya da en, boy ve yüksekliği orantılı olarak ayarlanmamış olan bir kütle insan üzerinde olumsuz etkiler meydana getirir. Bununla beraber estetik açıdan gerek mekânda ve gerekse de biçimlenişte insan üzerinde

beğenmeme duygusuna neden olur. Bu açıdan bakıldığında insan ölçeği referans alınarak tasarlanan bir yapının kullanıcılar üzerinde oluşturduğu estetik etkinin olumlu yönde geliştiği ve yapının güzel olarak nitelendirildiği yargısına varılabilir (Ersoy, 2007).

Ölçü, yalnızca yapı ve kullanıcı arasında değil aynı zamanda yapı ve onun etrafını saran yakın çevresi arasında da aranan bir kavramdır. Yapı bulunduğu ortam içerisinde etrafındaki birimlere göre ölçülü ve orantılı olmalıdır. Çevresine göre ölçüsüz ve orantısız bir biçimleniş sergileyen yapı insan ve toplum içinde olumsuz algılamalara neden olur ve fiziki çevrede hoş karşılanmayan görüntülere yol açar. Fuar alanına yerleştirilen bir pavyonun, park ortasına yerleştirilen bir havuzun veya kent meydanı içerisinde bulunan tarihi bir yapının çevresiyle olan boyutsal ve fiziksel ilişkileri, çevre-yapı arasında aranan ölçülü olma kapsamında değerlendirilebilir (Kuban, 1973).

Ölçü, insan-yapı ve yapı-çevre arasında olduğu gibi yapıyı oluşturan ögeler arasında da aranan bir kavramdır. Bütünü oluşturan elemanların birbirleriyle ya da bütünle arasındaki niceliksel ilişkisi "oran" sözcüğüyle karşılık bulur. Matetmatiksel terim olarak iki nicelik arasındaki ilişki şeklinde tanımlanan bu kavram mimarlıkta, yapıyı oluşturan elemanların kendi aralarında ya da tasarımın bütünüyle kurduğu boyutsal ilişkisi şeklinde tanımlanır (Ersoy, 2007; K. Çınar ve M.S. Çınar, 2015).

İki biçimlenişin birbiri arasındaki boyutsal ilişki değiştikçe insan üzerinde oluşturduğu psişik etkisi ve algılanma düzeyi de değişecektir. Nitekim büyük biçimlenişler, hacimler ve mekânlar daha küçük ölçülerdeki benzerlerine göre daha etkili bir şekilde algılanmaktadır. Bununla birlikte küçük biçimlenişler de büyük biçimlenişler yanında önem ve derecesini daha iyi ifade etme olanağına sahip olur. Birbirine benzer ögeler arasındaki ölçü farkı aşırı olduğunda ise bu ögelerle oluşan kompozisyonda karşıtlık meydana gelirken ufak ölçü farklarıyla oluşturulan kompozisyonda ise uyumlu bir ilişkinin kurulması sağlanır (Çizelge 2.4), (Güngör, 2005).

Çizelge 2.4. Biçimlenişlerin ölçü ve şekillerine göre meydana gelen psişik etkiler

Biçimlenişlerin Ölçüsü / Boyutu	Biçimlenişlerin Şekilleri	Algılanması ve Psişik Etkisi
Aynı ya da Yakın	Aynı	Birbiriyle uyuşarak uyumlu birliktelik oluştururlar. Dengelidir.
Aynı ya da Yakın	Farklı	Birbiriyle uyuşarak uyumlu birliktelik oluştururlar. Dengelidir.
Farklı	Aynı	Birbirinin özelliğini ve ölçülerini daha iyi ifade ederler. Ancak aşırı ölçü farklı, karşıtlığa ve dengesizliğe yol açar.
Farklı	Farklı	Uyuşmazlık ve dengesizlik oluşur. Eğer fark aşırı değilse denge kurulması mümkündür. Başarılı bir şekilde kullanılırsa biçimlenişlerin özellikleri ve değerleri iyi bir şekilde yansıtılır.

Mimari bir eserin gözlemlenmesi sırasında öncelikli olarak algılanan ana nitelikler yapının boyutu ve oranıdır. Boyut ve oran arasında ise ilk olarak yığınsal kütlenin boyutları algılanır. Onun hemen ardından oranlar algılanmaya başlanmakta ve yapıya yaklaşıldıkça doluluk-boşluklar, yüzeyler ve malzemeler algılanmaktadır. Boyut değişmez bir özellik sergilerken oran; mesafe, algılama açısı, yön ve ışık gibi unsurlara bağlı olarak algılamada değişebilmektedir (Ersoy, 2007).

Birçok mimar ve mühendis estetik ve işlevsel bir tasarımda olmazsa olmaz önceliğin "oranlar" olduğunu ifade etmiştir. Oran, estetik olarak kabul edilen mimari bir üründe aranan en temel özelliktir. Bu nedenle çok eski çağlardan bu yana Fibonacci'nin keşfettiği altın orandan Le Corbusier'ün Modulor adını verdiği ölçü sistemine kadar birçok matematiksel ve geometrik oranların yapı tasarımlarında etkili olduğu görülmektedir (Öztürk, 1978).

Pek çok teorisyen ve düşünür altın oranın evrenin yapısını belirleyen kilit unsur olduğunu ifade eder. Bu özel oran, ikiye bölünen bir doğru parçasına göre açıklanacak olursa, kısa olanın uzuna ve uzun olanın da tamamına olan oranlarının birbirine eşitliğiyle tanımlanır. Altın oranın niceliksel değeri 1,618033988749894... irrasyonel sayısına karşılık gelir. Bütünü oluşturan parçalar arasında görülen bu oran değeri uyum ve düzen bakımından en ideal ölçüleri sağladığından sanatta ve özellikle de mimarlık

alanında biçimlerin eldesinde başvurulan en temel oran olmuştur (Doğan, 1975), (Bkz. Sayfa 129-132).

Eski çağlardan beri bir yapıda altın oranın uygulanması veya yapının altın orana yakın olarak tasarlanması, estetik açıdan güzelliği yansıtan bir ölçüt olarak ifade edilmiştir (Civcir, 2015). Ancak sadece altın oran dikkate alınarak yapıların tasarlanmasının estetik açıdan insanlar üzerinde oluşturacağı etkiler tartışılabilir. Nitekim altın dikdörtgenlerin sıklıkla kullanıldığı bir yapının düz bir arazideki veya yüksekçe bir tepe üzerindeki konumuna göre veya cephede kullanılan malzeme ve renklere göre kütle görüntüsü farklı olacaktır (Doğan, 1975).

Mimari tasarımların estetik karakterini yansıtmada altın oranın haricinde başka oranların da kullanımına rastlanmaktadır. Fransız düşünür Maurice Blondel, estetik bir mimari eser tasarlanabilmesi için yapının yüksekliği, eni ve boyu arasında belli bir niceliksel ilişkinin olması gerektiğini savunmuş ve binanın yüksekliğinin, boy ve derinliğin aritmetik, harmonik ya da geometrik ortalamalarına eşit olması gerektiğini belirtmiştir (Smith, 1979).

Yapı biçimlenişinde görülen oransal uyum ve düzen; kullanılan yapı malzemesinin niteliğine, kütlenin dolu-boş dizilimine, ışık-gölgeyle sağlanan görsel etkiye ve daha birçok faktöre bağlı olarak değişebilmektedir. Doğrudan olmasa da dolaylı olarak proporsiyonu etkileyen bu etkenler doğru kullanılmadıklarında oransal denge kaybolur. Örnek verilecek olursa birebir aynı ölçülerde olan fakat farklı malzemelerin kullanıldığı taş ve ahşap iki yapıda balkonu taşıyan sütunların aynı ölçülerde olması orantısız bir görüntü oluşmasına neden olur. Çünkü insanın gözü ahşap malzemeyi hafif ve taşı ağır olarak algıladığından bu iki malzemenin kullanımına ilişkin bir ayrımın olması beklenir. Benzer şekilde eski Yunan tapınaklarında kullanılan mermer sütunun yerine aynı ölçülerde çelik bir sütunun yerleştirilmesi düşünülemez. Çünkü malzemenin renk ve dokusuna ilişkin dokusal yapısı tıpkı ölçü ögesinde olduğu gibi proporsiyonu etkilemektedir (Weber ve Vosskoetter, 2008).

Ölçü ve oran kavramları estetik karakteri ortaya koyan kriterler arasında olsa da diğer biçimsel ve çevresel özellikler olmadan yapının estetik yargısına varmada tek başına değerlendirilemez. Çünkü ölçünün varlığı, ancak uygulandığı nesne üzerinde anlaşılan soyut bir ifade olduğu için diğer biçimsel kritere bağlı olarak etkisi baskılanabilmekte ya da daha da arttırılabilmektedir. Oranın yapı üzerindeki etkisini tam anlamıyla anlamak ve sağlıklı bir estetik yargıya varmak için tasarımın yer aldığı çevresi, arazisi, ışığın yönü, kullanılan malzeme vb. gibi diğer şartların da bilinmesi gerekmektedir.

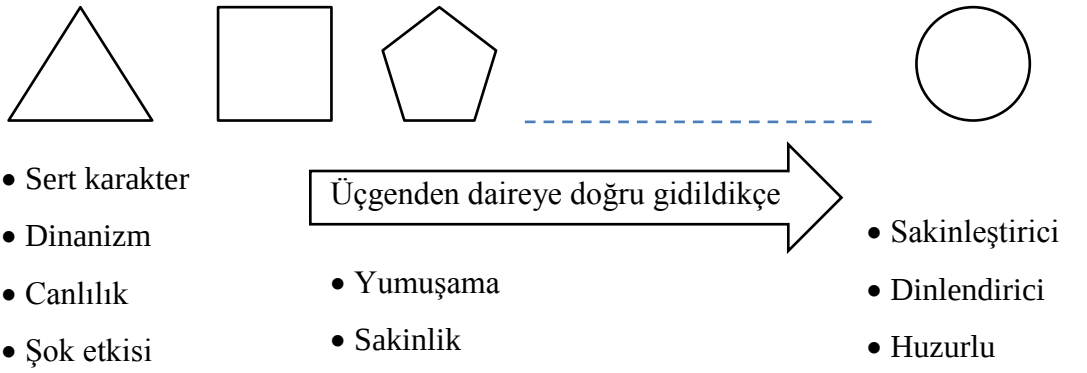
2.5.5. Biçim-Şekil

Çizgilerle oluşturulan kapalı bir alan veya hacmin ifadesi olan biçim, iki ve üç boyutlu ögelerden oluşur. "Şekil", nesnelerin kontür çizgileriyle iki boyutlu anlatımını ifade ederken "biçim (form)", şeklin farklı açılardan değişik durumlarının görüntüsünü ifade etmektedir. Şekil, kapalı bir alanı tanımlarken biçim, hacmi tanımlamaktadır (Güngör, 2005; K. Çınar ve M.S. Çınar, 2015).

Tasarımı zenginleştirerek algılamayı hızlandıran şekiller; kurallı ve kuralsız olarak iki temel kategoriye ayrılabilir. Kurallı şekiller; üçgen, beşgen, çokgen gibi geometrik düzene bağlı biçimleri ifade ederken kuralsız şekiller, geometrik düzen sergilemeyen amorf biçimleri ifade etmektedir (Özek, 1993). Biçimler de kendi arasında; organik-geometrik, doğal-yapay, yuvarlak-köşeli, simetrik-asimetrik, sembolik-gerçekçi, hareketli(dinamik)-hareketsiz(statik) gibi türlere ayrılabilir (Gezer, 2019).

Şekillerin soyutlanarak kullanılması, farklı tür şekillerin uyumlu bir şekilde birbirleriyle kesiştirilmesi, değişik metotlarla tasarıma uygulanması sonucunda ilgi çekici yeni şekillerin oluşturulması mümkündür. Şekillerin tekrar yoluyla bir araya getirilmeleriyle de ritmik duygu oluşturularak dikkat çekici ve bütünleştirici bir görüntü elde edilmesi mümkündür (Gezer, 2019).

Bir şeklin oluşması için temel koşul en az üç kenarının yani üç köşesinin olmasıdır. Üçgenler üç köşeye sahipken çember ve daire sonsuz köşeye sahiptir. Üçgenden daireye doğru gidildikçe sırasıyla dikdörtgen ve çokgen şekilleri gelir. Bu şekillerin psişik etkileri Şekil 2.1.'de gösterilmiştir (Özek, 1993).



Şekil 2.1. Geometrik şekillerin psişik etkileri

Kare, çokgen ve daire gibi asal geometrik şekiller nötr karaktere sahip olup tarafsızlık etkisi gösterir (Özek, 1993). Sivri ve keskin köşeleri bulunan üçgen; ele batıcı, sert bir karaktere sahipken yuvarlak ve pürüzsüz yüzeyiyle daire; ele yatkın, yumuşak bir karaktere sahiptir. Bu iki şekil birbirinin zıttı olarak ele alındığında mimaride karşıtlıkla karakterize olur. Şekil 2.1.'de üçgen-dikdörtgen, dikdörgen-beşgen, beşgen-altıgen vs. ardışık gelen her iki şekil birbiriyle uygun olan biçimlerdir. Bununla birlikte kare-altıgen, sekizgen-ongen gibi birbirinden çok uzakta olmayan şekiller de uygunluk gösterir (Güngör, 2005).

Mimaride sıklıkla kullanılan; eşkenar üçgen, kare, altıgen, daire gibi iki boyutlu şekillerle; küp, piramit, koni, küre gibi üç boyutlu biçimler tabanları üzerine oturduğunda "sağlam, sabit, kararlı ve güvenceli" bir algıya sebep olurken tepe üstü veya köşeleri üzerine oturduğundaysa "heyecan verici, tehlikeli ve kararsız" bir etkiye neden olur (Güngör, 2005).

2.5.6. Renk-Değer

Rengin mimaride kullanılma amacı; bir yapının belirli kısımlarını vurgulamak, binaya kendine özgü karakter kazandırmak, estetik açıdan ilgi çekicilik sağlamak gibi sebepler olabilmektedir. Renklerin tasarımda doğru bir şekilde kullanılması tasarımı güçlü ve etkin kılması bakımından oldukça önemlidir (Atmaca, 2014). Bir renk yansıttığı anlama uygun olarak kullanıldığında üzerinde uygulandığı binanın niteliğini ve tasarımcısının ifade etmek istediği duyguyu yansıtarak yapının bir sanat eserine dönüşmesine de katkıda bulunur (Halse, 1978).

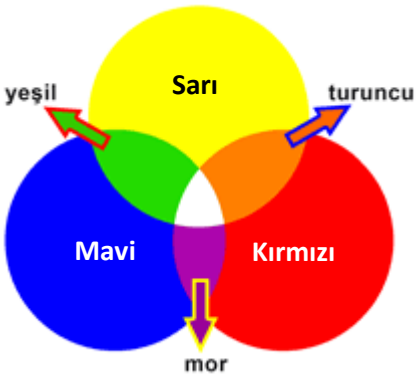
Renk denilidiğinde akla ilk olarak onun insanlar tarafından üretilen yapay bir malzeme olduğu gelir. Fakat malzeme de rengi yansıtan doğal bir araçtır ve renkten ayrı olarak düşünülemez. Nitekim eski uygarlıklarda malzemeler olduğu gibi yapının rengini yansıtan bir araç olarak kullanılmıştır. İnsanlar tarafından renge müdahale edilmeye başlanmasıyla tasarımda renk kavramı farklı bir boyut kazanmıştır.

Birbirinden farklı renkler ve tonlar insanlar üzerinde farklı psikolojik etkiler oluşturabilmektedir. Rengin bireyler üzerinde olumlu ve olumsuz yönden çeşitli fiziksel ve psişik etkiler oluşturduğu yapılan deneyler sonucunda tespit edilmiştir. Kimi renkler ve tonlar birey üzerinde sevinç, heyecan ve huzur meydana getirirken kimisi de üzüntü, kaygı, korku gibi etkiler oluşturabilmektedir. Bu bağlamda rengin tasarımda kullanımı mimarlar açısından önemli bir konu haline gelmiştir (Manav, 2015).

Kanat (2001), başarılı bir şekilde kullanılan rengin tasarımı güzel ve çekici kılmasının yanında ona daha fazla anlam yüklediğini ifade eder. Bina tasarımlarında doğru renk kullanılmadığı takdirde gözlemciler üzerinde; dikkat dağınıklığı, iticilik, stres veya aşırı uyarılma gibi nöropsikolojik etkiler oluşabilmektedir. Bununla birlikte bir tasarımın herhangi bir eksiği, renk ve tonların iyi kullanımıyla olumluya dönüştürülebilmekte veya renkler sayesinde eksiklik/olumsuzluk gizlenerek gözlemcilerin dikkatinin farklı yönlere çevrilmesi sağlanabilmektedir. Bu nedenle doğru renk kullanımı başarılı olarak kabul edilen mimari biçimlenişin temelini oluşturur.

Renklerin ana kaynağı güneş ışığıdır. Renkleri birbirinden ayıran faktör, karakteristik dalga boylarıdır. Beyaz bir renge sahip olan gün ışığı cam prizmasından geçtiğinde frekans ve dalga boylarına bağlı olarak; kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi ve mor olmak üzere altı renge ayırılır. Kırmızı rengin frekansı (titreşim sayısı) düşük ve dalga boyu büyükken mor rengin frekansı yüksek ve dalga boyu küçüktür. Bu nedenle spekturumda en az kırılan ışık kırmızı, en çok kırılan ışık ise mordur (Özek, 1993).

Renkler gözde yer alan sinir hücreleriyle algılanır. Bazı hücreler kırmızıyı, bazıları sarıyı ve bazısı ise maviyi algılar. Diğer renkler ise bu renklerin ortak değerlendirilmesi sonucunda algılanır. Bundan dolayı kırmızı, sarı ve mavi renkler ana renkler olarak kabul edilir. Bu renkler şema ile gösterilecek olursa Şekil 2.2.'deki gibi, spektrumda gösterilen diğer renkler elde edilir (Güngör, 2005; Civcir, 2015; Yazıcıoğlu, 2017).



Şekil 2.2. Renk şeması

Şekil 2.2.'deki renk şemasında görüleceği üzere; kırmızı ve sarının birleşiminden turuncu, sarı ve mavinin birleşiminden yeşil, maviyle kırmızının birleşiminden ise mor renk oluşmaktadır. Bu renkler "ara renkler" olarak ifade edilir. Her üç ana rengin birleşimi ise beyazı meydana getirir. Ancak eğer boya karışımı söz konusuysa bu üç ana rengin birleşiminden siyah oluşur. Siyah ve beyaz ise renk ifade etmezler, tarafsızdırlar dolayısıyla renksizlik olarak ele alınırlar (Güngör, 2005; Yazıcıoğlu, 2017).

Şekil 2.2.'de birbirine komşu olan renkler "uygun/uyumlu renkler" olarak ifade edilirken birbirinin karşısında olan renkler "zıt renkler" olarak ifade edilir. Zıt renkler aynı zamanda birbirinin tamamlayıcısı olan "bütünleyici (komplementer)" renklerdir. Yani birleşimlerinden siyah veya beyaz oluşmaktadır (Özek, 1993). Bu renklerin haricindeki renkler ise ne tam zıt ne tam uygundur. Bu renkler ise "ilgisiz renkler" olarak değerlendirilir (Güngör, 2005). Buna göre;

Uygun/Uyumlu Renkler

- Kırmızı-Turuncu
- Turuncu-Sarı
- Sarı-Yeşil
- Yeşil-Mavi
- Mavi-Mor
- Mor-Kırmızı

Zıt ve Komplementer Renkler

- Kırmızı-Yeşil
- Sarı-Mor
- Mavi-Turuncu

İlgisiz Renkler

- Kırmızı-Sarı
- Sarı-Mavi
- Mavi-Kırmızı
- Turuncu-Yeşil
- Yeşil-Mor
- Mor-Turuncu

Renklerde uygulamalar sırasında denge ve uyum aranır. Kimi renkler uygulandığı yüzey üzerinde ağır bir etki oluştururken bazı renkler de daha hafif algılanmaya neden olur. Bunun nedeni rengin çevresiyle kurduğu uyum ya da oluşturduğu zıtlıktır. Birbiriyle uyumlu olan renkler ve tonlar insan üzerinde huzur, güven ve sakinleştirici etkiyi güçlendirirken birbirine zıt olan renkler ise insan üzerinde ilgi uyandırarak uygulandığı yüzeyi ön plana çıkarmaktadır. Malzemelerin kendine has olan doğal renk oluşumları da bireyler üzerinde rahatlatıcı etkiye sahiptir. Bir kompozisyonda herhangi bir rengin etkisinin vurgulanması isteniyorsa o rengin etrafı bütünleyicisi olan renkle yani, zıttı olan renkle boyanmalıdır. Bununla birlikte eğer zıt renklerle kurulan bir kompozisyonda dengenin sağlanması isteniyorsa; bir birim kırmızıya karşılık bir birim yeşil, bir birim maviye karşılık iki birim turuncu, bir birim mora karşılık ise üç birim sarı renk kullanılmalıdır (Güngör, 2005).

Dalga boyu büyük olan renkler zayıf renkleri geri plana iter. Aynı düzeyde kullanılan zıt renkler ise birbirini nötrler. Birbiriyle uyumsuz olan renkler gözü yorarak rahatsızlık hissi uyandırır. Aşırı kullanılan sıcak renkler de gözlemciler üzerinde yorucu etkiye neden olur. Yalnızca soğuk renklerin ya da sıcak renklerin kullanıldığı bir tasarım herkes üzerinde ortak bir etki oluşturmayabilir. Bu nedenle soğuk ve sıcak renkler arasında kurulacak iyi bir denge tasarımın görsel çekiciliğini kuvvetlendireceği gibi gözlemciler üzerinde ortak bir algının oluşmasını da kolaylaştıracaktır (Arnheim, 1977).

Renklerle biçimler birbirleriyle ilişkilendirilebilir. Nitekim Babbitt'ten aktaran Zengel ve Kaya (2007), geometrik biçimlerle renkler arasında ilişki kurulabileceğini belirterek mavi rengi daireyle, sarı rengi altıgenle, kırmızı rengi de üçgenle özdeşleştirmiştir. Ona göre daire, pürüzsüzlük ve eğriliğiyle mavi rengin sakinliğini ifade ederken sivri ve keskin kenarlarıyla üçgen, kırmızı rengin enerji ve heyecanını temsil etmektedir. Altıgen ise üçgenle daire arasında geçiş olup hem sakinliği hem de canlılığı yansıtır.

Renkler sıcak ve soğuk renkler olarak iki gruba ayrılabilir. Sıcak renkler; kırmızı, turuncu, sarı ve bunlar arasında bulunan renkleri oluştururken soğuk renkler; yeşil, mavi, mor ve bunlar arasındaki renklerdir. Renksizlik olarak ifade edilen siyah, beyaz ve bunlar arasındaki gri tonlar ise nötr karaktere sahip olup tarafsızdır (Güngör, 2005).

Renklerin algılanmasıyla zihinde meydana gelen psikolojik tepki gözlemcinin karakter özelliklerine göre farklılık gösterse de renklerin titreşim ve dalga boyu şiddetlerine verilen tepkiler hemen hemen aynı olmaktadır. Bir binanın neşelendirici ve iç açıcı olması istendiğinde kullacılacak renklerle; huzur ve sakinlik sağlaması istenildiğinde kullacılacak renkler birbirinden farklılık gösterir (Halse, 1978; K. Çınar ve M.S. Çınar, 2015). Sıcak ve soğuk renklerin insan, mekân ve biçim üzerindeki etkisinin karşılaştırılması Çizelge 2.5.'te gösterilmiştir.

Çizelge 2.5. Sıcak ve soğuk renklerin karşılaştırılması

Sıcak Renkler	Soğuk Renkler
• Sıcaklık duygusu verir	• Soğukluk duygusu verir
• Uyarıcıdır	• Sakinleştiricidir
• Neşelendirir	• Rahatlık ve dinginlik uyandırır
• İştah açıcıdır	• Dinlendiricidir
• Canlılık uyandırır	• Serinlik duygusu uyandırır
• Duyguları coşturur	• Hareketsizlik etkisi verir
• Dinanizm	• Hüzünlenmeye sebep olur
• Aktiflik	• Tansiyonu düşürücü etki gösterir
• Hareketlilik	• Pasiflik
• Pozitif renklerdir	• Durağanlık etkisi verir
• Nesneler daha yakında hissedilir	• Negatif renklerdir
• Nesneler daha büyük algılanır	• Nesneler daha uzakta hissedilir
• Soğuk renklere göre önce algılanırlar	• Nesneler daha küçük algılanır
• Kütlelerde ağırlık etkisine neden olur	• Sıcak renklere göre arka planda kalır
	• Kütlelerde hafiflik etkisine neden olur

Her bir rengin gözlemciler üzerinde meydana getirdiği fiziksel ve psikolojik etkiler ise Çizelge 2.6.'da gösterilmektedir.

Çizelge 2.6. Renklerin fiziksel ve psikolojik etkileri (Halse, 1978)

Renkler		Fiziksel ve Psikolojik Etkisi
Sıcak Renkler	**Kırmızı**	Renkler içinde en dikkat çekenidir. Yüksek enerjilidir. Metabolizmayı canlandırır. Canlılık verir. Huzursuzluğa yol açar.
	Turuncu	Hareket verir. Yaşama isteği doğurur. Toplumsal ilişkiyi kuvvetlendirir. Neşelendiri ve heyecan vericidir.
	Sarı	Dikkati toplamaya yardımcıdır. Canlılık uyandırır. Zekâyı açar. Metabolizmayı canlandırır. Uyarıcı rolü vardır.
Soğuk Renkler	**Yeşil**	Gözün dinlenmesini sağlar. Sakinleştirici ve yatıştırıcıdır. Verimliğin sembolüdür. Huzur verir.
	Mavi	Düşünmeye sevk eder. Karar verme yetisini artırır. Tansiyonu düşürerek stresi azaltır. Ümit ve inancı artırır.
	Mor	Romantizme yol açar. Gerginliği azaltır. Hüzünlendiricidir. Pişmanlık uyandırır.
Renksizlik	**Beyaz**	Temizlik ve saflığın sembolüdür. Barışı ve tarafsızlığı simgeler. Güven vericidir.
	Siyah	Ciddiyeti temsil eder. Küçük yüzey uygulamalarında canlılık oluştururken geniş yüzeyli uygulamalarında korkuya yol açar.

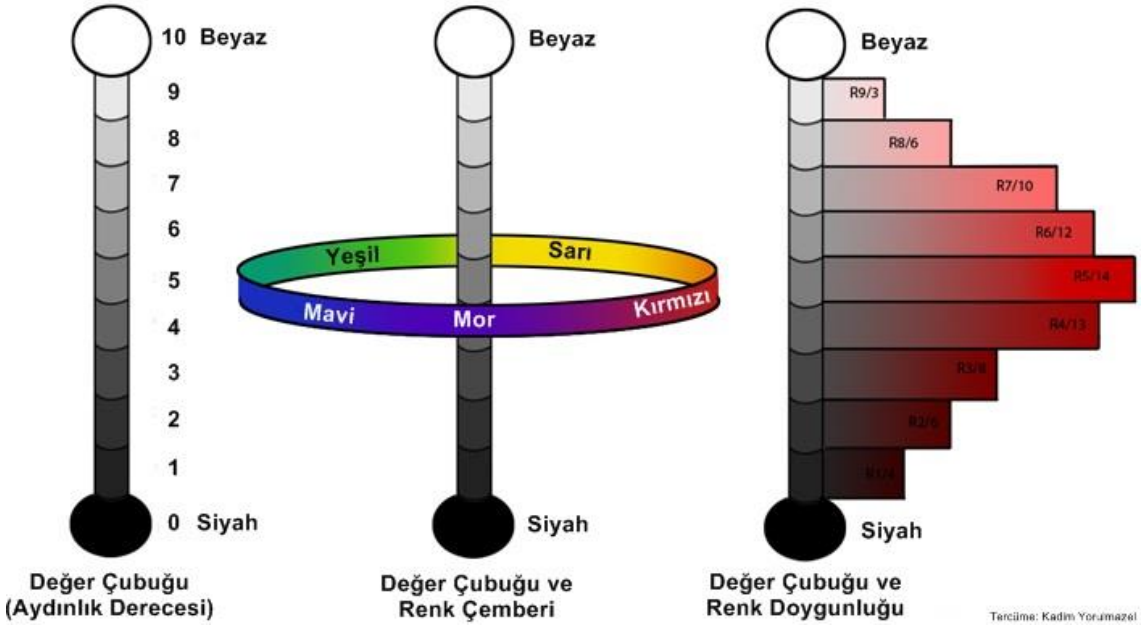
Bir bina tasarımında işlev farklılığına sahip mekânların ya da özellikle vurgulanması istenilen alanların birbirinden farklı renklere sahip olması beklenir. Renk kullanılarak bir tasarımın temel fonksiyonu belirtilebilir. Bununla birlikte binanın iç bölmeleri, biçimi veya dekoratif herhangi bir ögesi de renklerle vurgulanabilir (Zengel ve Kaya, 2007).

Renkler bir tasarımın hacimsel algısı üzerinde de çeşitli fiziksel etkilere sahiptir. Sıcak renkli yüzeyler daha yakın ve büyük, soğuk renkli yüzeyler ise daha uzak ve küçük algılandığından mekânların hacimsel algısında etkilere sebep olur. Bununla birlikte bir mekânın duvarları, kuvvetli renklerle vurgulanan düşey çizgilerle boyanırsa tavan daha yüksek, kuvvetli renklerle vurgulanan yatay çizgilerle boyanırsa mekân daha geniş olarak algılanabilir. Çizelge 2.7.'de sıcak ve soğuk renklerin mekân algısı üzerindeki etkisi gösterilmektedir (Zengel ve Kaya, 2007).

Çizelge 2.7. Sıcak ve soğuk renklerin mekân algısı üzerindeki etkisi

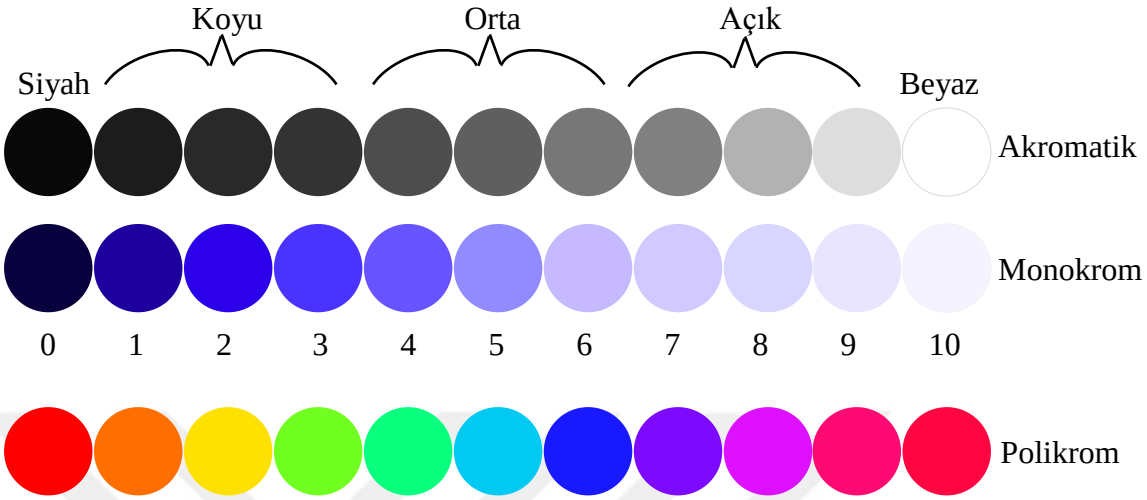
Renk \ Mekân	Derinlik	Büyüklük	Hacim	
Sıcak Renkler	Yakın	Büyük	Duvar	Küçük – Dar
			Tavan	Alçak - Basık
Soğuk Renkler	Uzak	Küçük	Duvar	Büyük- Geniş
			Tavan	Yüksek

Rengin sahip olduğu fiziksel niteliklerden biri de "ton" ları yani "değer" leridir. Rengin koyuluk ve açıklık derecesini ifade eden değer, aydınlık ölçüsünü göstermektedir (Atmaca, 2014). Munsell (1919), renklerin değerlerini ifade etmek için 0'dan 10'a kadar, 10 dereceli bir ton çubuğu belirlemiş ve bu çubuğa bağlı olarak renk sistemi geliştirmiştir. Renkler ton çubuğu etrafında bir çember oluşturacak şekilde dizilim sergilemektedir. Bu sistemde çemberin merkezinden dışa doğru, renklerin doygunluk derecesi artma eğilimindedir (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Munsell ton çubuğu ve renk sistemi (http://bit.do/munsell-colour-scala, 2020)

Üç türde değer gruplaması yapmak mümkündür; monokrom (tek renkli), polikrom (çok renkli) ve akromatik (renksizlik), (Özek, 1993). Şekil 2.4.'te bu değer gruplamalarına ait değer skalaları gösterilmektedir.



Şekil 2.4. Değer türlerine ait skalalar

Şekil 2.4.'te 0'dan 10'a doğru gidildikçe yani renklerin ışıklılık değeri arttıkça cisimler uzakta ve küçük olarak algılanırken 10'dan 0'a doğru gidildikçe yani aydınlık değeri azaldıkça yakında ve büyük olarak algılanır. Bu nedenle renklerin değerleri de bir mekânın; geniş veya dar, uzun veya kısa, basık veya yüksek algılanmasında etkili olabilmektedir. Hacim olarak dar, kısa ve tavanı yüksek olan bir mekânın algısı açık renklerle değiştirilebilir. İnsan ölçeğinde tasarlanmayan geniş ve büyük alanlar da koyu renklerle boyanarak mekân daha insan ölçeğine yakın algılatılatılabilir. Örneğin dar ve uzun bir koridor, olduğundan daha geniş ve kısa olarak gösterilmek istenirse yan duvarları açık tonlu soğuk renklerle, her iki ucu da koyu tonlu sıcak renklerle boyanmalıdır (Güngör, 2005).

Şekil 2.4'teki değer cetvelinde birbirine komşu olan ton derecelerinin aynı kompozisyonda yer alması renkler arasında yumuşak geçişler sağlayıp uygunluk oluştururken uzak olan ton dereceleri ise karşıtlık etkisi gösterir. Renklerin tür çeşitliliğinin yanında herhangi bir rengin ton derecelerinin bir arada kullanılması da kompozisyonda canlılığa neden olur (Özek, 1993).

Mimari biçimleniş ancak rengiyle değerlendirildiği zaman anlam kazanır. Renkler formun ortaya konulmasına aracılık eder. Bir mekânda türlü renk kombinasyonlarıyla oluşturulan düzen, çeşitliliğe sebep olurken, tek bir rengin kullanıldığı düzen ise sadelik oluşturur. Bu iki sınırın altında veya üstünde kalan değerler kaosa veya tekdüzeliğe sebep olarak insanlar üzerinde huzursuzluk ve dikkat dağınıklığa neden olur (Ural, 1995).

2.5.7. Doku

Bir temel tasarım ögesi olarak doku, birbirine benzer birimlerin yanyana gelmesiyle oluşan yüzey şekilleridir. Bütün içinde anlam kazanan birim parçalarından oluşan dokular bir yüzeyin karakterini belirler. Her dokunun meydana geliş şekli ve yapısı birbirinden farklıdır. Dokunun yapısal niteliği işleve bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Bir doku pürüzlü yüzeyi, sertliği ve rengi ile tanımlıdır. Renk, dokuya görsel karakter aşılarken pürüzlü yüzey onun hissedilmesini sağlar (Gezer, 2019).

Mimarinin tamamlayıcı unsurları olan dokular; çizgi, desen, renk ve tonlardan oluşan görsel ögelerdir (Civcir, 2015). Üzerine etkiyen ışığı obsorbe ederek veya yansıtarak karakteristik özelliklerini ortaya çıkarırlar. Objelerin sahip olduğu dokular görme yoluyla algılanarak insan zihninde çağrışımlara sebep olur ve bireyde çeşitli duygular oluşturur (Gürer, 1970).

Doğa, kendiliğinden var olan dokularla çevrilmiştir. Uçsuz bucaksız bir çölde, engin bir denizde, susuz kalarak çatlayan bir toprakta ve kayalarla dolu bir arazide doğanın oluşturduğu dokuların izleri görülmektedir. Bu dokular sahip oldukları niteliklerle insan üzerinde hayret, huzur, endişe gibi çeşitli duygulara sebep olmaktadır (Gürer, 1970).

Dokular dokunma ile de insan üzerinde etki oluştururlar. Parlak veya mat, pürüzlü veya düz, yumuşak veya sert her yüzeyin dokunmayla hissedilen belli bir etkisi mevcuttur. Örnek verilecek olursa bir taş parçasına veya pamuk kumaşa dokunulduğunda birey üzerinde farklı hisler oluşur. Dokunma sonucunda bir dokunun sert mi yumuşak mı, sıcak mı soğuk mu veya pürüzlü mü pürüzsüz mü olduğu kanısına kolayca ulaşılabilir (Gürer, 1970).

Özek (1993) dokuları pürüzlülük ve parlaklık özelliklerine göre iki gruba ayırır. Pürüzlü dokuları da kendi içinde 3 başlık altında sınıflar. Buna göre 4 çeşit doku karakterinden bahsedilebilir.

A. Pürüzlülük;

i. Pürüzlü – Pürüzsüz

ii. Sert – Yumuşak

iii. Kaba – İnce

B. Parlaklık;

i. Parlak – Mat

Güngör (2005) ise dokuları sertlik ve parlaklık özeliklerine göre iki başlık altında toplar. Ona göre; pürüzlü ve kaba dokular sert kategorisinde, pürüzsüz ve ince dokular yumuşak kategorisindedir. Bir de bunların arasında "orta sert doku" mevcuttur. Parlaklık olarak ise dokuları "parlak ve mat dokular" şeklinde ayırır.

A. Sertlik;

i. Sert, Pürüzlü, Kaba – Orta Sert – Yumuşak, Pürüzsüz, İnce

B. Parlaklık;

i. Parlak - Mat

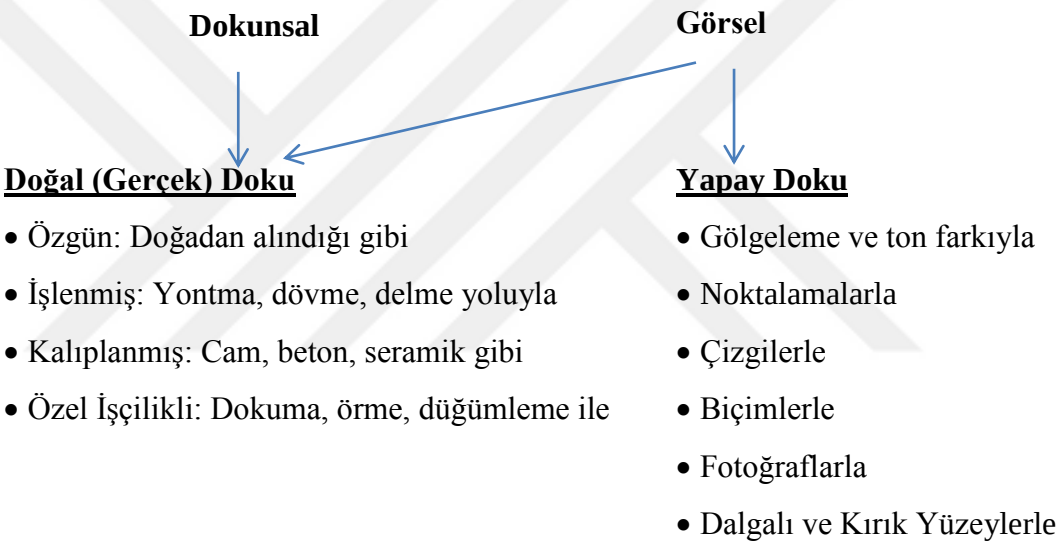
Güngör (2005)'e göre pürüzlü bir bulaşık süngeri esnek ve yumuşak olmasına rağmen doku karakteri olarak sert niteliktedir. Pürüzsüz bir mermer tezgâh ise sert karaktere sahip olmasına rağmen dokusal olarak yumuşak niteliktedir. Şekil 2.5.'te farklı karaktere sahip dokuların bir arada kullanımına ilişkin örnek bir uygulama yer almaktadır.



Şekil 2.5. Bir peyzaj düzenlemesinde bir arada kullanılan çeşitli doku karakterleri (https://decombo.com/bahce-peyzaj-duzenleme-fikirleri/, 2020)

Şekil 2.5.'te yer alan peyzaj düzenlemesinde çakıl taşları sert doku, kesme taşlar yumuşak doku, yeşil çimler ise orta sert doku karakterine sahiptir. Farklı doku karakterlerinin bir arada kullanılması ilgi çekiciliği artırarak pozitif etkiye sebep olur (Güngör, 2005).

Dokular, fiziksel nitelikleri dışında algılamaya dayalı olarak da sınıflandırılabilir. Bu sınıflandırmaya göre hem dokunma hem de görmeyle algılanabilen 3 boyutlu dokulara "Doğal Doku", yalnızca görmeyle algılanabilen resim gibi 2 boyutlu dokulara ise "Yapay Doku" adı verilir. Yapay dokular yalnızca gözle algılandığı için bunlara "Görsel Doku" da denmektedir. Bu dokuların elde edilme yöntemleri aşağıdaki listede yer almaktadır (Güngör, 2005; Lupton ve Phillips, 2015).



Malzemenin doğasında var olan veya sonradan yapılarak pürüzlülük tesiri yapmayan; boyamalar, lekeler, resim, baskı gibi motifler yapay (görsel) doku niteliği taşımaktadır. Bu tür şekiller "desen (resim)" olarak adlandırılır. Elde pürüzlülük hissi oluşturmadıkları için tamamı yumuşak karakterlidir (Güngör, 2005).

Doku – Uzaklık İlişkisi

Nesnelerden uzaklaşıldıkça; doku etkisi zayıflayarak pürüzlülük azalır. Dolayısıyla nesne yumuşak olarak algılanır. Nesnelere yakınlaştıkça ise doku etkisi artarak pürüzlülük daha net hissedilir. Bu nedenle nesne sert dokulu olarak algılanır. Benzer şekilde parlak cisimden uzaklaşıldıkça mat olarak algılanmaya başlar. Bu ilişkinin hacim etkisi Çizelge 2.8.'de gösterilmiştir (Güngör, 2005).

Çizelge 2.8. Dokunun uzaklık algısı ve hacimde oluşturduğu etki

Dokunun Cinsi	Uzaklık Algısı	Hacim Etkisi	
• Sert, Pürüzlü, Kaba Dokular • Parlak Dokular	Yakında	Duvar	Küçük – Dar
		Tavan	Alçak - Basık
• Yumuşak, Pürüzsüz, İnce Dokular • Mat Dokular	Uzakta	Duvar	Büyük- Geniş
		Tavan	Yüksek

Dokular aynı zamanda uygulandıkları yüzey üzerinde uzaklık etkilerinin yanında; dinamik veya statik, seyrek veya sık gibi algılar oluşturarak tasarımın niteliklerini belirleyici özelliğe sahiptir. Bu sayede aynı plan özelliklerine sahip olan iki yapıda farklı doku karakterleri kullanılarak istenilen amaca uygun farklı ortamlar oluştulabilmektedir. Bu anlamda dokular tasarımcının yaratıcılık sınırlarını genişleten vazgeçilmez elemanlardır (Porter, 1979).

Doku tıpkı renkte olduğu gibi; sertlik ve yumuşaklık, hafiflik ve ağırlık, pürüzlülük ve pürüzsüzlük, matlık ve parlaklık gibi özellikleriyle insanlar üzerinde; huzur, sakinlik, heyecan vb. olumlu etkiler yanı sıra tedirginlik, sıkılma, kasvet gibi olumsuz psikolojik etkiler oluşturabilmektedir. Dokuların psişik etkisi Çizelge 2.9.'da gösterilmektedir (Susmuş, 1999; K. Çınar ve M.S. Çınar, 2015).

Çizelge 2.9. Dokuların psişik etkisi

Sert, Pürüzlü, Kaba Dokular ile Parlak Dokular	Yumuşak, Pürüzsüz, İnce Dokular ile Mat Dokular
• Sıcaklık duygusu verir	• Soğukluk duygusu verir
• Uyarıcıdır	• Sakinleştiricidir
• Dikkat çekicidir	• Gevşemeye yol açar
• Canlılık uyandırır	• Rahatlık ve dinginlik uyandırır
• Uyanık tutar	• Dinlendiricidir
• Dinanizm	• Huzur vericidir
• Aktiflik	• Tansiyonu düşürücü etki gösterir
• Heyecan verir	• Pasiflik
• Endişelendiricidir	• Monotonluk oluşturur
• Azimlendiricidir	• Cansızdır
• İradeyi destekler	• Kuruluk algısı oluşturur
• Hareketlilik	• Durağanlık etkisi verir
• Nesneler daha yakında hissedilir	• Nesneler daha uzakta hissedilir

Dokunun fiziksel niteliği bakımından taş malzemeyle tasarlanan bir yapının insan üzerinde oluşturduğu etkiyle ahşap bir yapının etkisi birbirinden farklıdır. Taş dokulu bir yapı; sert, yekpare, uyarıcı bir etkiye sahipken ahşap malzemeyle tasarlanan yapının yumuşak, sakinleştirici ve yalın bir etkisi bulunmaktadır. Dokunun parlaklık niteliği bakımından ise çelik ve cam malzeme kullanılarak tasarlanan bir yapı ile kerpiç malzemeyle oluşturulan bir evin algıları da birbirinden farklı olacaktır. İlkinde sert, canlı, mekanik, dinamik bir izlenim oluşurken ikincisinde sakin, sessiz, pasif ve yumuşak bir algı meydana gelir. Yani malzemelerin yüzey niteliğinden renk ve dokusuna varıncaya kadar tüm özellikleri insan psikolojisini etkileyen birer etmendir (Porter, 1979).

Aynı rengin farklı dokular üzerindeki algısı da birbirinden farklıdır. Bunun nedeni dokunun farklı karakteristik özellikleri nedeniyle ton farklılığının oluşmasıdır. Malzemelerin sahip olduğu doğal renk ve doku karakterleri bir mekânın daha soğuk veya daha sıcak olarak algılanmasında etkili olabilmektedir. Benzer renklere sahip pürüzlü bir doku sıcak olarak algılanırken düz bir doku soğuk olarak algılanabilmektedir (Porter, 1979).

Mimari bir tasarımın estetik algısı üzerinde önemli yere sahip olan doku ögesi aynı zamanda, işlev ve mekân arasında bağlantı kurarak tasarımı yönlendirmektedir. Dokusal özellikleriyle tasarıma katılan malzemeler ortamın görsel algısında aktif rol oynarken karakteristik değerleri ve fiziki yapılarıyla da işlevsel amaca hizmet ederler. Örneğin; bir konutun ıslak hacimleri, suyun akıp gitmesini kolaylaştıran düz ve sert bir zemine sahipken yaşam alanlarının zemini ise kaymayı engelleyecek darbeyi emen pürüzlü ve yumuşak niteliktedir. Mekân algısında etkili olan bu nitelikler göz önünde bulundurularak yapıyı oluşturan dokusal yüzey; ritim, denge ve renk gibi diğer estetik kriterlerle birlikte değerlendirilip mekânın işlevine uygun bir şekilde dizayn edilmelidir. Bu sayede yapı kullanıcıları ve gözlemcileri üzerinde estetik memnuniyet ve doygunluk sağlanmış olacaktır (Divanlıoğlu, 1997).

Elle hissedilebilen dokuların gözle algılanabilmesi için bir ışık kaynağına gereksinim vardır. Dokular üzerine etkiyen ışığın niteliğine göre de insanlar tarafından farklı olarak algılanabilir. Bu bakımdan estetik biçimleniş üzerinde ışığın etkisi ayrı bir kriter olarak karşımıza çıkar.

2.5.8. Işık-Gölge

Şüphesiz ki estetik kriterler arasında en önemli olanı ışık faktörüdür. Renk veya doku bütün estetik kriterler ışık olmadan anlam kazanamaz. Bu bakımdan elle tutulur bir niteliğe sahip olmasa da ışık faktörü tasarımın her aşamasında göz önünde bulundurulması gereken önemli bir kriterdir.

Bir tasarım; malzeme, form, strüktür ve renklerden meydana gelir. Ancak bu ögelerin kendi aralarında ve bütünle olan ilişkilerini ışık kurmaktadır. Bir cismin gözle algılanabilmesi için ışık kaynağından çıkan ışının cisme çarptıktan sonra göze ulaşması gerekmektedir. Tasarımın ayrılmaz bir parçası olan ışık, yansıdığı dokunun yüzey karakterine bağlı olarak farklı etkiler oluşturur. Metal ve cam gibi düz bir yüzeye çarpan ışık, dokunun parlak olarak algılanmasını sağlarken pürüzlü bir yüzeye çarpan ışık dokunun mat olarak algılanmasına neden olur (Yılmaz, Özyılmaz ve Aluclu, 2005; Tezel, 2007).

Işık kimi zaman tasarımın bütününü veya belli bir bölümünü vurgulamak amacıyla kullanılırken kimi zaman da geri planda durması istenen bölümünü gizler. Bazen mesafeleri kısaltarak yakınlık hissi yaratırken bazen de tam tersi uzaklık algısı oluşturur. Bir mimari projenin üç boyutlu algılanması ışık sayesinde olur. Binanın kontur çizgileri veya mekân sınırları ışık yardımıyla belirginleşir.

Malzemelerin sahip olduğu renkler, üzerine etkiyen ışığın niteliğine bağlı olarak farklı farklı algılanabilir. Bir nesnenin görüntüsü onu aydınlatan ışığın frekansı, tonu ve şiddetiyle ilişkilidir. Mekânın algılanması ışık sayesinde olur. Bununla birlikte görsel algıyı kuvvetlendirici özelliğe de sahiptir (Divanlıoğlu, 1997); Tezel, 2007).

Işığın tasarım üzerindeki etkisi;

i. Işığın rengi (frekans değeri ve dalga boyu)
ii. Işığın şiddeti (ışık kaynağının gücü)
iii. Işığın geliş açısı (yönü) faktörlerine göre değişebilir (Divanlıoğlu, 1997).

i. Işığın rengi

Objelerin üzerine etkiyen ışık doğal veya yapay olarak iki grupta incelenebilir. Doğal ışığın kaynağı güneştir. Yapay ışık kaynakları ise mum, lamba, gaz lambası, fener vs. dir. Renklerine göre; beyaz, sarımtırak, gümüşî olabilen ışıklar şiddetlerine göre de göz kamaştıran, parlak, yumuşak ve soluk olabilmektedir (Divanlıoğlu, 1997).

Yüzey dokusunun en iyi algılanması sağlayan ışık, doğal güneş ışığıdır. Eğer yapay ışık kaynağının kullanılması gerekiyorsa ışığın fiziksel özellikleri, gün ışığına yakın değerde olmalıdır (Divanlıoğlu, 1997).

ii. Işık şiddeti

Işığın şiddeti arttıkça ışıklı-gölgeli yüzeyler arasındaki karşıtlık (zıtlık) değeri artar. Işık şiddeti azaldıkça karşıtlık değeri azalarak ışıklı-gölgeli yüzeyler arasında yumuşak geçişler görülür (Özek, 1993).

Yüzeye etkiyen ışık şiddetinin, doku karakterinin tam olarak algılanması için belli bir değerde olması gerekmektedir. Işık şiddetinin yüksek olması gözün kamaşmasına, yüzey dokusunun ve renginin algılanamamasına ve hatta sönüp yok olmasına neden olabilir. Düşük ışık şiddeti ise yüzeyin grileşerek renklerin donuklaşmasına ve yine yüzeyin algılanmasında zorlanmalara neden olabilmektedir (Tezel, 2007).

iii. Işığın yönü

Nesnelerin yüzey pürüzlülüğü (dokusu), girinti-çıkıntıları (hareketlilik) ve kavisleri ışık kaynağının durumuna göre farklı gölge ve algılar meydana getirir. Bununla birlikte yüzeyin pürüzlülüğü ve girinti-çıkıntı derinlikleri arttıkça gölge boyları da artacaktır. Işığın geliş açısı değiştikçe oluşan gölgeler de değişecektir (Güngör, 2005).

- Yüzeye tam karşıdan gelen ışık gölge oluşumunu engelleyerek azaltır. Bu durum yüzey dokusuna ilişkin yanılgıya düşmeye neden olur.
- Açılı olarak tek bir yönden gelen ışık, gölge boylarını artırır. Dokunun abartılı olarak algılanmasına neden olarak yine yüzeye ilişkin yanılgıya düşmeye yol açar.

- Yaygın ışık kullanımında gölge belirsizlikleri oluşur. Bu aydınlatma şekli yüzeyin doku etkisini azaltır.
- Yüzey dokusunu en iyi ifade eden aydınlatma yöntemi karışık aydınlatmadır. Bu ışıklandırma sayesinde gölgeli alanlarla birlikte yarı gölgeli alanlar da oluşarak aşırı gölge oluşumu engellenir. Doku, fiziksel niteliğini en iyi bir şekilde yansıtma imkânına kavuşur (Güngör, 2005; Tezel, 2007).

Işığın tasarım üzerindeki etkisi, oluşturduğu gölgeyle birlikte ele alındığı zaman daha iyi anlaşılır. Doğrusal olarak yayılan ışığın ulaştığı yüzeye "aydınlık (ışıklı) yüzey", ulaşamadığı yüzeye ise "karanlık (gölgeli) yüzey" denir. Işığa dolaylı olarak maruz kalan yüzey ise "yarı gölgeli yüzey" olarak adlandırılmaktadır (Divanlıoğlu, 1997).

Işık; hareketli, canlı ve değişken özelliğe sahiptir. Tasarımın birey üzerindeki algısı veya mekânın niteliği ışık sayesinde değiştirilebilir. Hatta ışığın sahip olduğu dinamik özellik sayesinde mekânlar yeni baştan kurgulanabilir. Bir tasarımın; aydınlık, gölgeli veya karanlık olması gibi durumlarına bağlı olarak insanlar üzerinde farklı etkiler oluşabilmektedir. Işığın aydınlıktan karanlığa doğru olan ton değerleri sayesinde türlü kompozisyonlar oluşturularak tasarımın tekdüzeliği giderilir. Bununla birlikte estetik açıdan göze hoş gelen ve ilgi çeken en ideal formun ortaya konulması sağlanabilir (Yılmaz, Özyılmaz ve Aluclu, 2005).

Bir tasarımda ifade edilmek istenen duygu ışık sayesinde daha baskın hale getirilebilir. Çünkü ışık, tıpkı renk ve dokuda olduğu gibi çeşitli duygusal ifadelere sahiptir. Kimi ışık kaynakları; canlılık veren, neşelendiren, heyecanlandıran duygulara sebep olurken kimisi de hüzünlendiren, bunaltan, ürküten psikolojik algılara sebep olmaktadır.

Işık-gölge arasındaki karşıtlık ölçüsüne göre tasarımın bireyler üzerinde oluşturduğu psişik etkisi değişmektedir. Çizelge 2.10.'da ışık-gölge karşıtlığının fazla, az ve orta değerlerde olması durumuna göre tasarımların psişik etkisi gösterilmiştir (Güngör, 2005; K. Çınar ve M.S. Çınar, 2015).

Çizelge 2.10. Işık-gölge karşıtlığı sağlama yöntemleri ve psişik etkisi

Işık-Gölge Zıtlığı Arttıkça	Psişik Etkisi	Elde Edilme Yolu
• Fazla Olduğunda, • Keskin Geçişlerde, • Güçlü Işık-Gölge Ayrımında	• Canlılık verici • Dinamiklik • Hareketlilik sağlayıcı • Heyecanı ayakta tutucu • Dikkat çekici • İlgi toplayıcı etki görülür	➢ Tasarımlarda; • Girinti çıkıntılı yüzeyleri artırmak • Hareketli cepheler • Keskin profiller ➢ Işık kaynağında; • Dolaysız aydınlatma • Kuvvetli ışık şiddeti
• Kısmen Işıklı Kısmen Gölgeli Olması Durumunda, • Yarı Gölgeli Yüzeylerde	• Yüzeyin rengi iki farklı değerde algılanır ve tasarımın görsel algısına ışık-gölge oyunları sayesinde ayrı bir pencere açılır • Monotonluk (tekdüzelik) önlenir • İlgi ve dikkat çekicilik artar	➢ Tasarımlarda; • Işık kırıcılar ➢ Işık kaynağında; • Karışık aydınlatma kullanmak
• Zayıf ve Az Olduğunda, • Yumuşak Geçişlerde, • Işık-Gölge Belirsizliğinde	• Sakinleştirici • Dinlendirici • Rahatlatıcı • Sükûnet verici • Monotonluk (tekdüzelik) • Uzun süreli durumlarda bıkkınlık gözlenir	➢ Tasarımlarda; • Işık dağıtıcılar • Buzlu camlar ➢ Işık kaynağında; • Dolaylı aydınlatma • Dağınık ışık • Az ve yetersiz ışık şiddeti
Işık-Gölge Zıtlığı Azaldıkça		

Doğal ışık kaynağı olan güneş, kontrol altına alınması mümkün olmayan dinamik bir ögedir. Gün doğumundan gün batımına kadar ışığın rengi, şiddeti, yoğunluğu ve geliş açısı sürekli değişim gösterir. Bu nedenle güneş ışığına maruz kalan tasarımlar günün her saatinde insanlar tarafından farklı olarak algılanacaktır. Tasarımcı yapıyı tasarlarken bu durumu göz önünde bulundurarak çok yönlü düşünerse estetik

açıdan ideale ulaşan sonuçlar elde edebilir. Binanın yöneliminin nasıl olacağı, yüzeyde kullanılacak doku malzemesinin niteliği, cephede dinamik güneş kırıcı ya da yansıtıcı elemanların kullanılıp kullanılmayacağı gibi birçok durum daha tasarım aşamasındayken mimar tarafından düşünülmesi gereken önemli konulardır.

Tasarımlarda ışık-gölge karşıtlığı sağlayacak şekilde; balkonlar, geniş saçak ve sundurmalar, sütun ve kirişler, kuvvetli gölge oluşturan profiller düzenlenebilir. Bu konu bir sonraki "hareket" başlığı altında ayrıca ele alınacaktır.

Farklı eğimli yüzeye sahip olan tasarımlar tek yönden gelen ışık karşısında ilgi çekici görünüş sergilerler. Çünkü ışık, eğimleri farklı her yüzey üzerinde farklı kırılmalara uğrayacak ve gölgeli, ışıklı, yarı gölgeli pek çok yüzey alanları ortaya çıkarak kompozisyonda canlılık oluşacaktır (Güngör, 2005).

Anıtlar, havalimanları, otobüs terminalleri, tren istasyonları gibi 24 saat boyunca açık olan binaların gece aydınlatılması da oldukça önemli ve gereklidir. Böyle yapılarda ışık kaynakları, binanın girinti ve çıkıntılarını en iyi bir şekilde vurgulayacak ölçüde kullanılmalıdır. Bununla birlikte otel, iş merkezleri ve büyük ofis binaları gibi yapılar da geceleri dışarıdan uygun bir şekilde aydınlatılmalıdır. Çünkü bu tür yapılarda her bir oda aynı anda kullanılmadığı için odaların ışıkları aynı anda yanıp sönmez. Bu yüzden binanın kütle görüntüsünde düzensiz bir görüntü ortaya çıkarak hoş bir görüntü oluşmaz. Bununla birlikte kasvetli bir görüntü meydana gelir. Bunu önlemek için binalar dışarıdan yeterli ve uygun ışıkla aydınlatılmalıdır (Güngör, 2005).

Işık yalnızca dış yüzeyde değil iç mekân algısında ve tasararımında da etkili olan yönlendirici bir etkendir. Bir mekânın ölçüsü, kurgusu, biçimi ve detayları doğal gün ışığına bağlı olarak belirlenmelidir. Nitekim aynı ebatlarda ve nitelikte olan iki odanın pencerelerinin ortada ya da köşede olma durumlarına bağlı olarak mekânda farklı hacim algısı oluşabilmektedir. Yine pencere boyutlarındaki farklılıklar da içeri nüfus eden gün ışığı yoğunluğunu ve miktarını sınırlayarak farklı duygusal ve fiziksel algılara sebep olabilmektedir. Yani bir pencerenin konumu ve ölçüleri bile ışığı yönlendirerek farklı mekân sal algılamalara neden olabilir (Yılmaz, Özyılmaz ve Aluclu, 2005; Tezel, 2007).

Estetik olarak insanın beğenisini toplayan ve dikkatleri üzerine çeken bir biçimleniş ışık kriteri olmadan düşünülemez. Işık hem bir araç hem de bir yapı malzemesi gibi kullanılarak farklı yönlerden tasarımı etkiler. Mekânın negatif ya da pozitif olarak algılamasında ışık sayesinde yargıya varılabilir. Bu bakımdan ışık tasarımın ayrılmaz bir parçası ve tamamlayıcısı olarak mimarlar tarafından titizlikle kullanılmalıdır.

2.5.9. Hareket

Hareket (devinim) kavramı, durağanlığın zıttı olarak, nesnelerin referans kabul edilen bir noktaya göre yer değiştirmesi şeklinde tanımlanabilir. Doğanın bir parçası olan insanlar, hayvanlar ve hatta bitkiler sürekli hareket halindedir. Canlılar bu hareketlerini; değişen çevre şartlarına adapte olmak, yaşamsal ihtiyaçlarını gidermek, dışarından gelen saldırılara karşı koyabilmek gibi çok çeşitli amaçlarla yaparlar. Mimari yapılar da tıpkı canlılarda olduğu gibi hareketli olabildiği ölçüde değişen dış kuvvetler karşısında kendini uyarlayabilecek, uzun ömürlü olabilecek ve tasarım sınırlarını genişletebilecektir (Zuk ve Clark, 1970).

Mimari tasarımlarda hareket hem yatayda hem de düşeyde sağlanabilir. Kademeli zemin yükseklikleriyle, mekânlar arası bağlantılarla, açılır kapanır çatı örtüleriyle, dinamik cephe kaplamalarıyla hareket oluşturulabilir. Bununla birlikte cephede oluşturulacak farklı derinliklerle ışık-gölge etkisinden yararlanarak da hareketin oluşturulması mümkündür. Hareket, binanın sabit kütlesi üzerinde sınırlı ölçüde sağlanabilse de tasarımın mobil kurgusuyla (döner sahne, döner restoran, yürüyen bant vs.) ve kinetik yüzey elemanlarıyla (güneş kontrol elemanları, dekoratif cephe ögeleri vs.) sınırları aşan çeşitlilikte hareketin sağlanması mümkündür (Özek, 1993).

Tasarımlarda kullanılan hareketli sistemlerin iki başlık altında sınıflandırılması mümkündür. Bu başlıklar da kendi içerisinde çeşitli alt başlıklara ayrılabilir (Çizelge 2.11), (Korkmaz, 2004).

Çizelge 2.11. Hareketli sistemlerin sınıflandırılması

Hareketli Sistemler		**Açıklama**	**Örnek**
Yer Değiştirebilen	Komple Taşınabilen	Üretildikten sonra hiç bozulmadan komple taşınabilir, farklı yerlerde kullanılabilir	Karavan
	Sökülüp Takılabilen	Parçalar halinde taşınarak kurulacağı yerde birleştirilerek kullanılabilir	Asma – germe sistemler, Şişme yapılar
	Asansörlü	Hidrolik veya elektrikli sistemlerle düşey yönde yer değiştirebilir	Orkestra Çukuru, Yükselip alçalabilen sahne
Şekil Değiştirebilen	Katlanabilen	Katlandığında bir yerde toplanan ve iki ortamı bölüp birleştirebilen sistemdir	Akordiyon kapılar, Güneş kırıcılar
	Kayar	Birbiri üstüne veya içine geçerek iki ortamı bölüp birleştirebilen sistemdir	Kayar kapılar
	Açılıp Kapanabilen	Bir menteşe etrafında dönerek mekânları ayırıp birleştirir	Kapılar, Paneller
	Genişleyip Daralabilen	Eksene bağlanan parçalar sayesinde hacimleri genişleyip daralabilen sistemlerdir	Uzaya fırlatılan uydular
	Döner	Manzarayı farklı açılardan görebilmek, güneş kontrolü sağlamak, gözlemleme eylemlerinde bulunmak amacıyla sabit cisimlere bağlanan parçaların dönmesiyle oluşan sistemlerdir	Döner restoran, Döner seyir kulesi, Döner sahne
	Deforme Olabilen	Genelde amorf biçimli formların şekil değiştirmesiyle oluşur. Elastik bir biçimlenişe sahiptir	Embriyolojik ev

Bu çalışmada hareket edebilen elemanların kullanıldığı yapılar hareketli olarak kabul edilecektir. Organizsayon bütününde öge ve ilkelerle kurulan kompozisyonel hareket değerlendirme kapsamı dışında tutulacaktır.

Hareketin tasarıma etkileri (Özek, 1993);

- İlgiyi üzerine çeker
- Zamanda süreklilik sağlar
- Kullanım olanağını genişletir
- Dinamiklik verir
- Canlılık katar
- 4. boyut kazandırır

2.5.10. Tekrar (Ritim)

Tekrar (ritim) tıpkı müzik, resim, edebiyat vb. birçok sanat alanında görülebileceği gibi mimarlık alanında da görsel uyum ve bütünlüğün oluşmasında kullanılan bir araçtır. Mimaride bu kavram; birbirine benzeyen elemanların ya da eleman gruplarının düzenli bir biçimleniş oluşturacak şekilde peşpeşe sıralanması sonucunda oluşan ahenk ve düzen şeklinde tanımlanmaktadır. Mimari bir tasarımda birbirini tekrarlayan; renklerle, dokularla, ışık-gölge etkisiyle veya çeşitli biçimlerle ritmin sağlanması mümkündür (Eroğlu ve Aksu, 2019).

Ritmik ögelerin geçmiş yıllardan günümüze kadar yapıların farklı bölümlerinde bilinçli bir şekilde kullanıldığı görülmektedir. Örneğin camilerin avlularında yer alan revaklarda, geleneksel Türk evlerindeki dar ve uzun pencere dizilimlerinde, yapı yüzeylerindeki dekoratif öge ve profillerin tekrarında ritmik biçimlenişin kullanımına rastlanır. Ancak bu uygulamalarda ritmin, estetik bir amaçla kullanımından önce işlevin gerektirdiği zorunluluklar sebebiyle oluştuğu görülür. Çünkü revakların üst örtüsünü taşıyan strüktür yapısı birbirine benzeyen taşıyıcı ögelerin tekrarını zorunlu kılar. Benzer şekilde geleneksel Türk evlerindeki pencerelerin ölçü ve dizilimleri de iklimsel faktörler ve insan kullanımına yönelik optimum fayda sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Sonuçta eylemin gerektirdiği faktörler sebebiyle ortaya çıkan ritmik olgu devamında estetik bir niteliğe kavuşmaktadır. Günümüzde ise ritim unsuru daha çok estetik kaygılarla kullanılmaya başlanmıştır (Eroğlu ve Aksu, 2019).

Ritim, yineleme esasına dayalı olan bir tasarım ilkesidir. Tekrarlayan unsurlar ritmin anlatım dilini oluşturur. Yinelenen form ve şekillller tasarımda ritmik duygu meydana getirerek elemanlar arasında uyumlu bir birlikteliğin oluşmasını sağlar (Civcir, 2015). En kolay biçimleniş yöntemi olan tekrarlama ilkesi doğru uygulandığında tasarımın estetik algısında anlamlı etkilere sebep olabilir. Çünkü estetik açıdan ritmin insanlar üzerinde uyarıcı bir etkisi vardır (Eroğlu ve Aksu, 2019).

Estetik yönden güzel olarak nitelendirilen ve insanın ilgisini üzerine çeken biçimsel yapılar analiz edildiğinde bu yapıların, ritmik ögelerden oluştuğu, birbirini tekrar eden elemanlara sahip olduğu görülebilir (Civcir, 2015). Estetik olarak kabul edilen bir eser tek bir ritmik düzenden oluşabileceği gibi çok sayıda ritmin bir araya gelerek kurduğu armoniden de oluşabilir (Timuçin, 2000).

Farklı ritmik yüzeylerin oluşturduğu zıtlıklar estetik açıdan etkileyici sonuçlar doğurur. Örneğin Selimiye Camii'nin revaklı avlu cephelerine farklı niteliklere sahip çift sıra pencereler yerleştirilmiştir. Alt sırada yer alan pencereler sivri kemerli alınlığa sahip dikdörtgen açıklıklı, üst sırada bulunan pencereler ise alınlıksız sivri kemerli yapıdadır. Farklı özellikler gösteren elemanlarla sağlanan bu zıtlık ile cephede estetik açıdan etkileyici bir kompozisyon oluşturulmuştur (Alpaslan, 2003).

Ritim, mekân düzenini, bu mekân içinde kullanıcıların hareket ve yönelimlerini de belirleyen bir unsurdur. Örneğin gotik mimarisinde Notre Dame Katedrali'nin iç mekânında yer alan statik taşıyıcı elemanlar estetik bir örüntü oluşturmalarının yanında kullanıcıların yönelimlerini de belirlemektedir (Alpaslan, 2003).

Ritim, yapıya ait; biçim, doku, renk, değer ve ölçü gibi özellikler ile ögelerin birbirine göre durumlarına ilişkin yön ve aralık özelliklerinin aynı ya da birbirine yakın değerlerle tekrarlanmasıyla oluşur (Özek, 1993; K. Çınar ve M.S. Çınar, 2015). Tekrar ilkesini;

- Mutlak (Tam) Tekrar
- Tekrar
- Değişken Tekrar
- Aralıklı (Periyodik/Ardışık) Tekrar
- Odaksal (Işınsal) Tekrar

olmak üzere beş başlık altında ele almak mümkündür (Özek, 1993).

i. Mutlak (Tam) Tekrar: Birbirinin birebir aynısı olan ögelerin yanyana aynı yönde ve eşit aralıklarla tekrarlanmasıyla oluşur (Güngör, 2005; K. Çınar ve M.S. Çınar, 2015).

ii. Tekrar: Birbirinin aynısı olan ögelerin yön veya aralık bakımından farklılık gösterecek şekilde dizilmeleriyle oluşur. Bu durum ögeler arasında gruplaşmalara yol açabilir. Böylece büyük ölçekte çok farklı biçimlenişlerin elde edlmesi mümkündür (Özek, 1993).

iii. Değişken Tekrar: Aralarında ufak farklar bulunan birbirine benzer ögelerin değişik yön veya aralıklarla tekrarlanmasıyla oluşur. "Tam tekrar" ve" tekrar" da görülebilecek muhtemel tekdüzelik ve sıkıcılık etkisi, değişken tekrar sayesinde önlenir. Bu sayede kompozisyon daha canlı, dinamik ve ilgi çekici hâl alır (Özek, 1993; Güngör, 2005).

iv. Aralıklı (Periyodik / Ardışık) Tekrar: Birden fazla ögenin belli bir düzen içinde tekrarlanmasıyla oluşur. Bu ögelerin her biri ardışık olarak birbirini takip ederek "mutlak tekrar"ı oluşturur. Yani bu tür organizasyonlarda tekrar içinde tekrar yer alır. "Mutlak tekrar" ın muhtemel sıkıcılık etkisi "periyodik tekrar" sayesinde canlılığa dönüşse de bu tekrarın aşırı kullanımı da bıkkınlık etkisini doğurur. Bu sebeple yeterli ölçüde kullanılmalıdır (Güngör, 2005; K. Çınar ve M.S. Çınar, 2015).

v. Odaksal (Işınsal) Tekrar: Birbirinin aynısı ya da birbirine benzer ögelerin ışınsal olarak tekrarlanmasıyla oluşur. Merkez olarak kabul edilen bir noktadan çevresine doğru yörüngeler çizerek gelişim gösterir. Organizasyonu oluşturan her bir ögenin yönü birbirinden farklıdır. Bu nedenle merkezî kompozisyonlarda sıklıkla kullanılır (Özek, 1993).

Teknik olarak ritmin oluşumu kelimelerle anlatılabilir fakat ritmin etkisi, insan üzerinde meydana getirdiği duygularla tarif edilebilmektedir. Bu konuya açıklık getirilecek olursa; işitsel bir sanat olan müzikte notaların oluşturduğu ritmik düzen dinleyiciler üzerinde hüzne, neşeye veya heyecana neden olur. Görsel bir sanat olan resimde ritmik olarak kullanılan fırça darbeleriyle nesneye canlılık hissi verilerek gözlemcinin atmosfer içine dâhil olması sağlanabilir. Dramatik bir sanat olan dansta, dansçıların ritmik hareketleri sayesinde izleyicilerin beğenisi ve ilgisi kazanılabilir. Ritmin mimarlıkta kullanımındaysa yukarıda verilen bu örneklerdeki etkilerin tamamının insanlar üzerinde oluştuğu görülür. Çünkü ritim, kişiyi istemsiz olarak etkisi altına alan ve ona yüksek enerji aktaran bir olgudur (Rasmussen, 2013).

Ritmin yoğunluğunu ve insan üzerinde bıraktığı etkiyi belirleyen iki temel faktörden söz edilebilir. Bunlardan ilki birbirini tekrarlayan öge sayısı diğeri ise bu ögelerin mekânda ve zamanda sürekliliğidir. Biçimlenişe uygulanan ritmik düzenler birbirini tekrar eden benzer elemanların sayısını ve sıklığını yansıtır. Bu ritmik düzenin ne çok sık ne de seyrek olacak şekilde dengeli bir şekilde kullanılması tasarımın insan üzerinde oluşturduğu estetik algısı üzerinde olumlu etkilere sebep olacaktır. Tekrar kullanımının ölçüsüne göre oluşturduğu psişik etkiler Çizelge 2.12.'de gösterilmektedir (Güngör, 2005; Civcir, 2015).

Çizelge 2.12. Tekrar uygulamasının psişik etkileri

Yeterli Ölçüde Tekrar Kullanımı	**Aşırı Ölçüde Tekrar Kullanımı**
• Tasarımı oluşturan ögelerin vurgulanmasını sağlar • Kompozisyonda anlatımı yoğun bir şekilde pekiştirir • Organizsayonda birleştirici rol alır • Bütünleştiricidir • Etkileyicidir • İlgi çekicilik uyandırır • Çabuk algılanır • Organizasyon bütününde 2 boyutlu algılanmaya neden olur • 2 boyutlu algılanması zemin etkisi oluşturur • Vurgulanmak istenen öge, biçim ve mesaj tekrarlı zemin üzerinde ön plana çıkar	• Sıkıcılığa neden olur • Bıkkınlık verir • Monotonluğa (tekdüzelik) yol açar

Tekrarlı kompozisyonda monotonluk tehlikesi aralıklar sayesinde önlenebilse de bu durum, tekrarın fazla kullanımıyla ters orantılı olarak gelişim gösterir. Bu nedenle dinamik, canlı ve ilgi çekici olması istenen bir organizasyonda tekrar kullanımı yeterli ölçüde olmalıdır. Tekrarı oluşturan ögelerin kısmen veya tamamen farklılaştırılması da monotonluğu önleyen önlemler arasındadır. Ancak ögeler arasındaki farklılık ölçüsü aşıldığında da birbiriyle ilgisiz ve alakasız biçimlenişler oluşacağı için kompozisyonda bütünlük kaybolur ve tasarım heterojen bir görüntü sergiler (Güngör, 2005).

Tasarımlarda canlılık ve ilgi çekicilik oluşturması bakımından tekrar türleri arasındaki öncelik sıralaması;

Değişken Tekrar ⟹ Tekrar ⟹ Tam Tekrar şeklindedir (Güngör, 2005).

Düzensizliğin ve karmaşıklığın karşıtı olarak gelişen ritmik olgu, birbiriyle uyum içinde olan elemanlarla düzen sağlama noktasında estetiği ön plana çıkaran bir ilkedir. Ritmin, niceliksel olarak ifade edilebilir olması ve tanımlanabilir bir kavram olması onun mimari biçimleniş üzerindeki estetik etkisinin değerlendirilebilmesinde tasarımcılar açısından kolaylık sağlamaktadır r (Eroğlu ve Aksu, 2019).

2.5.11. Uyum (Uygunluk)

Tek, iki ya da üç boyutlu birden fazla nesne arasında ortak özelliklerin veya yakın benzerliklerin olması durumu "uygunluk" ile ifade edilir. Armoni, ahenk ve uyum kelimeleri de "uygunluk" kavramının eşdeğerleridir (Özek, 1993).

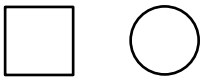
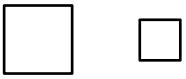
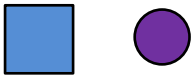
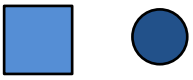
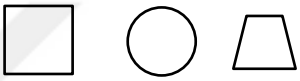
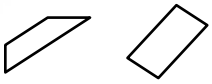
Uygunluğa sahip nesneler arasında ne tekrarda olduğu gibi tam bir benzerlik ne de karşıtlıkta olduğu gibi tam bir zıtlık vardır. Nesneler arasındaki yakın benzerlikler veya ortak özellikler uygunluğu oluşturur (Güngör, 2005; K. Çınar ve M.S. Çınar, 2015).

Uygunluk, nesnelerin; ölçü, biçim, doku, renk ve değer özellikleri arasında olabileceği gibi aralıkları veya yönleri arasında da kurulabilir. Nesnelerin fiziksel özellikleri dışında çeşitli özellikler bakımından değerlendirilen başka uygunluk türleri de mevcuttur. Uygunluğu 4 başlık altında ele almak mümkündür (Güngör, 2005):

- Fiziksel (Görsel) Uygunluk
- İşlevsel Uygunluk
- Biçimsel (Analojik) Uygunluk
- Üslup (Tarz) Uygunluğu

i. Fiziksel Uygunluk: Ölçü, biçim, doku, renk, değer, aralık ve yön bakımından nesneler arasında kurulan yakın benzerliklerle oluşur. Uygunluğun ölçüsü, bu özelliklerden kaç tanesinin sağlandığına göre değişebilir. Çizelge 2.13.'te fiziksel uygunluğu oluşturan ögeler ile ilkeler açıklanarak örneklendirilmiştir (Özek, 1993).

Çizelge 2.13. Fiziksel uygunluğu oluşturan ögeler ile ilkeler

Ögeler-İlkeler	**Açıklama**	**Örnek**
Ölçü Uygunluğu	Birbirine yakın ölçülerle	
Biçim Uygunluğu	Birbirine benzeyen biçimlerle	
Doku Uygunluğu	Yakın pürüzlülük veya parlaklıkla	
Renk Uygunluğu	Komşu renklerle	
Değer Uygunluğu	Birbirine yakın renk tonlarıyla	
Aralık Uygunluğu	Birbirine yakın aralıklarla	
Yön Uygunluğu	Paralele yakın yönlerle	

ii. İşlevsel Uygunluk: Görev (Hizmet) uygunluğu olarak da bilinir. Fiziksel açıdan birbirine benzemeyen fakat ortak bir amaca hizmet eden ögelerin aralarında ilgi ve bağıntı bulunacak şekilde aynı kompozisyonda yer almasıyla oluşur. Örneğin kağıt, kalem ve silgi farklı biçimlenişlere sahip olmasına karşın aynı amaç için kullanılmaları bakımından uyumlu bir birliktelik sergilerler (Güngör, 2005).

iii. Biçimsel (Analojik) Uygunluk: Birbirleriyle alakası bulunmamasına rağmen biçim olarak birbirine benzeyen ögeler arasında kurulan uygunluk türüdür. Kompozisyonu oluşturan ögeler biçimsel benzerlikleri sebebiyle birbirini çağrıştırdığı, anımsattığı için bu uygunluk "çağrışım uyguluğu" olarak da bilinir. Örneğin; Hindistan'da yer alan Bahai Tapınağı ile lotus çiçeği arasında analojik benzerlik olduğu için bu ikilinin biçimsel benzerliğe sahip olduğu söylenebilir (Özek, 1993), (Bkz. Sayfa 138-139).

iv. Üslup (Tarz) Uygunluğu: Kompozisyonu oluşturan ögeler arasında ve bu ögelerin bütünle olan ilişkisinde ortak bir anlayışın ve benzerliğin bulunmasıyla oluşan uygunluktur (K. Çınar ve M.S. Çınar, 2015). Üslup uygunluğuna sahip olan bir yapının her tarafında; malzemeden renklere, motiflerden profillere kadar her öge birbiriyle bağlantılı ve uyumlu olmalıdır. Bu uyum ve ilişki pencerelerden kapılara, girinti-çıkıntılardan binanın kütlesine kadar her boyutta devam etmelidir (Divanlıoğlu, 1997).

Bir tasarımın üslubu; tasarımcısının yorumuna, çevresinde yer alan yapıların yapılış tarzına, kentte hâkim olan sanat anlayışına bağlı olarak şekil kazanmaktadır. Bununla birlikte farklı zaman dilimlerine ait üsluplar arasında da farklılıklar görülebilmektedir. Örneğin, Antik Yunan dönemine ait Parthenon Tapınağı ile Fransız Gotiği Notre Dame Katedrali'nin her biri kendi içinde üslup uygunluğuna sahipken birbirlerine göre tamamen farklı üsluplara sahiptir. Bu nedenle birinden diğerine, gerek malzeme olarak gerek kemer, kiriş, sütun gibi yapısal bir eleman olarak herhangi bir öge aktarılacak olursa estetik açıdan hoş karşılanmayan bir uyumsuzluk oluşur (Divanlıoğlu, 1997), (Bkz. Sayfa 131, 132).

Bu çalışma kapsamında uygunluk türlerinden yalnızca somut karaktere sahip fiziksel uygunluk türü değerlendirilmektedir. Soyut özellik sergileyen işlevsel, biçimsel ve üslup uygunlukları değerlendirmede dikkate alınmamıştır.

Uygunluğun sağladığı yararlar ve psişik etkiler (Güngör, 2005);

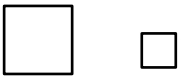
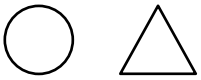
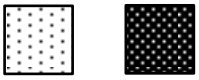
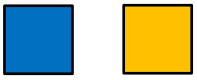
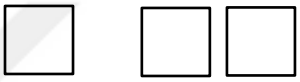
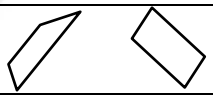
- Nesneler arasında ilişki kurar.
- Ögelerin birbiriyle uyuşmasını sağlar.
- Tasar oluşumunda kolaylaştırı rol alır.
- Kompozisyonda bütünleştiri etki gösterir.
- Derli toplu bir görüntü oluşturur.
- Ögeler arasında yumuşak geçişler sağlar.
- Algılamada süreklilik sağlar.
- Sakinlik ve dinginlik oluşturur.
- Huzur vericidir.
- Dinlendiricidir.
- Uygunluğun fazlalığı monotonluğa sebep olarak bıkkınlık oluşturur.

2.5.12. Karşıtlık (Kontrast)

Karşıtlık kavramı mimari bir biçimlenişin estetik olgusunu ortaya koyan asal ilkelerden biridir. Mimari bir terim olarak karşıtlık; binayı veya mekânı oluşturan elemanlar arasındaki farklılıklardan, çeşitliklerden yararlanarak tasarımda canlılık, hareketlilik ve bütünlük oluşturmak amacıyla başvurulan bir tasarım ilkesidir (Gürer, 1990).

Karşıt (zıt) ögeler arasında herhangi bir yakınlık, benzeşme ve ortak özellik yoktur. Ölçü, biçim, doku, renk, değer, aralık veya yön bakımından birbiriyle ilgisiz olan ögeler uyuşmazlık ve düzensizliğe yol açarak karşıtlığı doğurur (Güngör, 2005). Tasarıma ait çeşitli fiziksel özelliklerle sağlanan karşıtlık türleri Çizelge 2.14.'te açıklanarak örneklendirilmiştir (Özek, 1993).

Çizelge 2.14. Tasarımın çeşitli fiziksel özellikleriyle sağlanan karşıtlık türleri

Ögeler-İlkeler	**Açıklama**	**Örnek**
Ölçü Karşıtlığı	Küçük – büyük	
Biçim Karşıtlığı	Eğrisel – doğrusal	
Doku Karşıtlığı	Sert – yumuşak, mat – parlak	
Renk Karşıtlığı	Karşıt renkler	
Değer Karşıtlığı	Birbirine uzak koyu – açık tonlar	
Aralık Karşıtlığı	Ögeler arasındaki farklı mesafeler	
Yön Karşıtlığı	Dik açılı ve dik açıya yakın yönler	

Bir tasarımın eleştirisinde zıtlıklar ön planda algılanır. Karşıtlıklar arasında denge ve uyum kurulması, kompozisyonda düzen oluşmasını sağlayarak tasarımın estetik ifadesini ortaya koyar. Karşıtlık; renk, ölçü, doku, biçim gibi tasarım ögeleri ve diğer tasarım ilkeleri ile birlikte değerlendirildiğinde anlam kazanır. Sanatsal olarak yetkinliğe ulaşan her bir eserde zıt ögeler arasında kurulan uyum ve dengenin önemli etkisi bulunmaktadır (Gürer, 1990).

Karşıtlık, çeşitliliğin oluşum sürecinde birbirine zıt elemanlarla birlik ve bütünlüğün sağlanması esasına dayanır. Mimari tasarımların biçimlenişinde geçmişten günümüze kadar sıklıkla başvurulan karşıtlık her ne kadar monotonluktan kaçınmak amacıyla oluşturulsa da birbirini tekrar eden ritmik ögelere, eşitliğe ve sadeliğe karşı değildir. Çünkü eşitlik ve zıtlık arasında denge kurulmadığı takdirde tasarım kaosa sürüklenir (Rasmussen, 2013). Örnek verilecek olursa kolonların aralarında bırakılan mesafelerde ve pencere boşluklarında gözlemlenen ritmik düzen kontrastın oluşumuna engel değildir. Hatta tasarımda meydana getirilecek kontrast ile bu ögelerin ön plana çıkarılması ve vurgulanması sağlanarak estetik açıdan tatmin edici bir görüntü oluşturulabilmektedir. İtalya'nın Venedik şehrinde yer alan Doge's Palace (Dojlar Sarayı) binasının geniş cephesini kaplayan dolu-boş ritmik pencere diziliminin ardında

kalan ikinci bir cephesiyle kurduğu karşıtlık sayesinde monotonluktan sıyrıldığı ve bu sayede görenlerin ilgisini çeken estetik bir etkiye sahip olduğu görülmektedir.

Karşıt ögeler içeren bir tasarımın psişik etkileri (Özek, 1993);

- İzleyicinin algılaması sırasında beklenmedik ani geçişlere neden olur.
- Beklenmeyen durum karşısında irkilen bireyde heyecan oluşturur.
- Monotonluğu ortadan kaldırır.
- Kompozisyona canlılık ve hareket katar.
- İlgi ve dikkat çekicidir.
- Uyarıcı etkiye sahiptir.
- Dinamik etki gösterir.
- Karşıtlığın aşırı kullanımı kaosa, kargaşaya ve dağınıklığa sebep olur.

Karşıt biçimlenişler insanların duygularını etkisi altına alarak karar verme psikolojilerine yön verir. Bir tasarımın estetik açıdan başarılı sayılabilmesi için bütünlüğü sağlayacak zıtlığa sahip olması gerekmektedir. Tasarımlarda zıtlığın olmaması monotonluğa yol açarak gözlemleyenler üzerinde memnuniyetsizlik ve ilgisizlik durumunun oluşmasına sebep olur (Susmuş,1999).

2.5.13. Egemenlik

Birden fazla eleman içeren bir organizasyonda elemanlardan birinin ya da bir grubun geri kalan elemanlara karşı baskın olması durumuna egemenlik (hâkimiyet / baskınlık) adı verilir (K. Çınar ve M.S. Çınar, 2015). Egemenlik, dengesiz bir durumun oluşmasına neden olur. İki yolla egemenliğin sağlanması mümkündür (Özek, 1993):

i. Organizasyonu oluşturan ögeler arasında birbiriyle uyumlu olan elemanlar tekrar yoluyla bir araya gelerek grup oluşturur. Organizasyonda verilmek istenen mesajı en yoğun yansıtan grup, egemen özellik gösterir.

ii. Organizasyonu oluşturan ögeler arasında karşıtlık durumu mevcuttur. Karşıtlık içinde en belirgin olan eleman baskın özellik göstererek diğer ögeleri sıradanlaştırıp egemenliği sağlar.

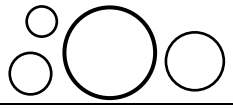
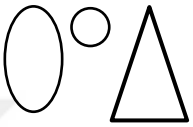
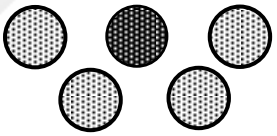
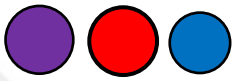
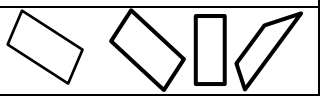
3 çeşit egemenlik türünden bahsetmek mümkündür (Özek, 1993):

- Fiziksel Egemenlik
- Önemlilik Egemenliği
- Fikir Egemenliği

i. Fiziksel Egemenlik

Somut nitelikli olup görsel algılamaya dayalı öge ve ilkelerin birbirine göre üstünlüğüyle oluşur. Çizelge 2.15.'te bu öge ve ilkelerin baskınlık durumları açıklanarak örneklendirilmiştir (Güngör, 2005).

Çizelge 2.15. Tasarımı oluşturan öge ve ilkelerde fiziksel egemenliğin sağlanma yolları

Ögeler-İlkeler	**Açıklama**	**Örnek**
Ölçü Egemenliği	Büyük nesnelerle ya da kuvvetli etkiye sahip küçük nesne gruplarıyla	
Biçim Egemenliği	Dar açılı ve konkav (içbükey) biçimlerle ya da kuvvetli etkiye sahip eğrisel biçim gruplarıyla	
Doku Egemenliği	Pürüzlü veya mat dokularla ya da geniş alan kaplayan pürüzsüz veya parlak dokularla	
Renk Egemenliği	İlgi çekici, sıcak, canlı renklerle ya da geniş alan kaplayan soğuk renklerle	
Değer Egemenliği	Koyu renk tonlarıyla ya da geniş alan kaplayan açık renklerle	
Aralık Egemenliği	Aralıkların büyük ya da sık olmasıyla	
Yön Egemenliği	Daha fazla ayrı yönü paylaşan ögelerle	

Not: Egemen olan elemanlar ve eleman grupları koyu çizgilerle gösterilmiştir.

ii. Önemlilik Egemenliği

Fiziksel açıdan üstünlük göstermediği halde kompozisyonda varlığı elzem olan, referans eleman olarak tasarımı yönlendiren, bütünün oluşumunu şekillendiren öge veya öge gruplarıdır. Soyut nitelik taşır (Gürer, 1990). Bu egemenlik türüne, manevi ve tarihi açıdan önemi olan fakat fiziksel üstünlük taşımayan bir ahşap masanın etrafında iç mekânın dekore edilmesi örnek olarak gösterilebilir.

iii. Fikir Egemenliği

Tasarımı şekillendiren; ana fikir, temel düşünce, verilmesi amaçlanan mesaj ve yoruma dayalı soyut nitelikler fikir egemenliğini oluşturur. Fikir egemenliğinde hedeflenen amaç doğrultusunda malzemeler belirlenir, mekânlar tertiplenir, biçimlenişe yön verilir (Gürer, 1990). Örneğin; Bir lunapark içinde yer alan korku tünelinde temel düşünce ziyaretçileri korkutarak eğlendirmek olduğu için biçimleniş bu yönde belirlenmiştir. Burada fikir egemenliğinden bahsedilebilir.

Bu tez çalışmasında incelenen örneklerin analizinde somut karaktere sahip fiziksel egemenlik dikkate alınmaktadır. Soyut özellik sergileyen önemlilik ve fikir egemenliği değerlendirme kapsamı dışında tutulmuştur.

Egemenliğin psişik etkileri;

- Organizasyona dinanizm katar.
- İlgi çekicilik uyandırır.
- Bütünün algılanması sürecinde öncelik kademelenmesi kurarak derinlik etkisi oluşturur (Özek, 1993).

2.5.14. Denge

Tasarımı meydana getiren; ölçü, biçim, doku, renk, değer, aralık ve yön gibi fiziksel özelliklerin her birinin belli bir "ilgi çekme kuvveti" bulunmaktadır. "Görsel ağırlık" olarak da ifade edilen "ilgi çekme kuvveti" ne denli büyük olursa, zihinde yarattığı baskınlığı da o denli büyük olmaktadır (DesignGost, 2020). Görsel ağırlıkları birbirine yakın olan ögelerle oluşturulan bir tasarımda homojen bir algı oluşur. Tam bu noktada, kompozisyonu oluşturan ögelerin, tasarımın bütününde psikolojik ve görsel açıdan homojen olarak algılanacak şekilde yerleştirilmesi sonucunda da denge kurulmuş olur (Öztuna, 2008). Kompozisyonu oluşturan öge ve ilkelerin biriyle ya da birkaçıyla bu dengenin sağlanması mümkündür (Gürer, 1990).

Denge alışılagelmiş bir tasarım ilkesi olduğu için insan psikolojisi tasarımlarda öncelikli olarak dengenin varolup olmadığını arar. Bu nedenle denge tasarımların ayrılmaz bir parçasıdır. Tasarımlarda denge kurulmasının esas amacı ilgi çekme kuvvetlerini kompozisyonun bütününe düzgün bir şekilde dağıtarak ilginin sürekliliğini sağlamak ve estetik bir yapı oluşturmaktır. Ancak her dengeli olan tasarım estetik haz

uyandırmasa da estetik olarak başarılı sayılan bir biçimlenişte, mutlak bir dengenin varlığından söz edilebilir (Smith, 1979).

Dengeli bir tasarımda tasarımı oluşturan ögeler öyle bir yerleştirilmelidir ki tasarımın hemen her noktasında homojenlik korunmalı ve ilgi çekicilik akıcı bir şekilde devam etmelidir. Bununla birlikte tasarımın ağırlık merkezi ögelerin arasında, baskın olan tarafa yakın bir yerde bulunmalıdır. Şayet tasarımı oluşturan ögeler egemelik ilkesi doğrultusunda bir dağılım gösterirse bu durumda tasarım genelinde homojenlik yok olarak heterojen bir yapı oluşacaktır. Bu durum "dengesizlik" ile ifade edilir. Dengesizlik hissedilen bir kompozisyonda dengeyi sağlamak için ya egemen kısmın fiziksel nitelikleri değiştirilmeli ya da zayıf enerji bölgesine yeni ögeler eklenerek mevcut ögelerin fiziksel nitelikleri güçlendirilmelidir (Özek, 1993).

Mimari tasarımlarda denge, simetriyle kolay bir şekilde ve dolaysız olarak sağlanabilse de dengenin yalnızca simetriyle kurulan bir olgu olduğu söylenemez. Birbirinden farklı ögelerle veya asimetrik biçimlenişlerle de denge sağlanabilir. Bu bakımdan dengeyi iki başlık altında ele almak mümkündür (Susmuş, 1999):

- Bakışımlı (Simetrik) Denge
- Bakışımsız (Asimetrik) Denge

i. Bakışımlı (Simetrik) Denge:

Referans alınan bir eksenin her iki yanında yer alan ögelerin simetrik olarak konumlandırılmasıyla oluşur. Başka bir ifadeyle, merkez olarak kabul edilen bir eksenin sağında ve solunda yer alan parçaların; şekil, boyut ve eksene göre mesafelerinin birbirine eşit olmasıyla kurulur. Simetri ekseninin her iki yanında da şekilsel ve yapısal açıdan benzerlikler bulunmaktadır. Simetrik dengeye sahip olan bir kompozisyonda farklı olan kesin şey ögelerin konumudur. Nesnelerin yönleri ise her zaman için aynı doğrultuda olmayabilir (Yazıcıoğlu, 2017). Bakışımlı denge, fiziksel uygunluğa sahip ögeler arasında sıklıkla görülür (Civcir, 2015).

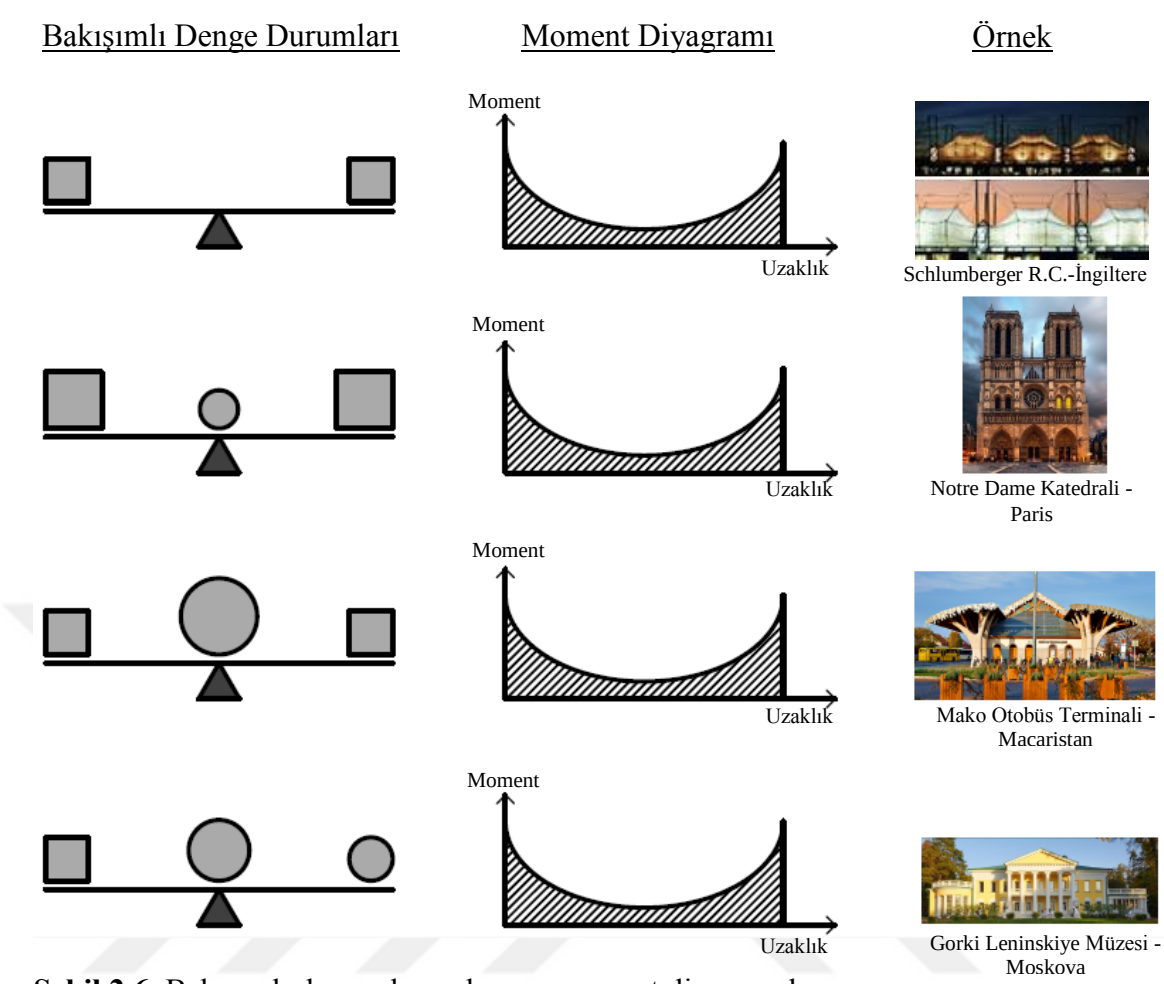
Doğaya bakıldığında eşsiz güzelliğe sahip olan her ögenin simetrik bir biçimlenişinin olduğu görülür. Bu doğal simetrik biçimlenişlere verilebilecek en bilinen örnek ise insanın bizzat kendisidir. Tüm vücut parçaları tam ortadan geçtiği varsayılan aksa göre aynalı bir görüntüye göre yerleştirilmiştir (Üner, 2013). Gökyüzünde uçan bir kuşa bakıldığında dengede kalmasının sırrının simetrik vücudu sayesinde olduğu

anlaşılır. Kusursuz düzen ve dengenin anahtarının tam bu noktada simetrik biçimlenişte saklı olduğu görülebilir (Doczi, 1994).

Kendine benzeşme özelliğiyle tanımlanan simetride, biçimsel sistemin ilkeleri doğrultusunda ispatlanabilen bir orantı ve denge durumu hâkimdir. Simetri kavramı, estetik açıdan göze hoş gelen düzenli ve dengeli biçimlenişlerin oluşturulmasına olanak tanır (Tunalı, 1979). Antik Romalı Vitruvius (MÖ. 80-15) "De Architectura" adlı eserinde simetri hakkında, bütünle orantılı payların harmonisi olduğunu belirtmektedir. Bu tanıma göre de simetrinin bütünlük, denge ve oran temelleri üzerine kurulduğu açık bir şekilde anlaşılabilir.

Tarih boyunca çeşitli sanat dallarında karşılaşılan bakışımlı dengenin iki boyuttan üç boyuta kadar birçok nesne üzerinde uygulandığı örnekler mevcuttur. Özellikle batı uygarlıklarında asimetriye yaklaşan her şeklin bütün doktrinleri yıkacağı inancı benimsenerek simetrik biçim evresel olarak kabul görmüş ve birçok alanda simetrik ögeler kullanılmıştır. Mimarlık alanında da gotik üslupla tasarlanan katedrallerde, Helenistik dönemin tapınak yapılarında, Osmanlı dönemine ait camilerde ve daha birçok dönemde simetrik biçimlenişli tasarımların kullanımına rastlanmaktadır. Eski Roma uygarlığında da sıkça karşılaşılan simetrik biçimlenişlerin dinamik etkiden ziyade biçimde denge oluşmasını sağlayacak şekilde statik olarak kullanıldığı bilinmektedir (Civcir, 2015).

Bakışımlı denge türüne Şekil 2.6.'daki denge durumları örnek olarak gösterilebilir (Güngör, 2005).



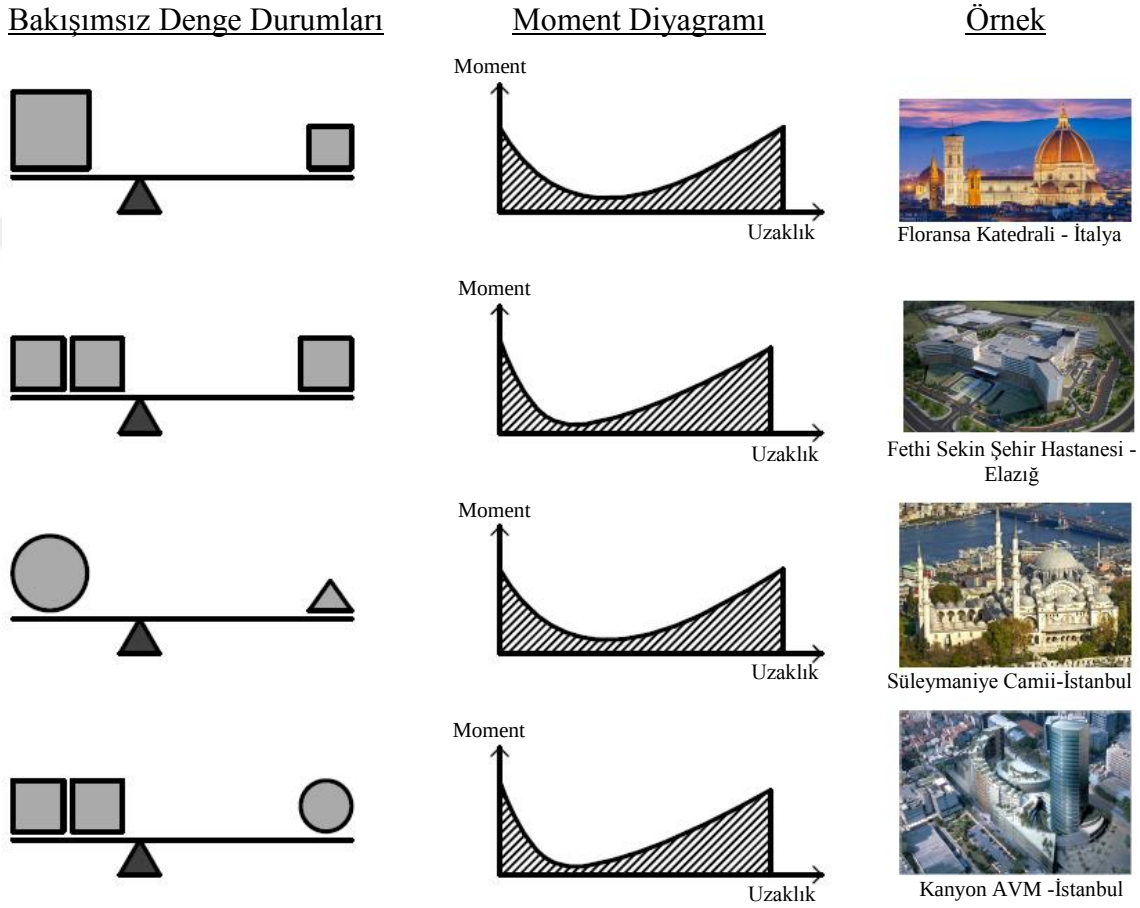
Şekil 2.6. Bakışımlı denge durumları ve moment diyagramları

Şekil 2.6.'da yer alan denge durumlarının ilkinde monotonluk ve sıkıcılık etkisi görülürken diğer denge durumlarında ise yeni eklenen ögeler ve biçimlerdeki farklılaşmalar nedeniyle daha canlı ve ilgi çekici etki oluşmaktadır.

Mimari tasarımlarda simetri genellikle form ve strüktür endişesiyle başvurulan bir kriterdir. Bu nedenle fonksiyon açısından simetrinin kullanımı, her zaman verimli sonuçlara neden olmayabilir. Örneğin; kilise, cami, tapınak gibi ibadet alanlarında, tiyatro, konser, düğün salonu gibi eğlence mekânlarında fonksiyonla bağdaşan simetrik biçimleniş şayet endüstriyel tesislerde ve konutlarda uygulanırsa işlevselliğin sağlanamamasına yol açabilir. Çünkü bir fabrikanın ya da bir evin simetri uygulanmasını gerektirecek herhangi bir sebebi yoktur (Timuçin, 2000).

ii. Bakışımsız (Asimetrik) Denge:

Serbest olarak dağılan ögeler arasında kurulan denge türüdür. Kompozisyonu oluşturan ikişerli her ögenin ağırlık merkezi birbirinden farklı olmakla birlikte tüm ağırlık merkezleri ortak bir noktada karar kılarak dengeye ulaşmaktadır. Karşıtlık ilkesiyle kurulan organizasyonlarda asimetrik denge sıklıkla kullanılır. Bakışımsız denge türüne Şekil 2.7.'deki durumlar örnek olarak gösterilebilir (Güngör, 2005).



Şekil 2.7. Bakışımsız denge durumları ve moment diyagramları

Bir tasarımda hem simetrik hem de asimetrik denge bir arada bulunabilir (Yazıcıoğlu, 2017). Örneğin, İstanbul'da yer alan Süleymaniye Camii önden bakıldığında simetrik bir düzene sahipken yan cepheden bakıldığında asimetrik bir dengeye sahiptir.

Bakışımlı ve bakışımsız her iki denge türünün özellikleriyle psişik etkilerinin karşılaştırılması Çizelge 2.16.'da gösterilmektedir (Divanlıoğlu, 1997).

Çizelge 2.16. Bakışımlı ve bakışımsız denge türlerinin karşılaştırılması

Bakışımlı (Simetrik) Denge	Bakışımsız (Asimetrik) Denge
• Bozulmayan ve değişmeyen özelliktedir • İstikrarlı denge yapısındadır • Kompozisyonu oluşturan ögeler homojen dağılım gösterir • Kurallı bir düzeni olduğu için dengeyi sağlamak kolaydır • Gözlemcinin ilgisinde her zaman sürekliliği sağlayamaz • Monotonluk ve sıkıcılığa yol açabilir	• Değişken karaktere sahiptir • Çeşitlilik barındırır • Kompozisyonu oluşturan ögeler serbest dağılım gösterir • Ögeler arasındaki karmaşık ilişkiden dolayı dengeyi sağlamak zordur • Güçlü enerjisi vardır • Canlılık oluşturur • Dikkat çekicidir • İlgiyi devam ettirir • Dinamik etki gösterir • Hareket duygusu veriri

Dengesiz biçimlenişler huzursuzluğa, iticiliğe, memnuniyetsizliğe neden olabileceği için tasarımlarda mutlak surette denge sağlanmalıdır. Bakışımsız denge simetrik dengeye göre daha canlı ve ilgi çekici olduğundan tasarımlarda öncelikli olarak uygulanması gereken denge türüdür (Güngör, 2005).

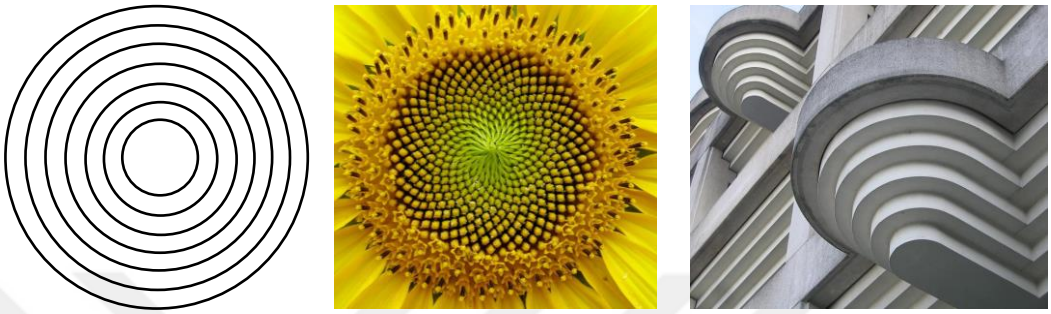
2.5.15. Koram (Hiyerarşi)

İki zıt ucun birbirine kademeli geçişlerle bağlanmasını sağlayan düzene "koram (hiyerarşi)" denir. Bu kavram; sıradüzen, düzenli ölçü derecelenmesi, kademelenme olarak da bilinir. Bir kompozisyonda koram oluşumundan söz edebilmek için iki koşulun sağlanması gerekir. Bunlardan ilkinde, iki uçta yer alan ögeler birbirlerinin tam karşıtı olmalı diğerindeyse arada bulunan ögeler düzenli bir kademelenmeye sahip olmalıdır. Üç çeşit koram türünden bahsedilebilir (Alpaslan, 2003; K. Çınar ve M.S. Çınar, 2015):

- Merkezi (Odaksal) Koram
- Eksenel (Doğrusal) Koram
- Çevresel Koram

i. Merkezi (Odaksal) Koram

Bir ya da birden fazla koramın tek bir merkez etrafında yer aldığı düzenlemelerdir. "Odaksal koram" olarak da adlandırılan bu düzenlemede ögeler merkezden dışa ya da dışarıdan merkeze doğru kademeli olarak büyür ya da küçülürler (Şekil 2.8), (Alpaslan, 2003; K. Çınar ve M.S. Çınar, 2015).



Şekil 2.8. Odaksal koram düzenlemesi, ayçiçeği bitkisinin çekirdeklerindeki doğal merkezi koram düzeni ve balkonlarda görülen merkezi koram uygulaması

ii. Eksenel (Doğrusal) Koram

Ögelerin bir eksen oluşturacak şekilde kademeli olarak dizilimleriyle oluşan koram türüdür. "Doğrusal / Çizgisel Koram" olarak da bilinir. Bu eksen düz bir hat olabileceği gibi, kırıklı ya da eğrisel de olabilir (Alpaslan, 2003), (Şekil 2.9).



Şekil 2.9. Doğrusal koram düzenlemesi, eğrelti otu bitkisinde görülen doğal eksenel koram, doğrusal koram şeklinde teras düzenlemesiyle bilinen Japonya'da bulunan ACROS Fukuoka Vakfı Binası (http://news.sakurayama.cc/?eid=247, 2020)

iii. Çevresel Koram

Ögelerin çevresel bir yörüngede kademelenmesiyle oluşur. Çevresel koramı oluşturan bir ya da birden fazla koram düzenlemesi, belli bir merkez etrafında ve bu merkezle ilişkili olarak dizilir. Bu merkez ise çalışma alanı içerisinde ya da dışarısında bulunabilir (Şekil 2.10), (Güngör, 2005; K. Çınar ve M.S. Çınar, 2015).



Şekil 2.10. Çevresel koram düzenlemesi ve bu ilkeyle tasarlanan SEC Armadillo binası, salyangoz kabuğu içindeki bölmelerde görülen çevresel koram düzeni

Koram uygulaması, ögeler arasındaki ölçü kademelenmesine ek olarak; renk, değer, biçim ve doku ögelerinin kademeli olarak farklılaşmaları ile de sağlanabilir. Yani koram düzeninin her iki zıt kutbunda yer alan elemanların büyüklükleri yanında; şekilleri, renkleri, tonları ve dokuları da karşıt karaktere sahip olabilir. Ayrıca bir kompozisyonda tek bir koram çeşidi bulunabileceği gibi birden fazla koram türü de bulunabilir (Güngör, 2005).

Koram uygulamasının psişik etkileri (Özek, 1993);

- İki uçta yer alan zıt ögeler sebebiyle kompozisyon bütününde karşıtlık etkisi oluşturur.
- Düzenli bir şekilde artıp azalan ara ögelerdeki yumuşak geçişler ise kompozisyonda uygunluğun oluşmasını sağlar.
- Merkezi koram derinlik algısı meydana getirir.
- Çevresel koram diğer koram türlerine göre daha dinamik ve ilgi çekici etkiye sahiptir.

3. BÖLÜM

MİMARİDE BİYOMİMESİS KAVRAMI

Mimaride biyomimesis kavramına geçmeden önce biyomimesisin de içinde bulunduğu biyomorfik yaklaşımların neler olduğundan bahsetmekte fayda vardır. Çünkü bu yaklaşımlar bilinmeden biyomimesis kavramının tam anlamıyla tarif edilemesi mümkün değildir.

Mimarlık, geçmişten bu yana doğayla sürekli olarak etkileşim içerisinde gelişimini devam ettirmiştir. Hem manevi açıdan hem de maddi olarak doğayı bir kaynak niteliğinde değerlendiren tasarımcılar, mimari yapıları tasarlarken ondan farklı açılardan yararlanma yoluna gitmiştir. Toplumların iktisadi, teknolojik ve sosyal gelişme düzeyiyle paralel bir şekilde kullanılan doğaya ait ögeler, özellikle 19. yüzyılın sonunda daha kapsamlı bir şekilde ele alınarak sorgulamalı olarak incelenmeye başlanmıştır. Bu dönemin ardından doğa sadece biçimsel kaynak olarak değil gerek yapılışı gerek kuruluşu gerekse de oluşturuluşu yönüyle de değerlendirilir olmuştur. 20. yüzyıldan bugüne gelinceye kadar bilime dayalı temeller üzerinde incelenen doğayla mimarlık ilişkisi, farklı disiplinlerin mimariyle etkileşim kurmasına da olanak tanımıştır. Yapısal nitelikleriyle bilinçli bir şekilde örnek alınmaya başlayan doğanın biyolojiyle olan ilişkisi mimariye de yeni bakış açıları sunarak bilim penceresinden doğadan faydalanma yoluna gidilmiştir.

20. yüzyılın başlarından bugüne biyoloji alanındaki gelişmelerle ortaya çıkan birçok terimin, doğanın mimariyle olan ortak ve benzer yönleri sebebiyle mimarlık disiplininde de kullanıldığı görülmektedir. Farklı dönemlerde ve bölgelerde birbirinden farklı isimlerle adlandırılan doğa-mimarlık etkileşimi farklı açılardan doğayı ele alması bakımından birbirinden ayrılmaktadır. Kronolojik olarak doğa-mimarlık etkileşimlerinden bahsedilecek olursa, Frank Lloyd Wrigh 1900'lü yıllarda doğayla uyum içinde mimarlıktan söz ederken "organik mimarlık" ifadesini kullanmıştır

(Wright, 1975). Bruno Zevi ise "organik" ve "inorganik" olarak ikiye ayırdığı mimarlık anlayışında çeşitlilik ve bütünlüğün doğaya öykünerek sağlanabileceğinden bahsetmiştir (Zevi, 1945). Organik mimarlıkla kısmen paralel özellikler gösteren "organımsı mimarlık" ise Almanya'da Hugo Häring tarafından ortaya atılmış ve organik mimarlıktan farklı olarak fonksiyona dayalı biçimciliği konu edinmiştir (Jones, 2002). 20. Yüzyılın ortalarında ise yaşanan teknolojik gelişmelerle birlikte artık yapıların yaşayan birer canlı organizma gibi biçimlendirilmesine dayalı görüşler ortaya atılmıştır. Uzak Doğu'da Kisho Kurokawa öncülüğündeki metobolist hareket bu doğrultuda gelişen "metabolist mimarlık" anlayışını gündeme getirmiştir (Kurokawa, 1992). 20. Yüzyılın sonlarına doğru teknolojiyle birlikte biyolojideki büyük ilerlemelere bağlı olarak "genetik mimarlık" adı altında morfogenetik tasarımlar geliştirilmeye başlanmış ve bu tasarımlar Greg Lynn'in embriyolojik ev modeliyle birlikte somut şeklini almıştır (Lynn, 2002). Benyus ise 21. Yüzyıl'a girilirken daha önce bahsedilen biyomorfik yaklaşımlara atıfta bulunarak süreci de tasarımlara dâhil etmiş ve doğaya öykünme anlayışına farklı bir boyut kazandırarak "biyomimesis" olarak adlandırılan yeni bir mimari anlayışı ortaya koymuştur (Benyus, 1998). Bu çerçevede biyolojinin mimariye olan etkisinde gelişen biyomorfik yaklaşımları beş başlık altında incelememiz mümkündür (Zeytin, 2014).

Bu yaklaşımlar;

- Organik Mimarlık
- Organımsı Mimarlık
- Metabolist Mimarlık
- Genetik / Evrimsel Mimarlık
- Biyomimesis

i. Organik Mimarlık

Organik mimarlık kavramı ilk defa, modern mimarinin öncülerinden Frank Lloyd Wright tarafından 20. yüzyılda ortaya atılmış ve yapının doğayla doğanın da yapıyla uyum içerisinde olması gerektiğini öngören bir anlayışla ortaya çıkmıştır (Wright, 1975).

Organik mimarlık, insanoğlunun mekânsal ihtiyaçlarını gidermek amacıyla yapıların; biçimlenişinde, fonksiyonunda ve çevreleriyle olan ilişkilerinde doğal organizmalardaki düzenin referans alındığı çağdaş mimarlık akımı ve sanat anlayışıdır (Wright, 1975).

Organik mimaride amaç; doğayla iç içe olan, doğanın yapıdan ve yapının da doğadan yararlandığı ortak paydada buluşan bir mimari anlayışı meydana getirmektir. Organik mimari doğayla ilişki içerisinde olan sistemlerin mimarisidir (Gezer, 2012). Bu mimarlık anlayışına Wright'ın Pennsylvania'da tasarladığı Falling Water evi örnek olarak gösterilebilir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Falling Water evinin üzerinde bulunduğu topoğrafya ile kurduğu güçlü ilişki (https://franklloydwright.org/site/fallingwater/ , 2018)

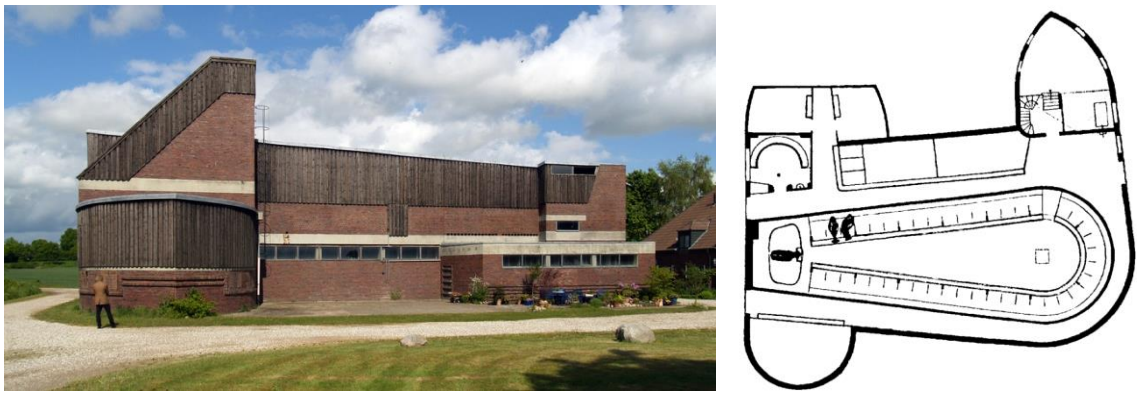
Organik mimarlıkta yapıların, fonksiyonlarla uyumlu olarak dışavurumcu bir tarzda inşa edilmesinin ve metaforik olarak doğal unsurların kullanılmasının yanında, malzemelerin performanslarının da ihmal edilmemesi gerekmektedir (Gezer, 2012).

ii. Organımsı Mimarlık

Organımsı mimarlık akımı, Amerika'da Wright ve Sullivan tarafından ortaya çıkarılan organik mimari anlayışına karşı aynı dönemde gelişen ve Almanya'da ortaya çıkan bir akımdır. 1920 yılında başlayıp 1950'den (1936-45) sonra aktif olarak gelişen bu akımın kurucusu Hugo Haering'dir (Özer, 2000).

Bu akım Alman mimar H. Haering'in "Yapılar, insan vücudunun ikinci derisidir" savından hareketle binaların organlar gibi canlı, esnek ve hareketli olması gerektiği düşüncesiyle ortaya çıkmıştır. Bu mimari akımda yapının işlevlerine uygun olarak şekillenen formlarının, derinin bedeni sardığı gibi optimum düzeyde bir kabukla kuşatılması düşüncesi vardır (Özer, 2000). H. Haering'in 1923-26 yılları arasında bu

akım doğrultusunda tasarladığı ilk ve en önemli eserlerinden biri Almanya'nın Scharbeutz bölgesindeki Gut Garkau adlı çiftliktir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Gut Gakau çiftliğinin planı ve bu plan doğrultusunda şekillendirilen dış formu (https://c1.staticflickr.com/4/3010/2523013113_9fdc776f14_b.jpg ,2018)

Organımsı mimarlık katı bir şekilde biçim oluşturma amacı gütmez, klasik biçimciliği reddeder, tamamen harekete ve fonksiyona dayalı olarak spontane bir şekilde ortaya çıkan özgün formlardan oluşur. Organımsı mimarlığın ilkesi canlıların hareketlerinden faydalanılarak biçim meydana getirmektir. Bu düşünceden yola çıkılarak kolayca şekil alabilen hafif malzemelerle artık, kutu gibi dört köşeli binaların yapılmasının gerek olmadığı savunulmuş, biçimsel kaygılar geri planda tutularak yapılar kendi fonksiyonel ilişkilerine göre dizayn edilmeye başlanmıştır. Böylece yapıyı oluşturan mekânlar geometrik ya da serbest olarak nitelendirilmeyen ve fonksiyona göre şekillenen bütünsel bir kütlenin içine yerleştirilmiştir (Özer, 2000).

iii. Metabolist Mimarlık

Metabolist mimarlık felsefesi 1960 yılında Japonya'da ortaya çıkan bir düşüncedir. Bu mimarlık felsefesi kendilerine metabolistler adı verilen; Kisho Kurokawa, Noboru Kawazoe, Kiyonori Kikutake, Kenji Ekuan, Kiyoshi Awazu, Masato Otaka adlı bir grup mimar, tasarımcı ve şehir plancısı tarafından kurulmuştur.

Bu mimarlık akımında metabolist kavramı, biyoloji bilimindeki canlıların metabolizmalarından türeyen bir kavram olup, kentlerin ve binaların, canlı organizmalarının metabolizmalarıyla benzer özellikler sergilediğini ve büyüyerek gelişim gösterdiğini ifade etmektedir. Kavramın ifade ettiği süreçle de bina ve kent ölçeğinde kompleks bir bütünü oluşturan yapı sistemlerinin ve kent ögelerinin her bir parçasının birbiriyle olan ilişkisi kastedilmektedir (Kurokawa, 1992).

Metabolist mimarlıkta yapılar ve kentler bir döngü etrafında sürekli olarak yapım ve yıkım süreci içerisinde oluşmakta ve gelişim göstermektedir. Metabolist harekette yeni baştan üretim söz konusu olup, oluşturulan ürüne sonradan herhangi bir ögenin eklenebildiği, çıkarılabildiği, zamanı dolduğunda ise yenisiyle değiştirilebildiği devingen bir anlayış hâkimdir. Bu düşünceye bağlı olarak metabolist mimarlıkta prefabrik elemanların sıklıkla kullanıldığı görülmektedir (Sharp, 2001). Bu mimarlık anlayışına Kisho Kurokawa'nın Japonya'da düzenlenen Osaka Expo '70 Dünya Fuarı için tasarladığı Takara Beautilion Pavyonu örnek olarak gösterilebilir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Uyarlanabilen, büyüyebilen ve geri dönüştürülebilen özelliğe sahip kapsüllü sistemden oluşan bina (https://www.grainedit.com/2010/05/27/expo-70-japan/ ,2018)

Metabolist akım insanı baz alır ve her yapı elamanın insan ölçeğinde olması görüşünü savunur. Teknolojiyi insan hayatını kolaylaştıran ve onun uzantısı olan bir parça olarak düşünür (Kurokawa, 1992).

iv. Genetik / Evrimsel Mimarlık

Evrimsel mimari; tanımlanmış genetik kodlarla kendiliğinden büyüyerek gelişen yapılar tasarlamayı, doğal seçilim yoluyla en ideal olan tasarıma ulaşmayı ve morfogenezle nihai şekli ve organizasyonu belirlemeyi amaçlayan mimari yaklaşım tarzı olarak ifade edilebilir. Evrimsel mimarlık anlayışında biyolojik varlıkların adaptasyon kabiliyetlerinden esinlenerek yapay yaşam alanları oluşturmak ana hedeftir (Dollens, 2004).

Diğer biyomorfik yaklaşımlara göre genetik mimaride ne bir metafordan ne de bir analojiden bahsedilmesi söz konusu değildir. Çünkü genetik mimari anlayışıyla tasarlanan mimari ürünler organizmaların verimli olan sistem ve biçimlerinden yararlanmayı esas almaktadır (Dollens, 2004).

Evrimsel mimarlığın amacı doğanın kendi içerisindeki süregiden düzeninin örnek alınarak tasarım problemine doğadakine benzer yanıtlar aramak ve bu sayede bulunduğu ortama duyarlı, tüm bileşenleriyle canlı bir sistemin davranışını gösteren yapıların ve makro ölçekte ise şehirlerin tasarımını gerçekleştirmektir (Dollens, 2004).

Evrimsel mimarlığın, doğanın ilham alınmasında kullanılan araç ve gereçler yönüyle diğer biyomimetik yaklaşımlardan ayrıldığı görülmektedir. Şekilsel olarak doğal organizmayı andıran fakat canlılık özelliği taşımayan tasarımların aksine evrimsel mimarlıkta görülen organizmaya şekil kazandırma yaklaşımı onu farklı kılan bir durumdur. Nitekim evrimsel mimarinin ürünü olan yapılar, doğaya müdahale edilme neticesinde ortaya çıkar ve müdahale edilmemiş doğa ürünü gibi görünmezler. Bu yapılar yaşam çevresine, geleneksel yapılar kadar çok zarar vermezler. Çünkü bu anlayışla oluşturulan yapı bulunduğu yere adapte olmakta, görevini tamamladıktan sonra ise kendi kendini yok ederek kısa sürede doğal döngüye katılmakta ve geride artık bırakmamaktadır. Bu açıdan bakıldığında evrimsel mimarlığın, ekolojik bir faaliyet olduğunu söylemek mümkündür (Çakır ve Aksoy, 2005). Amerikalı mimar John M. Johanser'in, 1998 yılında tasarladığı Moleküler Mühendislik Evi (Molecular Engineered House), evrimsel mimarlığın yapı ölçeğinde uygulanmasına ilişkin örnek bir proje olarak gösterilebilir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Johanser'in tasarladığı Moleküler Mühendislik Evi'nin perspektifi ve gelişim süreci (http://www.johnmjohansen.com/Nanoarchitecture-II.html, 2019)

Yukarıda bahsedilen; organik mimarlık, organımsı mimarlık, metabolist mimarlık ve evrimsel (genetik) mimarlık haricinde bir diğer biyomorfik yaklaşım ise biyomimesistir. Tez konusuyla doğrudan ilişkili olduğu için ayrı bir başlık altında değerlendirilmektedir.

3.1. Biyomimesis Kavramı ve Tanımı

Biyomimesis terimi Yunanca'dan gelen bir kavramdır. "Hayat" olarak ifade edilen "bios" ve "taklit etmek" olarak tercüme edilen "mimesis" sözcüklerinin birleşmesiyle oluşan "biyomimesis" kavramı en geniş tanımıyla doğada bulunan varlıkların taklit edilerek mimari biçimlenişlere ilham vermesi olarak açıklanabilir. 1969'da biyofizikçi Otto Herbert Schmitt'in ortaya koyduğu "biyomimetik" sözcüğüyle ilk kez gündeme gelen bu terim 21. yüzyıla girerken literatürlerde yerini bulmuştur (Schmitt, 1969).

1982 yılına gelindiğinde, Janine Benyus'un "biyomimesis" ifadesiyle yeniden gündeme getirilen bu kelime, 1997 yılında yayınladığı "Biomimikri: Doğadan Esinli Yenilikler" adlı eseriyle kitap halini alarak kavramsallaştırılmıştır. Benyus bu eserinde biyomimesis terimini, "hiçbir kusuru ve düzensizliği bulunmayan doğanın tasarımlarda örnek alınması" şeklinde açıklamıştır.

Biyomimesis anlayışı, doğa bilimleri başta olmak üzere birçok farklı disiplinlerin birbiriyle olan etkileşimleriyle aralarında gerçekleştirdikleri bilgi alışverişi sonucunda ortaya çıkmış yeni bir yaklaşımdır. Bu yaklaşım tarzında canlı organizmaların gerek formlarıyla gerekse de fonksiyonlarıyla benzer özellikler taşıyan tasarımların oluşturulması temel hedeftir. Biyomimikri adıyla da bilinen bu anlayışın hedefi doğayı olduğu gibi taklit veya takip değildir. Doğada bulunan örneklerin yeni metotlar, malzemeler ve fikirler üretilmesine katkı sunacağı düşüncesiyle hareket ederek doğadan ilham almaktır (Gertik, 2012).

Biyomimesis anlayışıyla, doğayı oluşturan varlıkların yapısal değişim ve dönüşümlerinin arkasındaki nedenlerin sorgulanarak hangi soruna karşılık yapısal dönüşüme uğradığının araştırılması ve bu sorgulamalar neticesinde ulaşılan bilgilerin mimariye uygulanması hedeflenmektedir. Bir başka ifadeyle biyomimesis düşüncesinde, doğadaki modellerin; öğrenilerek, uyarlanarak, taklit edilerek ya da bu modellerden esinlenilerek, ihtiyaçlar karşısında doğanın yaratıcılığıyla bizi çevreleyen problemlere karşı çözümlerin getirilmesi amaçlanmaktadır.

Mimari tasarımlarda biyomimesisten faydalanma şekli ve derecesi de önemli bir faktör olup doğadan faydalanma yönü açısından biyomimesis kavramını; doğanın

olduğu gibi örnek alınması, doğal sürecin örnek alınması ve doğal ekosistemin uyarlanması şeklinde 3 grup altında değerlendirmek mümkündür (Benyus, 1998).

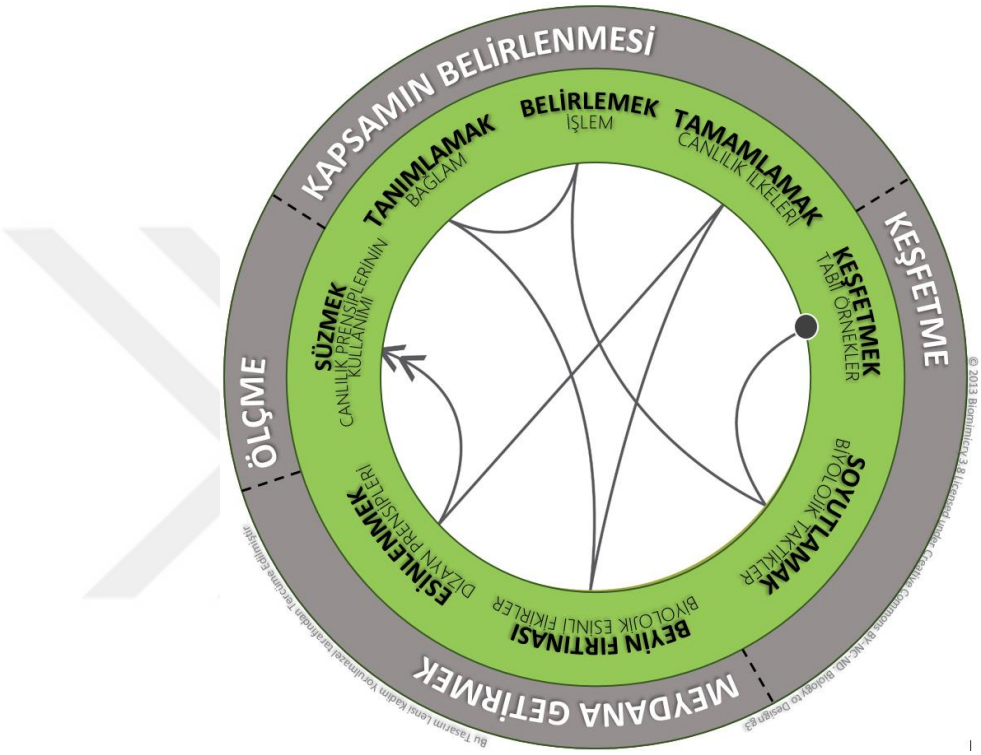
Benyus (1998) 'a göre doğada yer alan canlı organizmalar neyin daha iyi çalıştığını, neyin daha ideal olduğunu, neyin ayakta kalıp neyin yok olabileceğini bilen birer uzmandır. Benyus, doğadan birçok bilgiyi edinebileceğimizi ve doğaya bir ürün kataloğu olarak bakabileceğimizi dile getirir. Ona göre tasarımlarda karşılaşılan problemler için "Doğa bunu nasıl çözerdi?" sorusuna, doğada yer alan; organizmaların, iskelet sistemlerinin, kabukluların, kristallerin, ağ yapılaşmalarının, mikroskobik canlıların, çiçek, ağaç ve yıldızlar ile daha birçok doğal ögenin gerek malzeme, gerek biçim ve gerekse de strüktür olarak geniş yelpazede çözüm önerileri sunduğunu belirtir (Benyus,1998).

Benyus, mimaride biyomimesisin 3 ana uygulama sahası olduğunu ifade eder. Bunlar (Benyus, 1998);

1) Daha güçlü, daha dayanıklı, hasar gördüğünde veya eskidiğinde kendini onarabilen yahut yenileyebilen malzemelerin üretilmesinde,
2) Mekânların iklimlendirilmesinde doğal unsurlardan veya doğal süreçlerden faydalanılmasında,
3) Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanıldığı ve atıkları geri dönüştüren yapısal çevrenin meydana getirilmesinde biyomimesisten yararlanılmaktadır.

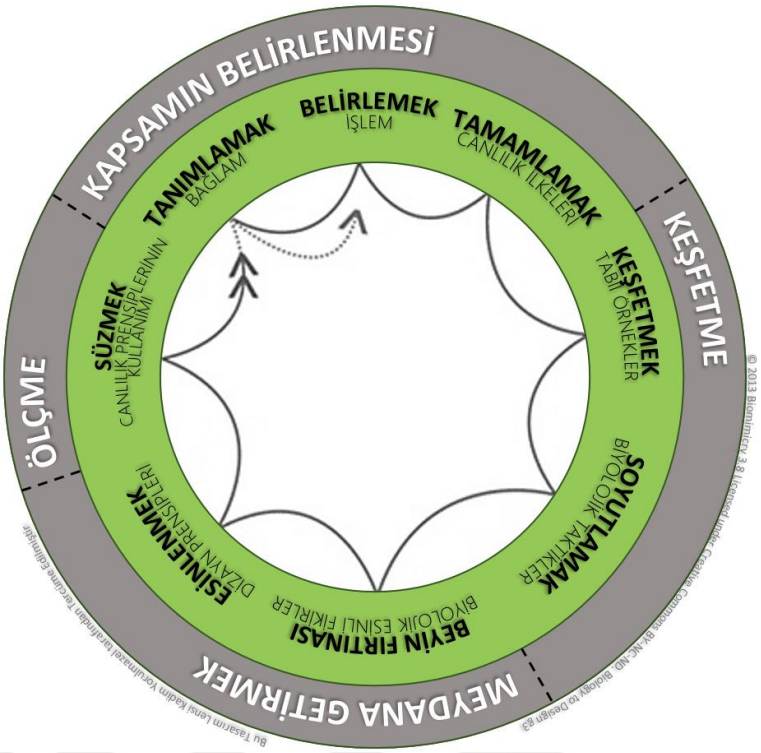
Mimarlık alanında biyomimesise başvurulmasının en temel nedeni tasarımda karşılaşılan sorunlara karşı doğadan etkili ve sürdürülebilir çözümleri örnek almaktır. Bu amaç doğrultusunda Janine Benyus, doğal dünyadan fırsatları yakalamak ve insan teknolojisine dönüştürmek için fonksiyonel biyomimesis üzerine çalışmalar gerçekleştirerek biyomimikriye bağlı iki farklı tasarım geliştirme şeması ortaya koymuştur. Bu tasarım geliştirme şemaları biyolojinin tasarıma entegrasyonunu yönlendirerek doğayı mimarlığa dâhil etmekte izlenen yolları göstermektedir (Benyus, 1998).

Bu şemalardan biri "Biyolojiden Mimarlığa" yönelik tasarım gelişimine ait şemadır. Bu tasarım yaklaşımında doğa gözlemlenir. Tasarımın kesin kapsamı ve hedefi belirlenmeden önce soyutlanan ve teknolojik bir yapıya çevrilen doğal unsurdan mimari için faydalı bir karakteristik araştırılır. Doğada yer alan canlının veya doğal ekosisteminin herhangi bir özelliği, davranışı veya işleyişi incelenerek elde edilen veriler tasarım sorununu çözmede kullanılır (Benyus, 1998), (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Biyolojiden Mimarlığa giden tasarım şeması (https://biomimicry.net/, 2020)

"Mimarlıktan Biyolojiye" doğru olan diğer tasarım geliştirme şemasında ise tasarımın planlanmasına paralel olarak karşılaşılan sorun ve tespit edilen ihtiyaçlar doğrultusunda doğaya bakılarak çözüm aranır ve gerekli olan işlev tanımlanır. Doğadaki organizmaların ve ekosistemlerin bu soruna karşı getirdikleri çözüm yöntemi ve sahip oldukları işlevler tasarıma entegre edilir. Bu tasarım yönteminde tasarımcılar yaratıcı fikirler üretmek amacıyla doğaya bakarak alışılmadık şekilde düşünmeye zorlanırlar (Benyus, 1998), (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Mimarlıktan Biyolojiye giden tasarım şeması (https://biomimicry.net/, 2020)

"Mimarlıktan Biyolojiye" doğru olan ikinci tasarım geliştirme şemasında, tasarımcının, özellikle çeviri aşamasında, uygun performans modelleri oluşturması ve belirli bir tasarıma karar vermesi gerekmektedir. Biyolojiden teknolojiye çevrim sırasında ise mevcut organizmanın sahip olduğu fiziksel (veya kimyasal) özelliklerin korunması gerekmektedir. Bu gerçekleşmezse, biyomimikrinin fonksiyonel avantajları kaybolabilir (Benyus, 1998).

Bu iki tasarım geliştirme şemalarından anlaşılacağı üzere biyolojik sistemlerden mimarideki tasarımlara karakteristik özellikleri çeviren bir uygulama olan fonksiyonel biyomimesis, biyolojik dünyayı derinlemesine anlamak ve sonrasında elde edilen bilgiyi mimarlığa soyutlamak amacıyla kullanılmaktadır.

3.2. Mimaride Biyomimesisin Tarihsel Süreç İçerisindeki Gelişimi

3.2.1. Sanayi Devrimi Öncesi

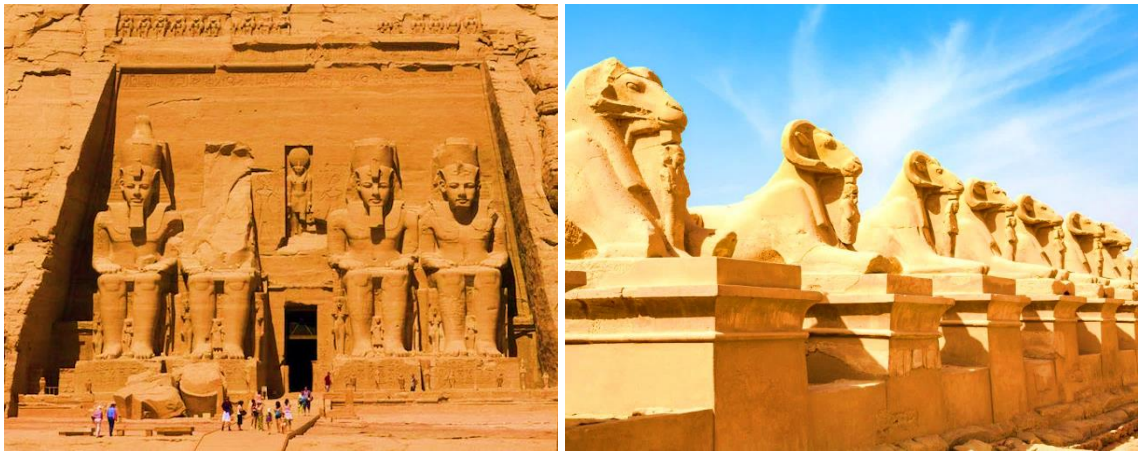
Eski çağlardan beri insanın ürettiği yapılar yalnızca barınmak, gösteriler yapmak, eğlenceler düzenlemek, tapınmak gibi amaçlarla değil aynı zamanda toplumun gücünü göstermek, yöneticilerin hâkimiyetini sağlamak ve inançlarını vurgulamak amacıyla da inşa edilmiştir. Bulunduğu toplumun tamamlayıcı bir ögesi haline gelen

antik dönem yapıları daha çok evrenle ve doğayla ilişkilendirilerek biçimlendirilmiştir. Bu kapsamda Sanayi devrimi öncesi biyomimesisin gelişim aşamalarını İlkçağ, Ortaçağ ve Yeniçağ olmak üzere üç dönem üzerinden değerlendirmek mümkündür.

Antik dönem mimarisi, binaların tasarımında kullanılan; katkısız doğal malzemeler, asal geometrik formlar, insan ve hayvan figürleri nedeniyle organik bir oluşum sergiler. Özellikle Mısır ve Yunan medeniyetlerinde insan bedeni başta olmak üzere doğadaki birçok canlı formlarının; dairelerle, dikdörgenlerle ve üçgenlerle geometriye dönüştürülerek tasarımlara uygulandığı görülmektedir. Daha çok tapınak yapılarında görülen böyle bir eğilimin nedeninin, insan ile evren arasında ilişki kurarak uyum sağlamak amacıyla gerçekleştirildiği söylenebilir. Nitekim Platon (Eflatun) doğanın bir döngü içerisinde evrim geçirdiğine ve değişmeyen asal formlarla bu değişimin yönetilebileceğine dikkati çekmektedir (Atalay, 2010).

Eski çağ mimarisinde tasarlanan her yapı kâinatı simgeleyen bir küçük evrendir. Bu dönemde kullanılan süslemeler üzerinde doğa tasvirlerinin sıklıkla kullanıldığı görülmektedir. Özellikle Mısırlılarda, Sümerlerde ve Anadolu topluluklarında yoğun bir şekilde karşılaşılan bu süslemelerin (bezemelerin) yüzeyleri; düz, kırık, eğri çizgiler kullanılarak, çiçek, dal, sarmaşık, akantus ve asma yaprağı gibi bitki motifleriyle işlenmiştir. Bunun yanı sıra Mısır medeniyetinde sanat ve mimari anlayışların belirlenmesinde; scarabe böceğinin, papirüs yapraklarının ve Nil nehrinin etkili olduğu söylenebilir (Gertik, 2012).

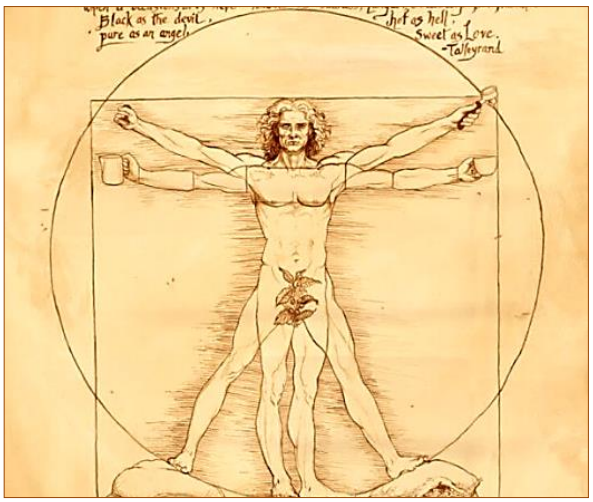
Mısır sanatında estetiğin ötesinde, yönetimin gücünü yansıtmak adına ihtişam amaçlı sanatın icra edildiği görülmektedir. Duvarların üzerine çizilen resimler ve tapınakların girişindeki heykeller Mısır'ın sanat anlayışını en belirgin biçimde ortaya koyar. Yekpare taşların yontulmasıyla biçimlenen insan şeklindeki heykeller oldukça gerçekçi olup kişinin tinsel duygularını yansıtmaktadır. Hayvan figürlerinin ise daha çok soyutlanarak kullanıldığı görülür (Gertik, 2012), (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. İnsan figürlü Mısır Ebu Simbel Tapınağı (Sol) (http://bit.do/eEUqx, 2018) ve Mısır Koç başlı Sfenks Karnak Tapınağı (Sağ) (http://bit.do/eEUoA, 2018)

Eski çağ uygarlıklarının en belirgin özelliği bu kültürlerin insan merkezli temellere dayanmasıdır. Sofistlerin kurucusu ismi Protagoras, insanın her şeyin ölçüsü olduğu ifade eder. Bu görüş insanın izafiliğini yansıtmasıyla birlikte onun biçim (form) ve görev (fonksiyon) bakımından büyük evrenin en küçük yapı taşı olduğunu ortaya koyar. Böylece doğanın bir parçası olarak nitelendirilen insan bedeni mimarlık alanında esinlenilebilecek doğal bir kaynak konumunu alır (Gür, 1998).

"De Architectura" kitabının yazarı olan ve aynı zamanda Antik Roma döneminin önemli mimarlarından biri olan Vitruvius Pollio bu eserinde, modüler bir yapıya sahip olan insan vücudunun, evrenin en uygun ve gerçekçi dışavurumu olduğunu ifade eder. Vitruvius'un bu eserinde açıkladığı insan vücudu oranlarından esinlenen Leonardo da Vinci, homo-quadratus olarak adlandırdığı, diğer adıyla "Vitruvius Adamı" olarak bilinen, bir insan eskizi çizmiştir. Onun bu eskizi doğayla insanın niceliksel olarak ilişkilendirildiği ilk çalışmalardan olması adına bir milat oluşturur (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Leonardo da Vinci'nin çizdiği homo-quadratus (Vitruvius Adamı) Eskizi (https://imged.pl/znane-obrazy-polaczone-z-kawa-18700832-slide3.html, 2018)

Eski çağ uygarlıklarında insanın faaliyetleri sonucunda üretilen birçok ürünün temeli doğaya dayanmaktadır. Bu dönemde gerek barınak amacıyla yapılan binalarda gerekse de yaşamsal faaliyetler için kullanılan araç gereçlerde doğa bir taklit unsuru olarak ele alınmıştır. Doğada yer alan ögeler zanaatkâr aracılığıyla taklit edilerek yapılara aktarılmış ve bunun sonucunda doğa kültüre dönüşmüştür (Öztürk, 2013).

Helenistik döneminde de daha önceki uygarlıklara ait yapı stillerinin taklit edildiği görülür. Fakat bu döneme ait yapılaşmalar kendini, estetik açıdan daha ihtişamlı olarak belli eder. Daha sonraki zamanlarda ise Roma'nın yararcı anlayışı nedeniyle sanat yapıtları teknik bir evrim geçirmiştir. Güzellik yerine faydalıya, gösterişlik yerine sadeliğe yönelinir. Roma mimarisinde yapılar artık gücün sembolü halini alır ve kare, dikdörtgen, daire formları bu planlamalarda birer temsil nesnesi olarak sıklıkla kullanılır (Gür, 1998).

Ortaçağ'a gelindiğindeyse İslam kültüründe ve Uzakdoğu sanatında doğaya ait motiflerin kullanılarak doğadan ilham alındığı görülmektedir. Özellikle mimari yapıların bezemelerinde soyutlaştırılmış ve oldukça çarpıcı olan bitki motifleri kullanılmıştır. Bizans dönemi mimarisindeyse taşıyıcı elemanların etrafının süslemelerle kaplandığı görülmektedir. Bu çağda sütun başlıklarının biçimlenmesinde klasiklikten uzaklaşılmış ve başlıklar dantel şeklinde çok ince oymalı olarak; yaprak, dal ve sarmaşık gibi doğadan esinli motiflerle işlenmiştir (Özer, 2000), (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. İstanbul'un Fatih ilçesinde yer alan Aziz Sergios ve Bakhos Kilisesi'nin (Küçük Ayasofya) taşıyıcı strüktürü (Sol) ve yine aynı ilçede bulunan 6. yy Bizans dönemine ait bir sütun başlığı (Sağ) (https://kavrakoglu.com/bizans-imparatorlugu-52-bizansta-mimari-2/, 2018)

Kavimler göçü nedeniyle Batı Roma'nın çökmesi sonucunda başlayan Ortaçağ'da sanat yapıları doğu kültürünün etkisi altında kalmıştır. Bu dönemde Avrupa sanatı doğu kültüründe yer alan soyutsal, düşsel doğa motiflerinden izler taşımaktadır. Ortaçağ Avrupa'sında estetiğin ve sanatın daha çok din merkezli olarak şekillendiği görülür. Sanat, Tanrı'nın evini güzelleştirmek amacıyla bir araç olarak kullanılır (Gür, 1998).

Ortaçağ'ın ortalarından sonuna kadarki süreçte yaygın olarak uygulanmış bir mimari stil olan gotik üslûp, doğadan ilham alması yönüyle eski Yunan ve Roma sanatına yaklaşır. Klasik döneme evrilme çabası içine girilen bu mimari anlayışta asal geometrik formlar yerlerini organik ve rastgele bir şekilde gelişen desenlere bırakır. Bu yaklaşım, o zamana kadar hiç düşünülmeyen dinamik ve asimetrik biçimlerin ortaya çıkmasına neden olmuştur (Gertik, 2012) (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. Ortaçağ'ın sonlarına doğru gotik üslupla inşa edilmiş olan Gloucester Katedrali'nin içi(https://pixabay.com/tr/gloucester-katedrali-gloucester-1866549/, 2018)

Ortaçağ'ın sonlarına doğru fizikötesi yargılardan uzaklaşılmış ve doğa, daha rasyonel ve bilimsel temellerle incelenmeye başlanmıştır. Ortaçağ'da doğa yasaları soyutsal nitelikli fikirlerle değil, mantıksal ilkelerle ve ampirik yöntemlerle keşfedilmeye çalışılmıştır (Bahadır, 2011).

Yeniçağ'da meydana gelen en etkili olay, 15. ve 16. yüzyılda görülen ve İtalya'da başlayarak bütün Avrupa ülkelerini kısa zamanda etkisi altına alan Rönesans (Yeniden Doğuş) hareketidir. Rönesans hareketiyle skolastik düşünce sistemi yıkılmış ve yerini deney ve gözleme dayalı bilimsel anlayış almıştır. Ortaçağ'da egemen olan fizikötesi düşünce sistemi etkisini kaybederek yerini, akla ve mantığa dayalı ferdiyetçi (individüalist) görüşler almaya başlamıştır (Bahadır, 2011).

Rönesans döneminde bilinmeyeni ve varolanı keşfetme girişimleri, 17. yüzyıla yaklaşıldığı dönemde "eski" olandan tamamen kurtulup "yeni" olana yönelmeyle ve insanın merkeze oturtulmasıyla sonuca ulaşmıştır. Rönesans sonucunda ortaya çıkan düşünceler bu dönemde toparlanarak, bambaşka bir dünya düzeni ve görüşü oluşturulmuştur (Bahadır, 2011).

Rönesans sonucunda Mimarlık sanatında da gotik üsluptan uzaklaşıldığı ve rokoko ile barok tarzının benimsendiği görülmektedir. 17. yüzyıl ile peşinden gelen 18. yüzyılın mimari tarzlarını etkileyen bu iki üslup doğadan ilham alma esasına dayalıdır. Spontane olarak şekillenen doğal ögelerin hacim oluşturmaktan çok estetik amaçlı olarak tasarımlara uygulandığı görülür. Dalgalanmayı andıran kavisli formlar ve çizgiler, deniz kabukları, bitki yaprakları, gül motifleri ile C ve S benzeri kıvrımlar yüzey süslemelerinde çokça kullanılan doğal ögelerdir (Bahadır, 2011).

3.2.2. 18. Yüzyılda Yaklaşımlar

Aklın ve mantığın kurucu öge olarak kabul edildiği 18. yüzyıl döneminde, toplumsal hayatın ve düşüncelerin aklın öncülüğünde şekillendirildiği görülür. Aydınlanma Çağı olarak bilinen bu dönemin başlamasına sebep olan temel görüşler, ilk olarak Rönesans ve ardından Reform hareketiyle oluşmaya başlamıştır. Bu dönemin maddi altyapısını ise makineleşme sürecinin yaşandığı, Avrupa'da ortaya çıkan Sanayi Devrimi oluşturur. 18. Yüzyılın son çeyreğinde yaşanan Fransız İhtilâlinin ve peşinden meydana gelen modernleşme döneminin temelleri de Aydınlanma düşüncesine dayanır.

Aydınlanma döneminde bilim ve sanayi alanında gelişmeler hız kazanmış ve teknolojide yaşanan ilerlemeler yeni mesleklerin ortaya çıkmasına yol açmıştır. Sosyal, kültürel, siyasal, ekonomik ve teknik alanda meydana gelen değişimler, mimari açıdan yeni yapı türlerine ve biçimlenişlere ihtiyaç duyulmasına neden olmuştur. Bu durum ise mimarinin tasarım sınırlarını genişleterek farklı bilim alanlarıyla ilişki kurmasını sağlamıştır (Roth, 2000).

17. Yüzyılda aklın öncülüğünde ortaya çıkan düşünceler 18. yüzyılın bilimsel gelişmeleriyle destek buşmuştur. Doğayı ve bilimi ön planda tutan Aydınlanma hareketinin ileri gelen isimleri Rönesans dönemindeki gelişmelerin devamını getirmiştir. Bu isimlerin başında; astronom Louis Lagrange, fizikçi John Robison, matematikçi Leonhard Euler ve Simon Laplace gibi isimler gelir ki bu isimler yapmış oldukları bilimsel çalışmalarıyla Aydınlanma dönemine ışık tutan önemli bilim insanlarıdır.

Aydınlanma çağında doğanın tüm yönleriyle bilim insanları tarafından çalışma ve incelenme alanı olarak değerlendirildiği görülmektedir. Sağlık, bitki ve hayvan bilimlerinin temeli her ne kadar oldukça eski dönemlerde atılsa da bu bilim dallarının biyoloji çatısı altında birleşmesi bu döneme denk gelmektedir (Bahadır, 2011).

3.2.3. 19. Yüzyıl Yaklaşımları

19. yüzyılın en önemli gelişmesi, Aydınlanma Dönemi sonrasında gelen ve İngiltere'de başlayarak oradan Avrupa, Amerika, Japonya ve sonra tüm dünyaya yayılan Sanayi Devrimi'dir.

Aydınlanma döneminin sonrasında oluşan akla dayalı düşünce sistemiyle birlikte bilimsel araştırma yöntemleri değişime uğramıştır. Bu dönemi takip eden Endüstri Devrimi'nde ise bilim ve teknolojide yaşanan ilerlemeler ivme kazanarak 19. yüzyıl mimarlığında da önemli etkilere neden olmuştur. Bu etkiler hem yapı türü olarak hem de mekân kurgusu ve biçim oluşturma çabası olarak yeni bir tasarım anlayışının doğması şeklinde kendini göstermiştir (Altun ve Köktürk, 2007).

Endüstri döneminin kentleri insanları doğadan ayırmıştır. Yalnızca kentsel dokudaki kötü yapılaşma düzeni değil aynı zamanda işçi sınıfının yaşadığı evler de büyük bir soruna dönüşmüştür. Demiryolları, buharlı makineler, fabrikalar, plansız ve düzensiz kentler sanayi kentlerinini tanımlayan ögeler olarak kendini belli etmiştir.

Eleştiri konusu haline gelerek önü bir türlü alınamayan bu endüstrileşme sürecine karşı bazı mimarlar ve şehir plancıları tarafından çeşitli fikirler öne sürülmüştür. 19. yüzyılın sonlarına doğru İngiliz şehir plancısı Ebenezer Howard tarafından kentlerdeki bu çarpık yerleşmelere engel olmak amacıyla "Bahçe Kent (Garden City)" modeli geliştirilmiştir.

Howard, endüstrileşmeye tepki olarak geliştirdiği Bahçe Kent modeliyle kırsal ve kentsel alan sentezini kurmaya çalışmıştır. Doğayla iç içe konutlar tasarlayarak elverişsiz olan kır-kent alanlarını daha sağlıklı ve faydalı yapmayı hedeflemiştir. Tarım arazileri, mesire alanları, konut ve sanayi bölgeleri Bahçe kent modeli sayesinde birbirine yakın ve bağlantılı hale getirilmiştir. Bu doğrultuda Bahçe kentin ilk örneği 1903 yılında İngiltere'nin Hertfordshire kontluğuna bağlı Letchworth kentinde hayata geçirilmiştir (Akkoyunlu Ertan, 2004), (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. Letchworth Bahçe Kent projesinde bahçe - konut (kır - kent) ilişkisi (Sağdaki Resim: http://bit.do/eFtuT, 2019) (Sol: http://bit.do/eFtvU, 2019)

Endüstri Devrimi ile birlikte gelen niteliksiz, düzensiz ve sağlıksız yapılaşmalara yönelik ıslah edici yöntemlerin geliştirilmesinin yanında endüstrileşmeye karşı olarak mimarlık ve sanat tarihinde çeşitli düşünceler ortaya çıkarak yeni tarzlar benimsenmeye başlanmıştır. John Ruskin'in öncülük ettiği "Arts and Crafts" akımı yani "Sanatlar ve El Sanatları" düşüncesi endüstrileşmenin monotonluğuna ve zararlarına karşı oluşturulan bir akımdır.

Ruskin, doğada yer alan canlı ve cansız oluşumları bilim eşliğinde şekilsel olarak inceleyerek yenilikçi sanat anlayışının oluşmasına katkı sağlamıştır. Doğadaki yapılaşmalarla mimarlık ürünleri arasındaki ortak özellikleri incelen Ruskin, doğanın ilkeleri doğrultusunda mimari yapıların biçimlerine yön verilebileceğini belirtmiştir. Bu düşünce doğrultusunda doğanın formları içinde estetiği aramaya çalışmış ve nihayetinde sanatta güzelliğin ancak doğadan esinlenmeyle sağlanabileceğini ifade etmiştir (Ven, 1980).

19. yüzyılın sonlarına doğru Endüstri Devrimi'ne tepki olarak geliştirilen bir diğer sanat akımı ise Avrupa ve Amerika'yı etkisi altına alan "Yeni Sanat" anlamına gelen "Art Nouveau" akımıdır. 1900 Sanatı olarak da bilinen bu sanat hareketi 20. yüzyıla girilmek üzereyken; yeni karakteristik modellerin, yeni stillerin, yeni yorumların ortaya çıktığı bir sanat anlayışı olarak kendini belli eder. Bu tarzın görsel ögelerini; asimetrik, dalgalı, kıvrımlı, akıcı, yassı ve ritmik olan organik formlar ile uzatılarak inceltilen doğal biçimler oluşturur. Bu görsellerin oluşumunda referans alınan doğal ögeler ise; çiçek, bitki, hayvan ve insan figürleridir. Özellikle soyutlanan kadın bedeniyle bitki filizlerinin kıvrımlı bir şekilde sıklıkla kullanıldığı görülür. Bu doğal unsurlar Art Nouveau sanatçısına ilham kaynağı olarak sanatın; dinamik, kıvrak ve etkileyici yapısı organik tasarım ile birleştirilmiştir. Çizgi ve formların anlatım sınırlarını aştığı bu akımda, yapı malzemesi olarak geleneksel malzemelerin haricinde; camın, demirin ve gümüşün sıklıkla kullanıldığı görülür (Batur, 1996).

19. yüzyıl yapılarının, yalnızca barınma ihtiyacıyla değil aynı zamanda estetik kaygılarla da oluşturulduğu görülmektedir. Art Nouveau akımının önde gelen sanatçıları, doğadaki elemanları estetik biçimlere dönüştürerek yapılara uygulamış ve bunu yaparken de süslemeyi, binaya yamalanmış olarak değil sanki onun bir parçası gibi algılanmasını sağlayacak şekilde kullanmışlardır. İnsan emeğiyle ve el işçiliğiyle yapılan tasarımların önemine vurgu yapan bu hareketin sanatçıları, yapıların taşıyıcılarından çatısına, iç mekânından cephesine kadar bütün kısımlarında doğanın motiflerini yapıya kimlik kazandıracak şekilde uygulamışlardır (Roth, 2000).

Art Nouveau hareketinin mimarideki en önemli uygulayıcısı olarak Antoni Gaudi'yi örnek göstermek mümkündür. Doğada yer alan ağaçları, kuşları, böcekleri inceleyen Gaudi, onda geometrik biçimlerin bulunmadığını anlayarak yaptığı çalışmalarını, doğadaki ögelere benzer biçimde; organik, asimetrik, kıvrımlı ve ritmik bir şekilde gerçekleştirmiştir. İnsanın hayatı boyunca karşılaşmış olduğu problemleri keskin hatlı yapılarla ilişkilendirerek mutluzluğun ve huzursuzluğun nedeninin sivri ve köşeli biçimlerden kaynaklandığını savunmuştur. Gaudi bu düşünceleri doğrultusunda tasarımlarını, bütünüyle barok stilinde olmayacak şekilde yumuşatılmış, yontulmuş ve kavisli hatlarla şekillendirmiştir (Travelingturk, 2016).

Modern çağın mimarlarının doğadan esinleneceği görüşünü ileri süren Gaudi, bu taklit anlayışının en akılcı, ideal, ekonomik ve uygun bir yöntem olduğunu belirtir. Ona göre temel amaç, doğadan ayrı biçimlenişler oluşturmak değil, doğanın ilkelerine uygun olarak tasarımlar ortaya koymaktır. Gaudi'nin bu düşüncesi, tasarlamış olduğu yapılarda somut olarak kendini belli etmektedir. Eserlerinde, doğada bulunan; kuşların kanatlarının, çiçek figürlerinin, salyangoz kabuklarının, hayvan iskeletlerinin ve daha birçok biyolojik varlıklara ait biçimlenişlerin yer aldığı görülmektedir. Gaudi'nin doğadan esinlenerek tasarladığı "Bitmeyen Kilise" olarak bilinen "La Sagrada Familia" adlı eseri, bu doğal ögelerin kullanımına ilişkin verilebilecek en uygun örnektir (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. La Sagrada Familia bazilikasının cephesinde ve iç mekânında doğadan esinlenilen yapısal ögeler (http://bit.do/eFSMs , 2019)

Barselona'da bulunan bu bazilikanın yapımına 1882 yılında başlanmış olup yaklaşık bir buçuk asırdır inşaat süreci bitirilememiştir. Doğadan esinli biçimsel, strüktürel ve dekoratif ögeleriyle (dönel merdivenler, hiperbolik biçimli kolonlar, yumuşatılmış konik çatılar ve kemerler, insan figürlü frizler, arı peteğini anımsatan kapılar ve alglere benzeyen pencereler vb.) Art Nouveau döneminin biyomimesis anlayışını en güzel şekilde yansıtır.

19. Yüzyıla ilişkin verilen örneklerden de görülebileceği üzere doğayla mimarlık arasındaki ilişki ve etkileşimin Endüstri Dönemi'yle beraber arttığı anlaşılmaktadır. Sanayileşmenin yol açtığı teknolojik gelişmeyle beraber makineleşmeye karşı geliştirilen akımların sonucunda doğanın, mimari yapıların; gerek malzemelerinde gerek strüktürlerinde gerekse de biçimsel formlarında kullanımının yaygınlaştığı görülmektedir. Doğayı konusu olarak ele alan biyoloji disiplininin mimarlık alanında uygulama sahasının genişlemeye başlaması da yine bu döneme denk gelmektedir.

3.2.4. 20. Yüzyılda Gelişmeler

20. Yüzyılda mimarlık alanında yaşanan en önemli gelişme modern mimarlık anlayışının doğması olmuştur. Modern mimarlık, fonksiyonelliğe öncülük vererek sade ve soyut ürünler ortaya koymayı amaçlayan bir sanat anlayışıdır. Modernizmin önde gelen temsilcilerinden biri olarak kabul edilen F. L. Wright, kaleme aldığı yazılarında "doğayla uyumlu olarak tasarlama" anlayışından bahsederek bunu eserleriyle somut örneğe dönüştürür. Doğayı bir okul gibi görerek ondan edindiği bilgileri tasarımlarına aktarır. Kendisine ilham vermesi ve tasarımlarına yönlendirmesi sebebiyle doğaya hayranlık duyduğunu ifade eder. Onun eserlerinde, ağaç dallanmalarına atfettiği çıkmalarla mantar şeklindeki kolonlar göze çarpar (Levine, 1996).

Wright'ın, Wisconsin eyaletine bağlı Racine şehrinde 1936-39 yılları arasında tasarladığı Johnson Wax Yönetim Binası doğadan ilham alan kolonlarıyla ön plana çıkmaktadır. Yapının açık ofis kat planında zeminden filizlenen 23 santimetre çapındaki kolonlor tepeye doğru genişleyerek tavanda yer alan victoria su zambağı şeklindeki beton başlıklarla birleşir. 5,64 metre genişliğindeki bu beton başlıkların arasında ise doğal gün ışığının yapıya girebilmesi amacıyla ince uzun cam boruların yanyana dizilimiyle oluşan açıklıklar yer alır. Bu başlık ve sütunlara geriden bakıldığında ormanlık bir alanda yetişen mantarlar göz önünde canlanmaktadır (Şekil 3.13).



Şekil 3.13. Johnson Wax Yönetim Binası'nın açık ofis katının strüktürünü oluşturan mantar şeklinde kolonlar (orta) ve binanın dışından bir görünüşü (sol) (http://jamessrussell.net/why-is-frank-lloyd-wright-forgiven-all/, 2019)

Modern mimarinin ileri gelen temsilcileri, 1910-30 yılları arasında biçimsel kaygılardan uzak olarak strüktürel sistemle sınırları belirlenen ve fonksiyona göre biçime yön verilen yeni bir mimari tarz ortaya koymuşlardır. Alışılagelmiş formların dışına çıkıldığı ifadeci bir anlatımın egemen olduğu bu yeni mimarlık stili ekspresyonizm (dışavurumculuk) akımı olarak adlandırılır. Sanatçının duygularının dışa vurumunu yansıtan ekspresyonist düşüncesi; geleneksel mimarlık anlayışına ve

modernizmin içindeki akılcı ve biçimsel modernizm anlayışına karşı geliştirilen bir harekettir. Bu akımı benimseyen mimarlar; keskin açılardan, monotonluktan, biçimsel kaygılardan uzak olarak hislerini ve duyguları doğrultusunda şekillenen faydacı bir tasarım anlayışı benimsemiştir. Bu yaklaşım ise tasarım alanına özgünlük, hareketlilik, canlılık, esneklik ve çeşitlilik kazandırmıştır (Selçuk ve Sorguç, 2004).

Almanya'da ortaya çıkan Ekspresyonizm hareketinin en dikkat çekici örnekleri arasında; Rudolf Steiner'in Goetheanum binası, Erich Mendelsohn'ın Einstein Kulesi ve Bruno Taut'un Cam Pavyonu yer almaktadır. Bu yapılar kıvrımlı, kavisli ve organik formlarıyla ekspresyonist mimari tarzını yansıtır. Özellikle Rudolf Steiner, Goethe'nin kaleme aldığı "The Metamorphosis of Plants (Bitkilerin Metamorfozu)" adlı kitabından etkilenerek bitkilerden esinlenmiş ve Goethe'ye atfederek Goetheanum olarak adlandırdığı eserinde, geometrik formları organikleştirerek bitkilerin canlılık özelliğini dinamik formlara dönüştürmüştür. Bu yapının dökme beton kullanılarak yapılan dış duvarları kemiksi görünüşüyle dikkat çekerken aynı zamanda mimarın içinde yaşadığı tinsel duygularını yansıtır (Frampton, 1996), (Şekil 3.14).



Şekil 3.14. Rudolf Steiner'ın İsviçre'de tasarladığı Goetheanum Binası'nın dik açılı olmayan iç ve dış duvarları (https://mapio.net/wiki/Q659654-en/, 2019)

Alman ekspresyonist mimar Bruno Taut ise; "Alpine Architecture" olarak adlandırdığı tez çalışmasında Orta Avurpa'da yer alan Alp Dağları'nın zirvelerini kristal camlarla sembolize etmiş ve burada ütopik sayılabilecek bir kent dokusu oluşturmuştur. Kendisinin düzenlediği ve "Kristal Zincir Mektupları" adını verdiği ütopik yazışmalarda geleceğin mimarisinin hangi formu alması gerektiği hakkında Hans Scharoun, Walter Gropius, Wassili Luckhardt gibi önemli isimlerle fikir alışverişinde bulunmuştur. Bu metinlerde, katı bir durum halini alan dönemin mimarlık anlayışına alternatif oluşturması amacıyla, doğadaki form ve yapılaşmaların kullanılarak yeni tasarım

fikirlerinin ve yapım tekniklerinin geliştirilmesi gerektiğinden bahsedilmektedir. Doğada bulunan; kristal şeklindeki yapılaşmaların, kabukların, bitki ve mikroorganizmaların formları bu tasarım fikirleri için örnek alınabilecek kaynak olarak gösterilmiştir (Gössel & Leuthauser, 1991).

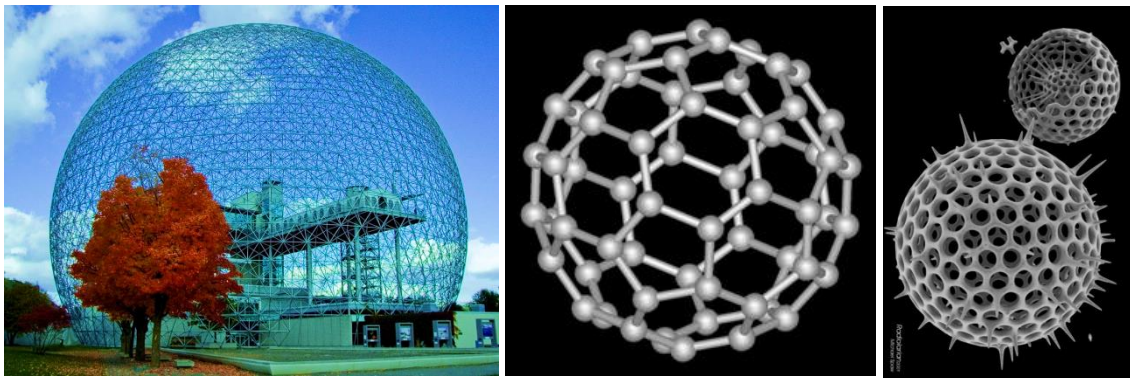
İnşaat tekniği açısından bakıldığında doğanın, yeni yapı malzemeleri keşfetmek ve konstrüksiyona ilişkin yeni çözüm yolları geliştirmek açısından mühendislerin ve mimarların araştırma alanına girdiği görülmektedir. Biliçli olarak yapılan bu araştırmalar neticesinde 20. yüzyılın sunduğu teknolojik olanaklarla strüktürün, biçimin ve malzemenin bir bütün olarak biçimlendiği kabuk tasarımları geliştirilmiştir. Alman mühendisler Walter Bauerfeld ile Franz Dischinger, yumurta kabuğunu kubbe örtüsüyle karşılaştırarak yaptıkları çalışmalarla, çapına oranla bir hayli ince olan aynı zamanda geleneksel malzemelere göre daha hafif olan ilk beton kubbeyi tasarlamışlardır. 1930'a gelindiğinde çalışmalarını daha da ilerleten bu mühendisler, tek eğrilikli tonozlarla semer eğrisi olarak bilinen çift eğrilikli hiperbolik paraboloidler üzerinde de beton kabukları uygulamışlardır (Melaragno, 1991).

Doğada bulunan varlıkların strüktürel sistemi yapıların statik çözümleri için ilham alınabilecek uygun modeller oluşturur. Bunun bilincinde olan tasarımcılar geçmiş dönemlerden beri doğadan faydalanma yollarını araştırmış ve çeşitli biçimsel tasarımlarla strüktürel denemeler yapmışlardır. Bu yapılan çalışmalar dikkatle incelendiğinde mimaride doğadan esinlenme şeklinin iki yolla sağlandığı görülür. Bunların ilkinde biçim ön planda tutularak doğadaki ögenin formu analojik bir yaklaşımla yapıya uygulanır. Diğer yöntemde ise doğal yapılaşmanın gelişme süreci dikkatle incelenerek biçimi, malzemesi ve strüktürü deneysel yöntemlerle mimariye aktarılır (Jirapong, 2002). 20. yüzyıla gelinceye kadar daha çok ilk yaklaşımın uygulandığı görülürken Frei Otto ve Buncminster Fuller gibi isimlerin yeni biçim ve statik çözüm arayışlarıyla birlikte ikinci yöntemin kullanılmaya başlandığı görülmektedir. F. Otto'nun asma-germe mantığına dayalı üst örtü sistemi ve B. Fuller'in kafes örgülü jeodezik kubbesi, doğal yapılaşma sürecinin referans alınmasıyla oluşturulan; az, öz ve hafif malzemelerle geniş açıklıkları geçmeyi amaçlayan yenilenebilir tasarımlarıyla ön plana çıkmaktadır (Jirapong, 2002).

Doğada; canlı, etkin, işlevsel ve optimal yapılaşmaların var olduğunu savunan Fuller, bu biçimlenişlerin optimal verimlilik sağlayacak şekilde oluştuğunu ifade etmiş ve doğanın yapılı çevre için baz alınabilecek nitelikli bir kaynak olduğunu vurgulamıştır. Bu düşüncesi doğrultusunda Fuller'in bilime kattığı en önemli kavramlardan biri "Synergetics (sinerjik)" ifadesidir (Fuller, 1969). Çok geniş bir disiplin konusu olan bu terim fizik ve kimya dallarında; birbiri üzerine yığılmış kürelerin karşılıklı etkileşimleri sonucunda potansiyel enerjileri dengelenerek kararlı ve nizamlı şekiller almasını ifade etmektedir. Daha sonraki yıllarda bu kavram biyoloji biliminde atom yapısının anlatımında da kullanılmıştır (Selçuk ve Sorguç, 2004).

Fuller'in mühendislik ve mimarlık alanındaki en değerli buluşu ve sonraki dönemlerde birçok bilim dalını da etkilemiş olan en önemli icadı yarım küre şeklinde olan üçgen kafes örüntüsüne sahip jeodezik kubbelerdir. Fuller, çocuk felci virüsü olarak bilinen poliovirüsün protein kaplı çeperinden esinlenerek bu kubbenin şeklini tasarlamıştır. Fuller'in bu jeodezik kubbe buluşunun şaşırtıcı yanı, kimyager olan Robert Curl ve Harold Kroto ile nanoteknolojinin kurucu ismi Richard Smalley'in 1985 yılında karbon 60 (C_{60}) molekülünü keşfetmelerinden yaklaşık 45 yıl önce "polyhedral" şekilleri tasarımlarında kullanmasıdır (Türkçü, 2009).

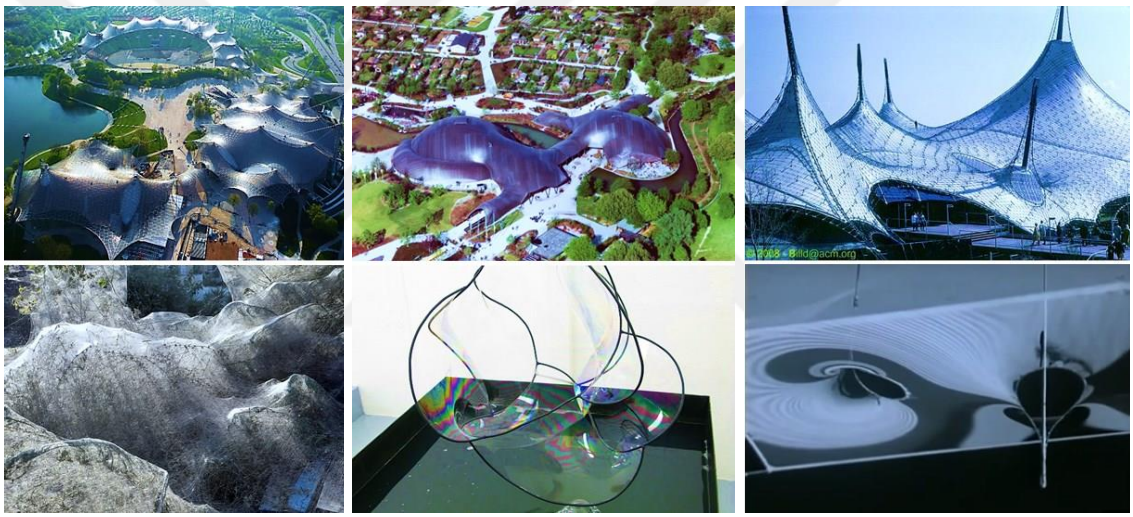
Şekil 3.15'te ışınlılar adıyla bilinen ve tek hücreli canlılar olan radyolaryaların, fulleren olarak adlandırılan C60 molekülünün ve Expo 67 Dünya Fuarı için Fuller'in tasarladığı jeodezik kubbesinin birbiriyle olan yapısal benzerlikleri gösterilmiştir.



Şekil 3.15. Fuller'in Kanada'nın Montreal kentinde 1967 yılında düzenlenen Expo Dünya Fuarı için tasarladığı jeodezik kubbesi (sol) ve bu kubbenin form ve strüktürünü oluştururken esinlendiği karbon molekülü (orta) ile ışınlılar (sağ) (https://www.arkitektuel.com/biyosfer-montreal/, 2019)

Frei Otto da tıpkı Fuller gibi strüktürel sistemleri en uygun hale getirmek ve hacmine oranla daha hafif tasarım çözümleri bulmak adına 1964 yılında Almanya'da açtığı Hafif Yapılar Enstitüsü'nde birçok doğal unsurları incelemiş ve çeşitli deneyler gerçekleştirmiştir. Özellikle de sabun köpüğü ile gerçekleştirdiği ampirik çalışmaları en dikkat çekici örnekler arasında yer alır (Drew, 1976).

Köpük kaparcıkları, kuşların kanat yapıları, ağaçların yaprakları, yarasalar, böcekler, örümceklerin ağ örgüleri ve daha birçok varlık Otto'ya ilham veren doğal unsurlar olmuştur. Minimum yüzey alanları elde etmek amacıyla sabun köpüklerinden ve örümcek ağlarının yerçekimiyle elde ettiği formlardan esinlenerek asma-germe sistemlerini geliştirmiş bunların yanında modern çadırlarla şişirme (pnömatik) yapıları tasarlamıştır (Şekil 3.16).



Şekil 3.16. Münih Olimpiyat Parkı ve çalılıkların üzerini kaplayan örümcek ağları arasındaki ilişki (sol) (http://bit.do/eHvze, 2019), Almanya / Mannheim'deki çok amaçlı salon ve sabun köpüğü arasındaki ilişki (orta) (http://bit.do/eHvCo, 2019), Expo '67 Dünya Fuarı Alman Pavyonu ve sabun köpüğü deneyi arasındaki ilişki (sağ) (http://expo67.ncf.ca/expo_german_p14.htm, 2019)

Mimarlık ve mühendislik arasında geçiş niteliğinde yapılar tasarlayan ve eserlerinde, canlı organizmaların strüktürel özelliklerinden esinlenildiği açıkça görülen Santiago Calatrava'nın ise pek çok tasarımında bitkilere, hayvan şekillerine ve iskelet sistemlerine rastlanır. Doğanın geometrik yapısını anlamanın önemine vurgu yapan Calatrava, mimari tasarımların doğanın realitesini ortaya koyan, çözümlemeli bir tutumla ele alınması gerektiğini belirtir. Doğayı, verimli ve üretken olarak niteleyen mimarın hemen hemen bütün yapılarında ondan faydalanma yoluna gittiği görülür.

Calatrava'nın bu düşünce anlayışını Kanada'nın Toronto şehrinde tasarladığı bir ofis kompleksi olan Brookfield Place'de görmek mümkündür (Williams, 2003).

Eski adıyla "BCE Place" olarak bilinen bu kompleksin meydan kısmında; içe doğru eğimli sekiz adet çelik kolon bulunmaktadır. Bu kolonların parabolik olarak dallanarak orta noktada kemer oluşturacak şekilde buluştuğu yerde de 14 metre çapında örtü sistemi yer almaktadır. Beyaz çelik konstrüksiyonla oluşturulan bu alan sanki ağaçlarla çevrili bir orman hissi uyandırır (Şekil 3.17).



Şekil 3.17. Brookfield Place içindeki Sam Pollock Meydanı'nın üzerini örten iç içe geçmiş çelik kemerler (http://bit.do/brookfield-place-sam-pollock, 2019)

20. yüzyılın ilk yıllarında doğadan ilham alma uygulamalarının formla sınırlandığı görülürken ilerleyen dönemlerde Otto, Fuller ve Calatrava gibi araştırmacı mühendis ve mimarların, formla birlikte strüktür ve malzemeyi de içine alarak tasarımlarını doğaya uygun bir şekilde biçimlendirdiği görülmektedir. Özellikle doğadaki yapılaşmalarda gözlemlenen; dayanıklılık, hafiflik, optimum malzeme kullanımı, enerji verimliliği gibi özellikler onları doğaya yönlendirmiş ve 21. yüzyıla girilirken biyomimesis anlayışının mimaride kullanımı teşvik edecek yapılar ortaya koymuşlardır.

3.2.5. 21. Yüzyılda Yeni Yaklaşımlar

21. yüzyıl mimarisini baştan sona etkileyen en önemli gelişme teknolojide yaşanan devrim niteliğindeki hızlı gelişmelerdir. Teknolojinin mimarlığa etkisine paralel olarak tasarım süreci çok daha kompleks bir hâl almıştır. Çünkü önceki dönemlerde yüzeysel olarak çözülmeye çalışılan sorunlar teknolojinin mimarideki etkisinin artmasıyla birlikte göz önünde bulundurulması gereken büyük problemlere dönüşmüştür. Bu durum tasarım sürecini zorlamasının yanında daha nitelikli, doğaya dönük, sağlıklı yapılaşmaların oluşmasına da imkân sağlamıştır.

Teknolojik gelişmenin sunduğu ayrıcalıklar bunlarla sınırlı değildir. Tasarımın dinamiklerini belirleyen verilerin dijitalleştirilmesiyle beraber birbirinden farklı tasarım kombinasyonları kısa zaman içerisinde en ideale ulaşa kadar yapılabilmektedir. Teknolojide yaşanan bu gelişim mimarların, şekilsel kurallarla kısıtlı kalmaksızın, daha özgür olarak tasarımlar gerçekleştirmesine de katkıda bulunmuştur. 21. yüzyılda bu özgün tasarım anlayışının sonucu olarak; eğri yüzeyli cephelerle, birbiri içine geçmiş alanlarla, serbest geometriye sahip formlarla sıklıkla karşılaşılır.

Dijitalleşme süreci, bilginin yayılmasını kolaylaştırarak farklı disiplinler arasındaki bağı kuvvetlendirmiştir. Sadece bununla sınırlı kalmayıp yeni bilim dallarının oluşmasına da neden olmuştur. Mimarinin geçmişte iletişim kurduğu felsefe, sosyoloji, matematik, geometri gibi alanlara ek olarak son dönemlerde; biyoloji, antropoloji, nanoteknoloji, genetik gibi disiplinler de eklenmiş ve mimarlık sanatı daha pozitif bir yapıya dönüşmüştür. Özellikle biyoloji bilimi; doğadan esinli tasarım alternatifleri geliştirmek, yenilenebilir yapılı çevreler kurmak, doğanın işleyişini özümseyerek tasarımlara yön vermek açından mimarlığın başvurduğu önemli bir disiplin konumunu almıştır. Mimarlığın biyolojiyle kurduğu bu ilişki biyomimesis olarak adlandırılan yeni bir disiplinin doğmasına neden olmuştur.

Doğa bilimleri yazarı Janine Benyus tarafından “Biomimicry” adlı eserinde biyomimesis terimi: “doğanın geliştirdiği çözümleri veya mevcut çözüm yollarını en uygun şekilde öğrenmek ve anlamak” şeklinde tanımlamaktadır. Doğanın sistematik yapısının ve yöntemlerinin her alanda ayrı olarak ele alınması gerektiğini belirten ve biyomimesisin, mimarlığın tektoniklerini değiştiren yeni bir bilimsel alan olduğunu ifade eden Benyus; önceleri izlenimlerle örnek alınan doğanın artık bir fikir kaynağı ve kıyaslama alanı olarak değerlendirildiğinden bahsetmektedir (Benyus,1998).

Bu dönemde Charles Jencks de biyomimesisle ilgili görüşleriyle dikkat çeker. Teorisyen ve yazar olan Jencks, 21. yüzyıl mimarisine ilişkin yaptığı tahmin ve yöntemleri “Architecture 2000: Predictions and Methods" adlı eserinde toplamıştır. Bu eserinde biyolojinin 21. yüzyılda, mühendislik ve mimarlık üzerindeki etkisinin hiç olmadığı kadar artacağını, biyomimesisin mimarlık disiplinindeki etkisinin giderek daha çok hissedileceğini ileri sürmüştür. Bu görüşler doğrultusunda, doğadan elde edilecek verilerin ve dolayısıyla biyolojik âlemin mimarlıkta yeni paradigmaların oluşmasına katkı sağlayacağı öngörülmektedir (Jencks, 1971).

Eğitimci ve yazar olan Dennis Dollens da "Genetic Architectures" adlı kitabında geleceğin mimarisinin genetik kavramlar üzerinden şekilleneceğini belirtir. Ona göre gelecek yüzyıllarda inşaat işçilerinin yerini genetik mühendisler alacak ve mimarlar da atık bu mühendislerle işbirliği içerisinde yapılarını biçimlendirecektir. Mimarın belirleyeceği fonksiyonel ihtiyaçlara ve planlamaya göre genetik mühendislerin üreteceği bitkisel kodlar, binanın özünü yani çekirdeğini oluşturacaktır. Bu çekirdek uygun bir zemine bırakıldığında yapı kendiliğinden büyüyerek gelişmeye başlayacaktır (Dollens, 2004).

Genetik binaların, doğadaki canlılar gibi kendi kendini yenileyebilmesi sonucunda, rutin olarak yapılan bina bakımlarının ortadan kalkacağını ileri süren Dollens genetik mimarlık sayesinde; kendi düzenini sağlayan, ihtiyaçlarını gideren, kendini şekillendiren kararlı formların üretilebileceğini ifade eder. Bu süreç içinde mimarın rolünü ise kendi kendine işleyecek olan sistemi oluşturacak kişi olarak tanımlar (Dollens, 2004). Özellikle içinde bulunduğumuz bu yüzyılda; DNA'da, kök hücrede, kalıtımda ve klonlamada yaşanan biyolojik gelişmeler ve kat edilen masafeler göz önüne alındığında, bu kavramların mimaride de kullanılmaya başlanması ve etkisinin hissedilmesi, Dollens'ın bu düşüncesinin gerçekleşebilme olasılığının olduğunu göstermektedir.

21. yüzyılda; biyoteknolojik faaliyetlerinin artması, robotik sistemlerin üretilmesi, mikroelektroniklerin ve bilgisayar teknolojisinin gelişmesi gibi teknolojide yaşanan devrim netiliğindeki gelişmeler insanın yaşantısını derinden etkilerken mimaride de yaşam ortamlarının bu gelişmelere cevap verecek nitelikte tasarlanmasını gerekli kılmıştır (Thurow, 2000).

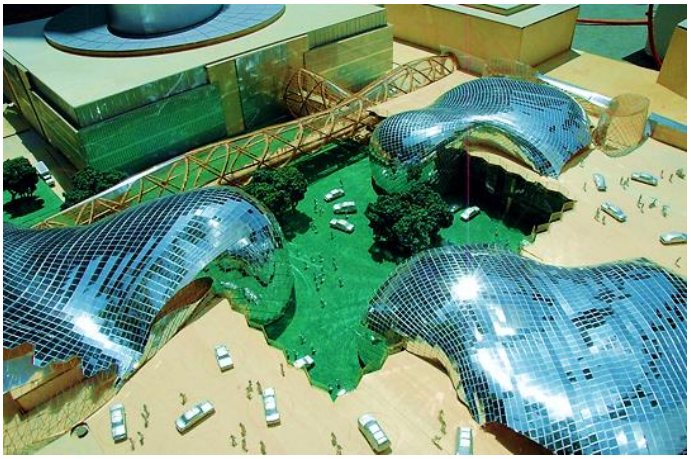
İçerisinde bulunduğumuz teknolojik çağda sayısal verilerin dijital sistemlerde analizlerinin kolaylıkla gerçekleştirilebilmesi ve yorumlanabilmesi sayesinde mimari tasarımların gerek biçimsel özellikleri gerekse de kapsamı farklı bir boyut kazanmıştır. Tasarıma ilişkin verilerin her yeni kombinasyonu ile üretilen kompleks formlar, belirlenen kriterlere göre en ideal mimari biçimlenişin oluşturulması noktasında ayrı ayrı değerlendirilebilmektedir.

Teknolojide yaşanan gelişim, yapı malzemeleri ve inşa teknikleri açısından da mimariyi etkilemiştir. Nitekim ileri düzey teknik araçlar kullanılarak doğal dünyadan

yapılan incelemelerle, yapısal unsurların arkasındaki temel özellikler keşfedilmiş ve bu özellikler daha hafif, esnek, dayanıklı ve zararsız malzemeler üretilmesinde kaynak olarak kullanılmıştır. Bu durum tasarımı kısıtlayan teknik unsurların ortadan kalkmasına ve inşaat süresince yalnızca tasarım düşüncesine odaklanmasına imkân sağlamıştır. Bu durumu göz önünde bulunduran bazı kuramcılar, ilerleyen zamanlarda binaların ve mekânların insanın bir parçası konumuna geleceğini ve insanla bina arasında tıpkı bedenle organlar arasındaki gibi bir ilişki kurulacağını belirtir. Bu görüşler "Siborg Mimarlık" olarak bilinen insan, doğa ve makine üçlüsüyle şekillenen yeni yaklaşımlara ışık tutmaktadır (Mitchell, 1995). Amerikalı mimar Greg Lynn'nin eğrisel yüzeyli ve karmaşık varyasyonlu tasarımları geleceğe yönelik tasarım anlayışını ortaya koyan en dikkat çekici örneklerdir.

Blobitecture olarak adlandırılan ve blob(damla) mimarisinin temsilcisi olan Lynn bir konuşmasında; kompleks, akışkan ve geometrik yapılar tasarlamayı sevdiğini belirterek teknolojik olanakların artmasıyla beraber bilgisayar programlarının kullanılma alanlarının yaygınlaşmasının kendisini bu nitelikte tasarımlar gerçekleştirmeye yönlendirdiğini ifade eder (Rebek ve Bradic, 2008). Yine Lynn'in önde gelen temsilcilerinden olduğu blobism hareketi de organik, dinamik, yaşayan, amorf formlar oluşturmayı amaçlayan mimari bir akım olarak ortaya çıkar. Lynn'in ortaya koyduğu sanal yapılarda; insan vücudu gibi kıvrımlı, su damlası gibi eğimli, kompleks ve canlı formlarla karşılaşılabilmektedir.

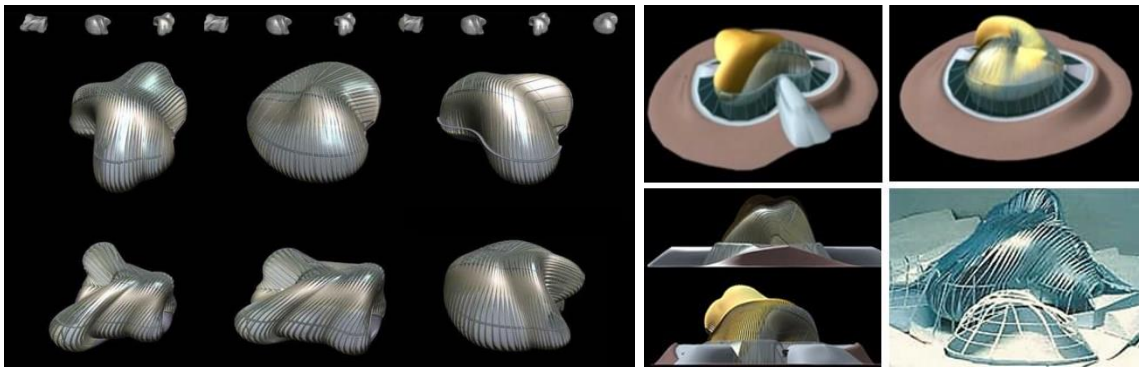
Blob terimi ilk defa 1995'te Greg Lynn'in metaball adı verilen programla yaptığı deneysel çalışmalarla gündeme gelmiştir. Lynn'nin ardından pek çok tasarımcı tarafından kullanılan bu programla benzersiz ürünler oluşturulmuş ve blob mimarlık adı verilen yaklaşım mimarlıkta yerini bulmuştur (Waters, 2003). Bilgisayar tabanlı modelleme araçlarıyla parametrik olarak tasarlanabilen ve organik bir görüntü sergileyen ürünler ortaya koyan blob mimarlık yaklaşımına Lynn'in tasarlamış olduğu "Embriologic House" projesi örnek olarak verilebilir (Şekil 3.18).



Şekil 3.18. Greg Lynn tasarımlı embriyolojik ev modeli (http://www.oris.hr/files/g/1-33/540x360-9/BMWcentral-building-factory.jpg, 2019)

Embriologic House modeli, modernizmin biyolojik yorumu niteliğinde; canlı, büyüyen ve gelişen bir projedir. Belli algoritmalar doğrultusunda şekil kazanan akışkan amorf birimlerden oluşur. Bu birimler yapı kullanıcısının ihtiyaç ve isteklerine göre doğal olarak uyarlanabilen esnek konut özelliği taşımaktadır. Bu model sayesinde kullanıcıların isteklerine, memnuniyetine en uygun cevap veren özgün tasarımlar oluşturulabilmektedir (Lynn, 2002).

Embriologic House projesinin ilk örnekleri incelendiğinde farklı genetik kodlar taşıyan altı birimin kullanıldığı görülür. Tasarımın çekirdeğini oluşturan bu genetik kodlar; inşaat süreci, iklim şartları, zemin koşulları, ihtiyaç programı, fonksiyon gereklilikleri gibi çeşitli faktörlerin farklı oranlarda önceliklendirilmesi (prioritization) esasına göre belirlenmiştir. Bu birimler, sonuç ürün ortaya çıkana kadar defalarca evrim geçirir. Değişik karakter özellikleri sergileyen bu varyasyonlar kullanıcı ve tasarımcı tarafından seleksiyona tabi tutularak nihai ürün oluşturulur (Lynn, 2002), (Şekil 3.19).



Şekil 3.19. Embriyolojik evin çeşitli varyasyonları (http://ivc.lib.rochester.edu/wp-content/uploads/2013/03/Klein52.jpg, 2019)

Projenin uygulanabilirliği küçük ölçekte denenmesine rağmen içinde yaşanılabilir bir ürün henüz ortaya konulmamıştır. Ancak bu tür çalışmalar teknolojik imkânların ilerleyen zamanlarda mimarlık üzerinde ne derece etkili olabileceğini göstermesi bakımından önem arz etmektedir.

3.3. Biyomimesisin Mimariye Uygulanması İlkeleri

Doğadan faydalanmak için ilk olarak doğanın kurallarının anlaşılması, ilkelerinin bilinmesi gerekmektedir. Doğadan esinlenmede ilk yapılacak şeyin doğayı tanımak ve onu kendi prensipleriyle açıklamak olduğunu ifade eden Benyus daha sürdürülebilir ve ekolojik mimari ürünlerin oluşturulabilmesi için doğada yer alan;

- Güneş ışığından faydalanma,
- Yalnızca gerektiği ölçüde enerji harcama,
- Formu fonksiyona uyarlama,
- Atıkları geri dönüştürme

ilkelerinin tasarımlarda kullanılması gerektiğini savunur (Benyus, 1998).

Zari (2007)'ye göre ise biyomimesisin uygulama ilkeleri; ekosistem, organizma ve davranış seviyeleri olarak 3 düzey üzerinden gerçekleşmektedir. Bu ilkeler, tasarımda örnek almak üzere biyolojinin incelendiği yahut tasarımın biyoloji tarafından yönetildiği durumlarda ortaya çıkar. Ekosistem seviyesinde canlının habitatına özgü koşullar örnek alınırken davranış seviyesinde canlının doğal şartlara karşı aldığı tedbirlerden veya gösterdiği tepkilerden yola çıkılarak tasarıma yön verilmektedir. Organizma seviyesinde ise canlının fizikî özelliklerinin tamamının ya da belli bir kısmının örnek alınması esas olup canlıdan elde edilen verilerin tasarıma aktarılması şeklinde bir yol izlenmektedir.

Doğadan ilham alma hangi düzeyde gerçekleşirse gerçekleşsin hepsinde de malzeme, form, fonksiyon, süreç ve yapım tekniği olmak üzere 5 farklı boyut üzerinden doğadan esinlenme söz konusudur. Form düzeyinde doğadaki varlıkların şekilleri, malzeme düzeyinde doğadaki oluşumlarda kullanılan gereçler, yapım tekniği düzeyinde doğadaki yapılaşmaların oluşumunda izlenilen yöntemler, fonksiyon düzeyinde doğadaki canlıların sergilediği görevler ve süreç düzeyinde ise doğadaki yapılaşmaların oluşum evreleri referans alınarak bu özelliklerin taklit edilmesi söz konusudur (Pedersen Zari, 2007), (Çizelge 3.1).

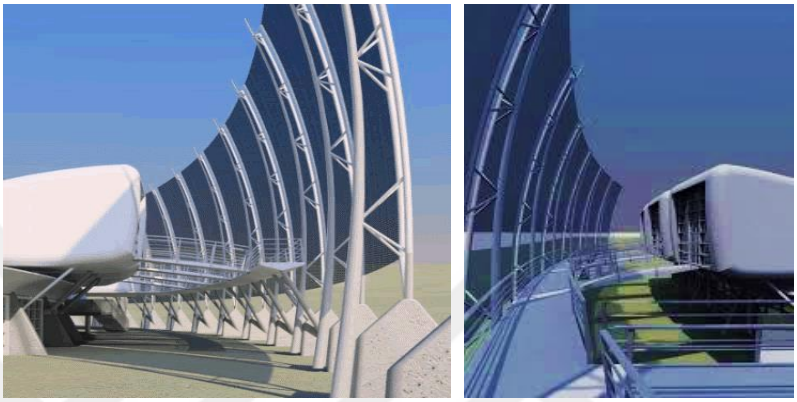
Çizelge 3.1. Biyomimesisin tasarımları etkileyen 3 düzeyi ve canlı organizmaların mimari tasarımları yönlendirmesi (Pedersen Zari, 2007)

BİYOMİMETİK DÜZEY	BİYOMİMETİK BOYUT	ÖRNEK ORGANİZMA (TERMİT)
ORGANİZMA DÜZEYİ	Biçim	Binanın termite benzemesi
	Malzeme	Bina cephesinin termitin kabuk malzemesine benzer olarak yapılması
	Yapı	Binanın termitin oluşum şekline benzer yoldan yapılması
	Süreç	Binanın termitin organizmasıyla aynı şekilde çalışması
	İşlev	Termitin selüloz atıklarını geri dönüştürmesi gibi binanın termitin işlevini sergilemesi
DAVRANIŞ DÜZEYİ	Biçim	Binanın termit yuvasının aynısı gibi görünerek bir termit tarafından yapılmış gibi algılanması
	Malzeme	Binanın termit yuvasının ana malzemesi olan ince toprak gibi termitin kullandığı malzemelerden yapılması
	Yapı	Binanın termitin yuvasını yaparken kullandığı yapım teknikleriyle yapılması
	Süreç	Binanın termit yuvasının çalışma mantığıyla çalışması termitlerin işbirlikçi özelliğini taklit etmesi
	İşlev	Binanın termitler tarafından yapılmış gibi işlemesi
EKOSİSTEM DÜZEYİ	Biçim	Binanın, içerisinde termitlerin yaşadığı ekosisteme benzer bir atmosfere sahip olması
	Malzeme	Binanın, termit yuvasının ekosistemini meydana getiren su gibi aynı tür malzeme kullanılarak ekosisteminin sağlanması
	Yapı	Binanın bir termit ekosisteminin kurulduğu aynı yolla yapılması
	Süreç	Binanın termit yuvasının güneşten enerji alarak suyu depo etmesi gibi ekosistem özelliklerinin işleyişi mantığıyla çalışması
	İşlev	Binanın termit yuvası ekosisteminin farklı süreçler arası ilişkileri içeren kompleks sistemi faydalı hale getirmesi gibi işlemesi

Mimaride biyomimesis yaklaşımında ekosistem, organizma ve davranış seviyelerinin her biri ayrı olarak tasarımda bulunabileceği gibi herhangi ikisi veya üçü birlikte de tasarımda uygulanmış olabilir. Örneğin, doğadaki canlıların biçimleri, doğanın koşullarına karşı geliştirdikleri yöntemlere göre belirlendiğinden bu canlıların

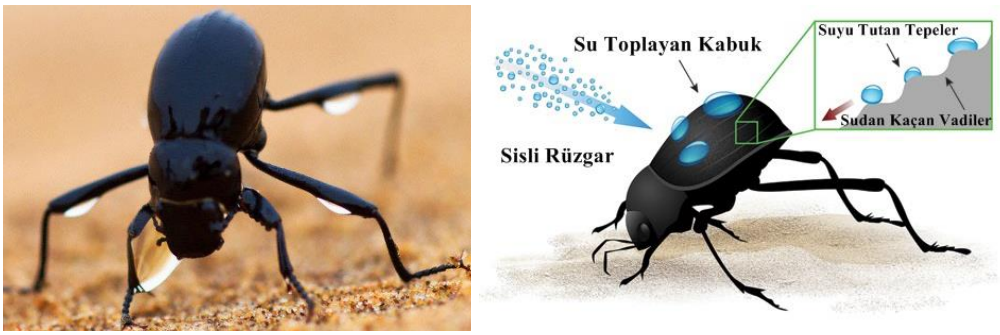
formlarından organizma seviyesinde ilham alınırken aynı zamanda davranış boyutundan da dolaylı olarak esinlenilmektedir.

Pedersen Zari, mimarlık ürünlerinde görülen organizma düzeyindeki biyomimesis anlayışına iki adet örnek göstermektedir. Bu örneklerden ilki, Güney Afrika'da sıcak ve kurak iklim bölgelerinde yaşayan stenocara böceğinden esinlenilerek tasarlanan Namibia Üniversitesi Hidroloji Merkezi adlı binadır (Şekil 3.20).



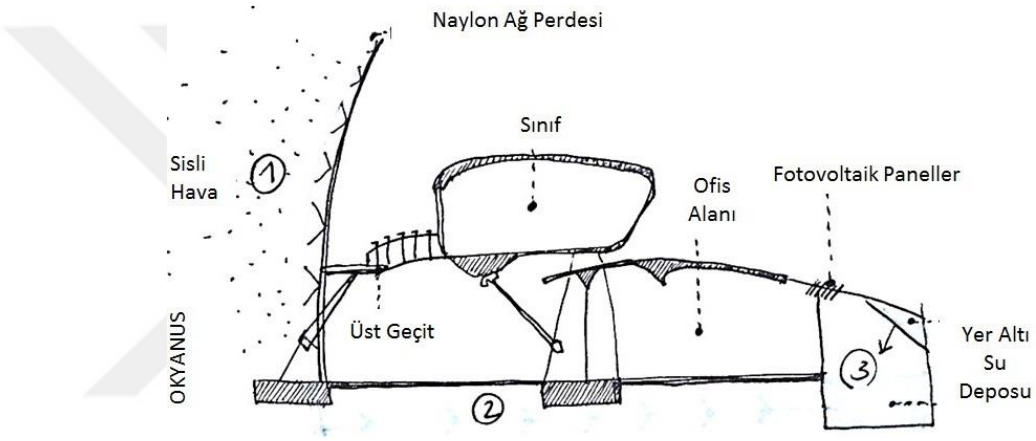
Şekil 3.20. İngiliz mimar Matthew Parkes'in Afrika'da yaşayan stenocara çöl böceğinden esinlenerek tasarladığı Namibya Üniversitesi Hidroloji Merkezi Binası (https://www.worldcadaccess.com/blog/computeraided_design_news/page/3/ ,2018)

Namib çöl böceği olarak da bilinen bu canlı çölün sıcağında ihtiyaç duyduğu suyu, nemli havanın içinde asılı halde duran su zerreciklerini yoğunlaştırabilen ve biriktirdiği su damlacığının ağzına doğru doğal olarak ilerlemesine imkân veren kavisli sert kabuğuyla temin etmektedir (Şekil 3.21). Böceğin organizma düzeyinde gerçekleştirdiği bu özellik, su bilimleri merkezi binasının tasarımında kullanılmıştır. Tıpkı stenocaranın işleyiş prensibi ve kabuk yapısı kullanılarak tasarlanan bu yapı üniversite binasının yer aldığı Namibia bölgesinin atmosferinde oluşan sisli havayı aynı mantık çerçevesinde yoğunlaştırabilmektedir (Parker & Lawrence, 2001).



Şekil 3.21. Stenocara (Namib) çöl böceğinin nemli havadaki suyu toplama şekli (https://i.ytimg.com/vi/Lyz8xuMCcOg/hqdefault.jpg ,2018)

M. Parkes'ın tasarladığı The Fogcatcher (Sis Avcısı) adlı yapı, okyanusa doğru bakan ve sisteki suları toplayarak damıtmak amacıyla dik olarak gerilmiş olan bir dizi perdeden ve bunların gerisinde tasarlanan birimlerden oluşmaktadır. Yapının kalkan şeklinde duran perdeleri havadaki sisi toplamak amacıyla naylon ağdan yapılmıştır. Binanın altyapı tesisatıyla bağlantılı olan perdeler havadaki sisi yoğunlaştırmakta ve ağ doyma noktasına ulaştığı anda da yerçekimi kuvvetiyle bu su oluklara doğru akmaktadır. Geliştirilen bu özel sistem sayesinde yeraltı sarnıçlarında depolanan suların soğuk kalması sağlanarak buharlaşmanın önüne geçilmektedir. İngiltere'de Kraliyet Sanat Akademisi ödülüne layık görülen bu yapı düşük maliyetli ve sürdürülebilir bir çalışma olarak değerlendirilmektedir (Magdy ve Abd, 2018), (Şekil 3.22).



Şekil 3.22. Namibya Üniversitesi Hidroloji Merkezi Binası'nın kesiti üzerinden suyun toplanma prensibi (http://bit.do/namibia-uni-hydrology-center-section, 2018)

Organizma seviyesinde biyomimesis yaklaşımına verilebilecek bir başka tasarım örneğiyse Londra'daki Waterloo Uluslararası Tren İstasyonu binasıdır. Bu yapının cephesini ve çatısını kaplayan kabuk örtüsü, memeli bir hayvan olan pangolin adlı canlının pullarla kaplı vücut yüzeyi örnek alınarak tasarlanmıştır.

Pangolinin vücudunu saran pulların dizilişi ve hareketi, havanın dolaşımını sağlayarak sıcaklığı düzenler. Pangolininin derisinin bu özelliği, trenlerin giriş ve çıkışlarındaki ani basınç değişimlerine cevap verebilmesi amacıyla Waterloo Terminal binasının kabuğunda kullanılmıştır. Kabuktaki cam panellerin yerleşimi ve şekilleri pangolinin esnek deri yapısından ilham alınarak tasarlanmıştır. Böylece istasyona giren trenlerin oluşturduğu hava basınç dalgalarının verimli ve güvenli bir şekilde dağılması sağlanarak yapının güçlü basınç değişimlerine cevap verebilecek bir forma kavuşması amaçlanmıştır (Cuce, Nachan, Mert Cuce, Farooq ve Neighbour, 2017), (Şekil 3.23).



Şekil 3.23. Pangolin'den ilham alınarak tasarlanan Uluslararası Waterloo Terminali'nin kabuğu (http://bit.do/shell-of-pangolin,2018; http://bit.do/Waterloo-Train-Station/,2018)

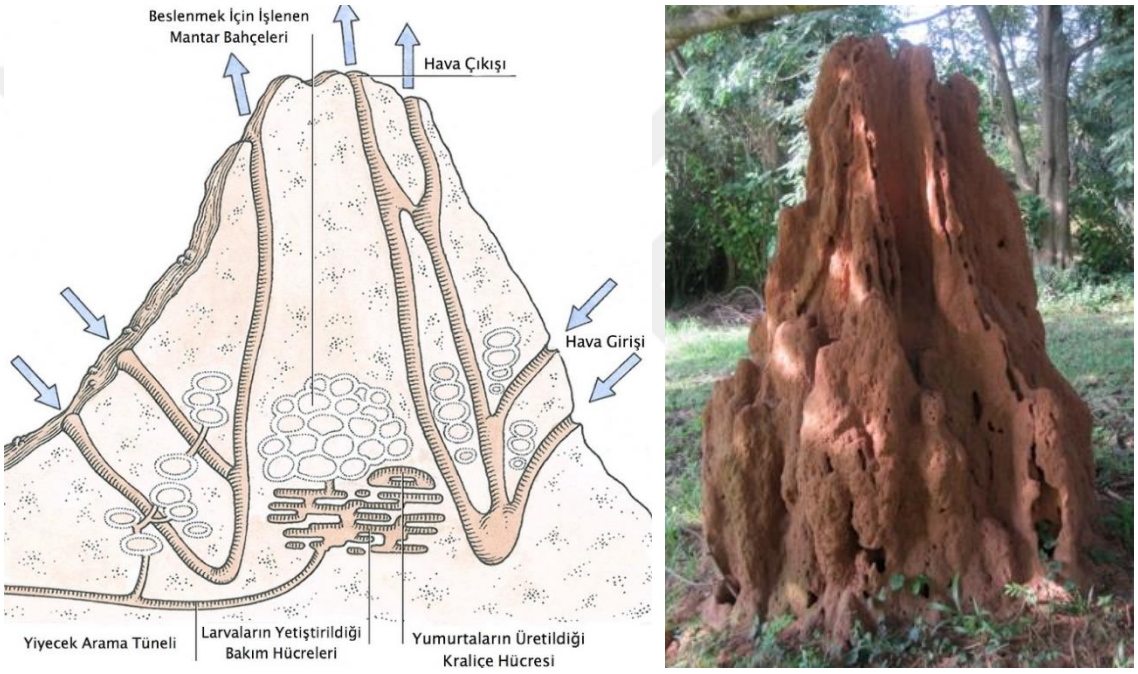
Davranış seviyesinde biyomimesis yaklaşımında ise örnek alınan özellik canlının bedeninden ziyade onun davranış şeklidir. Biyomimesisin şekillendirdiği mimari tasarımlarda davranışın modellenmesi; malzemelerin kısıtlarını ve çevresel faktörlerin etkisini dikkate alan tasarım yöntemlerinin geliştirilmesini gerektirmektedir. Bu durum; form, malzeme ve yapının ayrı ayrı değil, bütün bir şekilde karmaşık ilişkilerinin derinlemesine anlaşılmasını gerektirir.

Canlılar, içerisinde yer aldıkları habitatlarda varolan kaynakları ve enerji akışlarını kontrolü altında tutmaya çalışır. İnsanlar başta olmak üzere doğada bulunan her organizma içerisinde bulundukları yaşam alanlarını şekillendirme kabiliyetine sahiptir. Fakat insanoğlu çevresini şekillendirirken doğada yaşayan başka organizmalara kıyasla daha fazla doğanın zarar görmesine sebep olmaktadır. Tam bu noktada organizmaların eylem ve tutumlarının örnek alındığı davranış seviyesindeki biyomimesis yaklaşımı, insanların habitatlarını şekillendirirken daha çevreci bir tutum takınarak ekolojik ve sürdürülebilir ortamlar oluşturmasında ona yol gösterici olabilir.

Hayvan davranışlarıyla ilgili araştırmalar yapan Karl von Frisch, canlıların barınaklarını şekillendirme davranışlarının, yalnızca kendileri için değil farklı canlılar için de simbiyotik bir ilişkiye sebep olduğunu ifade eder (Von Frisch, 1974). Ona göre kemirgen bir hayvan olan kunduzun ağaç dallarıyla oluşturdukları barajların sadece kendilerine değil çevresinde bulunan diğer organizmalara da yaşam alanları oluşturması bu mutualist yaklaşıma örnek niteliği taşımaktadır.

Davranış düzeyinde biyomimesis uygulamasına, Avusturalya'nın Melbourne kentinde Mick Pearce'in tasarladığı Council House 2 (CH2) binası örnek gösterilebilir. Bu yapı termit tepeciklerinden ve termitlerin davranışlarından esinlenilerek işlev ve süreç bakımından ele alınmıştır.

Akkarınca olarak da bilinen termitler sıcak ve nemin az olduğu iklim alanlarında yer alan yuvalarını dış ortamın aşırı sıcaklığından korumak için yer altından nemli ve sulu bölgelere kadar uzanan tüneller açarlar. Bu tüneller aracılığıyla yukarıda yer alan barınağa yer altındaki nem buharlaşma yoluyla ulaşabilmektedir. Yuvanın iç kısmında gerçekleştirdikleri beslenme ve mantar üretim faaliyetleri sonucu oluşan karbondioksit gazını atmak ve iç ortam havalandırmasını sağlamak amacıyla da tepeciklerden dışarıya uzanan hava bacaları oluştururlar. Dış ortam koşullarından bağımsız olarak yuvanın içindeki ısı değeri ve nem seviyesi daima sabit olup 31 C^{o} sıcaklığındadır (Demiray, 2008), (Şekil 3.24).



Şekil 3.24. Termit tepesi ve kesiti (http://www.theafricangourmet.com/2016/01/giant-african-termite-mounds.html ,2018)

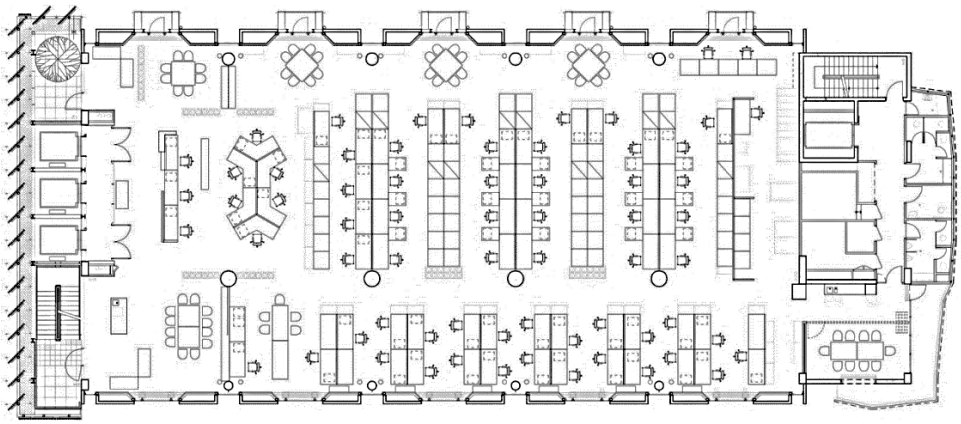
Termit yuvasının duvarlarında yer alan delikler iç ortamın kontrolsüzce ısınmasını engeller. Hava sirkülasyonunun sağlanması amacıyla barınak çeperlerinin iç bölgesinde uzanan özel tüneller bulunmaktadır. Bu tüneller tıpkı akciğerde olduğu gibi bir fonksiyona sahiptir. Barınağın üzerinde yer alan delikler aracılığıyla havanın filtrelenmesi sağlanır. Fizik kuralları doğrultusunda barınağın tepesinde esen rüzgâr basıncın düşmesini sağlayarak iç ortamda yer alan karbondioksiti absorbe edip yuvadan uzaklaştırmaktadır (Demiray, 2008).

Termit yuvalarında olduğu gibi karbon (CH2) ofis binasında da; termal mass, klima sistemleri, doğal ısı yayılımı ve soğutma için su kullanımı gibi özellikler bakımından benzer stratejilerin kullanıldığı görülmektedir (Şekil 3.25).



Şekil 3.25. Mimar M. Pearce'nin 2006 yılında Melbourne'de tasarladığı CH2 binası (https://i.pinimg.com/originals/cc/f2/39/ccf23901c9dabbd78caae27ce5431302.jpg

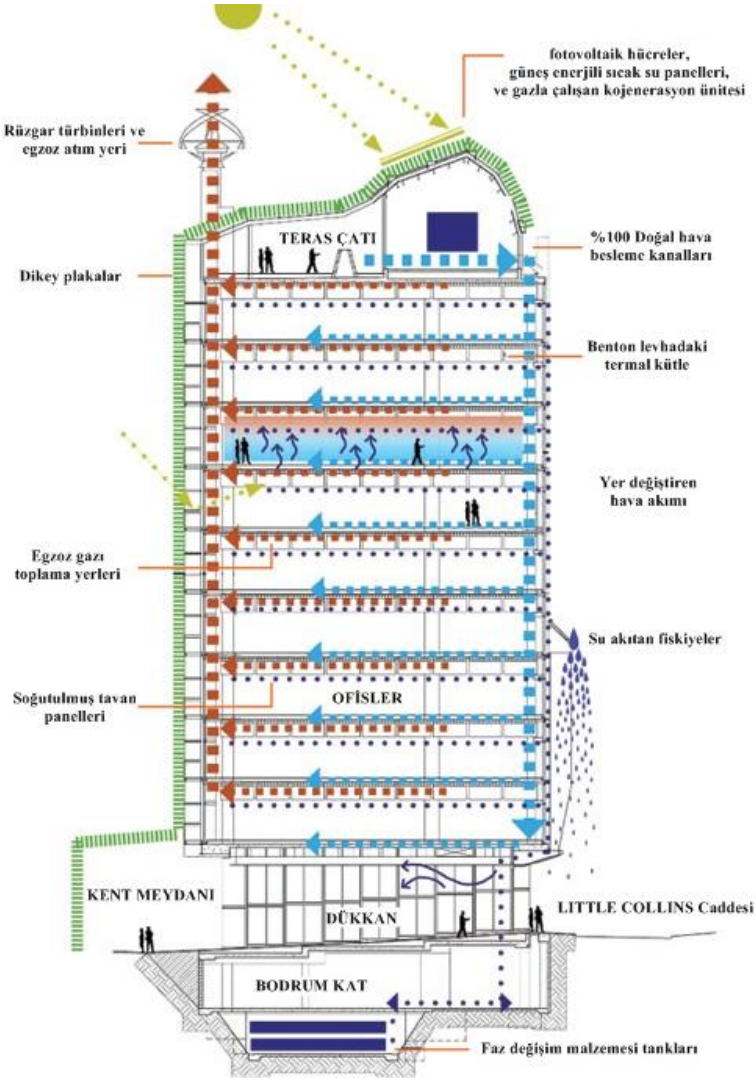
Avustralya güney yarım kürede yer aldığı için açık mekânlarla bağlantılı servis alanları kuzeydoğu yönünde konumlandırılarak bu alanların güneş ışığından faydalanması sağlanmıştır. Güneybatıda ise yapının çekirdeği yer alır (Şekil 3.26).



Şekil 3.26. Karbon binası ofis kat planı (http://bit.do/council-house-2, 2018)

Havalandırma sistemleri, karbon binasının güney ve kuzey yönündeki cephelerinde uygulanmıştır. Bu sistemler havayı yönlendirmek amacıyla kullanılmaktadır. Isınan havanın yükselmesi ilkesiyle karbon binasının kuzeye bakan

cephesine içerideki kirlenen sıcak havayı dışarıya atmak için parmaklıklar konularak bu cephe koyu (kapalı) renkle boyanmıştır. Güneye bakan cephesindeyse açık renk kullanılmış olup, soğuk ve temiz hava binanın çatısından yapının iç kısmına mazgalların arasından geçerek dağılmaktadır (Tan, 2004), (Şekil 3.27).



Şekil 3.27. Kabon binası iç ortam hava sirkülasyonu (http://bit.do/council-house-2-section-air-circulation-scheme, 2018)

Karbon binasında doğadan esinlenilen bir başka unsur ise yapı cephesinin insan derisine benzer şekilde tasarlanmasıdır. Bina cephesi tıpkı insanda olduğu gibi bir epidermis (dış deri) ve dermisten (iç deri) oluşmaktadır. Bina cephesinin iç bölgesinde; asansör, merdiven, havalandırma kanalları yer alırken dış bölgesinde balkonlar, güneş kırıcıları ve yeşilliklerden oluşan cephe yer almaktadır. Dış cephe bina için parıltı ve güneş kontrolü sağlayan yarı kapalı bir mikro-ortam meydana getirir (Tan, 2004), (Şekil 3.28).



Şekil 3.28. CH2 binası cephesi (https://archidose.blogspot.com/2007/03/today-archidose-77.html ,2018)

Biçimsel yönden olmasa da işlev ve süreç bakımından karbon binasının, biyomimesisin davranış düzeyinde uygulanmasına ilişkin ekolojik ve sürdürülebilir bir yapı örneği olduğunu söylemek mümkündür.

Ekosistem boyutunda biyomimetik yaklaşımdaysa yapının bir ekosistemden ilham alınarak tasarlandığı görülür. "Ekomimesis" terimiyle de ifade edilebilen bu yaklaşımda yenilenebilirlik tasarımda öncelik arz eden ana etmendir. Ekosistem seviyesi biyotaklit ögelerini zorunlu kılmaksızın yenilenebilirliğin arttırılmasına dayalı bir yöntemdir. Benyus (1998)'a göre ekosistemlerin taklit edilmesi biyomimikliğin ayrılmaz bir parçasıdır. Bu yaklaşıma Avusturalya'da geliştirilen "Biolytix BioPod" adlı evsel atık suları arıtma sistemi örnek olarak verilebilir.

Doğadaki, atıkları daha az enerji kullanarak maksimum verim elde edecek şekilde parçalama ve geri dönüştürme ilkesinin taklit edilmesiyle tasarlanan bu sistemde toprak filtreli ayrıştırma katmanlarıyla beraber solucan, kurtçuk ve bakteri gibi makro ve mikro organizmalar birlikte kullanılmaktadır. Biolytix'in içinde meydana getirilen ekosistemde katı atık filtrasyon işlemine tabi tutularak saflaştırılmaktadır. Filtre katmanları arasında yer alan canlı organizmalar katı atıktan beslenerek sürekli olarak kendilerini yenileyebilmektedir (*Biolytix BioPod*, 2012), (Şekil 3.29). Gri ve siyah suları bahçelerde kullanılabilir arındırılmış temiz sulara dönüştüren bu sistemde canlı organizmalarla teknik araçlar birlikte kullanılarak doğadaki ekosistem binalarda uygulanmak üzere taklit edilmektedir. Hayvan, bitki ve bakteriler yardımıyla ekolojik tasarım teknolojileri gerçekleştirmek üzere çalışmalar yapan John Todd, Biolytix gibi dinamik ve ekoloji-teknik ürünlerin mimari biçimlenişlerin çevresel başarısına olumlu anlamda katkı sağlayacağını ifade etmektedir (Pedersen Zari, 2007).



Şekil 3.29. Konut ve ofis yapılarına entegre edilerek siyah ve gri su arıtmalarında kullanılan Biolytix sistemi (https://www.optum.co.nz/biolytix ,2018)

Cennet anlamına gelen Eden projesini de ekosistem seviyesindeki biyomimesis uygulamasına örnek göstermek mümkündür. İngiltere'nin Cornwall bölgesinde Grimshaw Mimarlık tarafından 1996 yılında tasarlanan Eden projesi, sabun köpüğünden esinlenilerek tasarlanan jeodezik kubbelerden oluşur. Bu kubbelerin her biri farklı bir biyoma (iklim ve bitki örtüsü) ev sahipliği yapmaktadır. Yapay olarak oluşturulan, bu biyomlardan biri Akdeniz iklimini taklit ederken diğeri nemli tropik yağmur ormanlarının iklim ve bitki örtünü yansıtır.

Eden projesinin tropikal yağmur ormanlarının doğal ortamının oluşturulduğu sıcak ve nemli tropik biyomu içerisinde; Güney Amerika, Avusturalya ve Afrika'daki yağmur ormanlarında yetişen muz, kahve, kauçuk ve büyük bambu gibi yüzlerce ağaç yer almaktadır. Bu biyom 240 metre uzunluğunda ve 55 metre yüksekliğinde bir alanı kaplar (Bryan, 2012), (Şekil 3.30).



Şekil 3.30. İngiltere / Cornwall'de tasarlanan Eden Projesinin tropikal biyomunun içi (https://holeinthedonut.com/2014/05/22/gardens-of-cornwall-england/ ,2018)

Akdeniz biyomu ise Güney Afrika, Akdeniz ve Kaliforniya ılıman yağmur ormanlarının sıcak, ılıman ve kurak ortamında yetişen zeytin, asma gibi bitki türlerine sahiptir. Bu biyom yaklaşık 1.6 dönümlük bir araziyi kaplar. 65 metre genişliğinde, 135 metre uzunluğunda ve 35 metre yüksekliğindedir (Bryan, 2012), (Şekil 3.31).



Şekil 3.31. Eden Projesinin Akdeniz iklim ve bitki örtüsüne sahip biyomunun içi (https://www.crosscountrytrains.co.uk/blog/discover-with-us/eden-project ,2018)

Birkaç jeodezik kubbenin bir araya getirilmesiyle oluşturulan biyomların her biri iklim koşullarını sağlayabilmek adına Etilen Tetra Floro Etilen (ETFE) adı verilen saydam ve çift katmanlı altıgen şekilli polimer malzemeyle kaplanmıştır. Dış ortam hava şartlarının durumuna bağlı olarak bu polimer yüzey malzemesinin içine hava pompalanmakta ve şişirilebilmekte, bu sayede yalıtım kontrolü sağlanarak biyomların içerisine giren güneş ışığı miktarı ayarlanmaktadır (Bryan, 2012).

Sonuç olarak; organizma boyutundaki biyomimesis yaklaşımında form, doğadaki yapılaşma biçiminin örnek alınmasıyla belirlenirken davranış boyutunda formun oluşmasında belirleyici olan faktör canlının hayatta kalmak ve yaşamak için gerçekleştirdiği eylemlerdir. Ekosistem boyutundaki biyomimesis yaklaşımında ise form, doğadaki ekosistemin işleyiş mantığının etkisi altında kalarak şekil kazanmaktadır. Yani doğanın sistemi ve işlevi tasarımda sonuç ürününün oluşmasında belirleyicidir.

4. BÖLÜM

MİMARİDE BİYOMİMESİS UYGULAMALARI

Mimaride doğadaki organizmaların; yapılarından, biçimlerinden, strüktürlerinden, işlevlerinden ve ürettikleri yapılaşmalardan ilham alınarak tasarlanan birçok farklı türde tasarım örneği mevcuttur. Bu tasarım örnekleri; sütun başlığının formundan bina taşıyıcı sistemlerine, yapı formunun oluşumundan kentsel dokuların planlanmasına kadar farklı ölçeklerde karşımıza çıkmaktadır.

Biyolojik süreçte, aynı karakter özelliklerine ve işlevine sahip olan hücrelerin gruplaşması sonucunda dokular, bu dokuların organize olmasıyla organlar ve organların bir araya gelmesi sonucunda ise sistemler oluşmaktadır. Canlıya şeklini kazandıran bu süreçte mikroskobik boyuttaki hücrelerden sistemlere kadar her bir parçanın önemi oldukça büyüktür. Mimarlıkta da bu biyolojik süreçte olduğu gibi en küçük birimden bütünün oluşumuna kadar her bir seviye, tasarımın şekillenmesinde önemli bir yere sahiptir. Bu doğrultuda biyomorfik mimarlık örneklerini, uygulama alanlarının ölçeklerine göre gruplandırmak mümkündür. Bu bölümde kent dokularının oluşumundan yapı malzemelerine kadar (makrodan mikroya) farklı seviyelerde biyomimesisin uygulama alanlarına değinilerek örnekler üzerinden etkileri incelenecektir.

4.1. Kent Dokusu Ölçeğinde Uygulamalar

Kentlerin parmak izi olarak kabul edilebilen dokular; kente kimlik kazandıran, zaman içinde gelişerek şekillenen, organik veya insan eliyle meydana getirilmiş olan oluşumlardır. Kent dokusu, yalnızca biçimi değil o toplumun yaşantısını ve kültürünü de tanımlar. Kent dokusunu oluşturan ögelerin kurgulanış şekilleri toplum içindeki bireylerin sosyal hiyerarşilerini yönlendirir. Bunun tam tersi olarak toplumun yapısı ve değerleri de kent dokusunun belirlenmesinde etkilidir. Nitekim ailelerin, kullanıcıların ve toplumun sosyal yapısını yansıtan eylemler kentsel mekânı oluşturan dokunun birbirinden farklı biçimlendirilmesinde etkili olmaktadır (Kıran Çakır, 2006).

Kent dokuları planlı olarak ya da zaman içinde kendiliğinden gelişim olmak üzere iki farklı evrim sürecinden geçerek oluşmaktadır. Bu iki sürecin fiziksel çevreye yansıması farklı mekânsal organizasyonların oluşumuna zemin hazırlayarak sosyal yaşantıyı da yönlendirmektedir (Gauthiez, 2004). Bu açıdan değerlendirildiğinde biyomimesisin kent dokusu ölçeğinde uygulanması; örnek alma veya doğal olarak kendiliğinden oluşma şeklinde iki grup altında incelenebilir.

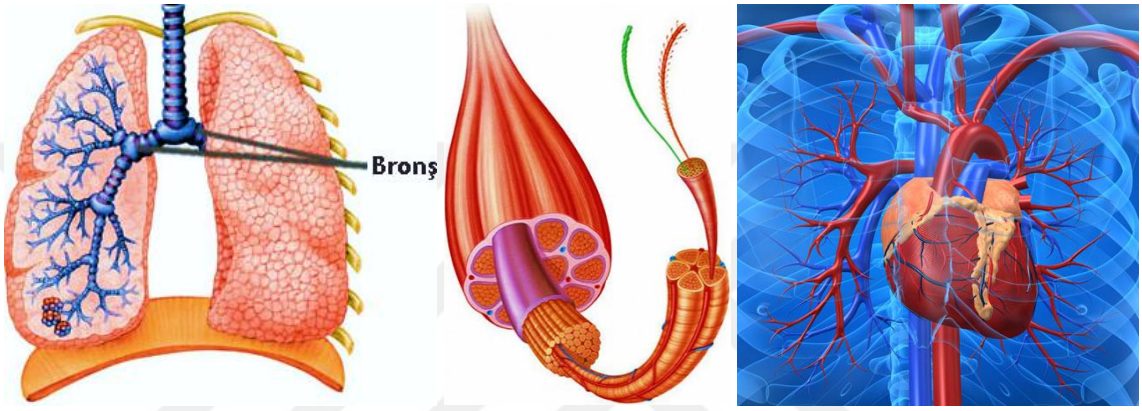
Kent tasarımında ve kentsel mekân düzenlemelerinde birbirinden değişik dokusal karakterlerin meydana gelme süreciyle doğadaki sistemlerde gözlemlenen oluşum süreçleri arasında kayda değer benzerliklerle karşılaşmak mümkündür. Weinstock (2011), kent dokularının tıpkı bir organizma gibi; canlı, aktif ve sürekli gelişim gösteren bir yapıda olduğunu ifade ederek kentlerin biyolojik metabolizmaların tarihsel gelişimine benzer bir süreçle türetildiğini belirtir. Steadman (1989) ise yayınladığı Mimari Morfoloji (Architectural Morphology) adlı kitabında organizmaların strüktürel mühendislikleri dışında kalan diğer değerleriyle kentlerin tasarımına ilham kaynağı olduğundan ve her ikisinin de benzer özellikler sergilediğinden bahsetmektedir. Dolayısıyla, kentlerin mekânsal organizasyonlarının çözümlenmesinde olduğu gibi kent tasarımında etkili olan ilkelerin ortaya konulmasında biyoloji ve mimari arasındaki bu tür benzerliklerden yararlanılabilir.

4.1.1. Fraktal Uygulamalar

Doğanın geometrisi olarak ifade edilen fraktal geometri, klasik öklitçi yaklaşımla tanımlanamayan karmaşık biçimleri tanımlamada kullanılan bir araçtır. Terim olarak; küçülen ölçeklerde birbirini tekrarlayan benzer şekillerin geometrisi olarak ifade edilen fraktal geometri doğadaki birçok unsurda karşımıza çıkmaktadır (Weinstock, 2011). Doğada yer alan karnabahar, brokoli ve eğrelti otunda; insan vücudundaki akciğer bronşlarının dallanmalarında, kas liflerinde, sinir sisteminde, kardiyovasküler sistemde fraktal geometrinin olduğu görülür (Şekil 4.1 ve 4.2).



Şekil 4.1. Fraktal geometrinin görüldüğü bitkilerden bazıları: (Soldan sağa) Romanesco karnabaharı, eğrelti otu ve brokoli (http://bit.do/fractal-plants, 2019)



Şekil 4.2. İnsan vücudundaki fraktal sistemler: (Soldan sağa) akciğer bronşlarındaki dallanma, kas lifleri ve kardiyovasküler sistem (http://bit.do/fractals-human-body, 2019)

Fraktal; kendine benzeşme özelliğine sahip kompleks geomerik şekillerin sonsuza kadar giden matematiksel örüntülerine verilen isimdir. Fraktallar; daire, kare ve üçgen gibi asal geometrik şekillerden oldukça bağımsız olan formlara sahiptir. Öklid geometrisiyle açıklanamayan, doğadaki karmaşık ve düzensiz gibi görünen olguları ve biçimleri tanımlayabilme özelliğine sahiptir. Bu kavram "parçalanmış" yahut "kırılmış" anlamında kullanılan Latin diline ait "fractus" kelimesinde türetilmiştir. Kare ve dairelerin aksine, fraktallar düzensiz parçalara bölünür. Öklid dışı bir geometrinin bu yeni formu, parçalanmış yapıları ölçmemize olanak sağlar.

İlk defa 1975 yılında Beneoit Mandelbrot'un gündeme getirdiği fraktal kelimesi sadece matematikte değil aynı zamanda fizik alanında akışkanlar mekaniğinde, kimyada moleküllerin dizilimlerinde, istatistiksel mekanikte makroskobik sistemlerin çözülmesinde ve daha pek çok farklı alanlada kullanılmaktadır. Günümüzde mimarlık ve kentsel planlamada karmaşık kent dokularının analiz edilemesinde ve yeni tasarım stratejilerinin geliştirilmesinde başvurulan bir yöntem haline gelmiştir (Kaya ve Bölen, 2011).

Fraktal geometri, kurallarını doğal nesnelerden alır. Bulutların, dağların, ovaların, şimşeklerin ve ağaçların her birinin klasik öklid geometrisiyle ifade edilemeyen kendine özgü bir geometrisi bulunmaktadır. Doğanın bu düzensiz şekillerini tanımlamak için kullanılan fraktal geometri, doğal nesnelere kendine özgü kalıplardan oluşan şekiller olarak bakmamıza olanak tanır (Bir ağaca yakından bakıldığında, bunun geometrik bir desen oluşturan sürekli küçük dallardan oluştuğu görülür).

Kent dokuları da doğada olduğu gibi kendiliğinden gelişerek şekil kazanmakta ve kompleks bir yapı oluşturmaktadır. Bir başka ifadeyle kentin dokusunu oluşturan ögelerin fraktal geometriye sahip olduğu söylenebilir. Bu dokuların karmaşıklık düzeyleri abartısız, sade ve basit bir yaklaşımla meydana getirilen geometrik formların şekillerine kıyasla oldukça fazladır. Aslında karmaşık gibi görünen kent dokularının en küçük birimden bütüne ulaşana kadar sürekli tekrarlanan bir düzenle şekil kazandığı görülür. Benzer geometri veya gelişim modeli farklı ölçeklerde tekrar etmektedir (Weinstock, 2011).

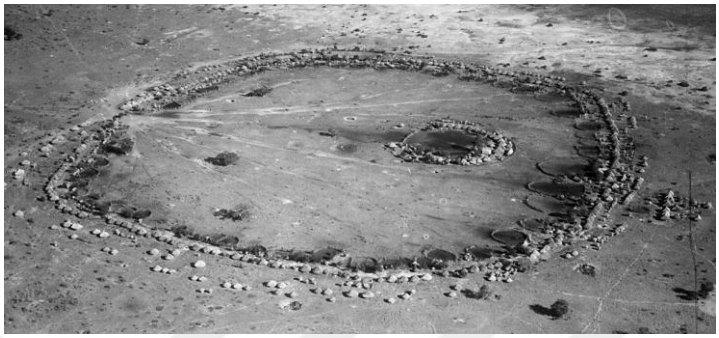
Kentsel doku karakterinin fraktal analizi, mekânsal düzenlemeye dair fikir elde edilmesi ve değerlendirilmesi noktasında tasarımcılar için yol gösterici özelliğe sahiptir. Ayrıca fraktal geometri kullanılarak kentin sonraki yıllarda hangi yönde ve ne ölçüde gelişim gösterebileceğine dair fikirler edinilebilmekte ve bu doğrultuda aksiyon alınmasına imkân tanımaktadır (Kaya ve Bölen, 2011).

Bir binanın kütlesinden mekân içindeki en ufak yapısal elemanına varıncaya dek yapının, farklı ölçeklerde pek çok birbirine benzer elemanların bir araya gelmesiyle oluşmuş olduğu gözlenebilir. Farklı kültürlere ait yerel mimarilerde fraktal geometrilerle karşılaşmak mümkündür. Özellikle Afrika mimarisi fraktal yapıların kayda değer örnekleri ile doludur (Eglash ve Odumosu, 2005).

Sibernetik[1] üzerine çalışmalar yapan Ron Eglash, Afrika mimarisi üzerinde etkili olan fraktal geometri uygulamalarını araştırarak bunların oluşmasını sağlayan sibernetik unsurları tespit etmeye çalışmıştır. Kaleme aldığı "Afrika Fraktalları: Modern Bilgisayar ve Yerli Tasarım" adlı çalışmasında Afrikalı yerli halk tarafından tasarlanan fraktal yerleşim dokusunun toplumsal ve dini düşüncelerin mimariye yansıması

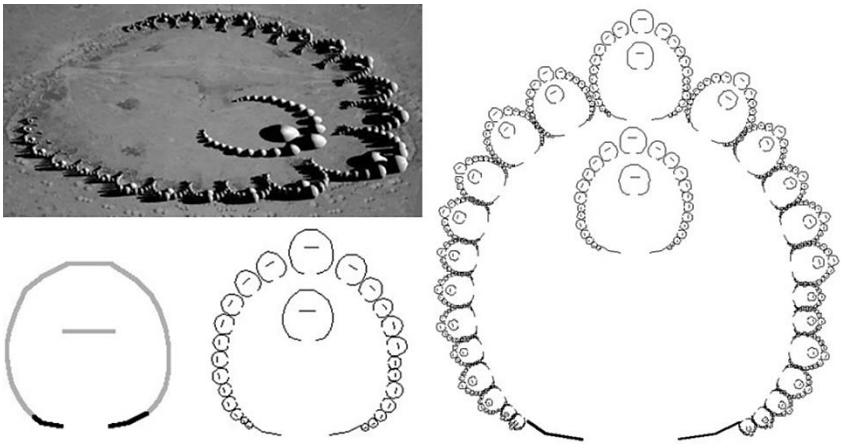
[1] Sibernetik: Canlı cansız bütün kompleks sistemleri denetleyerek bunların yönetimini inceleyen disiplin (https://tr.wikipedia.org/wiki/Sibernetik)

sonucunda oluştuğunu ifade etmiştir. Yerleşim türü yönünden değerlendirildiğindeyse oluşturulan fraktal doku kasabadan biraz daha küçük köy birimi olarak düzenlenmiştir. Fraktal geometriye göre şekillenen dokulara, yerli köy halkı tarafından uzun yıllar boyunca kuşaktan kuşağa geliştirerek oluşturdukları Zambiya'daki Ba-ila yerleşimi örnek olarak verilebilir (Şekil 4.3.), (Eglash, 1999).



Şekil 4.3. Güney Afrika'daki Ba-ila yerleşiminin kalıntılarına ait hava fotoğrafı (https://www.namwalafriends.org/data/namwala_1937_today_05.jpg, 2019)

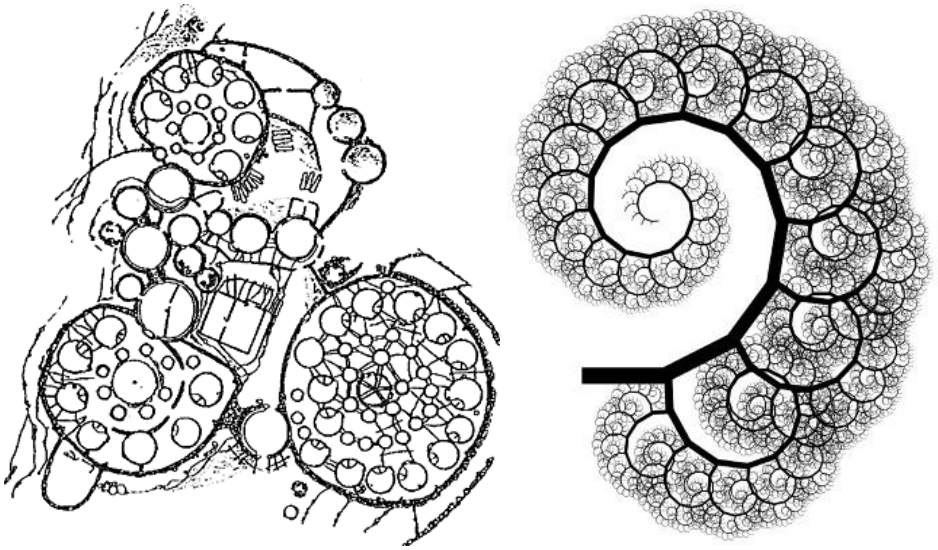
Şef Mukobela'nın Köyü olarak da bilinen Ba-ila halkının yaşadığı bu yerleşim Namwala'nın 7 mil batısında Kafue Nehri üzerinde yer almaktadır. 1937 yılından önce kurulduğu bilinen bu köyde 1000'e yakın kulübe içinde yaklaşık 2000 kişinin yaşadığı düşünülmektedir. Hayvancılıkla geçinen Ba-ila halkı için hayvanlarını bölgedeki yırtıcılardan korumak temel öncelikti. Bu nedenle yapılarını tasarlarken barınma için inşa ettikleri kulübelerle birlite hayvanları için de ağıllar planlamışlardır. Şekil 4.4'te görülebileceği üzere bir daire ve bir çizgiden oluşan geometrik figür hem evlerin iç organizasyonunda hem de köy genelinde evlerin konumlandırılmasında etkili olan bir formdur (Eglash ve Odumosu, 2005).



Şekil 4.4. Ba-Ila yerleşiminin fraktal dokusunu oluşturan örüntü ve kentin üç boyutlu modeli (http://bit.do/Fractal-pattern-Ba-Ila-village-Africa, 2019)

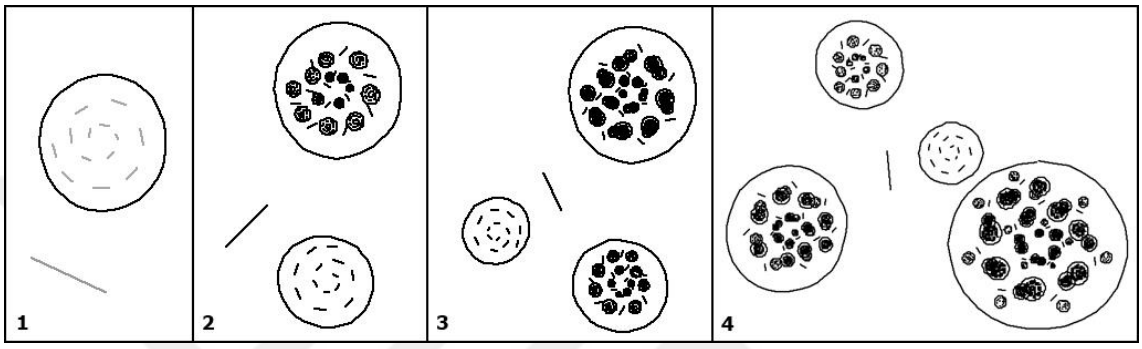
Ba-Ila halkı evlenerek yeni bir aile kuran her çift için bir adet modüler kulübe inşa etmektedir. Yüzük halkası şeklindeki her bir modülün arkasında aile bireylerinin yaşadığı alan yer alır. Halkanın ön kısmında ise hayvancılıkla geçimini sürdüren halkın koyunlarının giriş ve çıkışlarını sağlamak amacıyla kapı açıklığı bırakılmıştır. Bu yaklaşım sayesinde insanlarla hayvanların yani kirlilik ve temizlik ayrımının yapılmış olduğu görülür. Yerleşim dokusunu oluşturan büyük halkanın yerleşim girişine yakın alanlarda yaşayan aileler toplum içerisinde düşük makama sahipken halka gerisinde yaşayan ailerlerse daha üstün dereceye sahiplerdi (Şekil 4.4). Bu planlama yaklaşımı Ba-Ila halkının, fraktal geometrinin farklı ölçekte kendini tekrarlama ilkesini, kentsel boyutta toplumun hiyerarşik düzenini sağlamakta kullandıklarını göstermektedir (Eglash ve Odumosu, 2005).

Orta Afrika'da bir ülke olan Kamerun'un Mandara Dağları'nda yer alan bir köyde de fraktal doku oluşumuna dair izlere rastlanmaktadır. Mokoulek adı verilen bu köyde yaşayan Mofou halkı tahıl ambarlarını Mandara dağlarının eteklerine buradan çıkardıkları moloz taşlarla inşa etmişlerdir. Ambarların her biri dairesel formdadır ve bu ambarlar dışarıdan içeri doğru çapı giderek daralan hayali bir spiral üzerinde yer almaktadır. Spiralin çapıyla birlikte ambarların boyutları da giderek azalır. En dışta yer alan üç büyük ambar kümesi, merkeze doğru olan gelişim yönünün başlangıç zincirini oluşturmaktadır. Moloz taş duvarlarla çevrelenmiş bu üç büyük ambar kümesinin içinde de merkeze doğru giderek daralan spiral bir gelişim görülmektedir (Eglash ve Odumosu, 2005), (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Mokoulek köyüne ait doku ve bu dokunun oluşumunda gözlemlenen fraktal geometri (http://bit.do/fractalenlightenment-mokoulek, 2019)

Mokoulek köy planında ambarların sayısını ve büyüklüğünü belirleyen ve dokunun nasıl genişleyeceğini gösteren bir tür algoritma vardır. Tarımsal verim bilgisi bu gelişimin reçetesidir. Giderek artan köy nüfusu ve buna bağlı olarak ekilen tahil arazisi miktarı, devamlılığı olan, sürekli ve esnek planlama sisteminin kurulmasını zorunlu hale getirmiştir. Tarımsal faaliyetler sonucunda elde edilen mahsulün hacim miktarı tahıl ambarlarının sayısını ve büyüklüğünü belirlerken Mofou halkı tarafından bu ambarlar spiral bir hat üzerinde düzenlenmiştir (Eglash, 1999), (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Mokoulek köyünün fraktal gelişim evrelerini gösteren ilk dört simülasyon (http://bit.do/mokoulek-simulation, 2019)

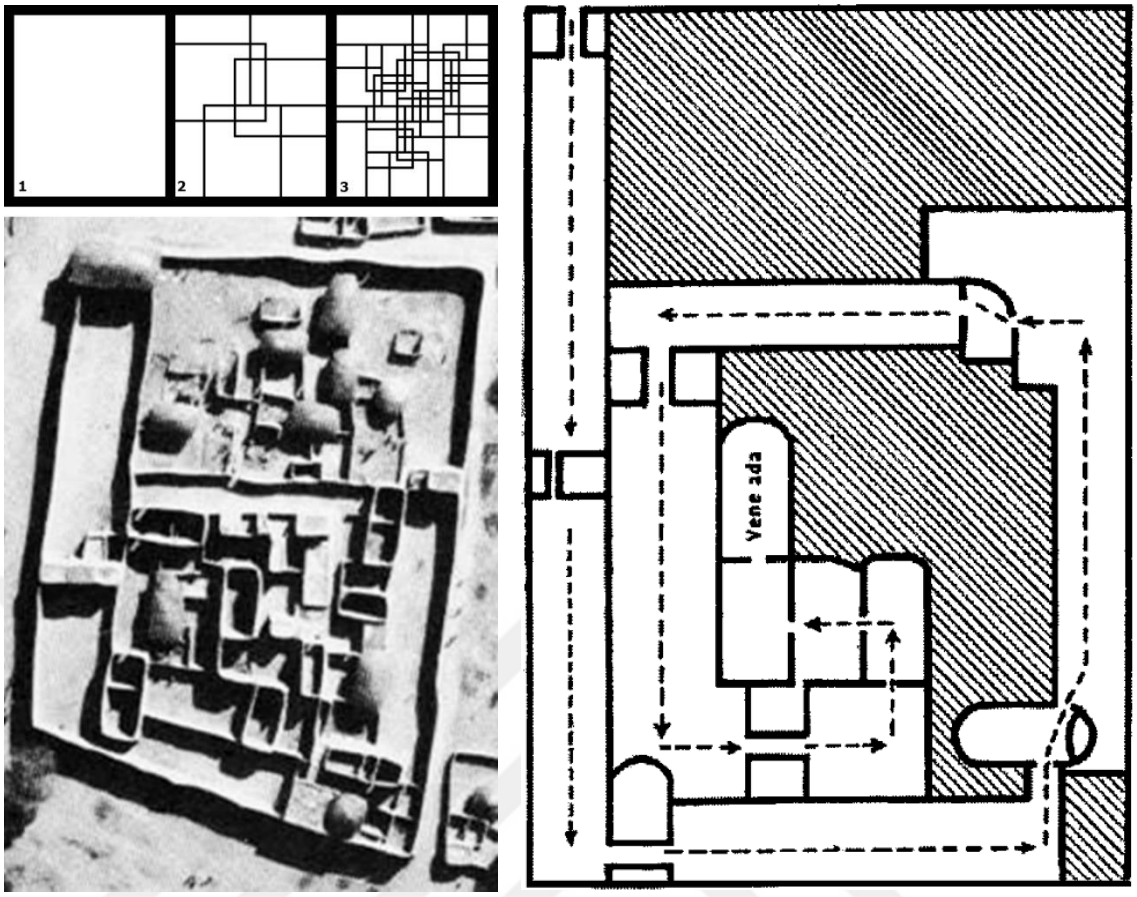
Bu tasarım, tahıl ambarlarının basitçe ve rastgele bir şekilde inşa edilmediğini, nicelikli ve sistemli bir şekilde kasıtlı olarak planlandığını göstermektedir. Mimariyi şekillendiren geometrik ve fraktal algoritma, bu planlamada özyineleme ve ölçeklendirme kavramlarıyla ilişkilendirilerek kendi kendini üreten bir toplumun kurulmasında etkili olmuştur. Mokoulek köyünün tam merkezinde yer alan kare yapı ise hem dini hem de politik otoritenin merkezi olarak kabul edilen köy sunağıdır. Bu alanda tarımsal doğurganlık ritüelleri ve köyün atalarının görev devirlerine ait merasimler düzenlenmektedir (Eglash, 1999).

Yine Kamerun'un Logone-Birni adı verilen bir başka köyünde de fraktal oluşumlara dair izlere rastlanır. Şekil 4.7'deki hava fotoğrafında görülebileceği üzere Kotoko halkı tarafından köyün fraktal figürlerle örgütlenen yapılarla planlandığı anlaşılmaktadır.



Şekil 4.7. Kamerun'da yer alan Logone-Birni köyünün hava fotoğrafı (https://xxi.com.tr/uploads/2019/07/dfc4606d86a64fc6e8970731fc2578d0.jpg, 2019)

Logone-Birni köyü, köyün tam merkezinde yer alan şefin sarayı etrafında şekillenmiştir. Bu saray tekrar tekrar alt bölümlere ayrılabilen altın dikdörtgenler kullanılarak tasarlanmıştır. Sarayın tam ortasında taht odası yer almakta ve buraya fraktal olarak altın dikdörtgenler tarafından oluşturulan sarmal yoldan ulaşılmaktadır (Eglash, 1999), (Şekil 4.8).



Şekil 4.8. Sarayın planlanmasında referans alınan fraktal geometrinin ilk üç simülasyon evresi (Sol üst) ve sarayın merkezinde bulunan taht odasına kadar ulaşmayı sağlayan spiral yol (Sağ) (https://csdt.org/culture/africanfractals/architecture.html

Logone-Birni köyüne ziyarete giden Ron Eglash evlerin fraktal geometriyle şekillenmiş olduğunu ve değişen ölçeklerle inşa edildiğini fark etmiştir. Ziyareti sırasında ona eşlik eden rehber, bu ölçek farklılığının ataerkil hanehalkının genişlemesi ve tarihi savunma ihtiyaçları açısından olduğunu belirtmiştir. Evlerin her biri, ebeveynlerin evlenen çocuklarının kendi yanlarında yaşamaları amacıyla mevcut evin duvarlarına eklemeler yapılmaları sonucunda oluşmuştur. Böylece eski odalarla duvarlarını paylaşan yeni odalar meydana getirilerek evlenen çiftler için ayrı birer birim meydana getirilmiştir. Bununla birlikte bölgede kuzey yağmacıların istilalarına karşı korunmak amacıyla bu evlerin etrafı bölgenin temel yapı malzemesi olan kil kullanılarak korunma duvarlarıyla çevrilmiştir (Eglash, 1999).

Bu farklı tasarım örneklerinden de anlaşılacağı üzere yerleşimler ve yapılar ihtiyaçlar doğrultusunda bilinçli olarak tasarlanmakta ve ölçeklendirilmektedir. Fraktal geometriyle şekillenen bu yerleşimler sadece dinamik toplumsal bilinçaltının sonucu

değil; aynı zamanda soyut bir temsil nesnesi ve sosyal sınıflandırmada pratik bir uygulama tekniği olmuştur.

4.1.2. Analojik Uygulamalar

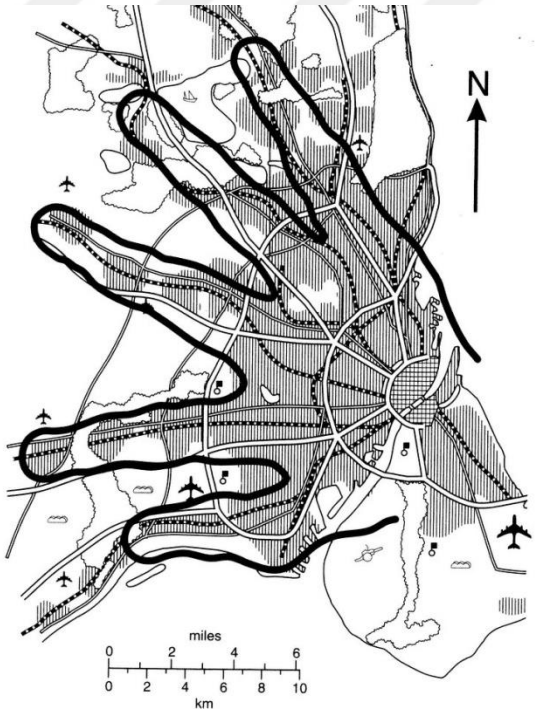
Leonardo Da Vinci'nin Vitruvius Adamı eskizi incelendiğinde el ve ayaklara teğet olarak çizilecek bir dairede bu dairenin merkezinin tabii olarak göbeğe denk geldiği anlaşılmakta ve insan vücudundan yalnızca bir daire değil aynı zamanda kenarları birbirine eşit uzunlukta olan bir dikdörtgenin de çıkarılabileceği görülmektedir. Vitruvius Adamı'nda merkezle ifade edilen göbek transformatör konumundadır ve bedenin geometriye dönüştüğü bu eskizde doğanın mimarlığa dönüştürülebilmesine ilişkin sonuçlara ulaşılmaktadır (Vitruvius Pollio, 2017), (Bkz. Sayfa 80, 81).

Vitruvius Adamı'ndan esinlenerek insanın bedeniyle mimarinin dili arasında kurulan ilişkiyi değerlendiren Francesco Martini, kaleme aldığı eserlerde bu ilişkinin kentsel ölçekte analojik olarak uygulanması gerektiğine değinmiştir. Ayrıca insanın organlarıyla onu kuaşatan bedeni arasındaki bağı da yorumlayan İtalyan mimar; kalelerin, surların ve kentlerin insan vücudu gibi şekillendirilmesinin uygun olacağından bahseder. Bu görüşlerine sebep olarak; insan bedenindeki tüm organ ve sistemlerin kusursuz bir düzen içinde işlediğini, birbirleriyle orantılı büyüklüğe ve ideal ölçüye sahip olduğunu, aynı ilkelerin surlara, kalelere ve tapınaklara uygulandığı takdirde bu kusursuz düzenin kentlerde de sağlanabileceğini belirtir (Yeşilkaya, 1997).

Kentler, yaşayan bir canlıda olduğu gibi; sürekli bir gelişmeye, sonu olmayan enerji dolaşımına, insan bedeninin ölçülerine ve belli bir doku karakterine sahiptir. Martini; insanın ağzının, gözünün, burnunun, kalbinin, damarlarının ve daha pek çok organının vücudun iç ve dış gereksinimlerine uygun olarak örgütlenerek şekil kazandığını belirtir. Bu durumun aynısı kentlerde de görüldüğünü ifade eden Martini'ye göre insan vücudundaki bütün organların, Vitruvius Adamı eskizinde bir dairenin sınırları içerisinde kalması gibi şehrin merkezi ve kentin dokusunu oluşturan bütün birimler de aynı organizasyonla kurgulanmalıdır. Yalnızca analojk olarak değil aynı zamanda fonksiyonel olarak da insan bedenindeki işleyişe benzer özelliklere sahip olan kentlerde her birim şehrin gereksinimleri dâhilinde konumlandırılmalıdır. İnsan vücudunda göbeğin yer aldığı konum gibi meydan da kentin tam ortasında ya da kent

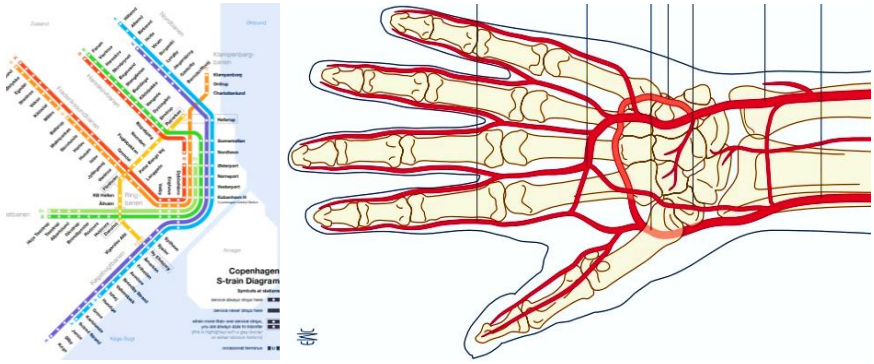
merkezine yakın bir mesafede bulunmalıdır. Böylece insanın, göbeğinde yer alan karnından beslenmesi gibi kentler de bu merkezden beslenerek büyüyecek ve düzenli bir gelişme gösterecektir (Yeşilkaya, 1997).

Danimarka'nın başkenti Kopenhag için 1947 yılında Danimarka Şehir Planlama Enstitüsü tarafından oluşturulan "Egnsplan" (Parmak Planı) hem biyomimesisin kentsel ölçekte uygulamasına hem de Martini'nin beden-kent arasında kurduğu ilişkiye göre tasarlanan kentsel planlamaya verilebilecek bir örnektir. Danimarkalı şehir planlamacıları Steen Eiler Rasmussen ve Christian Erhardt Bredsdorff işbirliğiyle geliştirilen Five Finger Plan (Beş Parmak Planı), hem metropol tren hatlarına hem de sosyal faaliyetler için bu hatların aralarında tasarlanması düşünülen yeşil alanlara yönelik geliştirilen bir kentsel gelişim planıdır (Danish Ministry of the Environment, 2015), (Şekil 4.9).



Şekil 4.9. 1947'de Danimarka Şehir Planlama Enstitüsü tarafından Kopenhag'ın kalkınmasına yönelik geliştirilen Beş Parmak Planı (Five Finger Planning) (https://www.flickr.com/photos/quadralectics/15830861240/, 2019)

Şekil 4.10'da görülebileceği üzere tasarım, S-tog adı verilen banliyö demiryolu ağlarının insan elindeki damarlarda olduğu gibi Kopenhag'ın merkezini temsil eden "avuç içi" nden parmaklara doğru yayılması esasına göre geliştirilmiştir. Kuşbakışı olarak insan eline benzemesinden dolayı beş parmak planı olarak da bilinen bu plan Kopenhag'ın adını aldığı ticaret limanına dönüşmesine öncülük etmiştir.



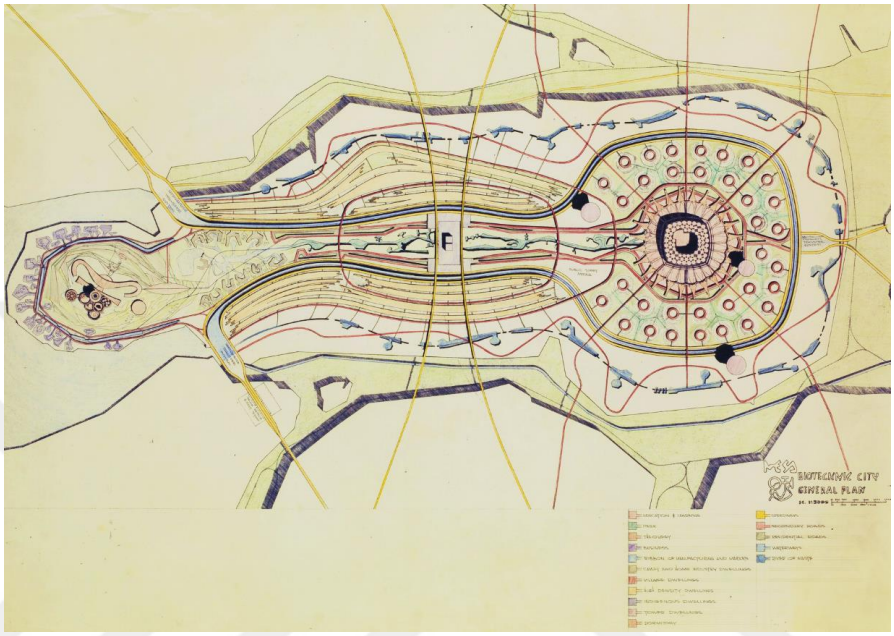
Şekil 4.10. İnsan elinin damar yapısıyla Five Finger Plan'ının belirleyicisi olan S-tog diyagramı arasındaki benzerlik (http://bit.do/heridas-en-las-manos, 2019)

İnsanların şehirle olan ilişkisi ve şehir içinde nasıl hareket ettikleri, planlamanın kilit unsurunu oluşturmaktadır. Kopenhag'da yaşayan şehir sakinlerinin hem tarım arazilerine hem de park ve bahçe gibi yeşil alanlara kolaylıkla ulaşabilmesi için transit odaklı planlamaya başvurulmuş, aynı zamanda el formuyla da bu yerlerin birbirine yakın olabilmesi amaçlanmıştır.

Kopenhag şehir merkezi, merkezin dışına uzanan ve transit yollarla birbirine bağlanan doğrusal koridorlardaki kentsel alanlarla, avuç içi avlusu olarak düşünülebilecek bir yerde bulunmaktadır. Transit ulaşım sistemi (çoğunlukla demiryolu), şehir sakinlerine kolay erişim imkânı sağlar. Five Finger Plan; karışık arazi kullanımı ve istasyonların etrafındaki yüksek yoğunluklu alanlarla birlikte değerlendirildiğinde, bir transit odaklı gelişim planlamasının ilk girişimlerinden biri olarak nitelendirilmektedir (Cahasan ve Clark, t.y.).

Radyal olarak uzanan parmaklar kentin ileriki yıllarda yaşanacak gelişimine dair yönelimleri belirleyerek kamusal temelleri oluşturmaktadır. Enerji ve telekom hatları, otoyol, demiryolu ve bisiklet yolları Finger Plan'ın her bir parmağı doğrultusunca çift yönlü olarak sıralanmış olup tıpkı insan elindeki sinir ve damar sistemlerini göz önünde canlandırır. Parmakların oluşturduğu koridorlar arasındaki korumalı açık yeşil alan, kent sakinlerinin doğaya erişmelerine olanak tanımaktadır. Toplu taşıma bağlantıları iyi seviyede olan yaya alanlarında, park ve bisiklet yolları gibi bisiklet tesislerinde; konut, alışveriş merkezleri, ofis binaları, rekreasyon ve toplum tesisleri planlanmıştır. Parmak formuyla sınırlandırılan bu yapısal bölgeler, yeşil koridorların şeklini korumasına ve şehrin düzensiz bir şekilde gelişmesini önlemeye yardımcı olur (Danish Ministry of the Environment, 2015).

Şehir planlama çalışmalarıyla dikkat çeken İtalyalı vizyoner mimar Paolo Soleri, 1955-60 yılları arasında, insanla uyum içinde bir ortam arayışının sonucunu olarak Mesa City adlı bir kentsel tasarım projesi hazırlamıştır. Bu kent planı, insan vücudunu çağrıştıran formu ve insan organlarının birbiriyle olan ilişkisini referans alan fonksiyonuyla ön plana çıkan önemli bir biyomorfik tasarım örneğidir (Şekil 4.11).

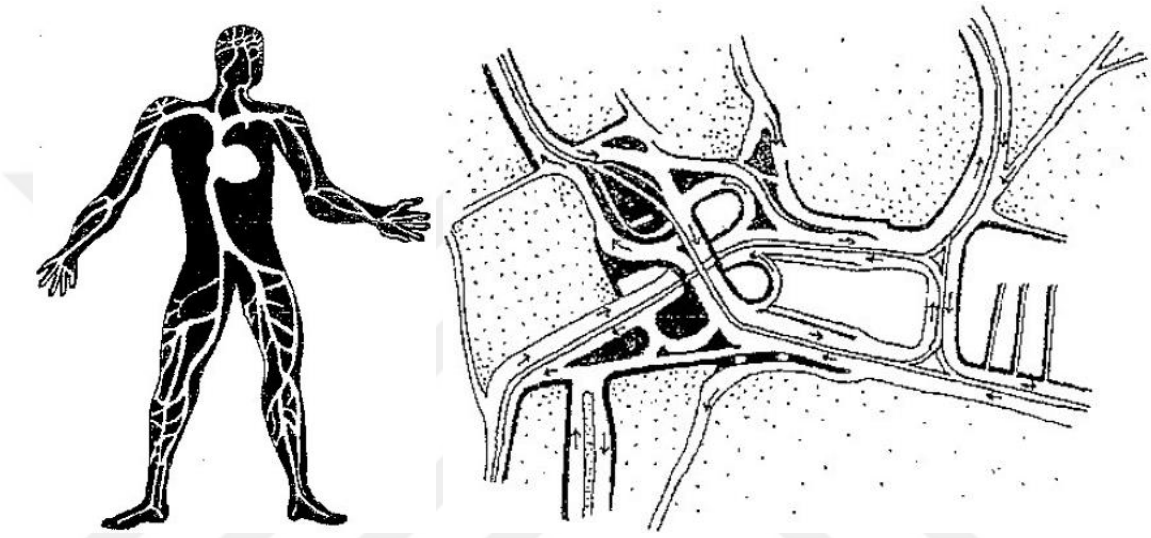


Şekil 4.11. Paolo Soleri'nin insan bedeninden esinlenerek tasarladığı Mesa City (Biotechnic City) projesi (http://bit.do/paolo-soleri-mesa-city, 2019)

Bu şehir planı, insan bedeninin kent tasarımıyla en alakalı estetik fenomen olduğu inancı ile tasarlanmıştır. Yaklaşık 2 milyon nüfuslu, Manhattan büyüklüğündeki hayali bir arazi üzerinde tasarlanan Mesa City projesi insan vücudununa dayalı parametrik bir mimari göz önüne alınarak, sürekli değişen fonksiyonel varyanslar sonucunda kent dokusunun deforme olmasını önleyen sabit bir iskelet etrafında şekillenmiştir. Kente ilişkin; eğitim, iş, park, imalat ve pazar yerleri, zanaat ve ev endüstirisi alanları, belediyeler, yüksek yoğunluklu bölgeler, konutlar, kuleler, yurtlar, yarış pisti, yerleşim yolları ve suyolları ile atık kanalı insan vücudunda olduğu gibi fonksiyonel özelliklere bağlı olarak konumlandırılmıştır (Güler, 2000).

Mimariyi etkilemesi ve ilgilendirmesi bakımından doğadaki enerji transferleri de kentsel dinamiklerle ilişkilendirilebilir. Doğanın enerji akışında görülen durum kentlerde de devamlı ve çevrimsel olarak enerjinin tranfer edilmesiyle benzerlik göstermektedir. Özellikle kentlerin ulaşım sistemlerinde ve altyapısında bu durumun etkisi hissedilmektedir. Örneğin; ulaşım sisteminde ana yollar çatallanarak daralmakta

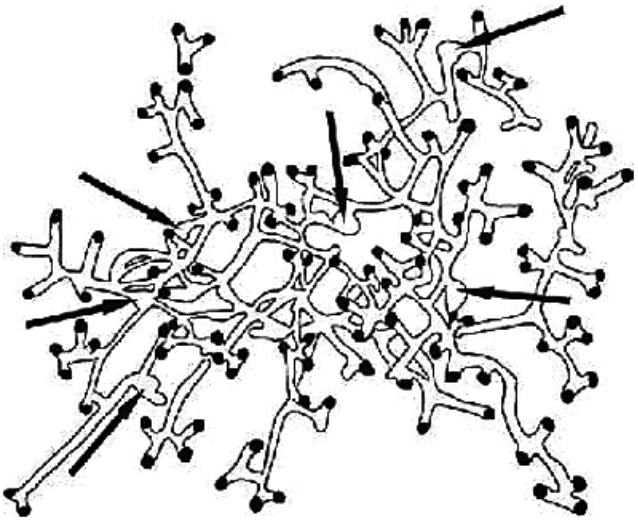
ve tali yolları oluşturmakta, tali yollar garaj, park ve depo alanlarına ulaşarak buradan da yaya yollarına bağlantı sağlamaktadır (Ersoy, 2012). Çift yönlü olarak ulaşım imkânı veren bu sistemin insan vücudundaki dolaşım sistemiyle benzer niteliklere sahip olduğu görülür. Kalbin aort damarından çıkan kan, atardamarlar aracılığıyla vücuda yayılarak organlara ulaşmakta ve organlarda yer alan kılcal damarları beslemektedir. Ardından, kirlenen kan yine kılcal damarlarla organlardan alınarak daha geniş olan toplardamarlara iletilmekte ve oradan kalbe geri dönmektedir (Şekil 4.12).



Şekil 4.12. Dolaşım sistemindeki akışkanlık ve devamlılık ilkelerinin altyapı sistemlerine uygulanması (Senosian, 2003)

İnsan dolaşım sisteminin sahip olduğu basınçla enerji üretme ilkesinin kentsel planlama dışında, binaların; hidrolik, havalandırma ve elektrik sistemlerinin planlanmasında da esin kaynağı olduğu görülmektedir. Nitekim hidrofor, enerji ve HVAC sistemlerinden çıkan; boruların, kanalların ve kabloların aynen insanın dolaşım sisteminde kanın ilerlediği yola benzer şekilde odalara varıncaya kadar gitgide daralmakta olduğu ve bu kanallarda sürtünmeyle kaybolan enerjinin azaltılması amacıyla doksan dereceli ve dar açılı oluşumlardan kaçınıldığı görülmektedir.

Mike Hansell (2009)'ın "Hayvanlar Tarafından İnşa Edilen Hayvan Mimarisinin Doğal Tarihi" adlı eserinde hayvanların davranış biçimlerinden kaynaklı oluşturdukları yapılara ilişkin örnekler yer almaktadır. Bu örneklerden biri de fare yuvalarıdır. Farelerin hayatlarını sürdürmek için duvarlarda açtığı oyukların ve bu oyuklara giriş çıkışı sağlayan deliklerin dağılımı, onun tehlike anında hızla kaçabilmesine olanak sağlayacak şekilde planlanmıştır (Şekil 4.13).



Şekil 4.13. Bir farenin yuvasını oluşturmak için açtığı oyukların şeması (Hansell, 2009)

Kent planlamalarında ulaşım ağ yapıları tasarlanırken farelerin açtığı yuvalardan esinlenilmesi özellikle itfaiye, ambulans ve polis gibi araçların hızlı ve güvenli bir şekilde ulaşımını sağlamak adına faydalı olacağı belirtilmektedir. Yalnızca kent planlamalarında değil aynı zamanda havalimanlarında valiz taşımacılığında, kargo ofislerinde kargoların bölgelere göre ayrılmasında, kütüphanelerde kitapların okuyucuya ulaştırılmasında bu prensipten ilham alınması en verimli ve hızlı ulaşım sisteminin kurulmasına olanak tanıyabilir (Hansell, 2009).

İnsan vücudu ve doğadaki birçok unsur kentsel ölçekte estetik bir imge oluşturmanın yanında fonksiyonel bir özelliğe de sahiptir. Özellikle insan bedeni, antik çağlarda kent dokusunun ana damarlarını ve şeklini oluştururken son dönemlerde imgeci bir yaklaşımla kentsel tasarımlarda kullanılmakta ve işlevsel bir özellik sergilemektedir.

Kuşkusuz kentlerin silüetlerini oluşturan yapı bütünlüğü aslında tek tek mimari yapılardan oluşmaktadır. Yani nesneler kendi çapında bağımsız bir birim olarak var olurlarken aynı varlıklar bir araya gelerek çokluk içerisinde bir birlik oluşturmaktadırlar (Cansever, 2009). Her kent aslında bağımsız birimler olan ayrı ayrı binalardan oluşmaktadır. Bu binalar ya özel mülke ya da kamuya ait olabilir. Kent ölçeği içerisinde kenti oluşturan herhangi bir mimari yapı, bütüne sağladığı katkıdan dolayı ayrıca incelenmeli ve değerlendirilmelidir. Bu bağlamda yapı ölçeğinde biyomimesis uygulamalarına sonraki bölümde yer verilmektedir.

4.2. Yapı Ölçeğinde Biyomimesis Uygulamaları

Sanatsal bir faaliyet olduğu kadar bilimsel bir dal olan mimarlık, diğer bilim dallarıyla da yakın ilişkiler kurarak tasarım olanaklarını genişletmektedir. Mimarlığın iletişim halinde olduğu alanlardan biri de biyoloji bilimidir ve mimarlığın biyolojiyle olan ilişkisi "Biyomimesis" olarak adlandırılan bir bilim dalının oluşmasını sağlamıştır.

Biyomimesis, doğadaki canlılardan esinlenerek tasarımlar yapmayı amaçlar. Geçmiş dönemlerde uygulanan biyomimesise ait tasarım örneklerine bakıldığında; ağaçların yaprak ve dallarından çiçek figürlerine, böcek şekillerinden hayvan motiflerine, asal geometrik formlardan insan heykellerine kadar oldukça geniş alanda doğadan esinlenildiği ve mimari tasarımların şekillendirildiği görülebilir. Sanayi devrimine kadar sembolik ve şekilsel bir yaklaşımla ele alınan doğal formlar, teknolojik olanakların gelişmesine paralel olarak, fonksiyon ve strüktürü de içine alacak şekilde mimaride kullanılmıştır.

Günümüzde yaşanan dijital dönüşümle birlikte disiplinler arası iletişimin ve bilgi alışverişinin artması sonucunda doğadan esinlenme anlayışı bambaşka bir boyut kazanmıştır. Örneğin; daha az kaynak kullanarak daha verimli alanların oluşturulmasında, daha geniş açıklıkları örtmesine rağmen oldukça hafif olan malzemelerin geliştirilmesinde, yapay enerji kaynağı kullanmadan ortamların havalandırılmasında ve aydınlatılmasında biyomimesisten faydalanıldığı görülür. Örümceklerin oldukça dayanıklı fakat bir o kadar da hafif olan ağsı yuvaları, okyanuslarda yaşayan kabuklu canlıların kabuklarında görülen seramik yapıları, arıların altıgen şeklindeki petekleri sayesinde yüzey alanlarından optimum yarar sağlamaları, akkarıncaların toprak altında geliştirdikleri doğal havalandırma sistemleri ve daha bir çok doğal yapılaşma tasarımcıların doğadan fayda elde etmesinin haklı sebepleri arasında sayılabilir.

Biyomimesis, yeni gelişim gösteren ve son yüzyılda önemi giderek artan bir bilim dalı olduğundan birçok mimar ve mühendis biyomimesisi anlama ve ondan yararlanma yollarını araştırmakta ve tasarımlarına ne şekilde uygulayacaklarının planlarını yapmaktadır. Bundan dolayıdır ki mimaride biyomimesisin uygulandığı geniş kapsamlı ve büyük ölçekli örneklerinin sayısı sınırlıdır. Bununla beraber biyomimesisin

mimari uygulamaları arasında en fazla kullanılan tasarım boyutu ise yapı ölçeği olarak ön plana çıkmaktadır.

Uzmanlığını "Mimarlıkta Biyomorfizm" üzerine yapan Minsolmaz Yeler (2012), doğa kaynaklı mimari biçimlenişleri öncelikli olarak kurallı ve kuralsız biçimlenişler şeklinde ikiye ayırır. Bu biçimlenişlere bağlı olarak gelişim gösteren organizmalara dayalı biçimlenişleri ise bitkisel, hayvansı, insansı ve mikroskobik olarak dört grupta inceler. Organizmaların yaşam ortamlarına dayalı biçimlenişleri de yine doğa kaynaklı biçimlenişler kapsamında değerlendirir (Minsolmaz Yeler, 2012). Vural ve Mutlu Avinç (2015), IX. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu'ndaki sunumlarında doğadan esinli biçimlenişleri aşağıdaki gibi beş başlık altında değerlendirir. Bu bakımdan konunun araştırılmasını ve incelenmesini kolaylaştırmak amacıyla yapı / bina ölçeğindeki biyomimesis uygulamalarını, doğadan esinli biçimlenişlerin türlerine göre beş başlık altında sınıflandırmak mümkündür (Vural ve Mutlu Avinç, 2015);

- Bitkisel (fitomorfik) biçimlenişler,
- Hayvansı (zoomorfik) biçimlenişler,
- İnsansı (antropomorfik) biçimlenişler,
- Mikroskobik biçimlenişler,
- Organizmaların yaşam ortamlarına dayalı biçimlenişler

4.2.1. Bitkisel (Fitomorfik) Biçimlenişler

Yunanca bitki anlamına gelen "fito" ve şekil anlamına gelen "morpho" kelimelerinden oluşan "fitomorfi" kavramı bitki biçimlerini ifade eder. Bu bitki biçimlerini ve morfolojisini inceleyen bilim dalına ise fitomorfoloji (phytomorphology) adı verilir. Bitki Bilimi şeklinde tercüme edilen bu disiplin, bitkinin anatomik yapısını ve dış strüktürünü; gözleme ve teknolojiye dayalı olarak nano ve mikro ölçeklerde inceler (Bold, Alexopoulos ve Delevoryas, 1980).

Binalarda gözlemlenen fitomorfik biçimlenişleri üç başlık altında incelemek mümkündür. Bunlar (Rian ve Sassone, 2014);

- Yapısal elemanların bezemelerinde ve süslemelerinde (dekoratif ögelerde) bitki motiflerinin kullanılması,
- Bitkilerde gözlemlenen oransal özelliklerin tasarımlarda esas alınması ve
- Binanın bütününde veya bir bölümünde bitki form ve strüktürlerinin kullanılması.

➢ **Yapısal Elemanların Bezemelerinde ve Süslemelerinde Bitki Motiflerinin Kullanılması**

Fitomorfik biçimlenişlerin geçmişten günümüze kadar en yaygın kullanım şekline yapı süslemelerinde rastlanır. Tarihsel sürece bakıldığında, bitkisel motiflerin Antik Yunan'dan itibaren mimari oluşumlarda kullanılmaya başlandığı görülmektedir. Yunan ile Roma uygarlıklarının klasik dönem mimari eserlerinde daha çok kolonların başlarında kullanılan bitki motifleri Art Nouveau akımının yaşandığı 19. yüzyıl sonralarında cephe süslemelerinde kullanılmıştır. 20. yüzyıl ortalarındaysa küçük ve büyük ölçekli dekoratif modeller şeklinde tasarımlarda etkili olmuştur.

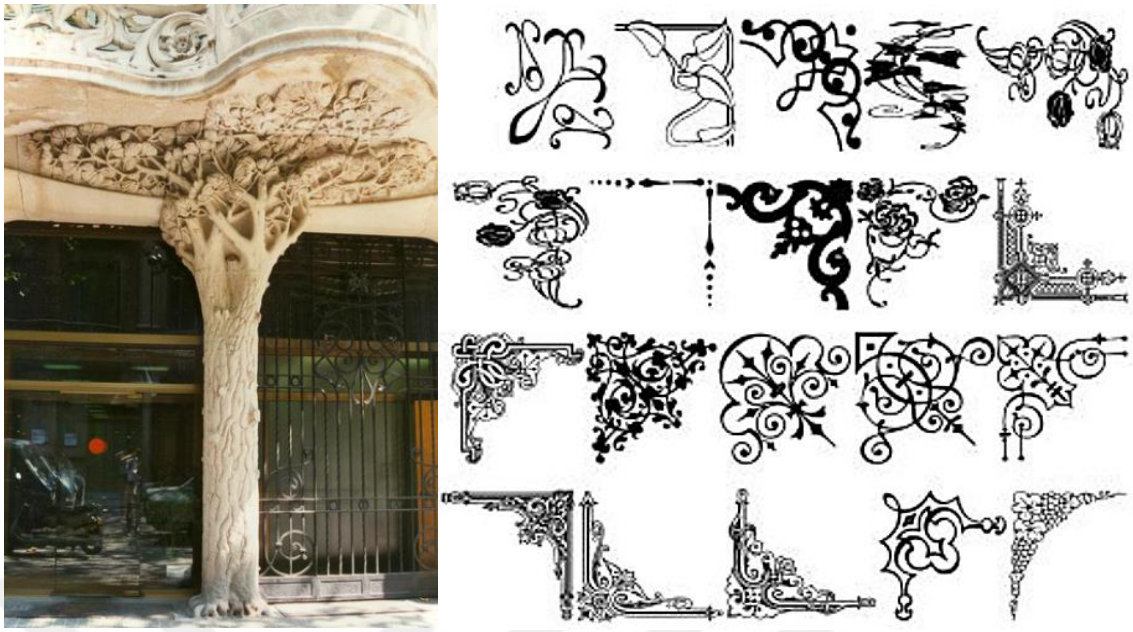
Antikitede bitkisel motiflerin, genellikle sütunların başlarında süsleme amaçlı olarak kullanımına rastlanmaktadır. Yunan mimarisinde, dinsel ve imgesel anlamlar içeren akantus yapraklarının sütun başlarının süslemesinde tercih edildiği görülürken Mısır mimarisinde; papirüsün, palmiye ağacının, hurma yapraklarının kullanılmış olduğu görülür (Şekil 4.14). Anadolu Selçuklu Dönemi'ne ait mimari yapılar başta olmak üzere Orta Doğu ülkelerinin pek çok mimari ögesinde bitki figürlerinin dekoratif amaçlı olarak kullanıldığı bilinmektedir. Özellikle bu dönemde İslamiyet'in etkisiyle karşı çıkılan heykelcilik anlayışının; tasarımlarda bitkilerin yoğun bir şekilde kullanılmasına ve bitkiyi çağrıştıran organik şekillerin, kıvrımların, renklerin, motiflerin tercih edilmesine yol açtığı söylenebilir (Özer, 2000).



Şekil 4.14. Antik Yunan dönemine ait akantus yaprağı motifli korint sütun başlığı (Sol) (https://tr.pinterest.com/pin/300756081346486435/, 2019)

Mısır uygarlığına ait palmiye yaprağı ve lotus bitkisi figürlü sütun başlığı (Sağ) (http://bit.do/columns-of-egyptian-civilization-period, 2019)

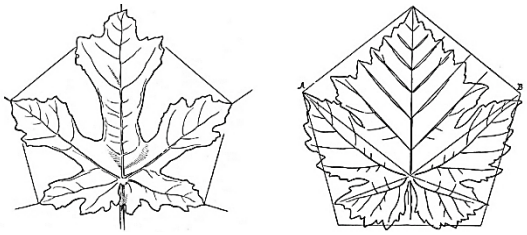
Batı'da ise bitki motiflerinin en sık kullanımına Endüstri Devrimi paralelinde gelişen Arts & Craft (Sanatlar ve El Sanatları) ve Art Nouveau (Yeni Sanat) akımlarının etkisinin görüldüğü dönemde rastlanır. Bu dönemde binalarda kullanılan fitomorfik biçimlenişler; eğriselliğiyle, kıvrımlarıyla, dokusuyla ve rengiyle dikkat çeker. Romantik tavır takınarak 1660 Ekolü'ne sırt çeviren Yeni Sanat temsilcileri, esin kaynağı olarak doğayı esas almış ve organik bitkisel motifleri sanat eserlerine uygulamışlardır. Bu akımın önemli isimlerinden biri olan Victor Horta yapılarında, bitkisel figürleri doğadan birebir taklit ederek kullanmadığını, fakat onların büyüme sürecini takip ederek gelişim evrelerini soyutlayarak kullanmış olduğunu ifade etmektedir. Mimarlık ve sanat tarihçisi Nikolaus Pevsner de, iki boyutlu olarak çizdiği bitkisel figürlü eskiz çalışmalarıyla Yeni Sanat akımının biçimsel özelliklerine ışık tutmaktadır (Şekil 4.15), (Karagöz, 2007).



Şekil 4.15. Barcelona'da yer alan Art Nouveau etkisinin görüldüğü ağaç motifli kolon (Escritt, 2000) ve

Nikolaus Pevsner'in Art Nouveau sanatında etkili olan bitkisel ögeleri soyutlaştırarak çizdiği eskizi (Pevsner, 1991)

Doğayı gözlemleyerek mimari biçimlenişler için formlar aramaya çalışan ayrıca doğaya daha sistemsel ve bilimsel açıdan yaklaşılmasının öncülüğünü yapan Viollet le Duc'ın bitkilerin yapraklarıyla yaptığı çalışmalar da biçimsel yönden bu yaklaşım kapsamında değerlendirilebilir. Uzun yıllar boyunca yapraklar üzerinde incelemeler ve eskiz çalışmaları yapan Le Duc, doğanın yasalarını mimarlığın yasaları olarak kabul etmiş ve bitkilerin gelişigüzel olarak dizilen organik görünümlü yapraklarının ardında çeşitli geometrik biçimlerin varlığını ortaya koymuştur. Bu tespitlerin mimari biçimlenişlerde uygulanmasının doğal güzelliğe ulaşılabileceğini ifade eden Viollet Le Duc'ın bitkilerle yaptığı çalışmalarının kendinden sonra gelen mimarların biçim arayışları üzerinde etkili olduğu söylenebilir (Şekil 4.16), (Karagöz, 2007).



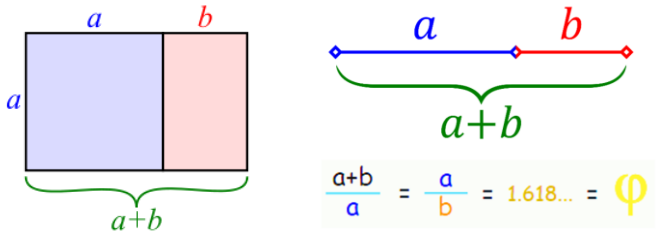
Şekil 4.16. Viollet le Duc'ın yapraklar üzerindeki incelemesine ait eskizler(Güler, 2000)

- **Bitkilerde gözlemlenen oransal özelliklerinin tasarımlarda esas alınması**

İlk çağlardan günümüze kadar insanlar, doğanın dengeli ve uyumlu düzeninin arkasında kalan bilinmeyenleri keşfetmeye çalışmış ve yaptıkları araştırmalarda doğadaki pek çok unsurun sistemli bir ölçüye sahip olduğunu ve onları oluşturan her bir parça arasındaysa uyumlu ilişkiler kurulduğunun fark etmiştir. Altın oran ise doğanın geometrisinin üzerinde en çok karşılaşılan oran olmuştur.

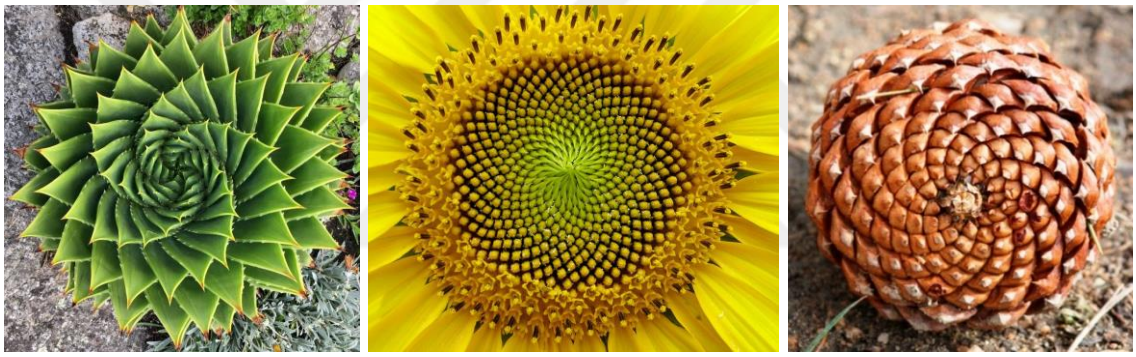
Altın oran kavramı ilk defa M.Ö. 300 yılında Euclid tarafından yazılan 13 ciltlik Stoikheia adındaki eserde kullanılmıştır. O zamana kadar geometriye dair bilinen ne varsa hepsini bu eserinde toplayan Euclid, altın oranı "sıra dışı ve ortalama oran" şeklinde tarif ederek bu kavramın M.Ö. 3 bin yılında kurulan Eski Mısır'a kadar dayandığı belirtmiştir. Geometrik bir terim olmasının yanında matematiksel bir değeri de ifade eden altın oranın sayısal değerini, İtalyan asıllı matematikçi Leonardo Fibonacci keşfetmiştir. Orta Çağ'ın önemli bilim adamlarından olan Fibonacci kendi adıyla billinen bir sayı dizisini keşfetmiştir. Aralarında ardışık ilişki ve mükemmel bir oranın olduğunu öne sürdüğü bu sayı dizisinin evrendeki düzenle birebir örtüştüğünü ispatlamıştır (Dunlap, 2003).

"Fibonacci Sayıları" olarak bilinen bu sayı dizisinde peşpeşe gelen iki sayının toplamı üçüncü sayıyı verecek şekilde bir dizilim mevcuttur. Dizideki herhangi bir sayısının kendinden önceki sayıya bölümü ise altın oran değerini vermektedir. Geometrik olarak ise altın oran kavramı; iki parçaya bölünen bir doğru parçasında, büyüğün küçüğe ve tüm doğrunun ise büyüğe olan oranınlarının birbirine eşitliği ile ifade edilmektedir (Dunlap, 2003), (Şekil 4.17). "1,618 değerine" karşılık gelen altın oran sabiti, daha sonraki yıllarda Yunanlı heykeltraş Phidias tarafından ilk kez eserlerinde bilinçli bir şekilde kullanılmaya başlandığı için isminin baş harfleri olan "Phi (Fi)" ile adlandırılmış ve "φ" sembolüyle gösterilmiştir. Altın oranın geometrik versiyonları ise; altın dikdörtgen, altın üçgen, altın spiral, pentagram gibi isimlerle ifade edilir (Doczi, 1994).



Şekil 4.17. Altın oranın geometrik ispatı (Üst) ve fibonacci sayı dizisi (Alt)

Doğadaki biçimlenişlerinin ortaya çıkarılmasında büyük bir etkisi bulunan ϕ (fi) dizini; bitkilerin gövdeleri üzerindeki yaprakların diziliş biçimlerinde, ayçiçeği, aloe vera, kozalak ve ananas gibi bitkilerde, notilus olarak bilinen deniz canlısının kabuğundaki spirallerde, akciğer içindeki bronşlarının dallanmasında ve daha birçok doğal varlıklarda karşımıza çıkmaktadır (Şekil 4.18).



Şekil 4.18. Fi dizini ve altın oranın görüldüğü aloe vera, ayçiçeği ve çam kozalağı bitkileri

Bu dizilim ve oranlar biçimsel bir görüntü oluşturmakla birlikte işlevseldir. Nitekim bitkilerin dallarını kaplayan yaprakların dizilişine dikkatli bir şekilde bakıldığında bu yapraklardan herhangi birinin diğerinin önünü kapatmadığı görülür. Altın oranın kuralları dâhilinde oluştuğu tespit edilen bu diziliş sayesinde bütün yapraklar yağmur ve güneş ışığından eşit ölçüde faydalanabilmektedir. Benzer şekilde arıların kovanlarında görülen düzgün altıgene benzer petek dizilişinin diğer asal geometrik formlara kıyasla daha dayanıklı olduğu, yüzey alanının optimum kullanımına olanak tanıyarak daha fazla balın taşınmasını imkân sağladığı gözlemlenmiştir. Geometrik oranlara dayalı bu diziliş sayesinde peteklerin arasındaki boşluklar minimuma inerek maksimum petek yapımı gerçekleşebilmektedir (Pearce, 1990).

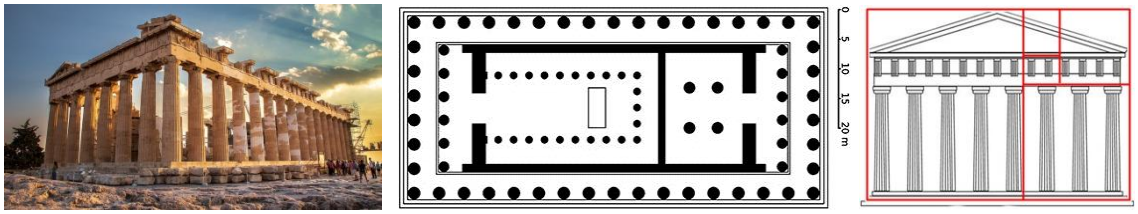
Doğada bulunan bu oran ve dizinler, mimari biçimin oluşmasında ve yapı malzemesi üretiminde önemli birer esin kaynağı olmuştur. Sanat tarihçisi olan Marcus Frings (2002), oranın mimarlığın kuramları arasındaki en başta gelen konulardan biri olduğunu ve doğayla mimari arasında kurulan ilişkinin oranın mantığına dayalı olarak kurulduğunu ifade etmektedir.

İnsanlar doğanın içinde yer alan varlıklar üzerinde gördüğü altın oranını keşfedince bu oranın, güzelliğin anahtarı olduğunu düşünmüşler ve geçmişte yaptıkları pek çok mimarlık ve sanat yapıtında kullanmaya başlamışlardır. Çünkü eski uygarlıklardan bu güne bir yapıda ya da sanat eserinde altın oran kullanımının, o eserin estetik açıdan güzel olarak algılanmasında etkili olduğu ileri sürülmüştür (Frings, 2002).

Antik Yunan'da yapı elemanları ve süslemeler üzerinde kullanılan bitkisel motiflerin bitkilerdeki oranlarıyla birebir benzeşim gösterir şekilde kullanıldığı görülür. Roma mimarisinde ise doğadaki biçimlenişlerin geometrileri kullanılarak tasarımların plan ve formlarının belirlendiği bilinmektedir.

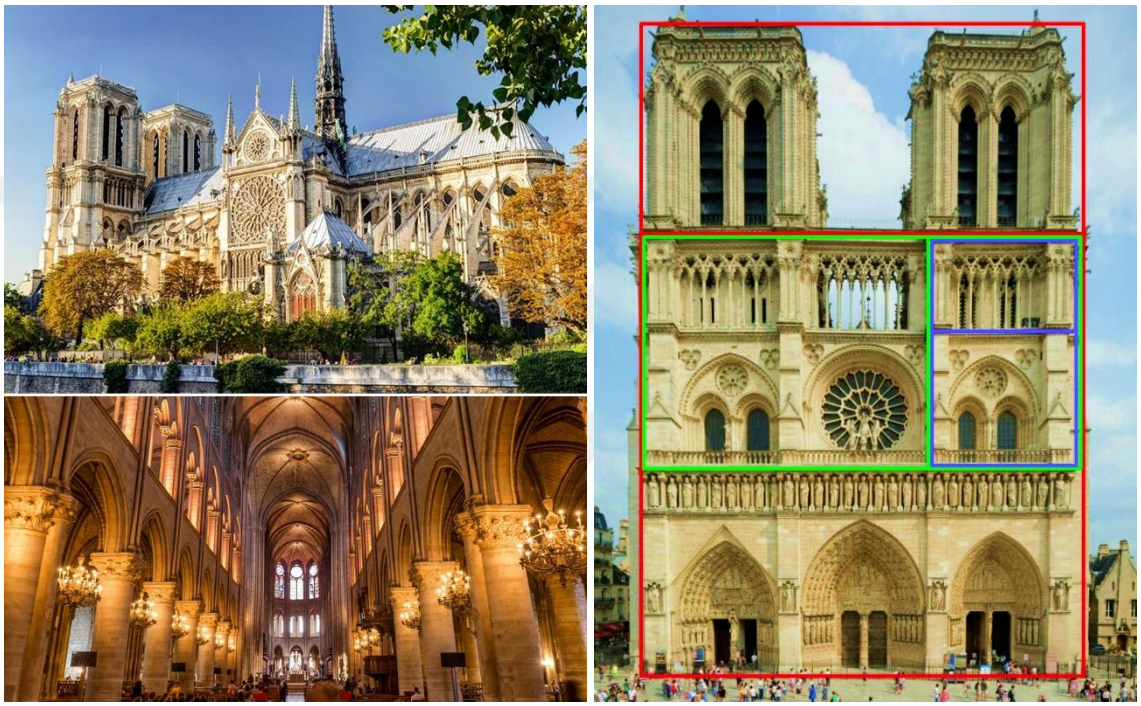
Tasarım yönünden bakıldığında ise, Antik Çağ'dan başlayarak; Yunanlıların inşa ettiği Atina'da bulunan Parthenon Tapınağı'nda, Paris'in ünlü Notre Dame Katedrali'nde ve Mısır'daki Keops Piramidi'nde (taban uzunluğu ile yüksekliğinin birbirine olan oranı) altın oranın izlerini görmek mümkündür (Selçuk, Sorguç ve Akan, 2009).

Altın oranın bilinçli bir şekilde uygulandığı ilk yapı olan Parthenon Tapınağı'nın planına bakıldığında kısa kenarının 8, uzun kenarının ise 17 sütundan oluştuğu görülür. Sütunların sayısı altın oranın x=2y+1 (17=2x8+1) formülüne göre belirlenmiş olup bu sütunlar tapınağın uzunluğu, genişliğinin kök 5 katı olan bir dikdörtgenin üzerine inşa edilmiştir. Bunun dışında tapınağın ön cephesinde de altın dikdörtgene uygun ölçülerin kullanıldığı görülmektedir (Ghyka, 1977), (Şekil 4.19).



Şekil 4.19. Parthenon Tapınağı'nın plan ve cephesinde altın oran kullanımı (http://bit.do/the-golden-ratio-in-the-parthenon-temple-in-greece, 2019)

Gotik üslupla yapılan ilk katedrallerden biri olan Notre Dame Katedrali'nin batı cephesinde de altın oranla karşılaşılmaktadır. Katedralin etkileyici bir simetrik dengeyle bütünleşen batı cephesine bakıldığında altın oranın geometrik formlarından biri olan altın dikdörtgenlerin sıklıkla kullanıldığı görülür. Taç kapıların bulunduğu yer olan birinci seviyede, gül penceresinin yer aldığı orta kısımda, kulelerin bulunduğu üçüncü seviyede ve cephenin bütününde hep altın dikdörtgen ölçülerine bağlı kalınarak tasarım yapılmıştır (Duman, 2016), (Şekil 4.20).



Şekil 4.20. Notre Dame Katedrali'nin genel perspektifi (Sol Üst), iç mekânından görüntüsü (Sol Alt) ve ön cephesinde karşılaşılan altın dikdörtgenler (Sağ) (http://bit.do/use-of-golden-ratio-in-notre-dame-cathedral-in-paris, 2019)

Tarihi dönemlerde Anadolu coğrafyasında da altın oranın kullanıldığı yapılara rastlamak mümkündür. Selçuklu Dönemi'nde Konya sınırlarında inşa edilen İnce Minareli Medrese'deki taçkapıda İstanbul'un Üsküdar ilçesindeki Davud Paşa Külliyesi'nde, Sivas'ın Divriği ilçesinde yer alan Divriği Ulu Cami ve Darüşşifası'nda altın oranın kullanımı ile karşılaşılmaktadır. Ayrıca Mimar Sinan'ın birçok eserlerinde de altın oranın kullanıldığı görülmektedir. Edirne'deki Selimiye Camisi'nin pencere, kapı ve kemerlerinde, İstanbul'daki Süleymaniye Camisi'nin minarelerindeki şerefelerinde ve daha birçok yapısında altın oran kullanılmıştır (Duman, 2016).

Bitkilerde sıklıkla görülen bu özel yasalar, oranlar ve dizinler referans alınarak günümüzde yapı malzemeleri üretilmektedir. Özellikle dinamik ve çevreye uyum sağlayabilen bina cephe örtüleri ile asma – germe sitemler bu oran ve dizinler doğrultusunda tasarlanmıştır. Bununla birlikte bambu kamışı gibi esnek olmakla birlikte oldukça dayanıklı olan bitki türlerinin fizyolojik yapılarının incelendiği ve bu doğrultuda mimaride kullanılabilecek yenilikçi ve ekolojik yapı malzemelerinin bulunmasına ilişkin deneyler de hâlen devam etmektedir (Dunlap, 2003).

- **Binanın bütününde veya bir bölümünde bitki form ve strüktürlerin kullanılması**

Oranların kullanımının haricinde bir diğer yaklaşım şekli ise; kütlelerde, yüzeylerde, yapı elemanlarının şekillendirilmesinde ve örtücü sistemlerde bitkilerin biçim ve strüktürlerinin kullanılmasıdır. Bitki formları ve fitomorfik yaklaşımda en çok tercih edileni ağaçlar, yapısal ögeler üzerinde ve tasarımların biçimlenişinde sıklıkla kullanılan doğal bir ilham kaynağıdır. Bitkiler yalnızca tasarımların biçimlenişinde değil aynı zamanda strüktürel sistemlerin belirlenmesinde de mimaride yoğun bir şekilde kullanılmaktadır.

Bitkiler, köklerini toprağa salarak yerini sabitlemekte ve değişen koşullara karşı adapte olarak büyümektedir. Binalar da temelleri üzerinde tıpkı bitkilerde olduğu gibi gelişim göstermek ve uzun yıllar çevresinde meydana gelecek her türlü değişime karşı ayakta kalmak zorundadır. Yeşil bina hareketi temsilcilerinden Jason F. McLennan ve Bob Berkebile özellikle bu durum nedeniyle ağaçları ve çiçekleri, tasarımlar için onlardan birçok şeyin öğrenilebileceği canlılar olarak tariflemiştir (Berkebile ve Mclennan,2003).

Bitkilerin, özellikle de ağaçların; kökleri, dalları ve yaprakları gövdenin devrilmesini önleyecek şekilde dengeli bir yük dağılımı oluşturmaktadır. Bitkilerin bu özelliği, mimarlıkta da çözülmesi gereken temel yük dağılımı sorununa ilişkin çözüm yöntemi göstermekte ve bilgiler içermektedir. Ağaçlar başta olmak üzere tüm bitkiler doğada bulunan diğer canlı varlıklarda olduğu gibi hayatta kalarak büyümek için belli kurallara ve düzene uymak zorundadır. Dik bir şekilde durma, güneşe yönelme, dışarıdan gelecek tehlikelere karşı tepki gösterme ve rüzgâr kuvvetine direnç oluşturma gibi görevleri organik şekilleri vasıtasıyla minimum enerji sarf ederek gerçekleştirirler.

Bu duruma örnek verilecek olursa, bazı bitkilerin sapında yer alan yaprakların spiral olarak konumlanması, birbirlerinin güneş ışığını engellememek için geliştirdikleri verimli bir çözüm yöntemidir.

Bitkilerden elde edilen bu bilgilerin mimarlık alanında uygulandığı birçok örnek mevcuttur. Bu örneklerden biri, 1851'de Sir Joseph Paxton'nın Londra'da gerçekleştirilen 1. Dünya Fuarı için tasarladığı Crystal Palace adlı yapısıdır (Şekil 4.21).



Şekil 4.21. Ressam Dickinsons'ın çizdiği Kristal Saray'a ait iç mekân resmi (Sol) (http://bit.do/painter-dickinsons, 2019) yapının strüktür ve formunu gösteren maketi (Sağ) (http://bit.do/crystal-palace-model, 2019)

Bitki formunun hem taşıyıcı hem de biçim olarak en etkili şekilde kullanıldığı ve aynı zamanda modernizmin ilk örneklerinden biri olan Kristal Saray, victoria cinsi su nilüferinden esinlenilerek tasarlanmıştır. Daha baskın olarak doğal biçimlenişin strüktürel özelliğinin örnek alındığı bu yapı bilinçli bir şekilde doğanın tasarıma aktarıldığı önemli tasarım örneklerinden biridir (Vincent, 2009).

Mimar olmasının yanında bahçıvanlık da yapan Sir Joseph Paxton, doğayla sürekli olarak içli dışlı halinde olduğu için bitkiler onun ilgi alanına girmiştir. Kendisine Kristal Saray'ı tasarlaması teklifinde bulunulduğunda daha önce suyun yüzeyinde süzülen devasa nilüferlerden etkilenen Paxton bu yaprakları tasarımında kullanmaya karar verir. Yaprakların fizyolojisini inceleyen mimar oldukça geniş yüzeyin ağsı iskeletler yardımıyla desteklendiğini görür. Merkezden çepere doğru radyal bir şekilde dağılan lifsi yapının dairesel halkalarla dikine kesildiğini fark eder. Yaprağın kenarlarından yatay kuvvet uygulayan Paxton bu etkiye karşı yaprağın üstün mukavemet gösterdiğini görür ve oldukça dayanıklı olduğu ispatladığı bu ağ sistemini Kristal Saray'da uygular. Mimar, yaprağın kaburgaya benzer yapısını metal konstrüksiyonlarla ağların arasında yer alan yeşil yüzeyi de cam malzemeyle özdeşleştirerek yapının formuna ve strüktürüne aktarır. Bu sistem sayesinde Paxton

oldukça geniş hacimleri cam ve demirle şekillendirmeyi başararak bir ilke imza atmıştır (Pakman, 2012), (Şekil 4.22).



Şekil 4.22. Kristal Saray'ın strüktüründe referans alınan dev victoria su nilüferinin arka yüzü (Sol) ve ön yüzü (Sağ) (http://bit.do/victoria-water-lily, 2019)

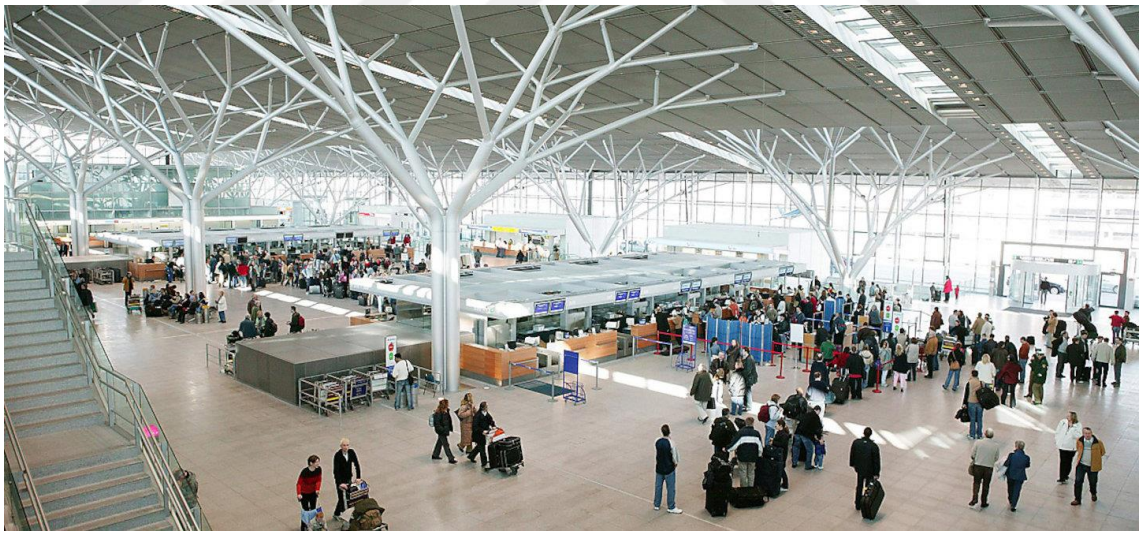
Cam ve çeliğin beraber kullanıldığı Kristal Saray'ın inşasında; havalandırma, nem kontrolü, sıcaklık gibi iç ortam konforunu etkileyen çeşitli çevresel faktörler de dikkate alınması gereken ayrı bir konuydu. Bu nedenle Paxton yapıyı tasarlarken su nilüferinin çevre gereksinimlerini de göz önünde bulundurmuş ve bir deney çalışmasında onu yoğun sıcağa ve güneş ışığına maruz bırakmıştır. Böylece büyük insan kitlesi tarafından kullanılacak yapının nem, sıcaklık, koku ve havalandırma kontrolünde su nilüferinin çevresiyle kurduğu adaptasyon kabiliyetini incelemiş ve bu özelliklerden elde ettiği sonuçları yapıya adapte etmiştir (Özer, 2000).

İspanyol mimar Santiago Calatrava'nın yapıları da fitomorfik biçimlenişler için önemli örnek oluşturmaktadır. Calatrava, tasarımlarının strüktür sistemlerini inşa ederken statik yükler karşısında bitkilerin göstermiş olduğu mukavemet özelliğinden yola çıkmış ve ağaçların gövde, yaprak ve dallanma sistemlerinden ilham almıştır. Caltrava'nın bu tasarım yaklaşımını Portekiz'in Lizbon kentinde tasarladığı Oriente Tren İstasyonu'nda görmek mümkündür. İstasyonun giriş kısmının her iki yanında uzanan çelik sundurmalar karşıda yer alan alışveriş merkezine bağlantı sağlar. Form olarak devasa ağaç yapraklarını anımsatan bu yaya geçidi strüktürel olarak yaprağın alt kısmındaki damarları taklit eder. İstasyonun üst örtüsünü taşıyan çelik sütunlar ise palmiye ağaçlarını göz önünde canladıran tonozlu bir yapıya sahiptir (Şekil 4.23).



Şekil 4.23. Oriente Tren İstasyonu (https://en.wikipedia.org/wiki/Gare_do_Oriente, 2019)

Meinhard von Gerkan tarafından tasarlanan Almanya'nın Stuttgart şehrinde bulunan uluslararası havalimanı binası da hem strüktürel hem de form olarak ağaç gövde ve dallanmalarını referans alan tasarımıyla ön plana çıkmaktadır. İnşaatı 2004'te bitirilen havalimanında, Almanya'nın Kara Orman bölgesinde (Schwarzwald) bulunan ağaçlardan ilham alınmıştır. Ana mekânın üstünü örten devasa çatıyı, dallanıp budaklanıyormuş gibi bir izlenim uyandıran çelik gövdeler ve dallar ayakta tutmaktadır (Rian ve Sassone, 2014), (Şekil 4.24).



Şekil 4.24. Stuttgart Havaalanı'nın iç mekânı (http://bit.do/Stuttgart-tree-column-airport, 2019)

Geleneksel hale gelen doksan dereceli ve düz yüzeyli formların aksine kavisli ve hiperbolik şekiller kullanarak ağaçların dallanıp budaklanmasını anımsatan organik biçimli fitomorfik tasarımlar ortaya koyan bir başka mimar Imre Makovecz'dir. Onun tasarımları arasında özellikle kolon, kiriş gibi taşıyıcı sistemler üzerinde ağaç gövdesine

benzeyen formlardan oluşan eserleri geniş yer tutar. Macar mimar Makovecz ağaçların gövdelerinin strüktürel işleyiş mantığını tasarımlarının taşıyıcı sistemlerinde kullanmakla birlikte onların formlarıyla da yapılarında doğal ve organik bir hava katmaya çalışmıştır. Özellikle dini yapılarda kullandığı doğal bitkisel şekillerle estetik açıdan çarpıcı ve bir o kadar doğal biçimlenişler elde etmiş ve mekân içinde yarattığı atmosferlerde ormanın içindeymiş gibi bir etki oluşturmuştur (Makovecz, 2005).

Makovecz'in Macaristan'da tasarladığı Pancho Stadyumu (Pancho Aréna) onun biyomimesis anlayışını etkili bir şekilde ortaya koyar. Seyircilerin bulunduğu kısmın üst örtüsünü taşıyan ahşap malzemeli kavisli kirişler doğal çevre ile uyum içinde görsel bir çekiciliğe sahiptir. Betonarme direklerden filizlenen kirişlerin taşıdığı ahşap kafes çatı, bir ağaçlık dizisinin gölgelik kısmı gibi tribünlerin üzerine yayılmıştır (Makovecz, 2005), (Şekil 4.25).



Şekil 4.25. 2014 yılında yapımı tamamlanan Pancho Stadyumu'nun içinden ve dışından görüntüsü (http://bit.do/pancho-arena-makovecz, 2019)

Makovecz'in bu yapısındaki temel konsepti, kendi iç mantığına ve temiz statik sistemine bağlı olarak istisnai bir yapı inşa etmek ve çağdaş stadyum mimarisinin rasyonel eğilimini daha karmaşık ve doğal formlar kullanarak yenilikçi bir bağlamda bütünleştirmektir. Bu sebeple Makovecz'in bu eseri geleneksel kırsal mimarinin modern fonksiyonlarla kombine olduğu bir karışımı oluşturur.

Pancho Stadyumu'ndaki benzer etkiler aynı mimar tarafından Macaristan'ın Mako kentinde tasarlanan otobüs terminali yapısında da görülür. Binayı taşıyan iki sıra boyunca dizilmiş destek elemanlar ağaçlık ormanı andırır. Ağaç görünümlü beton ve ahşap direklerin arasında yer alan ana mekân kullanıcılar üzerinde rüstik bir kulübede geziyormuş izlenimi uyandırır (Makovecz, 2005), (Şekil 4.26).



Şekil 4.26. Ağacı andıran kolonlarıyla Imre Makovecz'in tasarladığı Mako otobüs terminal binası (https://www.pbase.com/helenpb/makovecz, 2019)

Hindistan'ın başkenti Delhi'de bulunan Lotus Tapınağı, yapının bütününde bitki formunun analojik olarak kullanıldığı fitomorfik örneklerden biridir. Bu yapıda dinsel bir anlam yüklenen doğal ögenin yapının biçimlenişinde etkili olduğu görülür. Biyolojiden mimarlığa doğru bir yol izlenerek tasarlanan bu yapı Hint kültüründe kutsal olarak kabul edilen lotus çiçeğinin formuyla şekil kazanmıştır (Aykal ve Baran, 2017), (Şekil 4.27).



Şekil 4.27. Lotus Tapınağı ve yapının tasarımında ilham alınan lotus çiçeği (https://www.milliyetemlak.com/dergi/lotus-temple/, 2019)

Tapınağın tasarımına şeklini veren lotus çiçeği, Hint kültürü ve toplumunda görkem ve saflığı simgelemesi nedeniyle kutsal olarak kabul edilen bir çiçektir. Hindular çiçeğin sevgi, barış, saflık ve ölümsüzlüğün sembolü olduğuna inanırlar. Çiçeğe atfedilen bu dinsel ve tinsel nitelikler onun Hindu tarihinin önemli bir ikonu haline gelmesini ve hatta Hindistan'ın milli çiçeği olmasını sağlamıştır. Böylece lotus çiçeğinin formu tapınağın tasarımına ilham kaynağı olmuş ve makro ölçekli olarak yapının bütününe uygulanmıştır.

Bahai Tapınağı olarak da bilinen yapının en alt kısmında yer alan ve dışarı doğru uzanarak lotus çiçeğinin taç yapraklarını oluşturan 27 adet mermer yaprak, binaya ana şeklini kazandırır. Dış yapraklar, ana ibadet alanının üzerini örterek çatı görevi görür. Düzenli bir şekilde sıralanan kabukların dairesel bir form oluşturduğu bu yapı, yukarı doğru gelişim gösteren ve henüz açmak üzere olan lotus çiçeğinin yapraklarını çağrıştırmaktadır (Aykal ve Baran, 2017), (Şekil 4.28).



Şekil 4.28. Bahai (Lotus) Tapınağı'nın kuşbakışı görüntüsü ve yan cephesi (https://www.goibibo.com/destinations/delhi/places-to-visit-in-delhi/lotus-temple/,2019)

Mimari tasarımlarda formu oluşturan elemanların canlı varlıklara benzeyecek şekilde önceden tanımlanmış olan ilişkiler doğrultusunda organize edilmesi yalnızca estetik veya fonksiyonel açıdan değil sürdürülebilirlik bağlamında da tasarımların oluşturulmasına imkân tanıyacaktır. Bu konuya ilişkin verilebilecek en dikkat çekici örnek Çin'de, Calla Lily adı verilen bir çiçekten ilham alınarak tasarlanan Wuhan Enerji Çiçeği (Wuhan Energy Flower) adlı binadır (Şekil 4.29).



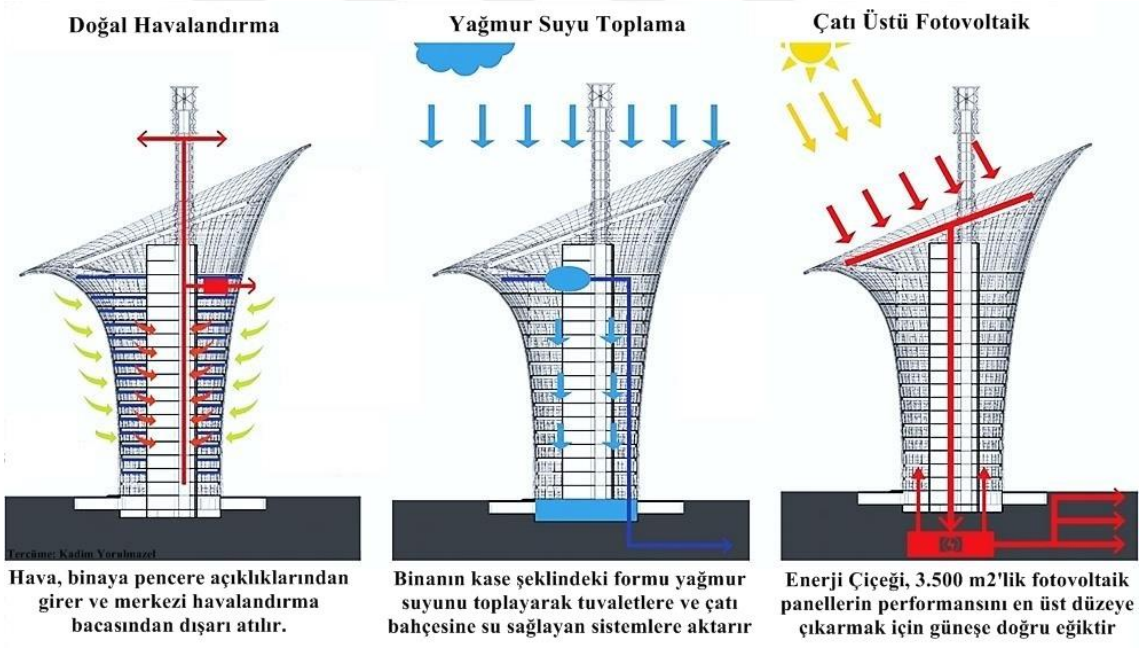
Şekil 4.29. Wuhan Enerji Çiçeği binası (http://bit.do/wuhan-energy-flower, 2020)

Wuhan Enerji Çiçeği binası dünyanın en sürdürülebilir binaları arasında yer almaktadır. Sıfır karbon emisyonu ve sıfır enerji tüketimi özelliğine sahip bina Çin'in sıcak yaz aylarında kendi kendini gölgeleyecek şekilde kavisli olarak tasarlanmıştır. Bu bina "Gala Çiçeği" olarak bilinen "Calla Lily Çiçeği" nin kavisli şeklinden esinlenilerek tasarlanmıştır (Şekil 4.30).



Şekil 4.30. Wuhan Enerji Çiçeği binasına ait üç boyutlu model ve Projeye ilham veren Calla Lily çiçeği (http://bit.do/Wuhan-Energy-Centre, 2020)

Wuhan Üniversitesi için ofis ve araştırma merkezi olarak tasarlanan yapı sadece estetik açıdan dikkat çekici değil, aynı zamanda son derece işlevsel bir özelliğe sahiptir. Çiçek şeklinde olan ve ofis olarak kullanılan kulenin etrafında yaprak şeklinde labaratuvarlar konumlandırılmıştır. Yaklaşık 140 metre yüksekliğinde olan yapının en üstüne güneşe doğru bakan paneller yerleştirilmiştir. Bu paneller tıpkı bir bitki gibi güneş ışınlarını emerek yapının enerji ihtiyacını karşılamaktadır. Panellerin etrafında yağmur suyunu toplayan oluklar yer almaktadır ve burada toplanan sular panellerin altındaki havuzda birikerek binanın su temininde kullanılmaktadır. Gala çiçeğinin tepeciğine benzer şekilde kulenin merkezinden dışarı doğru uzanan karakteristik pistil yapının enerjisini karşılamak amacıyla dikey rüzgâr türbini olarak görev yapar. Bu pistilin tam ortasında yer alan 120 metre uzunluğundaki solar baca alt katlardan soğuk havanın çekilip ısınan havanın dışarı atılmasına yardımcı olarak binanın doğal yoldan havalandırılmasını sağlamaktadır. Kâsenin kenarı yapının ısıtılması ve soğutulması amacıyla sunroof şeklindedir (Smith, 2015), (Şekil 4.31).



Şekil 4.31. Wuhan Enerji Çiçeği binasının doğal havalandırma, yağmur suyu toplama ve elektrik enerjisi elde etme sistemlerini gösteren şemalar (Soldan Sağa) (Smith, 2015)

Projenin mimarı olan Jos van Eldonk yapı hakkında şunları söyler: "Bu yenilikçi bina tasarımı için ilhamımızı doğadan aldık. Güneş, rüzgar ve suyun kolektif etkisi, çiçek şeklindeki binanın tasarımına entegre edilmiştir. Teknik beceri ve yaratıcı hayal gücü sürdürülebilir bir şekilde bu bina üzerinde bir araya getirilmiştir." (Smith, 2015).

Sürdürülebilir temeller üzerine inşa edilerek şekil kazanan doğa bu örnekte de görülebileceği üzere mimarlar tarafından yenilenebilir sistemli bina tasarımların inşasında da ilham alınabilecek potansiyel bir kaynaktır. Her ne kadar mimarlık disiplininde ölçek, işlev ve süreç doğadakinden farklı olsa da işlevsellik, optimizasyon ve maliyet gibi amaç ve sınırlamalar bakımından doğa ve mimarlık benzer özelliklere sahiptir. Bu açıdan doğa yalnızca estetik açıdan değil fonksiyonel, dayanıklı, verimli, sürdürülebilir ve ekonomik yapıların tasarlanması noktasında da mimarlar tarafından derinlemesine analiz edilerek değerlendirilmesi gerekmektedir.

4.2.2. Hayvansı (Zoomorfik) Biçimlenişler

Canlılar içinde yer aldıkları doğal ortamlara uyum sağlamak ve yaşamlarını sürdürmek için sahip oldukları organlar ve mekanizmalar aracılığıyla çeşitli davranış biçimleri ve kimyasal reaksiyonlar gerçekleştirirler. Hayvanlar doğaya ayak uydurarak adapte olma ve değişen doğal şartlara karşı barınaklarını şekillendirme kabiliyetine sahiptir. Onları birbirlerinden ayıran karakteristik vücutları da yaşadıkları ortama ve kendilerini tehdit eden dış tehlikelere karşı koruyacak niteliktedir.

Hayvanları bitkilerden ayıran en önemli özellik, önceki konularda temas edildiği gibi, hareket etme imkânına sahip olmasıdır. Bununla birlikte hayvalar çevresine kolayca adapte olabilme yetisine de sahiptir. Hayvanların sahip oldukları bu yetenek ve özellikler bir bir ortaya konularak tasarımlara aşılanırsa, bulundukları yerlerden taşınmasa bile, dinamik cepheli organik biçimlenişlerle ortamın kokusuna ve üzerine etkiyen ışığın rengine göre karakterini değiştirebilen çevreye duyarlı formlar tasarlamak imkân dâhilinde olabilecektir. Zoormorfik yaklaşımın ana hedefi de hayvanların biçimsel özelliklerinin onlara sunduğu ayrıcalıkları anlayarak mimarideki sorunlara karşı çözüm yolları geliştirmektir.

Hayvan vücutlarından esinlenilerek meydana getirilen yapılar küçük ve büyük ölçekli olarak karşımıza çıkabilir. Bunlardan büyük ölçekli olanları; yapıların formları, asma köprüler ve çatıların örtü sistemleri olabileceği gibi küçük ölçeli olanları da yenilikçi yapı malzemeleriyle sürdürülebilir sistemler olabilmektedir.

Zoomorfik biçimlenişli tasarımlarıyla ön plana çıkan ve doğayı tam anlamıyla eserleri için referans noktası olarak alan İspanyol mimar Santiago Calatrava biyomorfik üslubun etkisi altında kaldığını ifade ederek yapılarında hayvanların iskelet sistemlerini

oluşturan kemiklerden ilham almış ve tasarımlarını buna göre şekillendirmiştir. Calatrava'nın gerek eskiz çalışmalarına gerekse de hayata geçirilen tasarımlarına bakıldığında onun, hayvanların şekil ve iskeletlerinden ilham aldığı ve tasarımlarında sıkça bu benzeşimlerden yararlandığı görülmektedir. Hayvan bedenlerini ayakta tutan kemik sistemlerini üçüncü boyuta aktaran ve hacim oluşturacak şekilde tasarımlarına uygulayan Calatrava'nın yapıları tam anlamıyla hayvana benzemese de biçisel ve işlevsel açıdan onları çağrıştıran etkiler oluşturmaktadır (Jodidio, 1998). Calatrava'nın bu tasarım yaklaşımını New York'un Manhattan bölgesinde bulunan World Trade Center (Dünya Ticaret Merkezi) İstasyon Binası'nda görmek mümkündür (Şekil 4.32).



Şekil 4.32. Calatrava tarafından tasarlanan balık iskeleti şeklindeki strüktürüyle zoomorfik bir biçimlenişe sahip olan World Trade Center (WTC) İstasyon Binası (http://bit.do/calatrava-oculus, 2019)

"Oculus" olarak bilinen bina yerin altında yer alan alışveriş merkezine ve raylı sistem ağlarına bağlantı sağlayan yaya güzergâhlarına doğal ışığın girebilmesi için iç içe geçmiş balık iskeleti şeklindeki strüktürlerle inşa edilmiştir (Tzonis, 2007), (Şekil 4.33).



Şekil 4.33. WTC İstasyon Binası'nın iç mekânı (http://bit.do/calatrava-oculus, 2019)

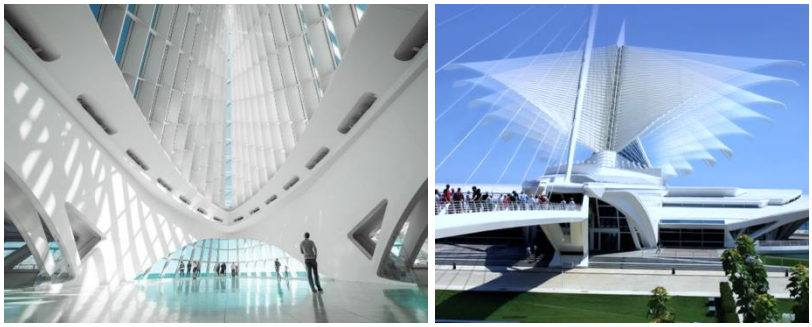
Yapının mimarı Calatrava tarafından “Bir çocuğun elinden serbest bırakılan kuş” olarak nitelendirilen istasyon binasının formu görenlerde uçmak üzere olan bir kuşu anımsatmakta ve gökyüzüne doğru sivrilerek uzanan iç içe geçmiş beyaz renkli eğrisel kaburgalarıyla gözler önünde iskeleti canlandırmaktadır. İlk başta kinetik olarak tasarlanması planlanan kanatlar, maliyetin artması endişesiyle iptal edilmiştir. Hem fonksiyonel hem de estetik olarak master planın oldukça önemli bir elemanı olan bu yapı günde 80 milyonu aşkın kullanıcı için zoomorfik açıdan sembolik bir anlam ifade etmektedir (Tzonis, 2007).

Calatrava’nın Oculus İstayonu tasarımında görülen özelliklerin benzerlerini ABD’nin Wisconsin eyaletinde yer alan Milwaukee Sanat Müzesi yapısında da görmek mümkündür (Şekil 4.34).



Şekil 4.34. Kanatların açmış bir kuşu anımsatan Milwaukee Sanat Müzesi’nin dışından bir görüntü (https://en.wikipedia.org/wiki/Milwaukee_Art_Museum, 2019)

Milwaukee şehrinde bulunan ve Michigan Gölü’nün kıyısında tasarlanan bu yapı, gökyüzüne doğru yükselen kuşların kanatlarından ve gölde yüzen teknelerin yelkenlerinden ilham alınarak tasarlanmıştır. Müzenin resepsiyon bölümünün üzerini örten ve kuş kanadı şeklinde olan hareketli çelik panjurlar gündüz vaktinde salonu güneşten gölgelemek için açılırken gece tıpkı uykudayken kanatlarını katlayan bir kuş gibi kapanır (Şekil 4.35).



Şekil 4.35. Milwaukee Sanat Müzesi'nin iç kısmı ve kanatların hareketli yapısı (https://www.trover.com/d/223bS, 2019) (http://bit.do/milwaukee-art-museum, 2019)

Oculus İstasyonu'nda yapılması planlanan fakat maliyetten dolayı uygulanamayan kinetik kanatların, bu tasarımda gerçekleştirilmiş olduğu görülmektedir. Calatrava göl kıyısında tasarlamış olduğu bu yapı hakkında göl manzarası için bir şeyler eklemek istediğini ve bu nedenle; kuşlar, tekneler, göl manzarası gibi unsurlar aracılığıyla gölün kültürüne belli bir hassasiyetle bağlı kalarak buraya bina aşılamak için çalıştığını belirtmektedir (Calatrava, 1993).

Bir mühendisin mesleki faaliyetinin, doğayı bütün gerçekliğiyle betimleyen çözümsel örnekler geliştirmesinde saklı olduğunu savunan Calatrava'nın bunlardan başka daha birçok eserinde hayvan iskeletlerini çağrıştıran strüktürle karşılaşmak mümkündür. İsviçre'de yer alan Lucerne Tren İstasyonu'nun giriş saçağında görülen köpek iskeleti benzeşimi, İspanya'da tasarlanan Sanat ve Bilim Şehri kompleksinde yer alan Principe Felipe Bilim Müzesi'nin strüktürel sistemindeki balina iskeleti benzeşimi örnek olarak verilebilir.

Calatrava'nın eserlerinin zoomorfik açıdan ön plana çıkmasını sağlayan nedenler arasında yapılarının dış form ve strüktürel olarak hayvanı anımsatmasının yanında; mekânın kalitesi, atmosferi ve iç ortamda meydana getirilen aura dolayısı ile yapı kullanıcılarında hayvan bedeninin içindeymiş hissini uyandırmasının etkili olduğu söylenebilir.

Doğada görülen sürekliliği ve eğriselliği yapılarında sıklıkla kullanan, salt geometrik biçimlerden kaçınarak yenilikçi çözümler üreten İngiliz mimar Norman Foster'ın çeşitli eserlerinde de zoomorfik biçimli tasarımlarla karşılaşmak mümkündür. Foster'ın İskoçya'nın Glasgow şehrinde tasarladığı SEC Armadillo (Clyde Oditoryum)

binası zoomorfik biçimlenmenin etkili bir şekilde kullanıldığı bu tür yapılardan biridir (Şekil 4.36).



Şekil 4.36. SEC Armadillo opera binasının perspektifi(http://bit.do/sec-armadillo, 2019)

1997 - 2000 yılları arasında yapımı tamamlanan oditoryum yapısının dış görünüşü, Armadillo adı verilen doğal zırhla kuşatılmış bir hayvanı andırır. Armadillo'nun sahip olduğu sağlam kabuğu, strüktürel arayış içinde olan Foster'e ilham vermiştir (Şekil 4.37).



Şekil 4.37. SEC Armadillo binası ve tasarımında esinlenilen armadillo adlı canlı türü (https://ilbioeconomista.com/2016/08/12/brexit-no-thanks-efib-2016-goes-to-scotland/, 2019)

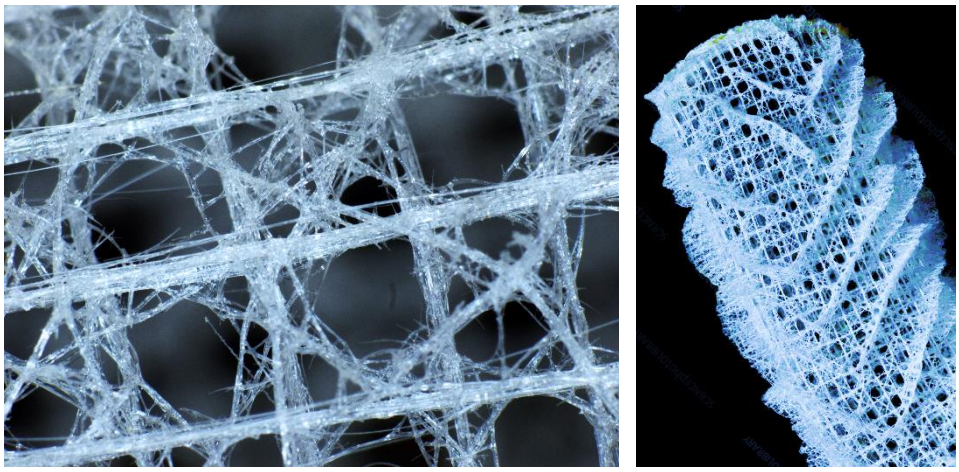
Böcek yiyerek beslenen ve bu nedenle besin bulmak için toprağı kazmak zorunda olan bu canlının vücudu hareket kabiliyetini kısıtlamayan ve dışarıdan gelebilecek tehlikelere karşı güvenliğini sağlayan dayanıklı bir zırhla kaplıdır. Foster, armadillonun kabuğunun bu özelliğini ve şeklini çelik kirişlerle kaburgalar aracılığıyla oditoryum yapısının strüktüründe kullanmış ve binanın formuna şeklini kazandırmıştır (Türkçü,2009).

Norman Foster'ın zoomorfik olarak nitelendirilebilecek bir başka önemli eseri ise Londra'da tasarladığı ve kentin önemli bir sembolü haline gelen "30 St Mary Axe" binasıdır. Bu yapı kavisli şeklinden dolayı halk arasında The Gherkin (Kornişon) olarak adlandırılır. Ofis yapısı olarak kullanılan The Gherkin binasının tasarımında suda yaşayan omurgasız bir hayvan olan "venüsün çiçek sepeti" adlı cam süngerinden esinlenilmiştir (Freiberger, 2007), (Şekil 4.38).



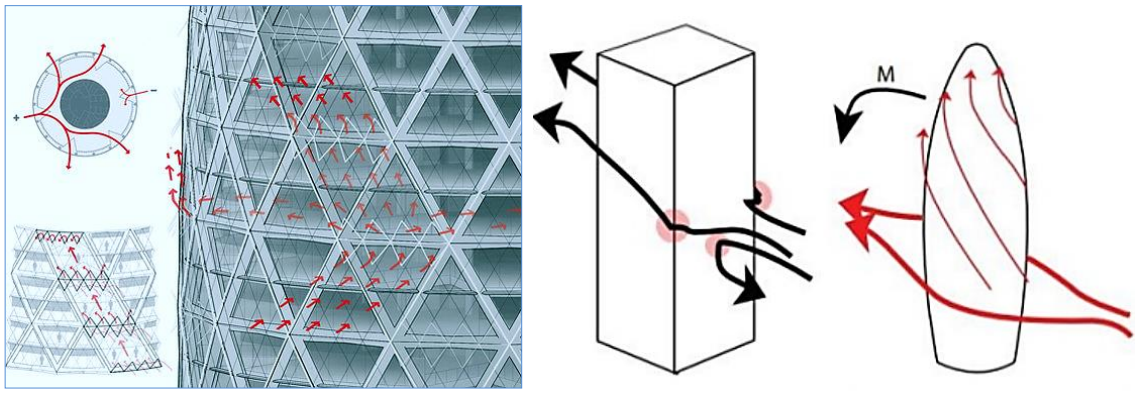
Şekil 4.38. The Gherkin binası ve tasarımın kaynağı omurgasız deniz hayvanı (http://cdn.lightgalleries.net/4ce15e0cbb307/images/Corp25-1.jpg, 2019)

Denizin derinliklerinde yaşayan bu özel sünger, camsı ve parlak görünen kafes benzeri bir dış iskelete sahiptir. Bu canlının yüzeyini saran spiral şeklindeki lifli kafes örgü, denizin güçlü su akıntılarına karşı koyarak organizmanın üzerindeki gerilmelerin çeşitli yönlere yayılmasını sağlar. Aynı zamanda canlının tutunduğu yerden kopmadan yaşamını sürdürmesine yardımcı olur. Cam süngerinin etrafını saran kafes iskeletin temel yapısı "spikül" adı verilen iğne benzeri cam çubuklardan oluşur. Bu cam parçacıkları küçük boyutlarına rağmen oldukça esnek ve dayanıklıdır. Kompleks bir yapıya sahip olan bu çubuklar, kafesi oluşturan strüktürler üzerinde kiriş vazifesi görür. Kirişlerin her katmanı ise cam ve yapışkandan oluşmaktadır. Kiriş katmanlarını birbirine tutturan yapıştırıcı iskeletin oldukça dayanıklı olmasını sağlamaktadır (Minsolmaz Yeler ve Yeler, 2017), (Şekil 4.39).



Şekil 4.39. Venüsün çiçek sepeti süngerinin cam kristal parçacıklarından oluşan lifli yüzeyi (Sol) ve bu liflerin diyagonal bir şekilde dizilimiyle oluşan kiriş örgüsü (Sağ) (http://bit.do/sciencephoto-glasssponge, 2019)

Okyanusun derinliklerinde oldukça dayanıklı bir cam kule inşa eden bu canlı, The Gherkin binasının kimliğinin kazanmasında esin kaynağı olmuştur. Norman Foster, cam süngerinin suda yaptıklarını havada yapmak üzere rüzgârlar tarafından oluşan yatay direnci azaltmak amacıyla binaya yuvarlak bir biçim vermiştir. Binanın bu kavisli yapısı, cam süngerinin etrafından suyun kayarak akıp gitmesi gibi, havanın yanlardan yumuşak bir şekilde akıp gitmesini sağlar. Rüzgâra karşı en düşük direnci sağlayan bu yapı aerodinamik bir form oluşturmaktadır (Freiberger, 2007), (Şekil 4.40).



Şekil 4.40. The Gherkien binasının üzerine etkiyen rüzgâr yük diyagramı (http://bit.do/gherkien-s-resistance-to-wind-thanks-to-its-form, 2019)

Cam süngerinin iskeletini oluşturan lifli kafes örgüde olduğu gibi, binanın cam kaplamalarının arası diagrid bir yapı oluşturacak şekilde çelik spiral çerçevelerle örülmüştür. Bu örgü doğal havalandırma sistemini harekete geçiren dış basınç farklarını oluşturmakta ve aynı zamanda yüksek miktarda doğal ışık penetrasyonunun oluşmasına izin vermektedir. Yerden yükseldikçe hafifçe dışa doğru genişleyen The Gherkin

binasının şekli, yapısal elemanların her kat için farklı açılardan bağlanmasını zorunlu kılarken binanın tabanında daha fazla kamusal alanın oluşmasını sağlamıştır (Freiberger, 2007).

Norman Foster'ın SEC Armadillo yapısında olduğu gibi bu yapısının da daha iyi bir mekân kalitesine ulaşmak amacıyla incelikle tasarlanmış bir strüktür ile ön plana çıktığı görülür. Malzeme ve teknolojik olanakları kullanmadaki başarısı, yapı detaylarına olan ilgisi onun bu strüktürel zenginliğini oluşturan faktörlerdir.

Zoomorfik yaklaşım tarzının ülkemizde uygulamasına ise Türk heykeltıraş Mehmet Aksoy'un scarabe böceğinden esinlenerek İstanbul'un Beykoz ilçesinde tasarladığı böcek evi örnek olarak gösterilebilir (Şekil 4.41).



Şekil 4.41. Mehmet Aksoy'un scarabe böceğinden esinlenerek tasarladığı böcek evi (https://i.pinimg.com/originals/f5/10/e7/f510e7f780afb3c989833b205afa0f22.jpg, 2019)

Çalışma atölyesi ve ev olarak tasarladığı bu yapısında Mısırlıların kutsal kabul ettiği scarabe böceğini yorumlayan Aksoy, yapıyı adeta bir heykel gibi değerlendirmiş ve tasarıma form bazında şekil vermiştir. Kolonsuz inşa ettiği binayı beton kemerlerle destekleyerek etrafını forma uygun cam panel ve sac levhalarla kaplamıştır (Şekil 4.42).



Şekil 4.42. Böcek evinin kuşbakışı görüntüsü ve tasarımın ilham kaynağı scarabe böceği (http://bit.do/mehmetaksoy-muze-evi-bocek-evde-acik-kapi-gunleri, 2019)

Birbiriyle ilintili olan yapısal elemanları alışılmışın dışındaki eğrisel formlarla yapıyla bütünleştirerek yapının hemen her yerinde böcekten izlerin görülebileceği mekânlar oluşturan Aksoy, tasarlamış olduğu bu ev ile ilgili olarak; "Böcek evin içinde oturuyor, böceğin gözlerinden dünyayı seyrediyorum. Karnında yemek yiyerek kuyruğunun gölgesinde de çalışıyorum." demiştir (Göktaş, 2001).

Bu örneklerde de görülebileceği üzere mimari tasarımlarda hayvanların formlarından, davranışlarından ve anatomik yapılarından sıklıkla yararlanıldığı görülmektedir. Özellikle hayvan iskeletlerinin, binaların strüktürlerinde kullanımları ve etkileri oldukça büyüktür. Görsel olarak hayvan iskeletlerini anımsatmalarının yanında fonksiyonel olarak da benzer işlevlere sahip olan bu strüktürler tıpkı doğada olduğu gibi estetik bir değere sahiptir. Zoomorfik biçimli yapı elemanlarının bir araya gelişleri ve görevleri arasında doğada olduğu gibi etkileyici bir uyum görülür.

4.2.3. İnsansı (Antropomorfik) Biçimlenişler

Antropomorfi yani insan biçimcilik; Yunancada "insan" anlamına gelen "antropos" ve "biçim" anlamına gelen "morphe" kelimelerinden türetilmiştir. Bu ifade, insana dair biçim ve özelliklerin herhangi bir varlık üzerinde uygulanmasını ifade etmektedir. Mimaride ise insana ait olan karakteristik özellik ve niteliklerin tasarımlara aktarılması şeklinde tanımlanmaktadır. Antropomorfik yaklaşımların yapılara yansımaları aşağıdaki şekillerde olmaktadır (Cevizci, 2010);

- Cephe ve süslemeler üzerinde insan motiflerinin kullanımı,
- Bina elemanlarında veya bütününde insan ölçülerinin orantısal olarak kullanımı,
- Yapıların strüktürlerinde insanın iç organ ve iskelet sistemlerinin referans alınması ve
- Mekân organizasyonu ve plan çözümlemelerinde insanın dolaşım sistemlerinden ilham alınması.

Antropomorfik biçimli yapıların tarih öncesi devirlere kadar ulaştığı bilinmektedir. Yerleşik hayata geçişin başlandığı neolitik çağda insan biçimlerinin simgesel olarak tasarımlara aktarıldığı görülmektedir.

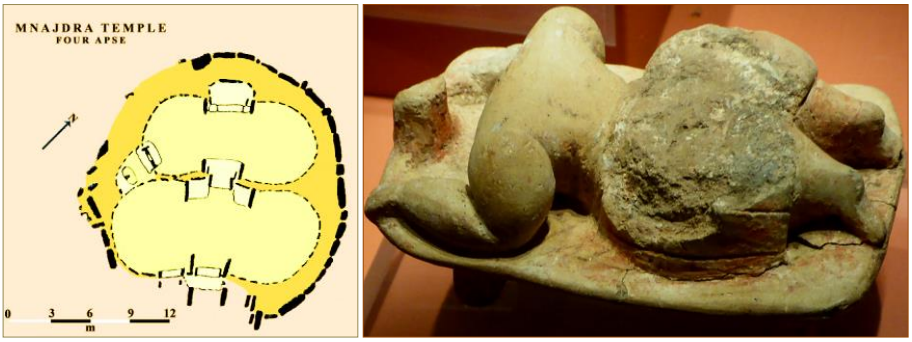
Erken neolitik dönemde yapılaşma biçimini etkileyen temel unsur dini inanışlardır. Bu çağda insanlar, bereket ve bolluk veren güç olarak kabul etikleri bereket tanrıçasına inanmaktaydı. Bu inanışları doğrultusunda tanrıçaya şükür olarak ona dua etmek için tapınaklar inşa etmişler ve tapınağı, şişman bir kadın olarak tasavvur ettikleri bereket ve doğurganlık tanrıçasının formuyla şekillendirmişlerdir (Yeler, Minsolmaz Yeler & Çağlarer, 2016).

Bu dönemde kadın imgesinin; yuvarlak, konkav ve içine alıcı olarak kabul edildiği görülür. Bu nedenle ev ve tapınakların şekilleri dairesel planlı ve yuvarlak kubbelidir. Bu çağda yaşayan insanların inanışları doğrultusunda inşa ettikleri yapıları Malta'nın Gozo adasında yer alan Mnajdra tapınağında görmek mümkündür (Zammit, 1997), (Şekil 4.43).



Şekil 4.43. M.Ö. 4 bin yılında inşa edildiği düşünülen Mnajdra tapınağı (https://allthatsinteresting.com/worlds-oldest-structures, 2019)

Mnajdra tapınağının planı ile Saflieni adı verilen şişman kadın formunun ana hatları arasında çarpıcı bir benzerliğin olduğu görülmektedir. Nasıl ki Hristiyan dini inancında kiliselerin planları haçvari formda inşa ediliyorsa bu inanışta da tapınakların, bereket ve doğurganlık tanrıçasını sembolize eden şişman kadının formuyla şekil aldığı görülür. İki bölümden oluşan tapınağın ilk bölümünde, şişman kadının alt kısmını çağrıştıran iki apsis yer alır. Bir koridorla geçişin sağlandığı ikinci bölümde ise şişman kadının kollarını ve başını çağrıştıran trefoil şeklinde konumlanmış üç apsisin bulunduğu görülmektedir. Bu tasarım o dönemde yaşayan Maltalıların büyük manevi inancını yansıtmaktadır (Stroud, 2010), (Şekil 4.44).



Şekil 4.44. Mnajdra tapınağının plan şeması ve Saflieni adı verilen şişman kadın heykeli (http://enacademic.com/dic.nsf/enwiki/2981659, 2019)

Yine aynı bölgede bereket ve doğurganlık tanrıçasının vücuduyla planları arasında açık bir benzerliğin görüldüğü diğer megalitik yapılar ise; Ggantija, Tarxien ve Hagar Qim tapınaklarıdır.

Neolitik dönemin önemli yapılaşmalarından biri olan Çatalhöyük'te de kadın bedeninin sembolik bir tutumla değerlendirildiği görülmektedir. Bir duvar üzerine çizilen peçeli tanrıça resminde tanrıçanın karnına daire şekli çizilerek bu dairenin ortasına bir nokta konulmuştur. Bu şekil, onun karnının güneşin evi olduğu temsil ederken güneşin bedeninden doğduğunu ifade etmektedir. Bu imgesel yaklaşım daha birçok uygarlıkta benzer anlamlar taşıyacak şekilde değerlendirilmiştir (Minsolmaz Yeler, 2012).

Tarih çağlarına geçildiğinde ise insana ait biçim ve strüktürlerin mimari oluşumlarda kullanılmasının Antik Yunan döneminden itibaren başladığı, Mısır ve Roma uygarlıklarıyla devam ettiği görülmektedir. İnsanı evrenin merkezine koyan düşünce anlayışı Eski Yunan döneminde büyük bir kesim tarafından benimsenmiştir. Sofistlerin kurucusu Protagoras, insanın evrende yer alan bütün varlıkların ölçüsü olduğunu ifade eder. Onun bu ifadesi insanın izafiyetini ortaya koyarken aynı zamanda insan bedeninin, yapısal ve işlevsel açıdan büyük evrenin küçük ölçekli bir kuruluşu olduğunu yansıtmaktadır. İnsanın, bütünü oluşturan küçük evren olarak anlaşıldığı bu kozmoloji doğrultusunda, gerek sanat alanında gerekse de düşüncede insan bedeni değerlendirilmesi gereken önemli bir ilham kaynağı olup insan organizmasının mimaride de taklit edilmeye müsait olabileceği belirtilebilir (Gür, 2007)

Antik Yunan mimarisinde insan biçimlerinin özellikle de kadın vücudunun yapılarda sıklıkla kullanıldığı görülmektedir. Daha çok yapı elamanlarında, bezeme ve süslemelerde kullanılan bu motiflerin insan oranlarıyla birebir benzeşim gösterdiği görülür. Pek çok kültürde görüldüğü gibi kadın vücudunun ve ifade ettiği imin eski Yunan döneminde de şekilsel olarak kullanılmanın ötesinde sembolik anlamlar içerdiği bilinmektedir. Bu dönemde kadın bedenine atfedilen eğrisel ve dairesel hatlara; bolluğu, doğayı, evreni sembolize etme gibi anlamların yüklenmiş olduğu görülür. Bu imlerin mimariye yansımaları da zarif, yumuşak ve estetik formlar şeklinde olmaktadır.

Yunan mimarlığında genellikle kolon başlıklarının bezemelerinde karşılaşılan antropomorfik şekillerin daha çok dekoratif amaçlı kullanıldığı görülür. İyon, dor ve korint sütun başlıklarının hepsi de erkek ve kadın vücuduna yöneltilen biçimlenişleriyle ön plana çıkmaktadır. Vitruvius; İyonik başlığın kadınsı oran ve kıvrımları içerdiğinden, Dorik başlığın sade ve düz erkek bedenini temsil ettiğinden, Korint başlığın ise süslü bir genç kızın zarafetini yansıttığından söz etmektedir (Atalay, 2010).

Atina Akropolis'te yer alan Erechtheum Tapınağı'nın sundurmasında karyatid adı verilen kadın biçimli taşıyıcı kolonların kullanıldığı görülür (Şekil 4.45). Ayrıca Atinalıların kent planını oluştururken de beden fizyolojisinden yararlandığı bilinmektedir.



Şekil 4.45. Erechtheum Tapınağı'ndaki karyatidler (http://bit.do/caryatid-column, 2019)

Antik Yunan'da olduğu gibi Mısır medeniyetinde de insan bedeni doğal biçimlenişler olarak değerlendirilerek geometriye dönüştürülmüş ardından üçgensel, dairesel ve dikdörgen biçimli şekillerle dini yapılar inşa edilmiştir. Eski Mısır medeniyetinin ilk mimarlık ürünlerinde kullanılan dairesel şekillerin güneş tanrısının vücuduyla ve gözüyle özdeş tutulduğu bilinmektedir. Bu sembolik formlarla tanrının hayat verrme ve ışık tutma özellikleri vurgulanmak istenilmiştir.

Eski Yunan ve Mısır medeniyetlerinde görüldüğü gibi Roma döneminde de mimari biçimlenişler üzerinde antropomorfik biçimlenişlerin sıklıkla kullanıldığı ve özellikle de oransal bir yaklaşımın hâkim olduğu görülmektedir. Roma döneminin en etkili isimlerinden biri mimarlıkla doğa arasındaki ilişkiyi sorgulayarak kurduğu teorilerle dikkatleri üzerine çeken Marcus Vitruvius Pollio'dur. Vitruvius,"Mimarlık Üzerine On Kitap" adlı eserinde insan bedeni ve mimarlık arasındaki ilişkiden bahseder.

Vitruvius'un niceliksel mantık ve geometrik kurallar çerçevesinde tarif ettiği insan bedeni, geçmişten bu yana tasarımlara yön veren mimari bir ölçüt olarak ele alınmıştır. Simetriyi, binalarda aranması gereken olmazsa olmaz bir özellik, orantıyı da tasarımı oluşturan bütün elemanlar arasındaki uyumlu birliktelik olarak nitelendiren mimar; bu iki kriter olmadan bina tasarımlarına yön verilemeyeceğini, tıpkı insan bedeninde olduğu gibi elemanların kesin kurallar dâhilinde tanımlanmasının zorunlu olduğunu ifade etmiştir. İnsanın göbeğiyle temsil edilen merkez ise ortaya konacak olan simetrik ve orantılı biçimlenişin çıkış noktası olarak ele alınmıştır(Baştabak, 2008).

Bedenle bina arasında tutarlı ve istikrarlı (yani sistematik) bir ilişki olduğunu savunan Vitruvius'a göre doğanın küçük bir modeli olan insan bedeni, mimarlık için işlevselliğe, sağlamlığa ve estetiğe ulaşmak için alınması gereken bir örnektir (Vitruvius Pollio, 2017).

Rönesans'ın yaşandığı yıllarda da insan bedeni doğayla ilişkilendirilerek onun bir unsuru olarak kabul edilmiş insanın vücut yapısı ve oranlarıyla tasarlanacak mimari biçimlenişlerin doğayla uyumlu olacağı inancı hüküm sürmüştür. Vitruviusla aynı görüşleri paylaşan bu dönemin sanatçıları, onun yazılarını tekrardan ele alarak yorumlamış ve insanı temel ölçüt olarak kabul ederek antroposentrik bir yaklaşım benimsemiştir. Bu doğrultuda tasarım kural ve ilkelerini yeni baştan yapılandırmışlardır (Yeşilkaya, 1997).

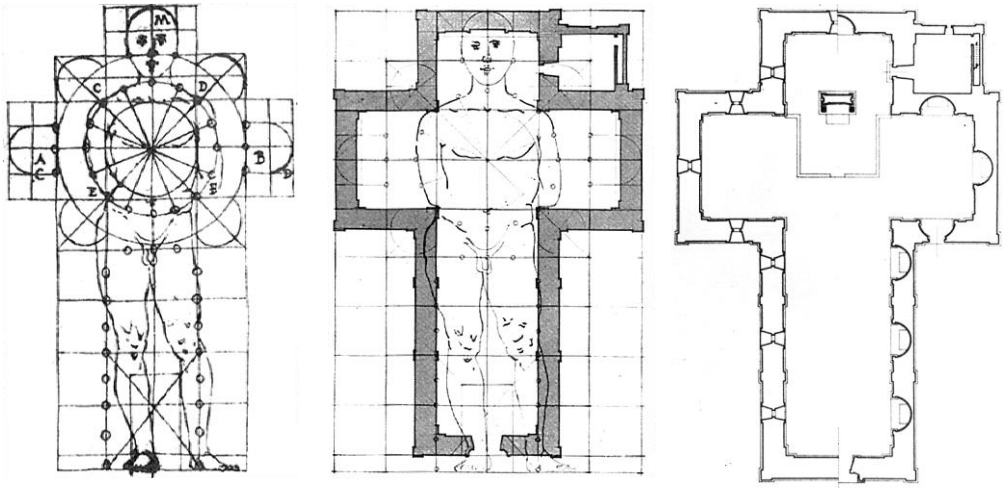
Rönesans dönemi sanatçılarından Leonardo da Vinci'nin Vitruvius Adamı (Homo-Quadratus) eskizi, daha sonraki dönemlerde tasarımların, bilinçli bir şekilde insan oranlarıyla şekillenmesinin önünü açmıştır. İnsan bedeninin sanatsal ve estetik değerlerini araştıran Leonardo, Vitruvius'la birlikte insanın vücudu üzerinde altın oranın varlığını araştırarak doğadaki kusursuzluğun altın oranla ilişkisini ve bu ilişkinin insan bedenindeki yansımasını sorgulamaya başlamışlardır. İnsan vücudunun evrenin

isleyişinin bir analojisi olduğunu düşünen Leonardo'nun bu eskizi, insanı ve doğayı birbiri ile ilişkilendirme-bütünleştirme çalışmaları için de bir dönüm noktası olmuştur (Beyaztaş, 2012), (Bkz. Sayfa 80, 81).

İtalyan mimar Antonio di Pietro Averlino ise yazılarında, geçmişten içinde yaşanılan döneme kadar insan vücuduna atıfta bulunulduğunda kastedilen şeyin erkek bedeni olduğunu belirtir. Averlino binaların tıpkı nefes alan birere insan olduğunu vurgulayarak var olmak ve hayatını sürdürebilmek için yapıların; erkek vücut şekliyle ve vücuttaki her bir uzvun birbiriyle oransal ilişkileri paralelinde tasarlanması gerektiğini ifade eder (Baştabak, 2008).

İnsanın her şeyin ölçüsü olduğunu savunan Rönesans dönemi mimarlarından Francesco di Giorgio Martini, insan bedeni üzerinden yaptığı eskiz çalışmalarıyla binalar arasında ilişki kurarak tasarımlarını bu yönde şekillendirmiştir. İnsan odaklı felsefenin kozmik bir düzeni yansıtacağına inanan Francesco, çizmiş olduğu eskizlerde insandan mimariye ve mimariden de doğaya ulaşmayı hedeflemiştir. Francesco'nun düşünceleriyle mimari pratiği arasındaki ilişkiyi anlama noktasında teorik yazılarını ve eskiz çalışmalarını incelemek yararlı olacaktır (Millon, 1958).

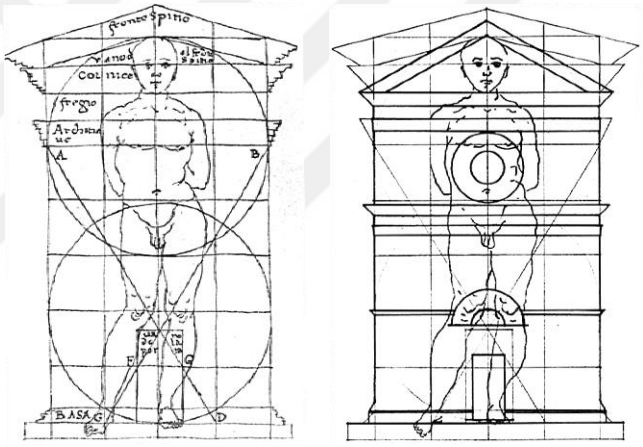
Francesco, modüller ve oranlar elde etmek için çeşitli yöntemler önermiştir. Ancak bunlardan en ilginç olanı, insan vücudunun oranlarının bir tapınağın planının belirlenmesinde kullanılmış olan antropomorfik olarak türetilmiş modüler ızgaradır (Şekil 4.46).



Şekil 4.46. Francesco'nun insan bedeninden elde ettiği oranlarla kilise planı oluşturduğu eskiz çalışması (Millon, 1958)

Solda yer alan eskizde büyük daire ile kesişen küçük daireler ve kafa, modül olarak kullanıldığında oluşan yapı bir ızgara üzerine bindirilir. Bu ızgarada baş veya yüz temel birim olup haçvari olarak 4 birime ayrılan yapı, binayı oluşturan ana bölümlerin yerini gösterir. Bu eskiz, kilisenin merkezinin ve uzunlamasına kısımlarının organik olarak nasıl birleştirileceğini göstermektedir. Francesco, Vitruvius adamından esinlenerek insan bedeniyle elde ettiği oranları bu eskizinde net bir şekilde ortaya koyar (Örneğin; bir kapının yüksekliğinin genişliğine oranının 2:1 olduğunu söyler), (Millon, 1958).

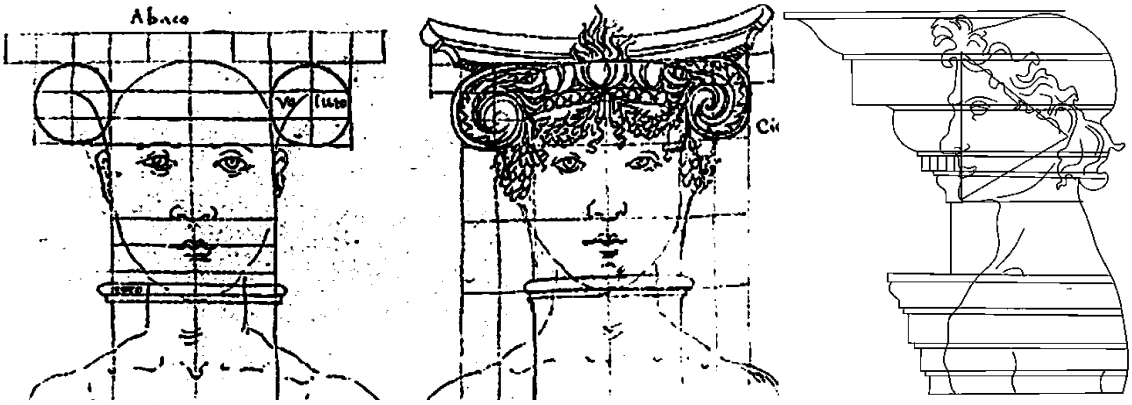
Francesco, insan bedenine ait oranların kullanılarak cephe tasarımının da yapılabileceğini belirtir. Bu tasarımda antropomorfik oranlarla; cephenin genişlik, yükseklik ve kademeleri, kapı ve pencerelerin konumları, arşitrav, friz ve kornişlerin yerleri saptanabilmektedir (Şekil 4.47).



Şekil 4.47. Francesco'nun antropomorfik konsepte göre belirlediği cephe öğelerini gösteren eskiz çalışması (Millon, 1958)

Cephe elde etmeyi sağlayan bu eskizde baş, ölçü birimi olarak kabul edilerek taban 4, yükseklik ise 7 eş parçaya bölünmüş ve oluşan dikdörtgenin taban ve tavanına teğet olacak şekilde 2 çember çizilmiştir. Belli bir mantığa göre çizilen köşegenlerin kesiştikleri yerde kapı konumlandırılırken köşegenlerin uç kısmına ise arşitrav ve friz yerleştirilmiştir. Uzunlamasına planlanan bir kilisenin cephe ölçülerini veren bu eskiz şematik olmasına rağmen, bir cephede bulunması gereken temel eleman ve özelliklerin tamamını içermektedir. Bu eskiz mahyalı bir bina için çizilmiş olsa da kubbeli yapıların cephe tasarımlarında da kullanılabilir (Millon, 1958).

Antropomorfik yaklaşım biçimi sadece plan ve cepheyi belirlerken değil, yapı elamanlarının tasarımında da kullanılabilir. Özelikle sütun başlıklarında bu duruma sıklıkla rastlanmaktadır (Şekil 4.48).



Şekil 4.48. Fracesco'nun insan vücudunu referans alarak çizdiği dor, iyon ve korint sütun başlığı eskizleri (http://www.gutenberg-e.org/kirkbride/detail/final_profiles.html, 2019)

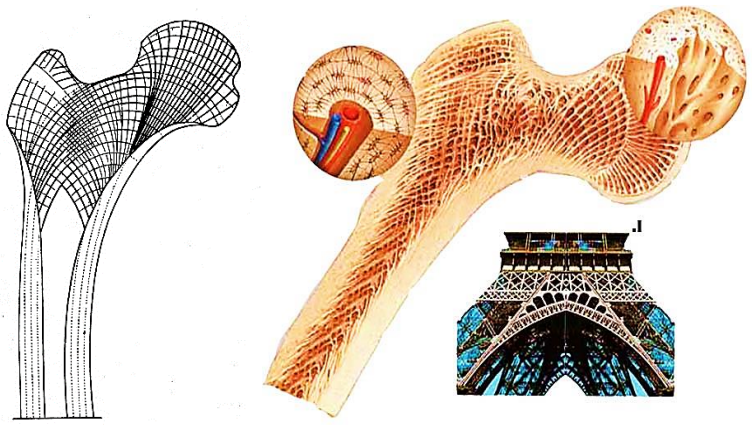
Rönesans mimarlığında düzen, en önemli unsurdur. İnsan biçimlerinin oranlarına (antropomorfik temele) dayanan Rönesans mimarlığının düzen arayışının özünde doğa vardır. Vitruvius'dan, Francesco'ya ondan Averlino ve Leonardo'ya kadar bütün Rönesans teorisyenlerince araştırılarak sorgulanan insan bedeni ve doğa arasındaki ilişkide asıl gaye evrenin kusursuzluğunu ve düzenini mimarlığa aktarmaktır.

Evrenin yani makrokozmozun bütün oranlarının insan bedeninde olduğunu savunan dönemin teorisyen, filozof ve mimarlarınca insan bedeni, tasarımlarda başvurulan birincil kaynak olmuştur. Mimarlık ve insan bedeni arasında kurulan bu analojik ve oransal ilişki, doğal yasaların mimarlığa geçişini sağlayarak 18. yüzyıla kadar devam etmiştir. 18. yüzyıldan 19. yüzyılın yarısına kadar olan süreçte insanın vücudu üzerinden yapılan araştırmalar sanayi devrimiyle birlikte oldukça ileri noktalara gelmiştir. Bu dönemde inşa edilen önemli yapılardan biri olan Eiffel Kulesi strüktürel olarak antropomorfik temele dayanmasıyla bilinen en dikkat çekici örnektir (Şekil 4.49).



Şekil 4.49. 1889'da yapımı tamamlanan Eiffel Kulesi (http://bit.do/external-view-of-the-famous-eiffel-tower-in-paris, 2019)

Dönemin şartlarına göre mühendisliğin sınırlarını zorlayan Eiffel Kulesi'nin yapımına sebebiyet veren durum İsviçre'de Alman anatomist ve fizyolojist Georg Hermann Von Meyer'in insana ait bir uyluk kemiği üzerinde yaptığı anatomik incelemelere ilişkin amprik bir gözleme dayanmaktadır. 19. yüzyılın ortalarında yaptığı bu incelemede Meyer, uyluk kemik dokusunun kalça kemiğine bağlandığı hokka çukurundaki bölgesinin kıvrımlı bir yapıda olduğunu ve bu kıvrımlı parçanın da düzenli kemerler halinde sıralanan trabeküllerden oluştuğunu tespit etmiştir. Meyer, salt bir yapıya sahip olmayan kemik dokusunun kafes benzeri trabeküller sayesinde üzerine etkiyebilecek bir ton yüke bile mukavemet edebilecek güce sahip olduğunu ve bu yapının yörüngesel adaptasyon kabiliyetini kolaylıkla sağlayabildiğini keşfetmiştir (Skedros & Brand, 2011), (Şekil 4.50).



Şekil 4.50. Uyluk kemiğinin strüktürel yapısı ve kemikle Eiffel Kulesi arasındaki strüktürel ilişki (http://www.empiricalzeal.com/2015/03/09/eiffel-tower/, 2019)

1860 yılında Von Meyer, Alman inşaat mühendisi ve matematikçi Karl Culmann ile etkileşim halinde olduğunu belirterek 1867 yılında kemik dokusunun mühendislik disiplinindeki mekanik özelliğine ilişkin Culmann ile yaptığı tartışmalarını kaleme almıştır. Von Meyer, kafes örgülü kemik dokuyu Culmann'a gösterdiğinde Culmann, kemik trapeküllerinin basınç altında ana gerilim yönü doğrultusunca dizildiğini gözlemlemiştir (Kemiğin içindeki uzantılar, insanın ayakta durması halinde üzerine etkiyen kuvvetlerin yönünde sıralanmıştır). Kemiğin bu anatomik yapısından yola çıkan Culmann, mühendislik alanında uyluk kemiğinin içyapısının; demir çubuk, cıvata ve somunlarla oluşturulabileceğini düşünmüştür. Ardından Culmann'ın bu düşüncelerini öğrecisi olan Maurice Koechlin aracılığıyla Eiffel Kulesi'nin yapımında gerçekleştirme şansına kavuşmuştur (Thompson, 1945).

Eiffel Kulesi, uyluk kemik dokusunun trabeküler mimarisinde olduğu gibi demir malzeme kullanılarak kafes sistem tekniğiyle tasarlanmıştır. Statik yükler baz alınarak belirlenen bu sistem sayesinde yanal rüzgâr dirençlerine ve kesme kuvvetlerine karşı mukavemet sağlanabilmekte ve en-boy oranına rağmen tonlarca ağırlık rahat bir şekilde taşınabilmektedir. Yapının hem eğilmesinin hem de sarsılmasının önüne geçilebildiği bu kafes sistemin sağladığı bir diğer fayda ise giydirilmeyen strüktürel formla beraber havalandırma sorununun da ortadan kaldırılmış olmasıdır (Thompson, 1945).

Doğayı gözlemleyerek, sunduğu sayısız detayları yorumladıktan sonra tasarımlarına entegre eden bir diğer mimar Antoni Gaudi'dir. Gaudi'nin pek çok yapısında insan kemikleri ve iskelet sistemlerinden izler görülmektedir. Özellikle yapılarının taşıyıcı sistemlerinde doksan dereceli açılardan kaçınarak tasarladığı kolon-kiriş bağlantısının, insanın vücudunda bulunan kaval ve uyluk kemik dokularının eklemlerle birbirine bağlanma ilkesine göre tasarlandığı bilinmektedir (Arslan ve Gönenç, 2007). Onun, doğanın organik formlarını kullanarak harmanladığı Casa Batlló binası bu antropomorfik yaklaşıma örnek olarak gösterilebilir (Şekil 4.51).



Şekil 4.51. Casa Batlló Binası (http://bit.do/Casa-Batll-Building-designed-by-Antoni-Gaud-in-Barcelona, 2019)

Barselona şehrinin merkezinde bulunan ve 1877 yılında yapımına başlanarak 1906 yılında inşası tamamlanan Casa Batlló binası organik kıvrımlı yapısıyla ön plana çıkar. Yerel halkın "Kemiklerin Evi (Casa Dels Ossos)" olarak isimlendirdiği bu yapının strüktürü insan iskelet sistemini çağrıştıran formda oluşturulmuştur. Yapının içinde ve dışında kullanılan kolonlar insanın uyluk ve kaval kemiklerinin diz eklemiyle kurduğu analojiye sahiptir. Binanın balkonlarında ise insan kafatasını anımsatan korkuluklar bulunur (Zerbst, 2005), (Şekil 4.52).



Şekil 4.52. Casa Batlló'nun cephesinde ve içerisinde insan iskelet sistemini anımsatan tasarım ögeleri (https://www.dosde.com/fr/casa-batllo-edifice-art-visuelle.html, 2019)

19. yüzyılın sonlarına doğru Art Nouveau akımının etkisiyle tasarlanan birçok binada insan figürleri, bezeme ve süsleme elamanı olarak kullanılmıştır. Bu dönemde antropomorfik biçimlerin karyatid adı verilen kolonlarla, insan biçimli heykellerle veya bina cephelerindeki süslemelerle sağlanmış olduğu görülür. Özellikle; Fransa, Almanya, Rusya, Avusturya, Letonya ve bu akımın etkisinin hissedildiği diğer ülkelerde insan figürlü motifler sıklıkla kullanılmıştır (Karagöz, 2007).

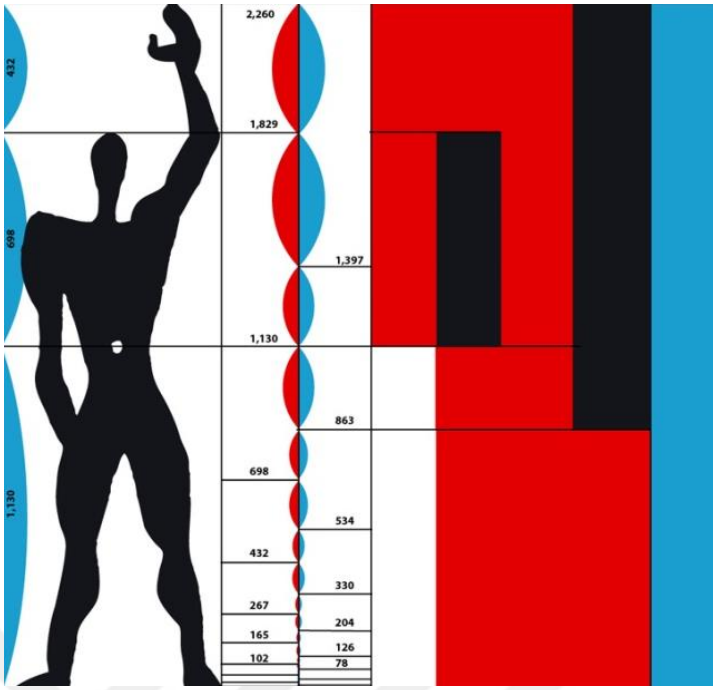
Art Nouveau tarzındaki eserleriyle tanınan Rus mimar Mikhail Osipovich Eisenstein'in, Letonya'nın başkenti Riga'da tasarladığı 20'ye yakın binada antropomorfik motiflerin etkisi görülür. Bu caddede yer alan "Elizabetes Iela 10b Binası", insan figürlerinin dekoratif elemanlara dönüştüğü antropomorfik yaklaşıma örnek olarak gösterilebilir (Karagöz, 2007), (Şekil 4.53).



Şekil 4.53. Elizabetes Iela 10b binası (https://pixabay.com/photos/riga-house-facade-art-nouveau-1085269/, 2019)

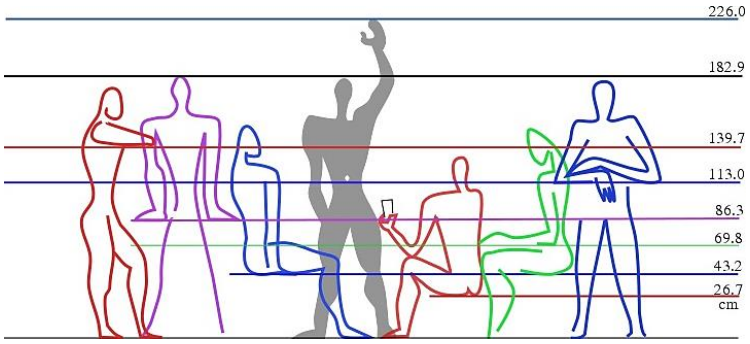
20. yüzyılın ilk yarısında ise Le Corbusier, Leonardo'nun Vitruvius Adamı'ndan esinlenerek gerçekleştirdiği "Modulor Sistem" adlı çalışmalarıyla ön plana çıkmıştır. 1948'de gerçekleştirdiği bu çalışmasında niceliksel değerlerle ve geometrik oranlarla ortaya koyduğu insan vücudundan, yapı tasarımlarında kullanılmak üzere çeşitli ölçüler elde etmeyi amaçlamıştır. İki cilt olarak 1948'de "Le Modulor" u, 1955'te de "Modulor 2" yi kaleme alan Le Corbusier; bu eserlerinin ilkinde modulor sistemi tarihi geçmişiyle beraber anlatmaya ve uygulanmış örnekler üzerinden ipatlamaya çalışırken ikincisinde de dünyanın dört bir yanından düşüncelerine karşı gelen eleştirilere yanıtlar vererek ve savını destekleyici açıklamalarda bulunmuştur. Le Corbusier, insan ölçeğinin yapılarda kullanımına ilişkin tüm bilgileri bu eserleriyle günümüze kadar taşımıştır.

Le Corbusier'ün geliştirdiği bu ölçü sistemi, o dönemin kabul edilen ölçü birimi metreyle İngilizlerin kullandığı kraliyet ölçü birimleri olan foot ve inche karşı geliştirilen yeni bir ölçü olarak gün yüzüne çıkmıştır. Bu sistemde ortalama insan boyu 183 cm olarak kabul edilmiş ve bu boy "Fibonacci Sayı Dizisi" denilen basit bir matematik toplama işleminde kullanılmıştır. Bu çalışmada 183 cm'den başlayan ölçü sistemine "Kırmızı Seri (Rouge)" ve kolunu yukarıya kaldıran bir insanın boyunu ifade eden 226 cm 'den başlayan ölçü sistemine ise "Mavi Seri (Bleu)" adı verilmiştir (Corbusier, 2014), (Şekil 4.54).



Şekil 4.54. Le Corbusier'in altın oran ve fibonacciden yararlanarak formüle ettiği modulor insan ölçeği (http://www.neermanfernand.com/corbu.html, 2019)

Buna göre, yaklaşık olarak; 27 cm koltuk yüksekliğini, 43 cm sandalye yüksekliğini, 70 cm masa yüksekliğini, 86 cm tezgâh yüksekliğini, 113 cm bar yüksekliğini, 140 cm yatay kol yüksekliğini, 183 cm boy yüksekliğini ve 226 cm kol uzanma yüksekliğini vermektedir (Corbusier, 2014), (Şekil 4.55).

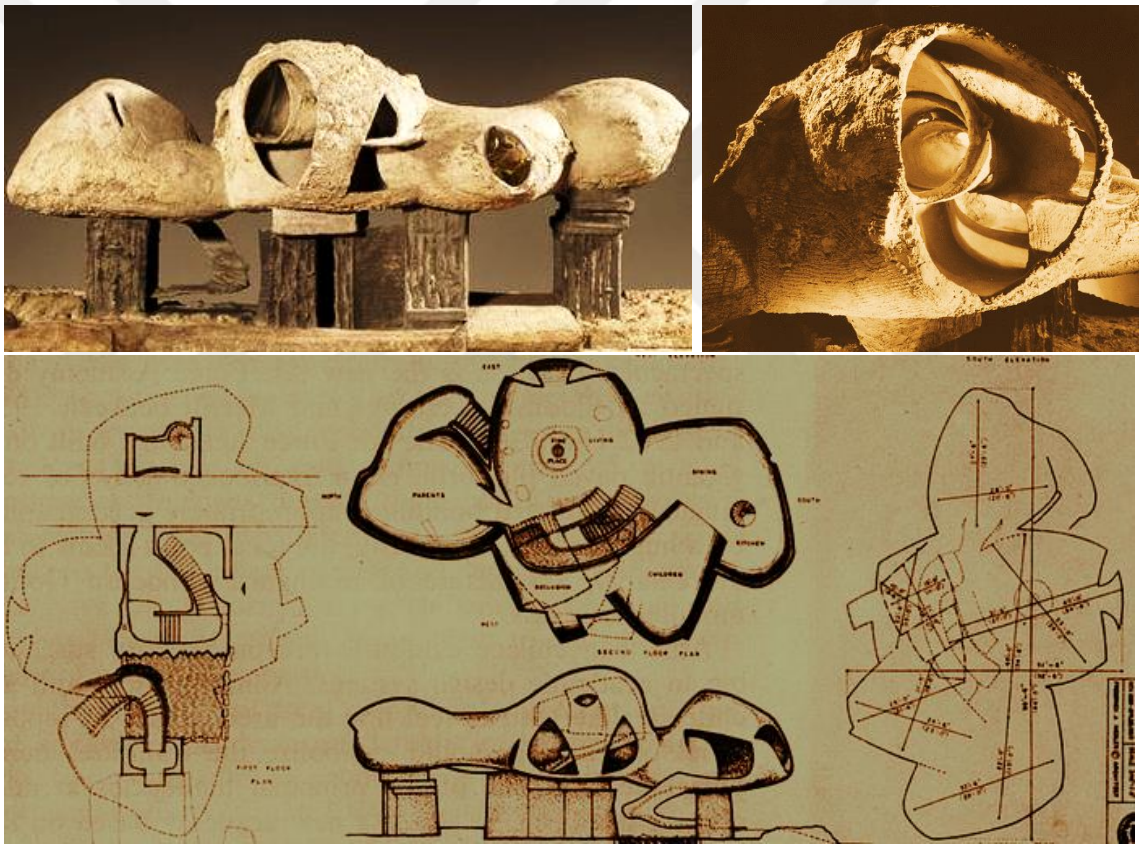


Şekil 4.55. İnsanın çeşitli pozisyonlara göre optimum yükseklikleri gösteren eskiz (http://bit.do/measurements-of-human-in-various-positions-according-to-modulor,2019)

Modulor'da Le Corbusier'ün temel hedefi insan ölçülerini tasarıma aktarmanın ötesinde insan vücudundaki altın oranı kullanarak yapı biçimlenişinde geometrik bir denge ve uyum yakalamaya çalışmaktır. Le Corbusier'ün bu sistemi aracılığıyla; yapı, oda ve donatı ögeleri arasında ölçülü ve orantılı bir ilişki kurularak ortak bir birim belirlenmiş ve böylece evrensel üretim anlayışının gelişmesine de katkıda bulunulmuştur. Corbusier, özellikle kalabalık şehirlerde yaşayan insanlar için daha iyi

bir yaşam koşulu sunmak amacıyla mimari tasarımlarını antropometrik ölçü kullanarak gerçekleştirmiştir. İnsan bedeninin sistematiğini anlayarak onun geometrik düzenini deşifre etmek, Corbusier'in tasarımlarını şekillendiren en temel yaklaşım biçimi olmuştur.

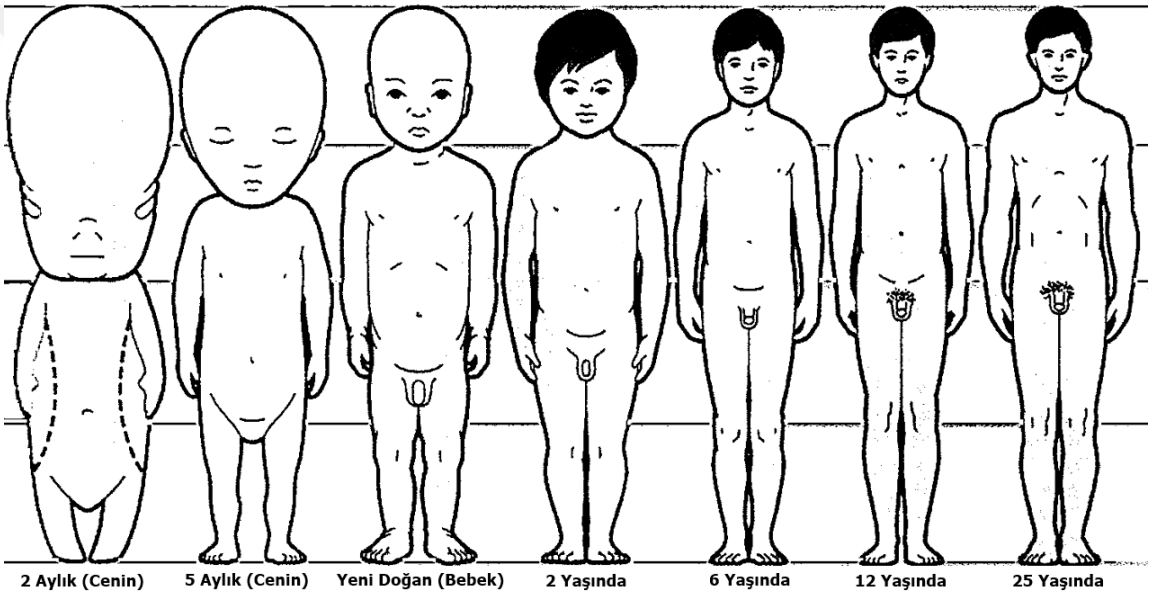
Avusturya doğumlu Amerikalı mimar Frederick John Kiesler ise Modulor yaklaşımında görülen antropometrik oranları alometrik bağlamda ele alarak insan bedenindeki oransal değişimler doğrultusunda tasarımlarını şekillendirmiştir. Sonsuzluk ve süreklilik düşüncesiyle tasarımlarına yön veren Kiesler'in sürrealist bir projesi olan "Endless House" tasarımı, kendisinin ifadesiyle dinamik, yaşayan, büyüyen ve gelişen bir organizma niteliğindedir (Kiesler, 1939), (Şekil 4.56).



Şekil 4.56. Kiesler'in Sonsuz Ev tasarımına ait modeller (Üstte) ve kat planları ile görünüşleri (Altta) (https://archiveofaffinities.tumblr.com/image/2632459841, 2019)

Kiesler bu proje için, erkek bedeninin keskin açılı mimarisinin aksine kadın vücudu gibi sonsuz olduğunu, başlangıcının ve sonunun olmadığını ifade eder. Kiesler'in ütopik projesinde, yapıyla yaşam o kadar uyumludur ki evin kendisi de içindeki sakinleriyle birlikte büyümektedir (Kiesler, 1939).

Sonsuz Ev projesinde alometriden faydalanıldığı görülür. Vücuttaki her bir parçanın tüm bedene oranla birbirinden farklı oranda büyümeleriyle açıklanan "alometri" kavramı canlıların morfolojileriyle bağlantılıdır. Alometrik gelişim sürecinde vücudun her bir parçası, bütünün ölçeği ve boyutuyla ilişki içerisinde büyüyerek gelişmektedir. Vücuttaki organların ve bölümlerin, fonksiyon ve yapısal özellikler paralelinde gelişmeleri, organizmanın gösterdiği performansının etkinliğinde önemli bir yere sahiptir (Steadman, 2006). İnsan organizmasının büyümesi ve gelişmesi sırasında boyutla ölçek arasındaki bağıntı araştırılarak burada gözlemlenen prensiplerin benzerlerini tasarımlara uyarlayarak uygulamak canlı, doğal ve organik formlar elde etmek bakımından faydalı olacaktır (Şekil 4.57).



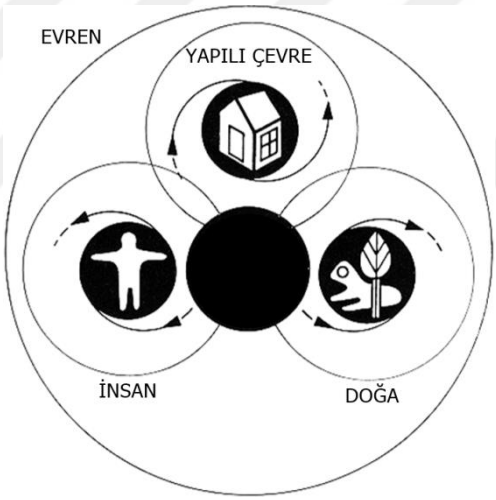
Şekil 4.57. Alometrik olarak insanın, cenin halinden yetişkinliğe kadarki gelişim evreleri (http://bit.do/alometric-development-of-human-from-fetus-to-adulthood, 2019)

Sonsuz Ev çalışmasında alometrik büyümenin tasarım üzerinde yaratabileceği etki, biçim oluşumundan ziyade mekânsal organizasyon bağlamında değerlendirilmektedir. Birbiri içine akan mekânlar, insan hayatının somutlaştığı minyatür bir kozmosa dönüşmüştür. Bu tasarımda ev ve odalar kullanıcıların bir parçası haline gelirken insanlar da onların bir parçası haline gelmiştir. Bu durum Kiesler'in notlarında organların anatomik yapısıyla ve birbiriyle olan ilişkisiyle açıklanmaktadır (Phillips, 2005).

İnsan vücudunda olduğu gibi, Sonsuz Ev projesinde de bütünü oluşturan her bir parça sahip olduğu işlevi optimum bir şekilde başarmak amacıyla biçimlenmiş ve

bütünü oluşturmak üzere sistemli olarak bir araya gelmiştir. Kiesler'in tanımıyla "biri diğerinin üstünde, biri diğerinin altında, biri diğerinin yanında olan odalar tıpkı tümör gibi çoğalarak büyümekte" ve tasarım böylece şekillenmektedir. Onun gözünden değerlendirildiğinde sonsuz evi oluşturan tüm parçaların organik bir yapı oluşturacak şekilde birleştiği ve birbirleriyle tıpkı vücudun organlarında olduğu gibi sistemli ilişkiler sergilediği görülür (Phillips, 2005).

Kiesler (1939) "Korrealizm ve Biyoteknik" başlıklı makalesinde Endless House projesine dair düşüncelerini bilim temelleri üzerinde tekrardan gündeme getirmiştir. Bu yazısında Kiesler sonsuz evi; beşeri, doğal ve yapılı çevre olmak üzere birbirleriyle korelatif ilişki kuran üç farklı ortamın merkezine koyar. "Correalism" olarak ifade ettiği bu ilişkiyi; beden, doğal ve yapılı ortamlar arasındaki geçmişten günümüze kadar süregelen etkileşimlerin dinamikleri olarak nitelendirir (Şekil 4.58).



Şekil 4.58. Kiesler'in insan, doğa ve yapılı çevre arasında kurduğu korelasyon şeması (Kiesler, 1939)

Correalism, Kiesler'in korelasyon için türetmiş olduğu yeni bir terimdir. Kiesler'e göre correalism, mimarlara uygulanabilir teknolojik ortamlar inşa etmeleri için bilimsel bir temel oluşturur ve giysilerden sığınağa kadar tüm olası tasarım ürünlerine uygulanarak kurucu parça haline gelebilir (Kiesler, 1939).

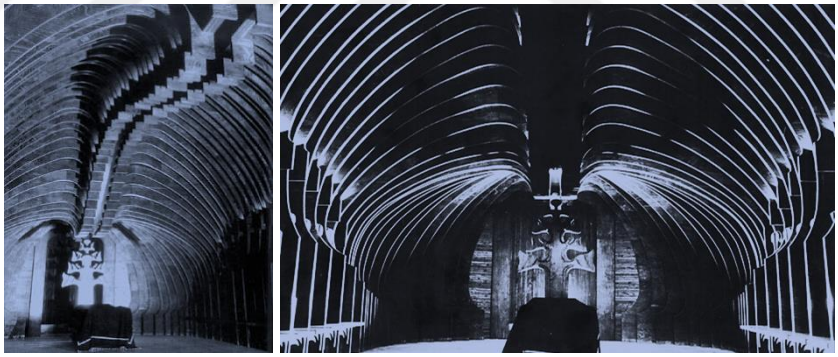
Korelasyon şemasında, mimarlığa uygulamak üzere, insan bedeni ve çevre arasındaki ilişkiyi ayrıntılı olarak ele alan Kiesler, Sonsuz Ev tasarımının bu etkileşimi en iyi bir şekilde kurabildiğini ifade eder. Sonsuz Ev tasarımını; beden, doğa ve teknolojik çevrenin tamamını kapsayan evrende sonsuzluğu ve sürekliliği yansıtan ideal tasarım olarak nitelendirir (Kiesler, 1939).

20. yüzyılda, biçimsel olarak insan bedeninin referans alındığı yapılara Imre Makovecz'in Budapeşte'de tasarladığı Farkasret Morg Şapeli (Farkasret Mortuary Chapel) örnek olarak verilebilir (Şekil 4.59).



Şekil 4.59. Farkasret Morg Şapeli'nin iç kısmı (http://bit.do/farkasret-chapel, 2019)

Budapeşte'nin Farkasret mezarlığında yer alan ve 1930'ların başında inşa edilen şapelin sağ kanadı, II. Dünya Savaşı'nda bombalanma sonucu imha olmuştur (Şekil 4.60). 1980'lerde orijinal tasarımına bağlı kalınarak yeniden inşa edilen yapı, 1991'de tamamlanarak kullanıma açılmıştır (Jormakka, 2008).



Şekil 4.60. Farkasret Morg Şapeli'nin II. Dünya Savaşı'nda yıkılmadan önceki görüntüsü (http://bit.do/imre-makovecz-farkasret, 2019)

Doğal organizmaların şekillerini mimari algılarla ve değişik metaforlarla eserlerine aktaran Makovecz, bu eserinde kronofotoğraf tekniğini kullanmıştır. Şapelin iç kısmında insan göğüs iskeletini andırmak istediğini belirten Makovecz, sert ağaç malzemeden yapılan kavisli kaburgaları art arda sıralayarak bir çatı yapısı oluşturmuştur. Göğüs kafesinde kalbin bulunduğu yere denk gelen kısma ise cenaze tabutunu yerleştirmiştir. Morg yapısının ruhuyla bağdaşacak şekilde tasarlanan yapı, insana özgü dinamizmi ve canlılık hissini formuyla ve iç ortam atmosferiyle sağlamaktadır (Jormakka, 2008).

Makovecz'in daha birçok eserinde biyomorfik yaklaşımlardan ilham aldığı görülür. Tasarlamış olduğu; Soğan Evi Tiyatrosu'nda, Lutheran Kilisesi'nde, Çayır Tavuğu Evi'nde ve dahasında fitomorfik, zoomorfik ve antropomorfik biçimlenişlere rastlanmaktadır. Büyük kolları olan avlular, formlarıyla kucaklama hissini uyandıran masif kütleler, insan hareketlerini şekillendiren antropomorfik biçimler ve kemikleri taklit eden yapılar, onun kullanmış olduğu metaforlardan başlıcalarıdır (Makovecz, 2005).

Günümüze yakın dönemlerden antropomorfik biçimlenişe örnek olarak Frank Gehry'nin Prag'da tasarladığı Dancing House (Dans Eden Ev) binasının örnek gösterilmesi mümkündür. Hollywood'un ünlü dans eden çifti Fred ve Ginger'ı andırdığı için bu ismi alan yapı antropomorfik yaklaşımın metaforik yorumu olarak değerlendirilebilir. Özü itibariyle hareketli bir aktivite olan dans, Dancing House'a canlılık, dinamiklik ve esneklik kazandırmış ve katı bir form oluşmasının önüne geçmiştir (Hasol, 1998), (Şekil 4.61).



Şekil 4.61. Dancing House binası ve eskizleri (http://bit.do/dancinghouse-gehry, 2019)

Yapıda Fredle temsil edilen binanın katı, düz ve dik bir duruş sergilediği görülürken, Ginger'ı temsil eden binanın ise canlı, hareketli, eğrisel ve ince belli bir duruş sergilediği görülür. İki kule arasındaki bu karşıtlıklar kadın ve erkek bedenlerinin mimarideki algılanış tarzını ve mekânsal yansımadaki farklılıklarını net bir şekilde ortaya koymaktadır (Hasol, 1998).

Gehry'nin bu eserinde görüldüğü üzere antropomorfik tasarımda ilham almanın sınırı yoktur. Burada dansçının oluşturduğu hareket, mimarlık disiplininde form olarak betimleyici bir yaklaşımla vücut bulmuştur. Mimarlık ve dans iki küme olarak düşünüldüğünde bu iki kümenin kesişimindeki ortak noktada; insan, beden, hareket, mekân ve tasarım yer almaktadır.

Alışılagelmiş formlardan uzaklaşarak bambaşka ve özgün eserler ortaya koyan bunu yaparken de biyomimesisten sıklıkla yararlanan Santiago Calatrava'nın tasarladığı Lyon Satolas Havaalanı'nda; metaforik olarak dans eden insan strüktürlerine, analojik olarak insan uzuvlarını anımsatan formlara ve insan vücudunun oransal olarak kullanımına rastlanmaktadır (Tzonis, 2007), (Şekil 4.62).



Şekil 4.62. Lyon Satolas Havaalanı Tren İstasyonu binası (http://bit.do/Lyon-Satolas-Airport, 2019)

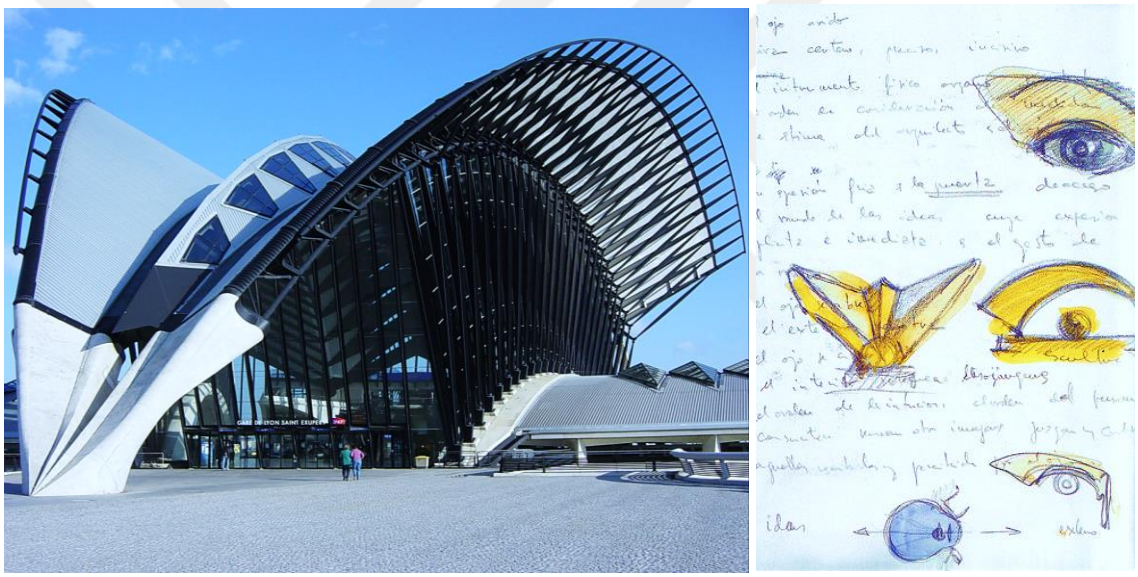
Fransa'nın Lyon kentinde yer alan binanın tren istasyonu bağlantısı, düzenlenen bir yarışma sonucunda yarışmayı kazanan Calatrava tarafından 1989-94 yılları arasında inşa edilmiştir. Trenlere yolcu aktarımının sağlandığı yerin üst örtüsünü taşıyan çapraz kolonlarında, dans eden erkek motiflerinden esinlenildiği görülmektedir. Calatrava bu öykünmeyi, yapıyı tasarlamadan önce çizdiği eskiz çalışmalarında net bir şekilde ifade etmiştir. Calatrava'nın bu eskizinde, dans eden bir grup erkeğin oluşturduğu insan zinciri yer almaktadır (Tzonis, 2007), (Şekil 4.63).



Şekil 4.63. Yolcuların trenlere bindiği bölümün strüktürel yapısı ve Calatrava'nın dans eden erkek strüktür eskizi (http://bit.do/calatrava-sketches, 2019)

Eskizde ayrıca vücudu ve kasları tanımlanmış olan bir erkek bedeni görülür. Calatrava'nın bu çizimlerinden insan vücudunun karakterini ve kendine özgü doğasını araştırarak insan anatomisinin yapısını anlamaya çalıştığı ve bunun sonucunda tren istasyonunun strüktüründe kas yapısını kullanmaya çalıştığı görülmektedir. Leonardo'nun Vitruvius Adamı eskizini de anımsatan bu çalışma, insan bedeninin oransal olarak da yapıda kullandığını göstermektedir.

İstasyon binasının ana salonunun üzerini örten kabuk yapısı ise ilk bakışta kanatlarını açmış uçmaya hazırlanan bir kuşu andırmaktadır. Ancak Calatrava, tasarımı yaparken bir kuşu hiç düşünmediğini belirterek insanın; gözünden, kaşından yani vücudunun bazı kısımlarından ilham aldığını ifade etmiştir (Tzonis, 2007). Aşağıda yer alan Calatrava'nın eskizinde bu durum açık bir şekilde görülmektedir (Şekil 4.64).



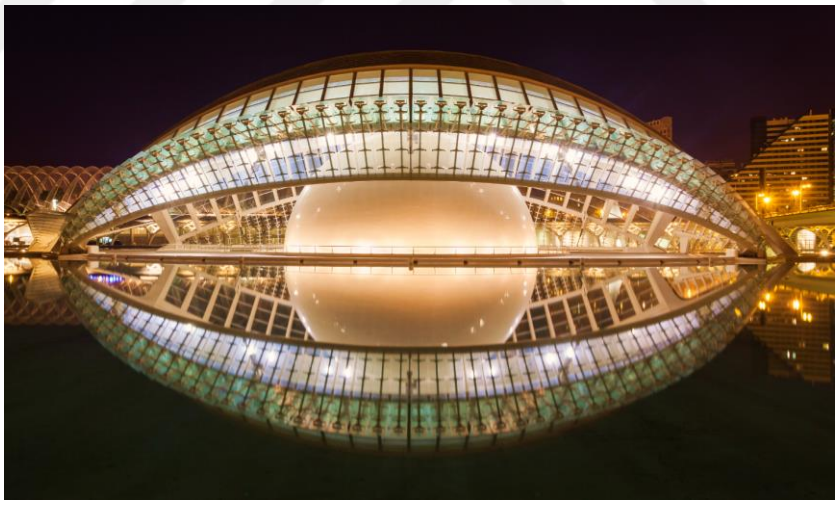
Şekil 4.64. İstasyonun dış görünümü ve Calatrava'nın projeyi tasarlarken ilham aldığı insan gözüne ait eskiz çalışması (http://bit.do/train-station-main-hall, 2019)

Calatrava'nın yine insan gözünü referans alarak tasarladığı antropomorfik nitelikli tasarımlarından bir diğeri ise İspanya'nın Valensiya şehrinde yer alan "L' Hemisferic" adlı yapısıdır (Şekil 4.65).



Şekil 4.65. L' Hemisferic binası ve Calatrava'nın bu yapının tasarımında ilham aldığı insan gözü eskiz çalışması (http://bit.do/hemisferic-building-designed-by-calatravan-and-human-eye-sketch, 2019)

1998 yılında tamamlanan ve sinema salonu, planetaryum ve lazeryum olarak kullanılan bina City of Arts and Sciences (Sanat ve Bilim Şehri) kompleksinin önemli bir parçasıdır. "Bilginin Gözü" anlamına gelen "The Eye of Knowledge" olarak da bilinen yapı, şekil olarak dev bir gözü andırır (Şekil 4.66).



Şekil 4.66. L' Hemisferic binasının etrafında yer alan suda yansıması sonucunda oluşan göz formu (http://bit.do/reflection-of-hemisferic-during-night-illumination, 2019)

Binada göz etkisi oluşturmak amacıyla etrafına bir su havuzu yerleştirilmiştir. Havuzun dibinde ise yansımayı sağlamak amacıyla cam kaplama kullanılmıştır. Tiyatronun yer aldığı yarım küre, gözün irisini oluşturur. Gözün, kavisli ekseni boyunca uzanarak üzerini örten çelik-cam panjur ise, hidrolik pompalar yardımıyla hareket ettirilebilmekte ve göz kapağı vazifesi görmektedir. Binanın bu dinamik yapısıyla göz kırpması etkisi oluşturulmak istenmiştir.

Günümüzün antropomorfik biçimlenişlerindeyse, şekilsellikten ziyade sistemsel olarak bir öykünmenin olduğunu söylememiz mümkündür. Özellikle teknolojinin ilerlemesine bağlı olarak, görüntüleme ve görselleştirme cihazlarında yaşanan gelişmeler; DNA ve genetik çalışmaların derinlemesine araştırılmasını sağlamış, bu araştırmaların sonucunda da mimari strüktürlere ve malzemelere ilham verecek birçok detay keşfedilmiştir. Son yıllarda biyoloji biliminde yaşanan bu ilerlemelere bağlı olarak mimarlıkta, "genetik mimarlık" olarak adlandırılan bir tasarım yaklaşımı geliştirilmiştir.

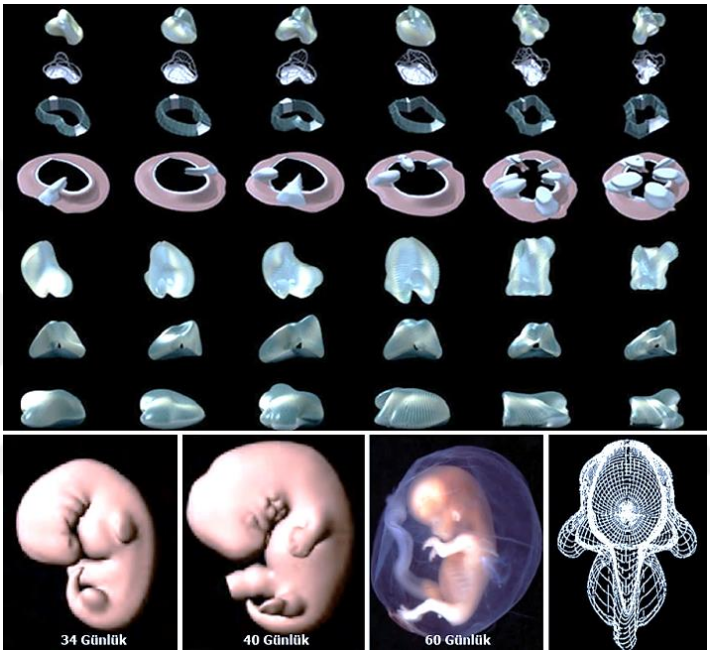
Evrimsel mimarlık olarak da isimlendirilen bu yaklaşımda, yapıların taşıdığı genetik kodlar yardımıyla; kendiliğinden büyüyen, gelişim gösteren, gerektiğinde çoğalan ve hatta yok olabilen canlı ve dinamik tasarımlar oluşturmak amaçlanmaktadır. Tasarıma ilişkin bilgilerin dijital ortamda bilimin eşliğinde kodlandığı çekirdekler, tıpkı nükleik asitlerle varlığını devam ettiren canlı hücreler gibi tasarımın oluşumunda büyüyerek şekil kazanmaktadır. Bu yaklaşım doğrultusunda mimarın görevi ise nihai ürünü oluşturmak yerine tasarım sürecine odaklanmaktır. Çünkü ihtiyaç kriterlerine bağlı olarak tasarım kendiliğinden şekil almaktadır (Altun ve Köktürk, 2007).

Daha önce bahsi geçen Greg Lynn'in tasarladığı Embriyolojik Ev projesi genetik mimarlık çalışmalarına örnek olarak verilebilir (Bkz. Sayfa 96, 97). Lynn, "Embriyolojik Ev" (Embryological House) projesinde, bedensel biçimlerden ve insan morfolojisinden esinlenmiştir. Bilgisayar tasarım aracı olan CAD programıyla oluşturulan proje; bireysellik, özgünlük, devamlılık, çeşitlilik ve farklılık gibi nitelikleri içeren esnek tasarım düşüncesine dayalı bir uygulama olarak geliştirilmiştir. Embriyolojik Ev, yeni bir kimliğe ve çeşitliliğe sahip olan yeni yaşam mekânı olarak ifade edilebilir. Lynn'in projesi için kullandığı yöntem, evin biçimine sonsuz olanaklar dizisi sunmaktadır. Çünkü tasarımın oluşturulmasına yönelik olarak önceden tanımlanan kodlar birbirlerinden farklılık gösterdiğinden meydana çıkan formlar da birbirlerine göre benzersiz özellikler sergilemektedir (Lynn, 2002).

Lynn'e göre ideal veya orijinal bir Embriyolojik Ev yoktur. Çünkü modelin evrimi; çevresindeki sıcaklık, nem, ses, duman gibi ortam şartlarından etkilenmektedir. Bu nedenle oluşan her bir örnek kendi çevre şartlarına bağlı olarak ideal olanıdır.

Mutasyonlarla sürekli değişen, kendisini yenileyen esnek evler ortaya çıkarılabilmektedir (Altunbaş, 2009).

Greg Lynn, 2000 yılı Venedik Mimarlık Bienali'nde her biri birbirinden farklı özellikte genetik kodlar taşıyan 6 prototip Embriyolojik Ev önerisi sergilemiştir. Bu evlerin evrim geçirmesi ve doğal seçilimle ayıklanması sonucunda birbirinden farklı özellikler taşıyan yüzlerce ev üretilebilmektedir. Tamamı eşit miktarda çelik kiriş, alüminyum kaburga ve levha bileşenlerden oluşmasına karşın bu evlerin tamamı farklı karakterlere, özelliklere ve şekillere sahiptir (Lynn, 2002), (Şekil 4.67).



Şekil 4.67. Greg Lynn'nin Venedik Mimarlık Bienali'nde sergilediği Embriyodan Embriyolojik Ev'e evrilme süreci (Lynn, 2002)

Yapı biçimlenişi üzerinde dinamik davranış sergileyen ve kuramsal açıdan gerçekleştikleri zaman da bu dinanizmini devam ettirebileceği düşünülen genetik mimarlık ürünü olan ürünler, günümüzün sınırlı teknolojik kaynakları nedeniyle teoriden öteye geçememiştir. Fakat dijital sistemler vasıtasıyla geliştirilerek test edilen genetik formların dinamik gelişim süreci, değişimi ve farklılaşması takip edilerek kayıt altına alınmakta ve geleceğin mimarisine kaynak sağlaması bakımından veri havuzunda biriktirilmektedir.

4.2.4. Mikroskobik (Mikromorfik) Biçimlenişler

Doğal sistemleri ve biçimlenişleri anlama derecemiz, özellikle son dönemlerde yaşanan bilimsel gelişmeler sayesinde artmıştır. Farklı disiplinler arasındaki kuvvetli ilişkiler; doğadaki canlıların ve bu canlıların davranışlarının oldukça karmaşık olduğunu ancak bunların birbirleri ile uyumlu büyüyen sistemlerden oluştuğunu gözler önüne sermiştir.

17. yüzyılda mikroskobun keşfedilmesi ve sonrasında 19. yüzyıla doğru hücre kuramın ortaya atılmasıyla birlikte biyoloji biliminde mikroskobik düzeyde ilerlemeler yaşanmış ve buna paralel olarak mimaride ilham alınabilecek strüktür ve form çeşitliliğinde artış gözlemlenmiştir. 20. yüzyıla gelindiğinde ise elektron mikroskobunun keşfedilmesiyle birlikte görüntüleme cihazlarının hassasiyeti artmış ve buna bağlı olarak insan bedeni üzerinde mikroskobik incelemeler yapılarak; genler, kök hücre ve DNA moleküllerinin yapılarında mimari strüktürlere ve malzemelere ilham verecek birçok oluşum ve detay keşfedilmiştir (Berkebile ve Mclennan, 2003).

Tasarımlarını gerçekleştirirken kendine rehberlik etmesi amacıyla doğayı incelediğini belirten Finlandiyalı mimar Alvar Aalto; modernizmin aradığı modelin doğanın içinde olduğunu, özellikle de hücre düzeyinde gözlemlenen çeşitliliğin mimari tasarımlarda çok sayıda farklı kompozisyonun oluşmasına kaynak oluşturduğunu ifade etmiştir. Aalto'ya göre proje tipi üretimin tek düzeliğine karşılık, doğanın içerisinde hücresel düzeyde olağanüstü çeşitlilik bulunmaktadır (Schildt, 1986).

Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'nden (MIT) profesör Gerald Jay Sussman ise; verimli, esnek, sağlam ve geliştirilebilir yeni ve uygun mühendislik ilkelerine ihtiyaç olduğunu belirterek bu yenilikçi sistemlerin biyoloji alanında araştırılması gerektiğini ifade etmiştir. Sadece bir canlının bile çok sayıda stratejik özelliğe sahip olduğunu dile getiren Sussman, karmaşık görünen sistemlerin çalışma prensiplerinin biyolojik yaklaşımda saklı olduğunu ve hücrelerin bu bağlamda iyi bir örnek teşkil ettiğini ifade eder (Sussman, 1996).

Hersey (1999), "Mimarlığın Biyolojik Temelleri (Architecture's Biological Roots)" adlı eserinde, moleküler seviyeden daha üst seviyelere kadar insan vücut hücrelerini "yaratıcı mimarlar" olarak tanımlayarak onların, insanların vücutlarında bulunan biçimleri yansıttığını öne sürmüştür. Hersey çalışmasında, insanın elleriyle

şekillendirdiği dünya ile doğa arasında bilinenin ötesinde sıkı bir ilişkinin varolduğunu vurgulamıştır (Hersey, 1999).

Mikromorfik biçimlenişler başta olmak üzere doğadaki tasarımları yapılarında kullanmasıyla tanınan Eugene Tsui (1999), "Evrimsel Mimari (Evolutionary Architecture)" adlı kitabında; doğanın eşsiz bir eğitimci olduğunu ve doğaya bakmaya özen gösterildiği takdirde ondan harika cevaplar alınabileceğini belirtmiştir. Mimarlıkta, doğadan ve içerisinde yaşayan canlılardan etkilenmenin, onların adaptasyon ve yaşam yeteneklerinden örnek alma yoluyla olabileceğini belirten Tsui, doğanın yalnızca yapısal düşünceler için değil aynı zamanda işlevsel düşünceler için de potansiyel bir kaynak olduğunu ifade etmektedir (Tsui, 1999).

Canlılardan ve doğal yapılardan esinlenmeyle oluşturulan formları, standart doğrusal tasarımlara tercih eden Tsui, biyomimetik biçimlenmeyle oluşturulan bir yapıyı; değişen ihtiyaçlara yanıt verebilen, fonksiyonel yarar sağlayan ve ayrıca estetik yönden de ruhu tatmin eden canlı bir varlık olarak görmektedir.

Tsui'nin tasarladığı pek çok yapı, asal geometrik biçimli kütlelerin ötesinde sahip olduğu; kıvrımlarıyla, eğriselliğiyle ve organik şekilleriyle tam olarak canlı bir varlığı andırmaktadır. Onun çalışmalarında birbirini kesen, köşeli ve dik hatlara rastlanmaz, aksine doğal dünyayı yansıtan; kavisli ve yumuşatılmış olan yuvarlak hatlar, yumurta ve küre şeklinde eğrisel formlar dikkat çeker. Tsui organik formların; sel, yangın, deprem gibi doğal felaketlere karşı daha dayanıklı olduğunu iddia etmektedir. Onun bu düşüncesinin somutlaşmış uygulaması, dünyadaki en güvenli ev olarak kabul edilen ve "Güneşin Gözü" anlamına gelen "Ojo del Sol" projesidir (Tsui,1999), (Şekil 4.68).



Şekil 4.68. Ojo del Sol binasının dıştan ve içten görüntüsü (http://bit.do/ojo-del-sol-outside-and-inside-view, 2019)

Görünüş olarak balığa ait unsurları çağrıştırması sebebiyle “Fish House” olarak da adlandırılan bu yapıyı Tsui, Kaliforniya’nın Berkeley şehrinde yaşayan ebeveynleri için tasarlamıştır. Ebeveynlerinin Tsui’den; yangın, deprem, sel gibi doğal felaketlere karşı dayanıklı olacak, çevredeki termitlerden kurtaracak ve aynı zamanda hayatın koşuşturmasından uzaklaştıracak bir ev tasarlamasını istemeleri üzerine doğaya bakan Tsui bu özelliklerin “Su ayısı” adı verilen ve son derece dayanıklı mikroskobik bir canlıda saklı olduğunu görmüştür (Locke,1995).

Latince adı tardigrad olan bu canlı dünyanın en küçük hayvanı olarak bilinen omurgasızlar ailesine mensup mikroskobik bir organizmadır. Vücutları silindir şeklinde olup karın tarafları düzdür. Dört çift bacağa sahip olan bu canlıların tombul bir yapıları vardır (Şekil 4.69). Sıklıkla tatlı sularda ve nemli alanlarda yaşarlar ve olağanüstü ortam şatlarına karşı oldukça dayanıklıdırlar. Radyoaktif ışınımlara, açlık ve susuzluğa karşı asırlarca dayanabilirler. Doğal yollarla yok edilmeleri neredeyse mümkün değildir. Soğuk kutup bölgelerinden, tropik yağmur ormanlarına, okyanus diplerinden Himalaya’nın tepesine kadar dünyanın her yerinde yaşayabilmektedirler. Bu canlıların uzayda dahi yaşayabildiği keşfedilmiştir (Talanda & Zawierucha, 2017).



Şekil 4.69. Su ayısı (tardigrad) organizması (http://bit.do/tardigrad-animal-known-as-water-bear, 2019)

Tardigradların bu özelliklerinden etkilenen Tsui, yoğun bir şekilde bu canlılar üzerinde araştırmalar yapmış ve bu canlıyı dayanıklı kılan bazı özellikleri farketmiştir. Tsui, tardigradların; sert kenarlara veya açılara sahip olmadığını, dışarıdan aldıkları darbeleri vücutlarında kolayca yayabildiğini ve bu sayede darbenin hasarını en aza indirebildiğini keşfetmiştir (Locke,1995).

Tardigradların bu yapısından ilham alan mimar, “Fish House” projesinde dışarıdan gelebilecek darbeleri azaltmak ve enerji toleransını sağlamak amacıyla yapıyı ovular olarak şekillendirmiştir. Deprem durumunda stabiliteyi sağlamak, aynı zamanda rüzgâr ve suyun oluşturacağı yatay direnci en aza indirmek amacıyla tardigradın vücudunda olduğu gibi yapının duvarlarını 4 ila 5 derecelik açılarla hafifçe eğimli olarak tasarlamıştır. Oluşturmuş olduğu düşük ağırlık merkezi sayesinde yapının maruz kalabileceği her türlü doğal felakete karşı devrilmesinin önüne geçerek dengede durabilmesini sağlamıştır. Evin cephesine ve tepesine yerleştirdiği büyük kubbeli pencerelerle, ısı ve ışık alımını en üst düzeye çıkarmaya çalışmış, evin batıya bakan ön tarafına ise rüzgârlardan faydalanmayı sağlayan doğal klima sistemi yerleştirmiştir. Bu sayede dış etkenlere karsı son derece dayanıklı olmasının yanı sıra kendi kendine yetebilen bir tasarım gerçekleştirerek, binanın enerji performansında da büyük bir tasarruf sağlamıştır (Tsui,1999).

Tsui’nin yine mikromorfik biçimlenmeyle oluşturduğu bir başka tasarımı ise 2014 yılında tasarladığı “San Leandro Civic Kulesi” binasıdır (Şekil 4.70).



Şekil 4.70. Eugene Tsui’nin iş ve kamu binası olarak tasarladığı DNA’ya benzeyen kule tasarımı (http://bit.do/san-leandro_civic-tower-eugene-tssui, 2019)

Kamu yapısı ve ofis binası olarak tasarlanan bu yapı, biçim olarak DNA sarmalını andırdığı için DNA Kulesi olarak da bilinmektedir. İş ve devlet dairelerinin yer aldığı katların arası, yapıya etkiyen rüzgârın oluşturacağı yatay basıncı düşürmek ve havalandırmayı sağlamak amacıyla boşluklu olarak tasarlanmıştır. Merkezinde katlar arasında bağlantıyı sağlayan çekirdek yer alır. Aynı zamanda katlarda yer alan balkonlarda ürün yetiştirilebilmesine olanak tanıyan bahçeler bulunur. Yapıya gerekli olan elektrik enerjini üretmek amacıyla da yapının zemininde rüzgâr türbini yer almaktadır. Yapıya şeklini veren DNA sarmalına benzer yapısı sayesinde rüzgârdan optimum fayda sağlanabilmektedir (Tsui,1999).

Mikroskobik düzeyde yapı biçimlenişine yönelik verilebilecek bir başka örnek Güneybatı Çin'in Çengdu şehri için tasarlanan "Nanobiyomedikal Teknoloji ve Zar Biyolojisi Enstitüsü" adlı binadır (Şekil 4.71).



Şekil 4.71. Sloan Kulper'in hücre formundan esinlenerek tasarladığı enstitü binası (https://neurophilosophy.wordpress.com/2006/08/10/cellular-architecture/, 2019)

Biyomühendislik üzerine çalışmalar yapan Çinli bilim insanı Shuguang Zhang bu projenin fikir babasıdır. Onun eski öğrencilerinden biri olan aynı zamanda mimarlık üzerine çalışan Sloan Kulper'le işbirliği sonucunda ortaya koyduğu bu tasarımda, hücre formundan ve hücrenin içindeki organellerden esinlenilmiş olduğu görülmektedir. Kulper, 2002 yılında hocasından aldığı "Biyolojik Malzemelerin Moleküler Yapısı" adlı ders sırasında Zhang'la tanışmış ve hocasının teklifi üzerine bu tasarımı gerçekleştirme imkânına sahip olmuştur (Wright, 2006).

Hücrenin biçimsel olarak referans alındığı bu yapı için Zhang; insan gözüyle görülemeyen hücre yapılarıyla moleküllerin günümüzde gelişen X ışınlarıyla, ileri düzey görüntüleme mikroskoplarıyla görüntelenerek dijital modelleme araçlarıyla gözlemlenebildiğini belirtmektedir. Bu yapıların defalarca kez büyütülmesi sonucunda elde edilebilecek formların tasarımlara aktarıldığı takdirde; insanların mikro dünyanın güzelliklerine şahit olabileceğini, onlara dokunarak hissedebileceğinini ifade etmektedir. Bunun sonucunda da mikroorganizmalardan esinlenerek tasarlanan binaların her yaştaki birey için mikro evrenin bilinmeyenlerini keşfetmeye yönelik öğretici niteliğine sahip olacağını vurgulamaktadır.

Zhang, biyomedikal araştırma enstitüsünün, adına yakışacak şekilde eğitimsel amaçlı olarak tasarlandığını ifade etmektedir. Enstitü binasının mimariyi ve biyolojik yapıları birbirine entegre ettiğini belirten Zhang, yapısal biyolojiyle ilgilenen biyologlarla tasarımcılar arasında ölçek farklılığına rağmen ortak çalışma alanının kurulabileceğini savunur. Bu düşüncesini destekler nitelikte, her iki bilimin de

geometrinin uzantısı olan temellere dayanarak resimleme tekniğini kullandığını ve görselliği ön plana çıkarmayı amaçladığını ifade etmiştir (Wright, 2006).

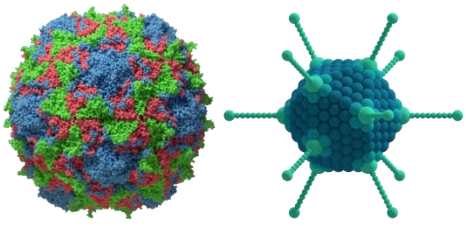
Kulper, Zhang'la olan işbirliğinde; ders kitaplarından, hücre eskizlerinden ve hücre modellerinden yararlanmış ve bu kaynaklardan elde ettiği bilgiyi (protein, hücre zarı ve hücre organelleri gibi) bina tasarımında kullanmıştır.

Bina, dışarıdan bakıldığında hücre biçimlenişindedir ve cepheye düzensiz şekilde yerleştirilen pencereler tıpkı hücre zarındaki proteinler gibi binanın yüzeyine dağılmış durumdadır. Yapının içinde ise moleküler biyolojiden esinlenilen havuz ve köprüler gibi yapısal unsurlar bulunmaktadır (Atrium içerisinde X ve Y şekillerinde tasarlanan köprü bağlantıları insanda bulunan kalıtımda görevli eşey kromozomlarını temsil etmektedir. Yine bahçede tasarlanan süs havuzlarıysa canlıların hücrelerindeki endozomu ve mitokondriyi çağrıştırır), (Wright, 2006), (Şekil 4.72).



Şekil 4.72. Enstitü binasının avlusunda yer alan hücre organellerine benzeyen yapısal ögeler (https://neurophilosophy.wordpress.com/2006/08/10/cellular-architecture/, 2019)

Tütün mozaik virüsü başta olmak üzere biyolojik moleküllerin yapıları üzerindeki çalışmaları ile tanınan Amerikalı biyolog Donald Caspar ve elektron mikroskobunun geliştiricisi Britanyalı biyofizikçi Aaron Klug, 1950 yılında virüsler üzerinde yapmış olduğu incelemelerde, virüslerin kabuk yapılarının ikozahedral simetriye sahip olduğunu keşfetmiştir. Birbiriyle eşdeğer olan 60 adet protein parçanın küresel bir form oluşturacak şekilde virüslerin yapısını oluşturduğunu gözlemleyen Casper ve Klug bu çalışmalarını Fuller ile paylaşmışlardır (Morgan, 2003) (Şekil 4.73).



Şekil 4.73. Poliovirüs (Sol) ve virüslerin ikozahedral simetrisini gösteren model (Sağ) (http://biostudvirus.blogspot.com/2016/11/sifat-dan-karakteristik-virus.html, 2019)

Yapılarında geometrik formlar üzerine araştırmalar yapan Fuller, virüslerin sahip olduğu kristalize ve küre şeklindeki yapılarından esinlenerek jeodezik kubbeyi geliştirmiştir. Bu bağlamda Fuller'in jeodezik kubbesi mikromorfik biçimlenişe örnek olarak gösterilebilir. Fuller, bu tür forma sahip olan jeodezik kubbelerin hafifliğine karşın güçlü bir yapısının olduğunu ve aynı zamanda az materyal ile çok üretimin yapılabileceği geniş uygulama alanlarına sahip olduğunu ortaya koymuştur (Şekil 4.74).



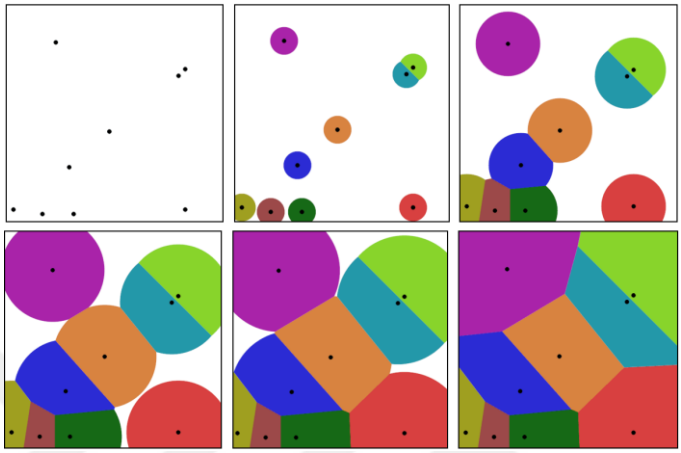
Şekil 4.74. ASM International binasının üzerini kaplayan Fuller tasarımlı jeodezik kubbe (https://www.bialosky.com/work/asm-internationalheadquarters-labs/, 2019)

Bunların dışında matematiksel bir temele dayanan ve biyoloji bilimindeki hücre oluşumlarında gözlemlenen; çekirdek-merkez ve çeper-çevre ilişkisini model alarak mimarlık disiplininde yer edinen "voronoi hücreleri" de mikromorfik kapsamda değerlendirilebilir. Rus matematikçi Georgy Feodosevich Voronoy tarafından tanımlandığı için bu ismi alan bu kavram "voronoi diyagramları" olarak da bilinir. Doğada; vücuttaki hücrelerin organizasyonlarında, bal peteklerinde, yusufçuk böceğini kanatlarında, hayvanların kürk desenlerinde farklı ölçeklerde ortaya çıkmaktadır (Okabe, Boots, Sugihara ve Chiu, 2000).

Kullanımı Fransız filozof Descartes'e kadar varan voronoi diyagramı, herhangi bir alanı, organik olarak alt alanlara ayırmayı sağlayan bir sistemdir. Bağımsız halde duran noktaların birbirine olan mesafelerine göre hâkimiyet kurabileceği maksimum alanı tanımlayan voronoi hücreleri, aynen biyoloji biliminde organların dokularını meydana getiren her bir hücre gibi bireyseldir. Ancak karmaşık bir ortamda birbiriyle uyum sağlayacak şekilde bütüncül bir yaklaşım segilerler (Okabe vd., 2000).

Voronoi diyagramına ait hücresel doku, herhangi bir hacmin ya da yüzey alanının, önceden tanımlı noktalar aracılığıyla taksim edilmesiyle oluşturulur. Diyagram, alt bölgeleri çevreleyen hücreleri oluşturmak üzere merkezde yer alan bir

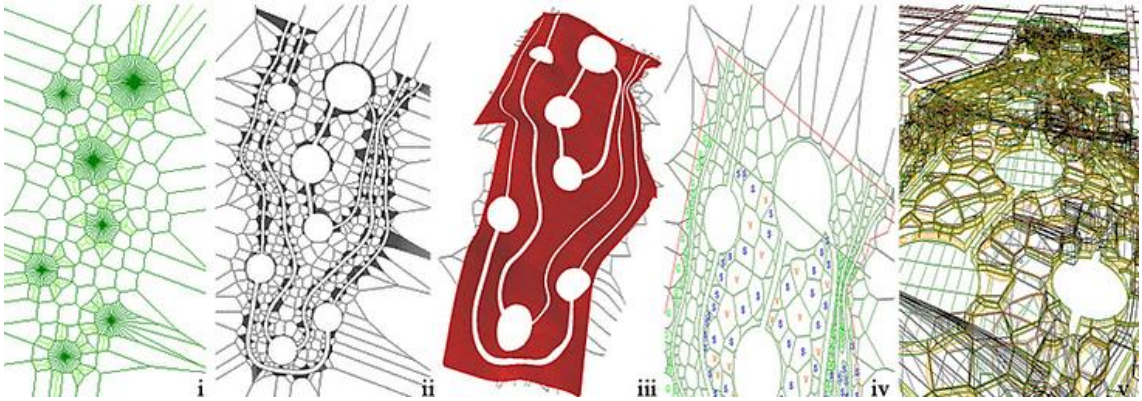
noktadan referans alır. Bu noktalar belirli bir veri doğrultusunda belirlenebilir. Sonrasında bu noktaların konumuna bağlı olarak diyagramı ortaya çıkaran mozaikleme işlemi yapılır. Keskin açı oluşumunu büyük ölçüde minimize eden bu sistemde ideal ölçülerde alanlar oluşturulmakta ve doğadaki biyolojik organizmalarda gözlemlenen kıvrımlı yüzeyler meydana getirilebilmektedir (Okabe vd., 2000), (Şekil 4.75).



Şekil 4.75. Voronoi diyagramının oluşum evreleri

Şekil 4.75'te, önceden belirlenen noktalara göre voronoi diyagramının oluşum süreci görülmektedir. Noktalar birbirleriyle ilişki içerisinde hareket ederek belli bir bölgeyi çevrelemektedir. Birbiriyle sınır komşusu olan noktaların arası iki eşit parçaya ayrılacak şekilde parselleme işlemi gerçekleştirilir. Her hangi bir nokta bütün içerisinden dışarı atıldığında veya noktanın konumu değiştirildiğinde ona komşu olan her noktanın çevrelemiş olduğu alanlar da değişmektedir.

Mimarlar ve tasarımcılar bu diyagramı doğrudan doğadan taklit etmek yerine daha organik görünümlü bir tasarım elde etmek için çeşitli şekillerde kullanmaktadırlar. Bilgisayar teknolojisinin gelişimine bağlı olarak parametrik tasarım araçlarının mimarlıkta kullanımının yaygınlaşmasıyla birlikte voronoi diyagramının mimaride ve kentsel tasarımda kullanımı da artmıştır. Voronoi şeması mimarlıkta; mekânsal organizasyonun oluşturulmasında, bina programının belirlenmesinde ve özellikle de binaların cephe tasarımlarında organik bir doku oluşturarak birbirinden farklı ve değişken özellikte tasarımlar elde etmek amacıyla kullanılmaktadır. Şehir ve bölge planlamada ise; binalar arası mesafelerin, bina derinliklerinin ve kat alanlarının belirlenmesinde, ulaşım ağ yapısının ve parselasyonun oluşturulmasında kullanılan alternatif bir yöntemdir (Okabe vd., 2000) (Şekil 4.76).



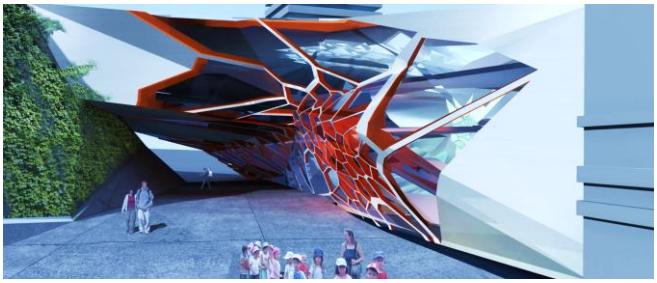
Şekil 4.76. Voronoi şemasının kentsel ölçekte uygulanmasına ilişkin bir çalışma (https://flyingneongoats.files.wordpress.com/2014/03/process02_ikaros79.jpg, 2019)

Emergent Architecture adlı bir şirket tarafından Stockholm'da tasarlanan şehir kütüphanesi, voronoi diyagramının ve algoritmik bilgisayar sistemlerinin binada strüktürel ve biçimsel olarak uygulanmasına ilişkin verilebilecek örnektir (Şekil 4.77).



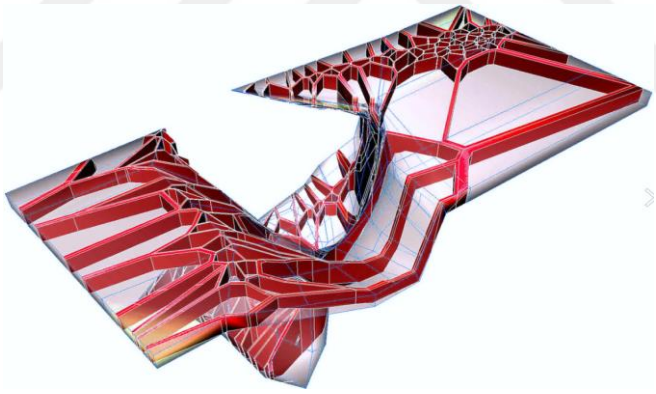
Şekil 4.77. Stockholm Şehir Kütüphanesi binası (http://bit.do/stockholm-library, 2019)

Tasarımın formunun ortaya çıkmasında, yapının çevresel faktörleriyle beraber düşünülen tektonik cephe yüzeyinin belirleyici bir etkisi bulunmaktadır. Çevrede yer alan yapıların geometrik şekillerine ve mesafelerine ilişkin veriler baz alınarak doğrusal olmayan bir geometriyle biçimlendirilen form, tasarımın; dinamik, merkezcil, kararlı duruşundan ödün verilmeksizin belirlenmiştir. Performansa ve malzemeye uyum sağlayacak şekilde konumlandırılan voronoi hücreleri, birbirleriyle kurdukları kolektif ilişkiler doğrultusunda biçim ve strüktür üzerinde yapısal etkilere neden olmaktadır. Ölçü, şekil, yoğunluk gibi nitelikler açısından yer yer farklılıklar gösteren bu hücreler organik bir görüntü sergilemektedir (Wiscombe, 2006), (Şekil 4.78).



Şekil 4.78. Stockholm Şehir Kütüphanesi'nin voronoi diyagramı kullanılarak tasarlanan cephesi (https://tomwiscombe.com/STOCKHOLM-CITY-LIBRARY, 2019)

Voronoi hücreleri, binanın; cephesinin, taşıyıcı strüktürünün ve mekân organizasyonunun oluşumunda belirleyici etken olarak görev yapar. Binanın içi yuvarlatılmış, kovan benzeri bir yapıya sahiptir. Kovanı çevreleyen voronoi hücresi şeklindeki strüktürel ağ, yatay ve dikey kuvvetleri karşılayarak birbirine iletmektedir. Ayrıca bu strüktürel yapı, dikey sirkülasyonu sağlayan rampa ve merdivenlerin kenetlendiği dayanıklı bir katman işlevi de görmektedir. Kovanı meydana getiren hücreler, farklı mekânsal alanların oluşmasına olanak tanıyacak şekilde ölçek ve şekil bakımından çeşitlilik göstermektedir (Wiscombe, 2006), (Şekil 4.79).



Şekil 4.79. Kütüphanenin, voronoi hücreleri kullanılarak oluşturulan strüktürel ağı (https://tomwiscombe.com/STOCKHOLM-CITY-LIBRARY, 2019)

Stockholm Şehir Kütüphanesi doğanın sistemsel organizasyonuna, farklılıklarına ve sürekliliğine dair örnekler sunmaktadır. Yalnızca görsel olarak değil strüktürel açıdan da voronoi hücreleri aracılığıyla doğanın esas alındığı kayda değer bir mikromorfik tasarım örneğidir.

Mimari ve kentsel planlamada hem yapı hem de elemanların matematiksel geometri kullanılarak tasarlanması, voronoi diyagramında görüldüğü gibi mimari ve kentsel projeler için yeni fırsatlar oluşturmaktadır. Voronoi şeması kullanılarak yüzeyin bölünmesi prensibi günümüzde giderek artan bir ilgiyle tasarımlarda uygulanmaktadır.

4.2.5. Canlıların Yaşam Ortamlarına Dayalı Biçimlenişler

Doğada bulunan bütün canlılar içerisinde yer aldıkları ekosistemin kaynaklarını ve enerji akışlarını kontrol altında tutmaya ve dengeli bir şekilde kullanmaya çalışır. İnsanlar başta olmak üzere her türlü canlı kendi habitatını şekillendirme yeteneğine sahiptir.

Mimaride biyomorfik yaklaşım, canlıların; vücutlarından, biçimlerinden, görevlerinden ve oranlarından ilham alınarak sağlanabileceği gibi yaşam alanlarını şekillendirdikleri barınaklardan, avlanma faaliyetlerini gerçekleştirdikleri yapılaşmalardan ve ürettikleri hacimsel nitelikli ürünlerden örnek alınarak da yakalanabilir. Hareket etme, barınma, beslenme ve tepki verme kabiliyetine sahip olan hayvanların ürettiği barınaklar mimari açıdan esinlenilebilecek çeşitliliğe sahiptir. M.Ö. 400 yılında, antik Yunanlı düşünür Demokritos; örümceklerin ağ örgüleriyle kumaşlar dokuduğumuzu ve kırlangıçların yuvalarına bakarak barınaklar inşa ettiğimizi belirterek hayvanlardan pek çok şeyi öğrendiğimizi ifade eder (Senosian, 2003).

Biyomimetik yaklaşımda insanlar, hayatlarını sürdürebilecekleri doğal yaşam alanlarını oluştururken karşılaşmış oldukları problemlere karşı doğal çözüm metodları geliştirmek amacıyla doğadaki organizmaların davranışlarından ilham alabilirler. Nitekim Legrand, mimarlık tarihi üzerine kişisel düşüncelerini kaleme aldığı "Essai sur l'histoire Générale de l'architecture" adlı kitabında kunduz barınaklarının mimarlara esin kaynağı olabileceğini belirtir. Legrand bu görüşünün akabinde, içgüdüleriyle hareket eden kunduzların hiçbir risk altında kalmadan kendisinden oldukça büyük ağaçları yıktığından ve bunları suların üstünden taşıyarak uygun bir alanda setler yapıp yuvalarını kurduğundan bahseder. Mimarların da tıpkı hayvanların sahip olduğu bu içgüdüsel davranışlardan ve kendi tecrübeleriyle edindiği bilgilerden yola çıkarak dayanıklı, ekolojik ve uygun maliyetli yapılar tasarlayabileceğini belirtir (Beyaztaş, 2012).

Mike Hansell (2009), "Built by Animals" adlı eserinde termit höyüklerinden tırtıl kozasına, kuş yuvalarından örümceklerin kurdukları tuzaklara kadar hayvan dünyasının yapılarını inceleyerek bu canlıların bir mühendislik eseri olan karmaşık yapıları nasıl inşa ettiklerini araştırarak onları bu tasarımları yapmaya iten nedenleri sorgular. Hansell çalışmasında; eşekarısı yuvalarından, yaprak kesen karıncalara, caddis

sineklerinden amiplere kadar hayvanların ürettiği yapılaşmaların zaman içinde nasıl geliştiğini, böcek toplumlarının nasıl ortaya çıktığını, hayvanların daha geniş habitatları nasıl değiştirebildiklerini ve hatta bazı hayvanların estetik bir anlayışı olup olmadığına değinir ve içgüdüleriyle inşaai faaliyetler gerçekleştirmesi ve oldukça kompleks yapılar ortaya koyması bakımından hayvanların; örümcekler, böcekler ve kuşlar olmak üzere üç sınıf altında incelenebileceğini belirtir (Hansell, 2009).

Bio yaşam ortamlarına dayalı biçimlenişlerin mimari yansımaları aşağıdaki şekillerde ortaya çıkmaktadır (Minsolmaz Yeler, 2012);

- İnşaat tekniği açısından; standart malzemeler ve basit teknikler kullanan kuşların yuvarlarında,
- Strüktürel olarak; örümceklerin asma-germe sistemine dayanan dayanıklı ağ örgülerinde,
- Biçimsel olarak; arıların konveks konik biçimlerle oluşturdukları kovanlarında,
- İşlevsel olarak; termitlerin havalandırma, sıcaklık ve nem kontrol sistemli barınaklarında mimari açıdan ilham alınabilecek uygulama ve örneklere rastlanır.

Bununla birlikte verilen bu örnekler yalnızca bir tek açıdan mimari biçimlenişe katkı sağlamaz. Nitekim inşaat tekniği olarak ele alınan kuş yuvaları biçimsel olarak da tasarımlara ilham kaynağı olabilmektedir (Minsolmaz Yeler, 2012).

Hayvalar tarafından üretilen barınaklarla mekân niteliği taşıyan oluşumların en dikkat çekici yanı bu yapılaşmaların yenilenebilir ve ekolojik özelliğe sahip olmasıdır. Daha önce detaylı anlatılan termit tümseklerinde doğal hava akımının sağlanmasında görülen prensipten esinlenilerek tasarlanan Karbon Binası bunun en net örneklerinden biridir (Bkz. Sayfa 102-106). Akkarınca olarak da bilinen bu canlılar sıcak ve çorak iklimin hâkim olduğu bölgelerde yaşarlar. Havanın aşırı sıcaklığından korunmak amacıyla barınaklarının toprak altında kalan kısımlarına oluklar açarlar. Doğal bir drenaj görevi gören bu oluklarda zamanla kısmen soğuk nitelikli su birikir. Bu su, barınak duvarlarındaki sıcaklığın etkisiyle buharlaşarak yuvanın içine dağılır ve nemli hava sirkülasyonunun oluşmasını sağlar. Böylece barınağın iç kısmında dış ortama göre daha serin bir atmosfer oluşarak olumsuz iklim şartlarına meydan okuyan sistemsel bir biçimleniş kurulmuş olur (Arslan ve Gönenç, 2007).

Koloniler halinde yaşayan termitler yuvalarını, hem zeminin altına hem de üstüne doğru iki yönde inşa ederler. Doğanın usta işçileri ve mimarları olarak değerlendirilen termitler görme yetilerine sahip değillerdir. Ancak koklama ve titreşime duyarlılık gösterme yönünden gelişmiş özellikleri bulunmaktadır. Termit kuleleri insan ölçeğine uyarlanacak olursa bu yuvaların, 61 metre çapında taban alanına sahip 180 katlı gökdelenlerin yüksekliğiyle eşdeğer olduğu görülür. Ayrıca termit yuvalarının giriş-çıkış noktaları kulenin yer aldığı coğrafyanın iklim şartlarına uyum sağlamak amacıyla kuzey güney aksı boyunca uzanmaktadır. Termitlerin içgüdüleriyle belirlediği bu planlama prensibi, yuvanın içinde ısıl düzenlemeyi sağlamak amacıyla geliştirdikleri bir tekniktir.

Örümceklerin yuvalarını kurmak ve avlanmak amacıyla tasarladıkları ağ örgüleri de yine mimarlara esin kaynağı olan bir yapıdır. Örümcekler tarafından belli bir sistem ve düzenle inşa edilen bu ağlar, çalıların üstünü kaplayan bir örtüyü andırır. Zemin boyunca yayılan ağ, çalıların uçlarına tutturulan gergin iplikçiklerle taşınmaktadır. Bu sistem örümceğe, geniş bir açıklığı geçmesine karşın oldukça dayanıklı olan ağsı bir örtü kurabilmesine olanak sunar. Örümceğin izlediği bu tasarım prensibi mimariye örnek teşkil ederek geniş hacimlerin üstünün örtülmesinde mimarlar tarafından sıklıkla kullanılmıştır. Örümcek ağlarından ilham alınanarak tasarlanan başlıca yapılar; Arabistanda bulunan Cidde Havalimanı Binası, İngiltere'de yer alan Schlumberger Cambridge Araştırma Merkezi ve Almanya'da bulunan Münih Olimpik Parkı'dır (Oktar, 2016).

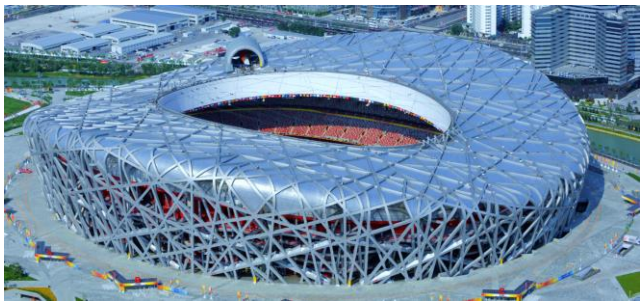
Şekil 4.80'de çalıların üzerini saran örümcek ağları yer almaktadır. Şeklin hemen altında ise bu ağların yayılma ilkesinden ve yapısal özelliklerinden ilham alınarak tasarlanan Schlumberger Araştırma Merkezi binası yer almaktadır. Ofis ve laboratuvarların üzerini örten, politetrafloroetilen (PTFE) kaplı cam elyafıyla üretilen çatı örtüsüyle örümcek ağı arasında strüktürel ve form açısından benzerlik olduğu görülür.



Şekil 4.80. Çalıların üzerini örten örümcek ağı ile Schlumberger Araştırma Merkezi binası (http://bit.do/cambridge-research-centre, 2019)

Ayrıca hayvansal bir tasarım malzemesi olan bu ağların dış kuvvetlere karşı gösterdiği direnç ve üstün stabilizasyon yetenekleri günümüzde gelişen teknolojik araçlarla çözümlenerek modellenebilmekte ve mimari tasarımlara form dışında, malzeme çeşitliliği yönünden de ilham vermektedir. Örümcek ağlarından elde edilen bu veriler doğrultusunda günümüzde; esneyebilen nano-kompozit malzemelerin, titreşime ve sese karşı duyarlı sistemlerin ve rejeneratif maddelerin üretimine ilişkin araştırmalar sürdürülebilmektedir (Williams, 2003).

Yapısal form olarak kuş yuvasından ilham alınan Pekin Ulusal Stadyumu canlıların yaşam ortamlarından esinlenmeye verilebilecek bir örnektir (Şekil 4.81).

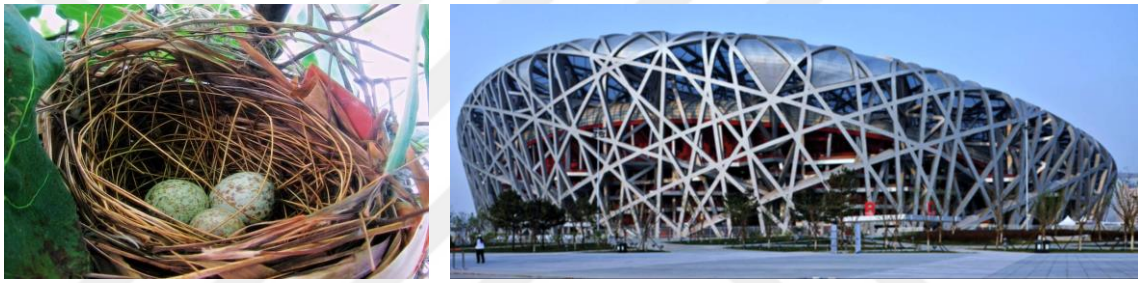


Şekil 4.81. Pekin Ulusal Olimpiyat Stadyumu (http://bit.do/pekin-stadium, 2019)

"Kuş Yuvası" olarak da adlandırılan bu stadyum, Pekin şehrinin Chaoyang bölgesinde yer almaktadır. 2008 yılında Çin'de düzenlenen 29. olimpiyat oyunlarına ev sahipliği yapmak üzere mimarlar Herzog ve Meuron ile Li Xinggang tarafından tasarlanmıştır. Yapı günümüzde turistik bir cazibe merkezi olarak kullanılmakta aynı zamanda burada rekreasyon faaliyetleri gerçekleştirilerek yerli ve uluslararası spor müsabakaları yapılmaktadır.

Stadın tasarımında öncelikli amaç ilham verici estetik bir görüntü elde etmek ve sismik hareketlere karşı dayanıklı olmasını sağlamaktı. Yapının hafif olmasına karşın depreme dayanıklı hale getirilmesi için, 110.000 tonluk 3600 adet çelik çubuk ustaca bir tasarımla birleştirilmiştir. Bu tasarımda, ağaç dalları üzerinde rüzgâr etkisiyle oluşan sarsıntılara karşı dayanıklı bir özellik gösteren kuş yuvası, yapının mimarlarına ve mühendislerine esin kaynağı olmuştur ("National Stadium: Bird's Nest", t.y.).

Dış cephede iç içe geçmeli olarak kullanılan çelik elemanlar kuş yuvasında olduğu gibi kaotik görünen organik tek düzey bir form oluşturmaktadır. Rastgele dağıtılmış gibi duran bu çelik kuşaklar mantıksal geometriyle şekillenerek Çin bayrağındaki yıldızlara işaret eden pentagramlar barındırmaktadır. Çatı eyer şeklinde kavislidir ve geometrisi taban elipsinden oluşturulmuştur (Şekil 4.82).



Şekil 4.82. Kuş yuvasının yapısıyla Pekin Ulusal Stadyumunun cephesi arasındaki benzerlik (https://autrecarnetdejimidi.wordpress.com/2016/04/02/stades/, 2019)

Yapı, çim için güneş ışığına izin veren, yağmur geçirmeyen, ancak yarı saydam bir polimer membran ile kaplanmıştır. Bu özel membran, parlamayı ve gölgeyi azaltarak stadyum içindeki aydınlatmayı arttırmakta ve daha elverişli bir rekabet ortamının oluşmasını sağlamaktadır. Aynı zamanda bu stadyum, ses emici malzemeler kullanılarak ve hesaplayıcı akışkanlar dinamiği ile tasarlanmıştır (Rogers, Yoon ve Malek, t.y.).

Wright'ın, Solomon Robert Guggenheim adlı Amerikalı iş adamının teklifi üzerine New York'ta tasarlamış olduğu müze ise arı kovanından esinlenen formuyla ön plana çıkar. Yapılarında süreklilik ve bütünlüğe önem veren Wright'ın bu eseri, arı kovanında olduğu gibi baştan sona tek bir parça olarak durmakta ve sonsuzluğu anımsatan ovalimsi yapıyla şekillenmektedir (Şekil 4.83).



Şekil 4.83. Wright'ın sarmal deniz kabuğu ve arı kovanından esinlenerek tasarladığı Guggenheim Müzesi (http://bit.do/eG5tn, 2019)

Sirkülasyon mekânı olmasının yanında sergileme alanı olarak da kullanılan rampanın ortasında yer alan galeri boşluğu, paslanmaz çelik bir konstrüksiyonla desteklenen cam bir kubbeyle örtülmüştür. Sarmal dış duvarın iç yüzüne asılmış olan tablo ve resimler, rampanın en yukarısından başlanıp döne döne inilerek izlenebilmektedir (Şekil 4.84).



Şekil 4.84. Guggenheim müzesinin sergileme alanı (http://bit.do/gugge-museum, 2019)

Bu yapı arı kovanına benzeyen biçimsel formu, sarmal deniz kabuğu şeklinde yükselen duvarları ve rampasıyla geleneksel müzecilik mimarisinden oldukça farklı bir şekilde tasarlanmıştır. Katlar arasında bağlantıyı sağlayan rampa sistemi aynı zamanda yapının zeminini oluşturmaktadır. Bu yönüyle yapının tümel tek hacimden oluştuğu söylenebilir.

Fizyolojiyle uğraşan bir bilim insanı olan Turner, öne sürdüğü bir düşüncesinde, hayvanların inşa ettikleri yapıların onların bedenlerine ait bir parça gözüyle değerlendirilerek bedenleri dışında bir unsur olarak algılanmaması gerektiğini belirtmiştir. Yani hayvanların inşa ettikleri yapıların tıpkı onların karaciğerleri, böbrekleri ve kalpleri gibi birer organı niteliğinde olduğunu savunmuştur. Bununla

birlikte genişletilmiş fenotip düşüncesini benimseyen Turner, canlıların sahip olduğu genlerinin yalnızca bedenlerini değil çevreyi de şekillendirdiğini ifade etmiştir. Ona göre canlıların oluşturduğu yapılar onların fenotip özelliklerinin uzantısı olarak ortaya çıkmaktadır (Turner, 2000). Bu durum yapısal olarak fizyolojinin ekolojiyle kurduğu ilişkisini göstemesi bakımından kayda değer bir örnek niteliğindedir.

4.3. Yapı Malzemeleri Ölçeğinde Uygulamalar

Doğa, içerisinde barındırdığı sınırsız sayıdaki yapısal malzeme çeşitliliğiyle bilim adamlarının ve mühendislerin dikkatini çekmiştir. Nano boyutlardan insan gözüyle algılanabilen ölçeklere varıncaya dek doğada yer alan her malzeme karmaşık ama hiyerarşik bir organizasyona sahiptir. Gerek mikro gerek makro ölçekte olsun doğadaki yapılaşmalardan malzeme düzeyinde esinlenilmesi; mukavemet, fonksiyonellik ve yenilenebilirlik açısından yapıların niteliklerini artıması noktasında yol gösterici olabilecektir.

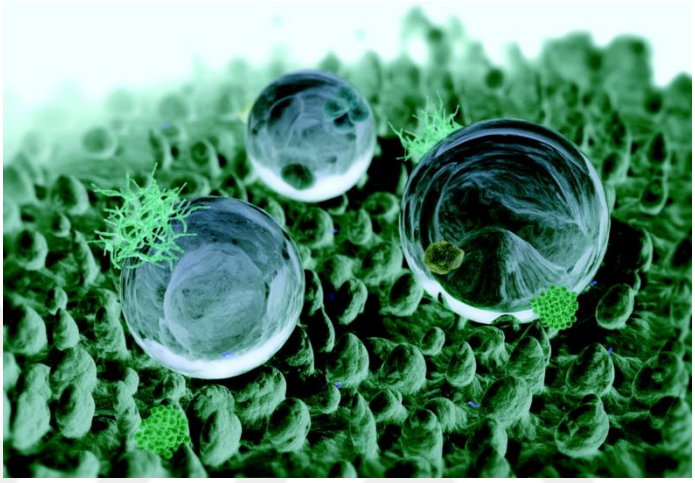
Biyomimesisin malzeme düzeyindeki uygulamalarına, lotus bitkisinin yapraklarından esinlenilerek geliştirilen kendi kendini temizleyebilen boya örnek olarak verilebilir (Şekil 4.85). Bataklık gibi kirli ve çamurlu bir ortamda yetişen lotus bitkisinin yaprakları bulunduğu ortama rağmen sürekli temiz kalabilmektedir. Çünkü lotus bitkisi üzerine konan toz ve partikülleri hidrofobik özelliği sayesinde suyla birlikte üzerinden atmaktadır.



Şekil 4.85. Lotus bitkisinin yaprağı ve bu yapraktan ilham alınarak üretilen kendi kendini temizleyen boyanın uygulaması (http://transmaterial.net/lotusan/, 2020)

Alman botanikçi Wilhelm Barthlott, yapraklar üzerinde mikroskopla yapmış olduğu bir araştırmada pürüzlü yüzeyi bulunan yaprakların düz yüzeyli olanlara kıyasla daha temiz kalabildiğini tespit etmiştir. Yetiştiği ortama göre en temiz yapraklara sahip olan lotus bitkisi üzerinde çalışmalarını yoğunlaştıran Dr. Barthlott, bitki yapraklarının

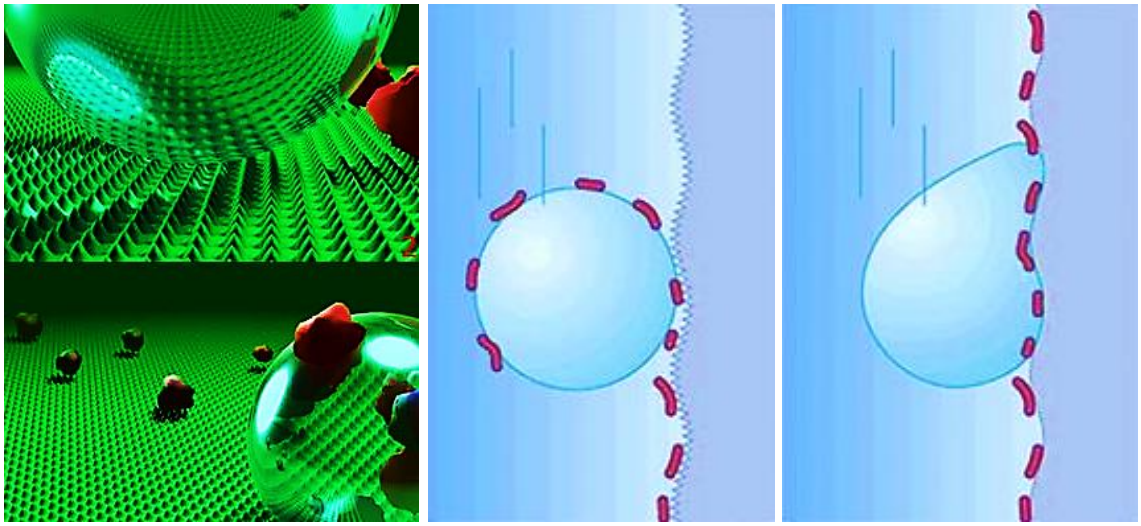
yüzeyinde çok küçük noktaların bulunduğunu gözlemlemiştir. Yaprakta pürüzler oluşturan bu noktalar, yaprağın üst tabakasına düşen ufak zerrecikler halindeki toz ve kirlerin asılı kalmasına sebep olarak zayıf bir bağ ile yaprak yüzeyine tutunmasını sağlamaktadır. Yaprağa düşen yağmur damlası bu noktalar üzerinden akıp giderken beraberinde yaprak üzerindeki kirleri de önüne katıp götürmektedir (Barthlott ve Neinhuis, 1997). (Şekil 4.86).



Şekil 4.86. Lotus yaprağının elektron mikrokobu altında görüntülenen nano yapısı (https://www.bettwerk.de/images/lot3.jpg, 2020)

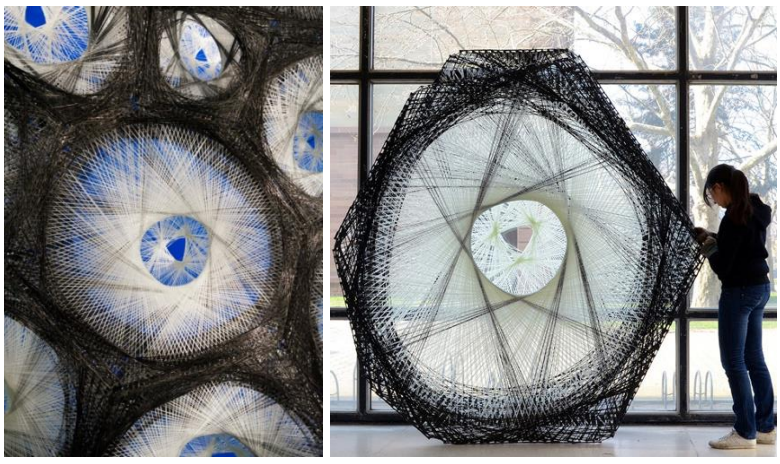
Lotus bitkisinin yaprakları aynı zamanda su geçirimsiz bir özelliğe sahiptir. Yaprakların suyu emmemesinin nedeni ise yaprak yüzeyinden salgılanan ince bir mum tabakasından kaynaklanmaktadır. Lotus yaprağının doğasında var olan bu özellik sayesinde bitki sürekli temiz kalarak enfeksiyonlara karşı korunmakta, nefes almakta ve daha verimli fotosentez yapabilmektedir (Gruber, 2011).

Lotus bitkisinin sahip olduğu bu özellikler bilim adamlarının dikkatini çekmiş ve binaların yüzeylerinde kullanılmak üzere kendi kendini temizleyebilen boya geliştirilmiştir. "Lotusan" olarak adlandırılan bu boya doğadan ilham alınarak tasarlanmış yenilikçi bir yapı malzemesidir. Bonn Üniversitesi'nin birkaç firma ile birlikte yürüttüğü çalışmalar sonucunda geliştirilen boyanın içinde hidrofobik silika gibi nanopartiküller bulunmaktadır (Şekil 4.87). Yapışkan bir film gibi bina yüzeylerine uygulanarak kullanılabilen boya sayesinde bina tıpkı lotus bitkisinde olduğu gibi nefes almakta, nem ve suyu dışarıda tutarak sürekli temiz kalabilmektedir. Biyoloji, bilim ve endüstri üçlüsünün işbirliği ile geliştirilen bu malzeme günümüzün inovatif ve etkili biyomimetik yapı malzemelerinden biridir (Shimomura, 2010).



Şekil 4.87. (Soldan Sağa) Lotusanla boyalı yüzeyin mikro yapısı, su damlasının pürüzlü yüzey üstündeki kirleri alıp götürmesi, normal yüzey üzerinde bu damlasının olduğu gibi ilerlemesi (https://www.heimwerker.de/fassaden-mit-lotuseffekt/, 2020)

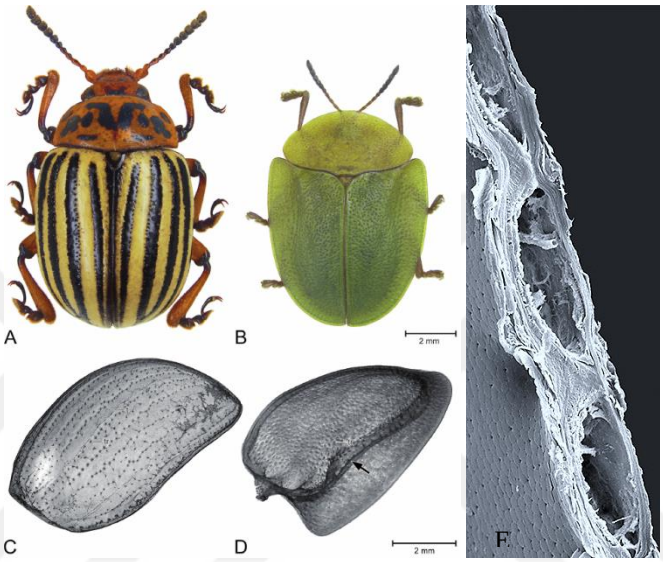
Stuttgart Üniversitesi'nden bir grup mimar ve mühendisin böcekler üzerinde yaptıkları çalışmalar sonucunda geliştirdikleri yenilikçi yapı malzemesi, biyomimesisin malzeme düzeyinde uygulanmasına ilişkin verilebilecek bir başka örnektir (Şekil 4.88). Almanya'da biyomimesis, robotik fabrikasyon, parametrik tasarım ve yeni malzemeler konusunda uzun yıllar önemli araştırmalar yapan Achim Menges ile yine aynı üniversitede doktorasına devan eden Moritz Dörstelmann'ın geliştirdiği bu malzeme, böceklerin kanat ve karnını kaplayan elytralardan ilham alınarak tasarlanmıştır.



Şekil 4.88. Achim Menges ve Moritz Dörstelmann'ın böcek elytrasından esinlenerek geliştirdikleri yapı malzemesi (http://bit.do/a-carbon-fibre-based-on-beetle-shells, 2020)

Biyolojide "kitinleşmiş kanat örtüsü" anlamına gelen böcek elytraları, protein matrisine gömülü kitin liflerinden oluşan çift katmanlı kompozitlerdir. Her ne kadar tek parça olarak algılansa da böcek elytralarının morfolojisi, birbirine bağlanmış olan çift

katmanlı ve bölmecikli bir yapıdan oluşmaktadır. Bölmeciklerin her biri ise üst ve alt katmanların sürekli liflerle birbirine bağlanması sonucunda oluşur. Böceği saran kabuk boyunca, bölmeciklerdeki liflerin dağılımında ve birbirine bağlanmasında yerel olarak farklılıkların olduğu görülmektedir (Şekil 4.89). Dışarıdan gelebilecek darbelere karşı oldukça dayanıklı olmalarının yanında hafif ve esnek bir yapıya sahip olan bu elytralar, uçuş sırasında rüzgâr akışı ile dinamik etkileşimin kurulmasında da rol almaktadır (Kamp vd., 2015).



Şekil 5.89. Colorado Patates Böceği (A), Yeşil Kaplumbağa Böceği (B), böcek kabuklarının X ışınları altındaki yüzey morfolojisi (C, D) ve elytranın microtomografik kesit görüntüsü (E) (Kamp vd., 2015)

Teknik alanda mikro yapıları ve çok işlevli mekanik özellikleri açısından incelenen böcek elytraları, günümüzde yeni yapısal modellerin ve özel mikro yapılara sahip yeni biyomimetik katmanlı kompozitlerin geliştirilmesine yol açmış ve artık bina yapımında da kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle, çok işlevli rolleri ve mekanik özellikleri nedeniyle hafif bina tasarımlarında model olarak alınan önemli bir biyo-ilhamlı kompozit malzeme haline gelmiştir. Ayrıca elytraların sahip olduğu anizotropik[1] özellik sayesinde yerel olarak farklılaşan malzemeler imal edilebilmektedir (Kamp vd., 2015).

Böceklerin elytralarındaki ağ yapıları dikkate alınarak cam ve karbon fiberle takviye edilmiş kompozit malzemelerin robotik olarak dokunması sonucunda elde edilen malzemelerle Stuttgart Üniversitesi'nin bahçesinde bir yapı oluşturulmuştur.

[1] Özellikleri farklı yönlerde değişiklik gösteren malzeme (http://bit.do/what-is-anizotrop)

ICD/ITKE Araştırma Pavyonu olarak adlandırılan yapı Achim Menges, Moritz Dörstelmann ve Jan Knippers tarafından 2013-14 yıllarında tasarlanmıştır (Şekil 4.90).

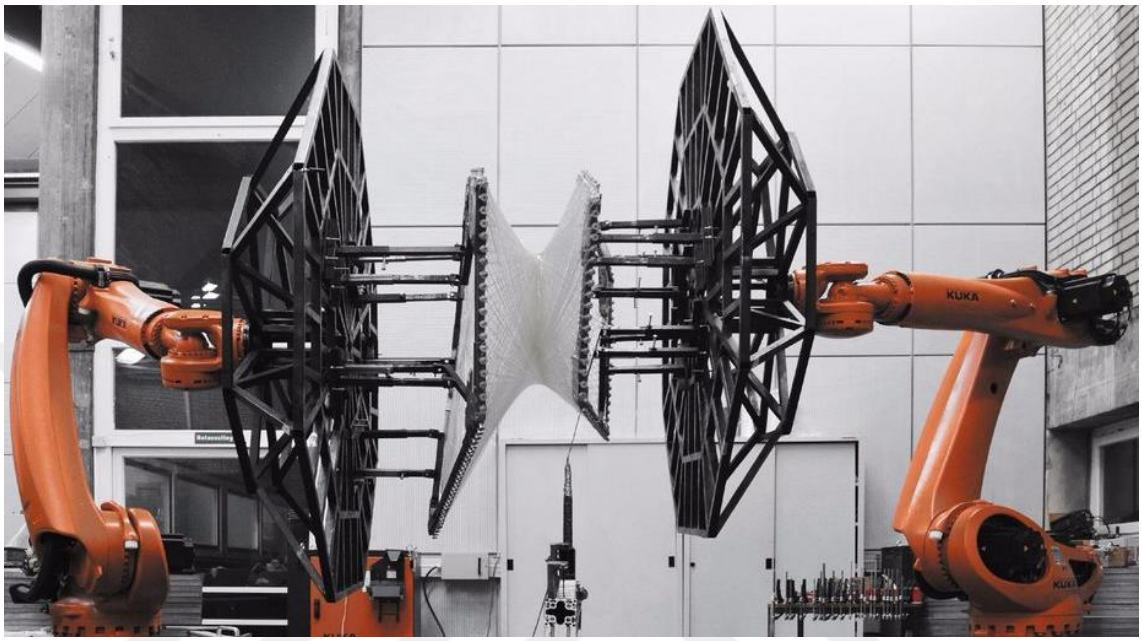


Şekil 4.90. ICD/ITKE Araştırma Pavyonu (Kamp vd., 2015).

Pavyonun dış kabuğu çokgen şeklinde olan hücre birimlerinin birbiriyle birleştirilmesinden meydana getirilmiştir. Geometrileri böceklerin elytralarından soyutlanan ve yapısal ilkelere dayalı 36 elemandan oluşan bu yapıda her bir parça, strüktürel açıdan verimli bir yük taşıma sistemi sağlayan ayrı bir fiber düzene sahiptir. En büyük eleman 2,6 m çapında ve yalnızca 24,1 kg ağırlığındadır. Araştırma pavyonu toplam 50 m² yüzey alanına sahip olup 593 kg ağırlığında ve 122 m³ hacmindedir (Kamp vd., 2015).

Hücrelerin üretiminde proje ekibi tarafından geliştirilen ve diğer birçok kompozit üretim sürecinin aksine herhangi bir kalıp gerektirmeyerek atıkları en aza indirgeyen yenilikçi bir robotik sarma işlemi kullanılmaktadır. Bu teknikte robot her bir hücreyi yapmak amacıyla, cam reçineyi ve karbon fiberleri çokgenden oluşmuş bir sarma aracına sarar. Öncelikli olarak cam elyaflar çokgen etrafına sarılarak ana iskelet oluşturulur. Sonrasında cam elyaflara göre daha yüksek sertlik ve mukavemet özelliğine sahip siyah karbon elyaflar bu iskelet üzerine sarılır (Şekil 4.91). Robotik imalat tamamlandığında kompozit malzeme sertleşir ve sarım aleti çıkarılır. Çıkarılan sarım aleti daha sonraki hücreleri oluşturmak üzere tekrar tekrar kullanılabilmektedir. Bu robotik imalat işlemi, hücrelerin sonsuz sayıda morfolojik permütasyonunu mümkün

kılar. Her hücrenin tasarımı, yapısal analizi ve adaptasyonu tamamen dijital bir işlemle belirlendiğinden, robotik fabrikasyon için makine kontrol kodu, ihtiyaçlara bağlı olarak önceden belirlenir. Her hücrenin elyaf düzeni, yoğunluğu ve yönü birbirinden farklı olup spesifik bir özellik göstermektedir (Kamp vd., 2015).



Şekil 4.91. Cam elyaflarının robotik kollar kullanılarak dokunması sonucunda hücre birimlerinin oluşturulması (Kamp vd., 2015).

ICD/ITKE Araştırma Pavyonu mimarlık alanında yeni tasarım, simülasyon ve üretim süreçlerinin potansiyelini gösteren başarılı bir uygulamadır. Aynı zamanda daha az malzeme kullanarak daha etkileyici formların nasıl oluşturulabileceğine ilişkin örnek teşkil etmektedir.

Yine aynı ekip tarafından 2016 yılında İngiltere'nin Victoria ve Albert Müzesi bahçesinde benzer teknik ve malzemeler kullanılarak strüktürel bir örtü tasarlanmıştır (Şekil 4.92). Yaklaşık 200 m² yüzey alanına sahip olan kanopinin lifli kompozit yapısı sadece iki temel kompozit hücreden oluşmaktadır. Bunlardan ilki, şeffaf çatı panelleri ile donatılmış kanopi hücreleri ve diğeri de kanopiyi yere bağlayarak arayüz oluşturan kolon hücreleridir. Her iki hücre birimi de şeffaf cam elyaflar ve siyah karbon elyaflar kullanılarak yük taşıyıcı özellikteki aynı malzemeden yapılmıştır. Hücrelerin üretimi, tıpkı araştırma pavyonunda olduğu gibi robotik teknik kullanılarak yapılmıştır (Megson, 2016).



Şekil 4.92. Victoria ve Albert Müzesi bahçesinde tasarlanan strüktürel örtü (http://bit.do/Victoria-and-Albert-Museum-elytra-pavilion, 2020)

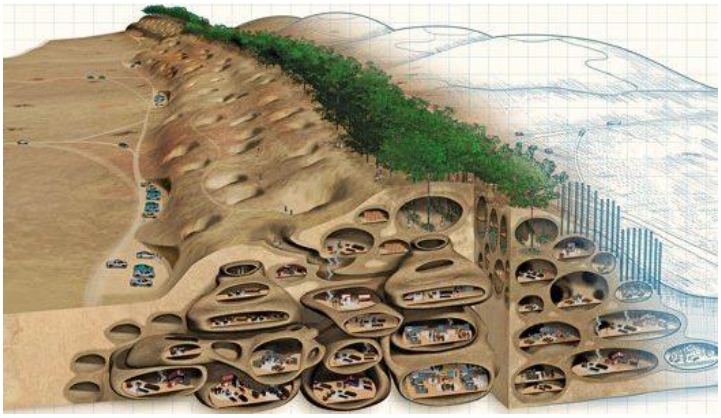
Bu strüktürel örtü mekân kullanımından optimum fayda sağlamak üzere farklı koşullara morfolojik adaptasyon sağlayan antistatik bir özellik gösterir. Bu sebeple kanopinin formuna ilişkin önceden belirlenmiş herhangi bir son durum yoktur. Yapı içinde meydana gelen değişkenlerin gerçek zamanlı olarak algılanmasını sağlamak amacıyla yapının çeşitli yerlerine fiber optik sensörler yerleştirilmiştir. Strüktürel örtüye yerleştirilen hareket sensörleri yardımıyla yapıyı ziyarete gelen misafislerin davranışları izlenerek örtünün nasıl büyümesi gerektiği ve yeni eklenecek parçaların hangi yönden ve ne şekilde eklenmesi gerektiği belirlenebilmektedir (Şekil 4.93). Aynı zamanda termal görüntüleme sensörleri tarafından yakalanan ziyaretçilerin gölgelik alan kullanımına ilişkin verileri; sıcaklık, radyasyon, ortam nemi ve rüzgâr gibi çevresel parametrelerle birlikte yorumlanarak projeyi imal eden tasarım birimine aktarılmaktadır. Bu sayede gezinme, yürüyüş ve dinlenme alanları ziyaretçilerin davranışlarına bağlı olarak yeniden yapılandırılabilmektedir (Megson, 2016). Bu strüktürel örtü, yapısal açıdan verimli ve estetik açıdan etkileyici olduğu kadar fonksiyonel olarak uyarlanabilir bir tektonikliğe sahiptir. Ziyaretçiye zaman içinde dönüşen ve gelişen mekânsal bir deneyim sağlar.



Şekil 4.93. Victoria ve Albert Müzesi bahçesindeki strüktürel örtünün üssten görüntüsü (http://bit.do/Elytra-Films-Pavilion, 2020)

Yukarıda değinilen araştırma pavyonu ve strüktürel örtü, biyolojik yapısal ilkeler ile malzeme, form ve robotik imalat arasındaki ilişkilerin sentezlenmesi sonucunda nasıl yenilikçi kompozit yapım yöntemlerinin geliştirilebileceğini göstermekte ve teknoloji aracılığı ile biyolojinin mimariye aktarılmasına ilişkin örnek teşkil etmektedir. Üst örtünün meydana getirilmesinde izlenen multidisipliner tasarım yaklaşımı sadece performans ve malzeme açısından verimli hafif yapıların üretilmesine olanak sağlamakla kalmaz, aynı zamanda yeni mekânsal nitelikler ortaya koyarak mimarinin tektonik olanaklarını da genişletir.

Çölde gevşek kum tepeciklerini bakteri kullanarak sağlam ve katı bir biyolojik yapı malzemesine dönüştürmeyi ve bu sayede yaşanılabilir yapılar inşa etmeyi düşünen Magnus Larsson'nun Kumul Mimari projesi, yapı malzemesi üretiminde biyomimesisten yararlanmaya ilişkin verilebilecek örneklerden biridir (Şekil 4.94).



Şekil 4.94. Kumul Mimari projesindeki yaşanılabilir alanları gösteren kesit perspektifi (https://arch5541.wordpress.com/2012/09/21/sand/, 2020)

İsveçli mimar Magnus Larsson tarafından Kuzey Nijerya'nın Sokoto şehrinde uyarlanabilir bir öneri olarak geliştirilen çölleşme karşıtı kumul mimarisi projesi, Holcim Vakfı tarafından 2008 yılında Fas'ta düzenlenen Holcim Sürdürülebilir İnşaat Ödülü'ne layık görülmüş ve "Yeni Nesil" kategorisinde birincilik ödülü kazanmıştır (Naghadeh, 2013).

Larsson bu projesinde bataklıklarda ve sulak alanlarda yaşayan ve kumu katılaştırma yeteneğine sahip olan bakteriyel bir mikroorganizmadan faydalanmıştır. "Bacillus (Sporosarcina) Pasteurii" adı verilen bu canlıları kullanarak çöldeki kum tepeciklerini katı kumtaşlarına dönüştürmeyi düşünen Larsson bu sayede kumul alanları dengeli ve sürdürülebilir bir şekilde kontrol altında tutarak lifli ve gözenekli bir yapıya dönüştürmeyi amaçlamıştır (Naghadeh, 2013), (Şekil 4.95). Larsson, biyoteknolojinin geldiği son noktada; dengeli yayılan kumul yapılar inşa etmek, çölleşmeyi kontrol altına almak, çölleşme sonucunda evlerini terk eden insanların yaşayabileceği yeni alanlar oluşturmak ve hatta depreme yatkın olan bölgelerdeki sıvılaşmış toprakların katılaştırılarak zemininini sağlamlaştırmak amacıyla bu mikroskobik canlılardan yararlanılabileceğini ifade etmiştir (Naghadeh, 2013).

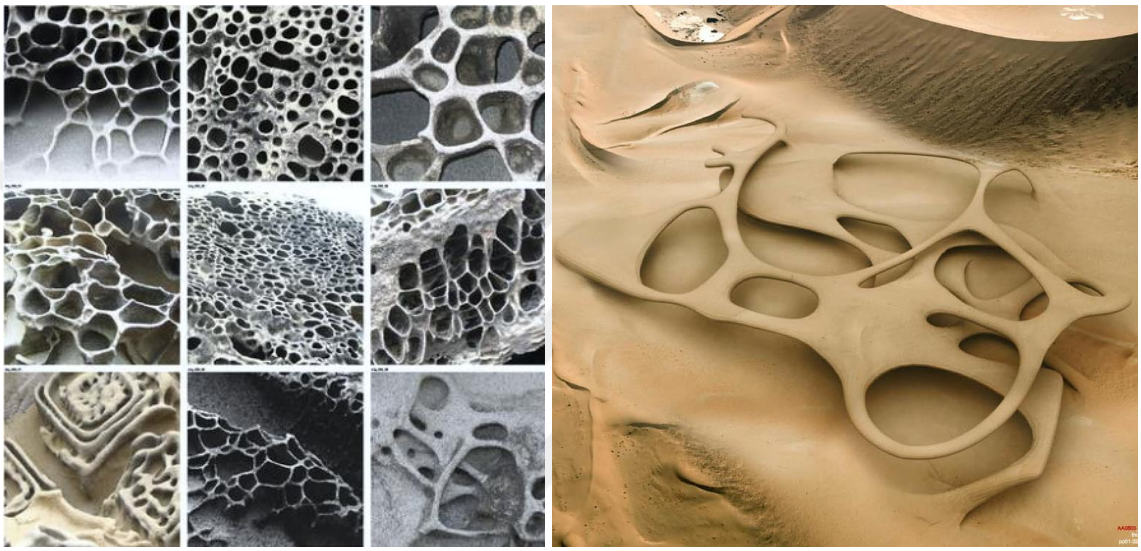


Şekil 4.95. Çölleşme Karşıtı Kumul Mimari projesinde yer alan kumul mağaralar (https://arch5541.wordpress.com/2012/09/21/sand/, 2020)

Projenin esası, bakterilerle kum parçacıklarının doğal mikrobik reaksiyonunda yatmaktadır. Bu biyokimyasal reaksiyon süreci, Amerika'nın Utah eyaletinde yer alan kaya oluşumları kullanılarak Kaliforniya Üniversitesi'nin Toprak Etkileşimleri Laboratuvarı'nda incelenmiş ve gevşek kum içerisinden geçirilen ve mikrobiyolojik olarak indüklenen kalsiyum karbonat çökeltme işlemiyle birlikte bakterilerin kumla girdiği biyolojik reaksiyon sonucunda oluşturulmuştur. Mikrobiyal aktiviteden kaynaklanan kalsiyum karbonat çökelmesine bağlı olarak yapı duvarlarının; kayma mukavemetinin, sınırlı basınç direncinin, sıvılaşma mukavemetinin arttığı ve sertleştiği görülmüştür. Bu çalışmada görülebileceği üzere toprak direncindeki bu artış,

bakterilerle kum tanelerin birbirine bağlanması ve toprağın yoğunluğunun artmasının bir sonucudur. Araştırmalar, karbonat çökeltme miktarı ile mukavemet ve gözeneklilik artışı arasında doğrusal bir ilişki olduğunu göstermiştir. Reaksiyon süreci 24 saat içerisinde tamamlansa da yapıyı yaşanabilir bir hale getirmek için kumu doyurmak yaklaşık bir hafta sürmektedir (Soon, Lee, Khun ve Ling, 2014).

Larsson'un Kumul Mimari projesi daha çok permakültürel[1] amaçlı tasarlanan tafoni[2] benzeri kumul peyzaj düzenlemesinden oluşmaktadır (Şekil 4.96).



Şekil 4.96. Doğada görülen tafoni oluşumları (Sol) ve projede bu formlardan esinlenilerek tasarlanan kavernöz yapı (Sağ) (http://bit.do/a-project-by-magnus-larsson, 2020)

Projede yer alan yapıların formlarının ortaya çıkarılmasında çöl yüzeyine yayılmış olan büyük bir 3D yazıcı benzeri bir teknik kullanılmaktadır. Bu teknikte bakterilerileri kumlara enjekte eden kazık sistemleri yer alır. Yapının ilk katmanını oluşturmak üzere kazıklar kum yüzeyinden en aşağı itilerek kumlara bakteri tabakası yayılır. Ardından kazıklar bir kademe yukarı çekilerek ikinci tabaka oluşturulur. Bu şekilde yapının yüzeyleri en alttan en üste doğru katman katman üç boyutlu yazıcı mantığıyla inşa edilmektedir. Yapının yüzeyleri arasında kalan kumlar ise kazılarak veya püskürtülerek ya da doğal yoldan rüzgâra teslim edilerek boşaltılabilmektedir (Naghadeh, 2013), (Şekil 4.97).

[1] Tarımsal açıdan üretken ekosistemlerin bilinçli olarak tasarımı (http://permacultureturkey.org/nedir/).
[2] Kaya yüzeyinde görülen oyuk biçimindeki aşınma şekli (https://tr.wikipedia.org/wiki/Tafoni).



Şekil 4.97. Bakterilerin içi boş kazıklar yardımıyla toprağa enjekte edilmesi ve fazla kalan kumların boşaltılması (http://bit.do/a-project-by-magnus-larsson, 2020)

Larsson, bakteriler kullanarak kumu kumtaşlarına dönüştürmenin yeni bir yolunun keşfinin yanında bu projenin, çölleşmeye karşı alınabilecek önlemler arasında inovasyon sağlayan çevresel bir proje olduğundan bahseder. Kumulların içinde ağaç, bahçe ve sera gibi yeşil alanların oluşturulabileceğini, yeşil bitki örtüsü üzerinde hayvanların otlatılabileceğini, su göletlerinin ve gölgelik alanların oluşturulabileceğini belirtir (Şekil 4.98). Aynı zamanda, sert bir duvar haline gelen kumulların iç kısmı ile dış yüzeyi arasında sıcaklık farkı oluşacağından kumullar arasında yaşanılabilecek termal konfor alanlarının da inşa edilebileceğini açıklar (Naghadeh, 2013).



Şekil 4.98. Bacillus pasteuriiler kullanılarak kumullar üzerinde oluşturulan su göleti ve yeşil alanlar (http://bit.do/a-project-by-magnus-larsson, 2020)

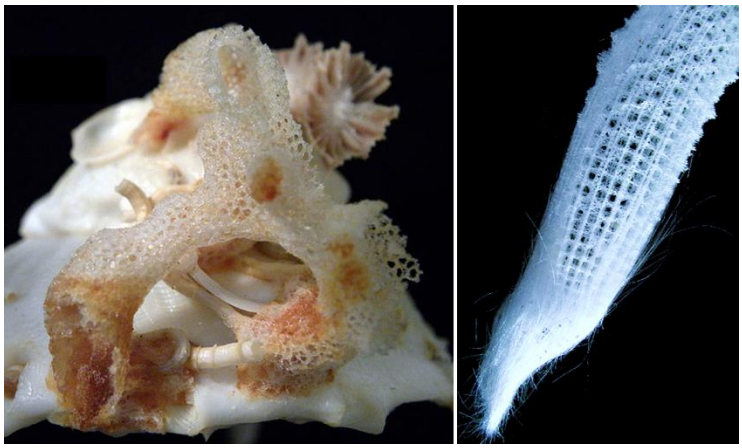
Biyolojik sistemler, çok çeşitli minerallerden dikkat çekici derecede karmaşık ve mekanik olarak sağlam iskelet yapıları inşa etme yetenekleri ile bilinir. Bu canlı

sistemlerden biri olan cam süngerleri, teknik olarak yeni yapı malzemelerinin geliştirilmesine esin kaynağı olacak iskelet sistemlerine sahiptir (Şekil 4.99).



Şekil 4.99. Denizde yaşayan cam süngerlerinden bazıları (https://insanvehayat.com/wp-content/uploads/2015/04/sungerler.jpg, 2020)

"Hexactinellid" olarak adlandırılan cam süngerleri denizin derinliklerinde yaşayan omurgasız hayvanlardır. Silindirik tüp benzeri bir forma sahip olan bu canlıların vücudu, cam üretiminde kullanılan silikat mineralinden oluştuğu için cam süngerleri olarak adlandırılır. Cam süngerlerinin iskeletimsi yapısı silisli spiküllerle çevrilidir. Bu spiküller, süngerin dokularına yapısal destek sağlayan mikroskopik, pim benzeri uzantılardır. Süngerler bu spiküller sayesinde denizin derinliğinde dik bir şekilde durarak sertlik kazanır. Vücutları sert oldukları kadar da esnektir. Su akıntılarına karşı bükülme özellikleri sayesinde kırılmadan ayakta kalabilirler (Joseph ve Muir, 2013), (Şekil 4.100).



Şekil 4.100. Bazı hexactinellid türlerinin silisli spiküllerle çevrili fileli yapıları (https://en.wikipedia.org/wiki/Hexactinellid, 2020)

Tüm hexactinellidler farklı oranlarda büyüme potansiyeline sahiptir, ancak ortalama büyüklüklerinin kabaca 32 santimetre uzunluğunda olduğu söylenebilir. En fazla 1 metreye kadar büyüyebilen hexactinellidler için hayatta kalma süresi yaklaşık 200 yıldır ("Hexactinellid", t.y.).

Canlı bir organizma olan cam süngerlerinin su içinde ürettikleri; yüksek mukavemetli, esnek, uzun ömürlü ve büyüme özelliğine sahip olan cam malzeme bilim insanlarının dikkatini çekmiştir. Araştırmacılar, bu canlı mimari biçimlenişin ileriki yıllarda yeni insan yapımı materyallerin geliştirilmesine katkı sağlayacağını söylemekte ve bu amaçla cam süngerlerinin yapısını anlamaya yönelik bilimsel çalışmalar gerçekleştirmektedir. Michael A. Monn bir araştırmasında, cam süngerlerindeki spiküllerin kırılmadan önce 2.4 kata kadar bükülebildiğinden bahsetmektedir (Monn, 2017).

Aizenberg (2005), bir makalesinde cam malzemenin her ne kadar kırılgan olsa da biyolojik evrende yapısal malzeme olarak sıklıkla kullanıldığını belirtmiştir. Süngerlerdeki silisyumlu spiküllerden oluşan cam ipliklerinin dayanıklılığı hakkında onların aynı boyuttaki tok ve kırılgan olan yapay camlara göre daha sağlam ve esnek olduğunu ifade etmiştir (Aizenberg vd., 2005).

Süngerlerin yapı-işlev ilişkilerine yönelik yapılan bu araştırmalar, karmaşık olduğu kadar hiyerarşik olarak düzenlenen; sağlam, kırılmaya dayanıklı ve esneyebilen üç boyutlu kompozitlerin üretimi için ilham veren yeni anlayışlar getirecektir.

Yapı malzemesi düzeyinde doğadan ilham alınan başka doğal malzemeler kemik ve yumurta kabuklarıdır. Biyomühendis Dr. Michelle Oyen, yeni ve sürdürülebilir yapı malzemeleri üzerine yaptığı araştırmaları sonucunda beton ve çeliğin yerine alternatif olarak kemik ve yumurta kabuklarından doğal yapı malzemeleri geliştirmiştir. Oyen'in özellikle beton ve çeliğe odaklanmasının sebebi bu malzemelerin üretimi sırasında atmosfere yaymış oldukları yüksek sera gazı miktarı sebebiyle artan karbon ayak izidir. Sadece beton endüstrisi, küresel karbondioksit emisyonunun yüzde 10'unu oluşturmakta ve ekolojik çevreyi kirleten atık maddelere sebep olmaktadır. Bununla birlikte çimento üretiminde 1400 °C 'yi bulan yüksek sıcaklık gerekmekte ve bu durum ise üretim maliyetiyle birlikte karbon salınımının artmasına neden olmaktadır (Oyen, 2008).

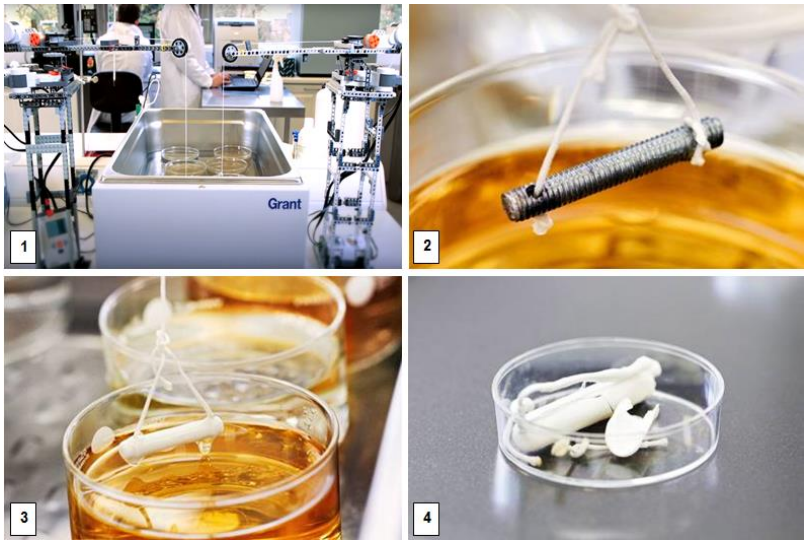
"Malzeme Araştırmaları Derneği (MRS)" toplantısı sonrası ilgisini, büyük enerji gerektirmeyen alternatif doğal ve biyo-ilhamlı malzemeleri keşfetmeye yönlendiren Oyen; ABD Ordusu Mühendisler Birliği'nden fon desteği alarak bir ekip kurmuş ve kemik yapısı ile yumurta kabuğunu inceleyerek araştırmaları sonucunda aşağıdaki verilere ulaşmıştır:

Kemikler ons[1] bazında çelikten daha güçlüdür. Yapısal ve mekanik özellikler bakımından beton ve çelikten daha iyi performansa sahiptir (Poon, 2016). Bu durum kemiğin yapısını oluşturan mineral ve proteinlerden ileri gelir. Doğal bir kompozit malzeme olan kemiklerin içinde kolajen adı verilen proteinle birlikte kalsiyum fosfat minerali yer alır ki bu mineral kalsiyum, fosfor, oksijen ve hidrojen elementlerinden oluşur. Bu elementler doğada bol miktarda bulunur ve bunları elde etmek için kazmaya veya madencilik yapmaya gerek yoktur. Mineraller, kemikleri sert ve kırılmaya karşı dirençli hale getirirken protein bunları yumuşak ve hafif yapar. Kemikler çimento üretiminde ihtiyaç duyulan 1400 °C 'lik sıcaklığın aksine anne karnında ortalama 37°C vücut sıcaklığıyla üretilerek sağlam bir yapıya dönüşmektedir. Ayrıca şu an için yapay kemikler üzerinde uygulanması mümkün olmasa da kemikler hasar gördükleri zaman kendi kendini iyileştirme özelliğine de sahiptir (Oyen, 2008).

Yumurta kabukları ise hafif oldukları kadar kolay kolay açılmayan dayanıklı bir özelliğe sahiptir. Masanın üzerine, tavanın kenarına veya sert bir yüzeye vurulmadığı müddetçe kolay bir şekilde kırılmazlar. Çünkü bu kabuklar, çok iyi bir tokluğa sahip olmalarını sağlayan yüzde 95 oranında mineralden ve hasara karşı direnç sağlayan yüzde 5 oranında proteinden oluşur. Yumurta kabukları; kalsiyum, karbon ve oksijen olmak üzere doğada bol miktarda bulunan üç elementin kimyasal reaksiyonu sonucunda oluşan kalsiyum karbonattan yapılmıştır. Üstelik bu üretim süreci tavuk vücudu iç sıcaklığında ve kısa bir süre içerisinde gerçekleşmektedir. Tavuklar her gün; sağlam, sert ve bir o kadar da hafif olan bu malzemeyi 18 saat gibi bir süre içerisinde yumuşacık bir malzemeden sıfırdan imal etmektedir (Armitage, Strange ve Oyen, 2012).

Uzmanlığı kemik yapısı üzerine olan Oyen yapay kemik üretiminin sadece tıbbi uygulamalar için değil endüstriyel alanda da iyi bir yapısal malzeme olabileceğini düşünmüştür. Ekibiyle yürüttüğü çalışmalar sonucunda inşaat malzemelerinin ve tıbbi implantların yerine kullanılabilecek yapay kemik ve yumurta kabuğu örnekleri oluşturmuştur (Örneklerin yapımında canlı hücrelerden alınan ve kemiklerin yapı taşı olan kolajen proteinlerinden faydalanmıştır). Doğal protein kolajenleri jelatin haline getirerek yapay kemik ve kabuk üretiminde kullanmıştır (Oyen, 2008), (Şekil 4.101).

[1] Kütle birimi (https://tr.wikipedia.org/wiki/Ons)



Şekil 4.101. Laboratuvar ortamında yapay kemik üretimi: Deney düzeneğinin hazırlanması (1), metal bir çubuğun kalsiyum ve protein içine batırılması (2), çıkarılan çubuğun fostat ve proteine batırılması (3), üretilen yapay kemik (4) (https://www.wired.co.uk/gallery/playful-prototyping-gallery, 2020)

Mineral ve protein oranları kabaca eşit olduğu için yapay kemik üretiminde daha başarılı sonuçlar elde eden ekip aynı başarıyı yumurta kabuğu üretiminde elde edememiştir. Mineral oranı yüksek tutularak üretilmeye çalışılan yumurta kabuğunda gevreklikler gözlemlenmiştir. Çünkü üretilen yapay malzemede sertlik mineralden, tokluk ise proteinden gelir ki bu malzeme oranlarının hassasiyetle ayarlanması oldukça önemlidir. Doğal malzemelerin daha iyi araştırılması gerektiğini ifade eden Oyen, ileriki aşamalarda canlı organizmalardan alınan kolajeni kullanmaksızın aynı malzemeyi oluşturmanın yollarını araştıracağını ve jelatin sıvısını gerçek insan kemiği kadar sağlam olan başka bir polimer maddeyle değiştirmeyi amaçladığını ifade etmiştir (Clarke, 2018).

Yapay kemik üretiminden elde edilen örnekler henüz birkaç santimetre büyüklüğünde olsa da ileriki yıllarda ölçeklendirilmesi ve geleceğin şehirlerinin inşasında kullanılacak olan daha büyük imalatların gerçekleştirilmesi beklenmektedir. Oda sıcaklığında gerçekleştirilen bu üretim sürecinde enerji ihtiyacı en aza indirildiği gibi üretimden sonra atık madde oluşmamakta ve karbon ayak izi miktarı azalmaktadır (Poon, 2016).

Malzeme teknolojisinden robotik sistemlere, yazılımlardan nanoteknolojilere varıncaya dek insanın gereksinim duyduğu pek çok alanda doğada yer alan modellerden faydalanılması mümkündür. Yukarıdaki örneklerde görüldüğü üzere doğadan esinlenme sonucunda geliştirilen malzemeler ve bunun sonucunda meydana getirilen tasarımlar mimarlığın mevcut potansiyel kaynaklarını geliştirdiği gibi yeni, sağlıklı ve sürdürülebilir yapı malzemelerinin oluşturulmasına da olanak sağlamaktadır.

Çalışma kapsamında incelenen örneklerin sayısı sınırlı olsa da gözden kaçmış olan ya da halen ortaya çıkarılmayı bekleyen daha pek çok ilham kaynakları doğada yer almaktadır. Günümüze varıncaya kadar doğadan ilham alma sonucunda oluşturulan malzeme ve tasarımların değerlendirilerek araştırılması, ilerleyen yıllarda ortaya çıkarılacak olan yeni tasarım ve buluşların geliştirilebilmesi açısından altyapı niteliğindedir. Doğadan esinlenilen tasarım örneklerinin ve tasarımda ilham alınan kaynakların bir data havuzunda biriktirilmesi, gelecek dönemlerde tasarımcılar için kılavuz özelliğinde olabilecektir.

5. BÖLÜM

YAPI ÖLÇEĞİNDE BİYOMİMESİS UYGULAMALARININ ESTETİK KAVRAMLAR ÜZERİNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ

Bu bölümde önceki bölümlerde detaylı olarak açılımları yapılan biyomimesinin yapı ölçeğindeki uygulamaları 14 estetik kriter kapsamında incelenecek, değerlendirilecek ve elde edilen veriler tablo sisteminde tümleştirilecektir. Örneklerin analizinde incelenen estetik kriterlerde dikkate alınacak değerlendirme ölçütleri ise aşağıdaki şekilde sınırlandırılmaktadır:

- **Çizgi;** doğrusal, eğrisel, kırıklı ve kuralsız çizgiler ile sinüzoidal eğriler,
- **Yön;** yatay, düşey, eğimli yönler ile yönlerin birbirlerine göre durumlarına ilişkin dik, paralel ve bunlar arasındaki çakışık yönler,
- **Aralık;** bitişik, sabit mesafeli ve değişken mesafeli aralıklar,
- **Ölçü ve oran**; insan – yapı, yapı – çevre ve yapının elemanları arasındaki oransal ilişki ile tasarımı oluşturan her bir birimin birbirleriyle boyutsal ilişkileri,
- **Biçim – şekil;** organik ve geometrik şekiller ile geometrik şekillerden; üçgen, kare, çokgen ve daire şekilleri,
- **Renk;** sıcak – soğuk renkler ile renksizlikler ve renklerin birbirleriyle ilişkilerine dayanan uygun / uyumlu, zıt / komplementer ve ilgisiz renkler,
- **Değer (Ton);** akromatik, monokromatik ve polikromatik özellik gösteren renk gruplarının aydınlık derecelerinin birbirine yakın veya uzak olması durumlarına dayanan ilişkiler
- **Doku;** yüzeylerin pürüzlülük ve parlaklığına dayanan doku karakterleri,
- **Işık – gölge;** ışığın rengi, şiddeti ve yönü ile ışıklı – gölgeli yüzeyler arasındaki karşıtlık dereceleri,
- **Hareket;** hareket edebilen elemanların kullanıldığı yapılar hareketli olarak kabul edilecek ve organizasyon bütününde öge ve ilkelerle kurulan kompozisyonel hareket değerlendirme kapsamı dışında tutulacaktır.

- **Tekrar (Ritim);** mutlak (tam) tekrar, tekrar, değişken tekrar, aralıklı (periyodik / ardışık) tekrar ve odaksal tekrar uygulamaları,
- **Uyum (Uygunluk);** fiziksel (görsel), işlevsel, biçimsel (analojik) uygunluk ile üslup (tarz) uygunluğu türlerinden yalnızca somut karaktere sahip fiziksel uygunluk türü değerlendirilecektir. Soyut özellik sergileyen işlevsel, biçimsel ve üslup uygunlukları değerlendirmede dikkate alınmayacaktır.
- **Karşıtlık (kontrast);** tasarımı oluşturan ögelerin; ölçü, biçim, doku, renk, değer, aralık veya yön gibi fiziksel özellikler bakımından birbirine göre durumları,
- **Egemenlik;** fiziksel egemenlik, önemlilik egemenliği ve fikir egemenliği türlerinden somut karaktere sahip fiziksel egemenlik dikkate alınacaktır. Soyut özellik sergileyen önemlilik ve fikir egemenliği değerlendirme kapsamı dışında tutulacaktır.
- **Denge;** bakışımlı (simetrik) ve bakışımsız (asimetrik) denge durumları,
- **Koram (Hiyerarşi);** merkezi (odaksal), eksenel (doğrusal) ve çevresel koram türleri değerlendirmelerde dikkate alınacaktır.

Tablolarda her bir estetik kriter için ayrı ayrı tespitlerde bulunulmuş ve tespitler için semboller yardımıyla anlatım kurgulanmıştır. Bu kapsamda "✔" sembolü olumlu / uygun / yeterli, "✖"sembolü olumsuz / uygun değil / yetersiz ve "●" sembolü ise nötr / etkisiz olarak değerlendirmek amacıyla kullanılmıştır. Yapıların estetik değerlendirmelerinde ve estetik etki oranlarının matematiksel hesaplamalarında bu semboller aracılığıyla sonuca ulaşılmıştır.

Doğadan esinli yapı biçimlenişlerinin estetik kriterlere göre değerlendirilmesi beş başlık altında incelenebilir.

5.1. Fitomorfik Yapı Biçimlenişlerinin Estetik Kriterlere Göre Değerlendirilmesi

Çizelge 5.1. Parthenon Tapınağı'nın estetik kriterlere göre değerlendirilmesi

Binanın Künyesi			**Binanın Fotoğrafı**	
	Binanın Adı	Parthenon Tapınağı		
	Yapım Yılı	M.Ö. 5. Yüzyıl (M.Ö. 447-432)		
	Bulunduğu Yer	Atina / Yunanistan		
	Mimarı	İktinos ve Kallikrates		
	Biçimleniş Türü	Fitomorfik		

Estetik Kriterler		**Açıklama**	**Değerlendirme**
Ögeler	Çizgi-Yön	Tapınağın genelinde değişmezliği ve katılığı simgeleyen doğrusal çizgiler kullanılmıştır. Birbirlerine paralel olarak uzanan sütunlar, birliğin ve uyumun oluşmasını sağlarken ögelerin aşırı tekrarı nedeniyle tekdüzeliğin önüne geçilememiştir	✖
	Aralık	Sütunların sabit mesafeli aralıklarla konumlandırılması uygunluk etkisi oluşturmuştur	✓
	Ölçü ve Oran	Tapınağın planı ile ön ve arka cephelerinde altın oran kullanılmıştır	✓
	Biçim-Şekil	Dikdörtgen ve daire gibi geometrik şekillerin bir araya gelmesiyle oluşturulan tasarım, dikdörtgen prizması şeklinde geometrik bir forma sahiptir. Merkezî (asal) biçimleniş sergileyen yapı, nötr etki göstermektedir	●
	Renk-Değer	Malzemenin kendine has doğal renk oluşumundan kaynaklanan rahatlatıcı bir etki mevcuttur. Orijinal rengi, saf beyaz mermer renginde olsa da günümüze gelene kadar oksitlenerek bal rengi şeklinde sararmıştır. Sadelik oluşturan tek renk kullanımı görülmektedir	✓
	Doku	Doğal pentelik mermerin işlenmesiyle oluşan sert ve pürüzlü bir dokuya sahiptir. Özellikle yivli dorik sütunları üzerinde hissedilen pürüzlülük etkisi yapıya canlılık ve dinamiklik kazandırmıştır	✓
	Işık-Gölge	Tapınakta ana mekânlar, dorik sütunların gerisinde yer almaktadır. Statik faktörlerin yanında doğal ışık kaynağı olan güneşin de bu planlamaya etkisi olduğu düşünülebilir. Çünkü yapının dolu-boş kısımlarını vurgulayacak şekilde, doğal ışık kaynağı olan güneş ışığından yararlanıldığı görülmektedir. Yapının üç boyutluluk algısını kuvvetlendiren gün ışığı, aynı zamanda mekân sınırlarını da belirginleştirmektedir	✓

	Hareket	Yapıda devinimi sağlayacak herhangi bir donatı elemanı yoktur. Durağan biçimlenişe sahiptir	✖
İlkeler	Tekrar/Ritim	Dor düzeniyle tasarlanan yapının sütunlarında uygulanan mutlak tekrar sayesinde tasarımda; bütünleştirici ve birleştirici etki görülmektedir. Yeterli ölçüde kullanımı anlatımı pekiştirmektedir	✓
	Uyum/Uygunluk	Dor üslubuyla tasarlanan yapının ögeleri arasında ve bu ögelerin bütünle olan ilişkisinde ortak bir anlayışın hâkim olduğu görülür. Mutlak tekrarla bir araya gelen sütunlar uyumlu bir bütünlük oluşturur. Tasarımda fiziksel uygunluğun kullanılması tasar oluşumunu kolaylaştırarak bütünleştirici etkiye neden olmaktadır	✓
	Karşıtlık/Zıtlık	Sütunlarla arşitravlar arasında yön ve biçim bakımından karşıtlıklar vardır. Karşıt ögeler arasında kurulan denge ve uyum sayesinde kompozisyonda düzen meydana getirilmiştir	✓
	Egemenlik	Tasarımda tekrar yoluyla bir araya gelen sütunların oluşturduğu grup tasarımın geri kalanına göre baskın karaktere sahiptir. Biçim, ölçü ve aralık bakımından görülen bu baskınlık durumu fiziksel egemenliğin oluşmasına neden olmuştur	✓
	Denge	Yapının eni ve boyu doğrultusunda bakışımlı bir denge mevcuttur. Tapınağın orijinal formunda üçgen alınlıklı beşik çatı kullanılmıştır. Saçak kenarlarından mahyaya doğru farklılaşan biçimsel form nedeniyle bakışımlı dengede oluşabilecek olası monotonluk tehlikesinin önüne geçilmiştir	✓
	Koram	Tapınağın tasarımında koram uygulamasına rastlanmamaktadır	✖

Çizelge 5.1. incelendiğinde Parthenon Tapınağı'nın; estetik kriterlerin %71'ine göre olumlu / uygun / yeterli olduğu, %21'ine göre olumsuz / uygun değil / yetersiz olduğu ve %7'sine göre de nötr / etkisiz olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlar doğrultusunda Parthenon Tapınağı'nın estetik açıdan olumlu / uygun / yeterli özelliklere sahip olduğu yargısına varılabilir.

Çizelge 5.2. Notre Dame Katedrali'nin estetik kriterlere göre değerlendirilmesi

Binanın Künyesi	Binanın Adı	Notre Dame Katedrali	**Binanın Fotoğrafı**	
	Yapım Yılı	1163		
	Bulunduğu Yer	Paris / Fransa		
	Mimarı	Pierre de Montreuil ve Jean-Baptiste-Antoine Lassus		
	Biçimleniş Türü	Fitomorfik		

Estetik Kriterler		**Açıklama**	**Değerlendirme**
Ögeler	Çizgi-Yön	Binanın genelinde birbirini dik olarak kesen yatay ve düşey çizgilerin canlılık oluşturan armonisi görülmektedir. Çatılarda ve uçan payandalarda görülen eğik çizgiler canlılığı artırarak dinamik etkiye neden olur. Nef ve koro yeri doğrultusunda yatay olarak biçimlenen bölümün pasif etkisi, batı cephesindeki düşey kuleler ile transeptin ortasından geçen ahşap kule sayesinde aktif hale getirilmiştir	✓
	Aralık	Batı cephesinde; kapıların, gül penceresinin, galerinin ve çan kulelerinin yer aldığı bölümler şeritler halinde birbirinden ayrılmıştır. Değişken aralıklı olan bu şeritler cepheye hareket ve canlılık kazandırmıştır. Bununla birlikte batı cephesinde yer alan 3 taç kapı, sabit aralıklarla sıralanarak uyumlu bir görüntü sergilemektedir	✓
	Ölçü ve Oran	Batı cephesinde altın oran kullanılmıştır	✓
	Biçim-Şekil	Binada; üçgen, dikdörtgen, daire gibi statik etkiye sahip geometrik şekiller, farklı açılarla birbiriyle kesiştirilerek canlı ve aktif etki gösteren yeni şekillere dönüştürülmüştür. Yapı geneline yansıyan bu etki, binanın simetrik biçimlenişiyle beraber ilgi çekici bir hale gelmiştir	✓
	Renk-Değer	Malzemenin özelliklerinden kaynaklanan kum beji renginde doğal bir renge sahiptir. Açık ve sade rengiyle, rahatlatıcı ve ferahlatıcı özellik sergilemektedir	✓
	Doku	Batı cephesinde yer alan taç kapılarda, taç kapıların üzerindeki krallar galerisinde ve onun da üzerindeki gül penceresinde oymalarla oluşturulan pürüzlü dokular mevcuttur. Yapıya canlılık, ilgi çekicilik ve dinamiklik kazandıran bu dokuların etrafı orta sertlikte kesme taş duvarlarla çevrelenerek dokusal çeşitlilik sağlanmıştır. Bu sayede uyarıcılık etkisi üst seviyeye çıkarılmıştır. Benzer şekilde yan cephelerde de sert ve orta sert	✓

		dokuların canlılık oluşturan etkisi görülmektedir. Ahşap çatının tırtıklı yapısı da tasarıma hareket kazandırmaktadır	
	Işık-Gölge	Yapının farklı yüksekliğe sahip kısımları, girintili-çıkıntılı cephesi, uçan payandaları ve yüzeyinde yer alan dekoratif ögeleri doğal güneş ışığının gölge oluşturmasına neden olur. Binada farklı derinlik algıları meydana getirerek ışık-gölge kontrastlarına yol açan güneş ışığı, tasarıma dördüncü boyut etkisi katar. Günün her saati değişen gölge yönleri sayesinde tasarım; dinamik, canlı ve ilgi çekici hâle gelir. Batı cephesinde yer alan gül penceresi ve kuzey-güney cephelerinde bulunan renkli pencereler mekânın içerisinde dikkatleri üzerine çekerek canlılığı artırmaktadır. Yapının içerisinde kullanılan yapay ışık kaynakları da gölgeli, yarı gölgeli ve ışıklı alanların oluşmasına yol açarak çeşitliliğe neden olur	✓
	Hareket	Yapıda hareketli sistemlerin kullanıldığı görülmemektedir. Statik özelliğe sahiptir	✖
İlkeler	Tekrar/Ritim	Yapının içinde ve dışında birbirini tekrar eden ögelerin yoğun bir şekilde kullanıldığı görülmektedir. Tüm tekrar türleri, birbiriyle uyumlu bir şekilde katedralin şekillenmesinde aktif rol almıştır. İç mekânda nefin her iki yanında yer alan taşıyıcı sütunlarda, bu sütunların arasındaki sivri kemerlerde, ikinci kattaki alınlıklı açıklıklarda ve onun üzerinde yer alan pencere boşluklarında ardışık tekrar ilkesinin kullanımına rastlanır. Yapının dışında ise uçan payandaların ritmik bir düzen sergilediği görülmektedir. Apsis çevresinde yönleri değişen bu ögeler tekrara yol açmaktadır. Transeptin her iki ucunda yer alan gül pencerelerinde renk ve şekillerin ufak farklılıklarla yinelenmesiyle elde edilen ışınsal tekrar kullanımı görülmektedir. Batı cephesindeki taç kapılarda ve bu kapıların üzerindeki krallar galerisinde ise yön ve biçim farklılıklarıyla oluşan değişken tekrar uygulanmıştır. Yapıya canlılık, hareketlilik, ilgi çekicilik, dinamiklik katan bu tekrar türleri birbiriyle uyumlu bir şekilde kullanılarak yapı genelinde bütünleştirici rol almıştır	✓
	Uyum/Uygunluk	Taç kapıların insan heykelleriyle bezeli çerçevelerinde, krallar galerisini süsleyen heykellerde ve uçan payandalarda fiziksel uygunluğun kullanıldığı görülmektedir. Cephede derli toplu bir görüntü oluşturan uygunluk sayesinde algılamada süreklilik sağlanmıştır	✓

	Karşıtlık/Zıtlık	Yapının kütlesel biçimlenişinde karşıtlık oluşturan ögelerin sıklıkla kullanıldığı görülür. Ancak bu ögeler, ilgi çekici bir düzen oluşturacak şekilde bir araya gelmiştir. Batı cephesinin dik olarak gelişen formu ile ibadet mekânının yatay doğrultuda gelişen formu arasında yön ve biçim karşıtlığı bulunmaktadır. Kuzey ve güney çan kuleleri ile transepin ortasında bulunan sivri kule arasında biçim ve aralık karşıtlığı mevcuttur. Cepheyi süsleyen farklı büyüklükteki heykel ve motiflerin, farklı sıklıklarla yerleştirilmesiyle meydana gelen dokusal yüzeyler arasında da doku karşıtlığı bulunmaktadır	✓
	Egemenlik	Yapının kütlesel biçimlenişinde görülen denge durumları nedeniyle egemenlik oluşturan herhangi bir öge veya öge grubuna rastlanmamaktadır	✖
	Denge	Batı cephesinden bakıldığında bakışımlı bir denge görülür. Bu kısımda iki kule arasında yer alan büyük galeri daha alçak tutularak monotonluk oluşmasının önüne geçilmiştir. Kuzey cephesinden bakıldığında ise ahşap kule ve nefin batı cephesindeki kulelerle kurduğu bakışımsız denge görülür. Bu denge canlılığı kuvvetlendirmiştir	✓
	Koram	Batı cephesinde yer alan yüksek sivri kemerli taç kapılarda kademeli ölçü derecelenmesi görülmektedir. Birbirinden farklı küçük heykellerle süslü halkalar, içten dışa doğru bir merkez etrafında hiyerarşik olarak büyümektedir. Derinlik algısı meydana getiren bu odaksal koram uygulaması sayesinde yapının ilgi çekiciliği artırılmıştır	✓

Çizelge 5.2. incelendiğinde Notre Dame Katedrali'nin; estetik kriterlerin %86'sına göre olumlu / uygun / yeterli olduğu, %14'üne göre olumsuz / uygun değil / yetersiz olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlar doğrultusunda Notre Dame Katedrali'nin estetik açıdan olumlu / uygun / yeterli özelliklere sahip olduğu yargısına varılabilir.

Çizelge 5.3. Crystal Palace'in estetik kriterlere göre değerlendirilmesi

Binanın Künyesi	Binanın Adı	Crystal Palace (Kristal Saray)	**Binanın Fotoğrafı**	
	Yapım Yılı	1851		
	Bulunduğu Yer	Hyde Park / Londra / İngiltere		
	Mimarı	Sir Joseph Paxton		
	Biçimleniş Türü	Fitomorfik		

Estetik Kriterler		**Açıklama**	**Değerlendirme**
Ögeler	Çizgi-Yön	Netlik ve kararlılığı yansıtan doğrusal çizgilerin sıklıkla kullanıldığı binada, dinanizmi vurgulayan kırıklı çizgilerle tonozlara ulaşılarak ılımlı bir algı oluşturulduğu görülür. Yatay olarak uzanan binanın pasif etkisi, tam ortasından geçen transeptle ikiye ayrılarak tonoz çatının yüksek kotu ile birlikte etken hale getirilmeye çalışılmıştır	✓
	Aralık	Ortada ve uçlarda yer alan tonoz çatılar sabit aralıklarla yerleştirilerek uyumlu bir görüntü elde edilmiştir	✓
	Ölçü ve Oran	Dönemin teknik imkânlarına, fuar yapısının işlevine, kullanıcı kapasitesine ve sirkülasyon alanlarına uygun olarak tasarlanan yapının ölçülü ve orantılı bir biçimlenişe sahip olduğu söylenebilir. Bununla birlikte yapıyı oluşturan elemanlar arasında orantılı biçimleniş mevcuttur	✓
	Biçim-Şekil	Daire ve dikdörgen gibi statik etkiye sahip asal geometrik şekillerin kullanıldığı tasarımda nötr karakter gösteren pasif bir biçimleniş görülmektedir	●
	Renk-Değer	Metalik cepheye sahip olan yapı, akromatik özellik sergilemektedir. Tarafsızlık etkisi oluşturan grinin farklı tonlarının kullanılması, yapıda nötr etkiye neden olmuştur	●
	Doku	Tasarımda dokusal açıdan yumuşak karaktere sahip cam ve metal malzemeler kullanılmıştır. Geniş yüzey alanına sahip binada monotonluk etkisini önlemek adına camların çerçevelerinde kullanılan metal malzemeler özel işçilikle eğilip bükülerek şekillendirilmiştir. Ritmik bir şekilde sıralanması nedeniyle cephede doku etkisine neden olan bu malzemeler yapıya canlılık kazandırarak sert ve dinamik bir algı meydana getirmiştir	✓
	Işık-Gölge	Komple camla kaplı olan yapıda cepheye etkiyen doğal güneş ışığı metal çerçeveli yüzeyden	✓

		geçerken mekân içinde gridal gölgeler oluşturmaktadır. Günün her saati güneşin konumuna bağlı olarak yönleri değişen bu gölgeler, geniş iç mekânda hareketli bir etki meydana getirmektedir. Işık-gölge karşıtlığının tasarımda etkili bir şekilde kullanıldığı görülür	
	Hareket	Yapı sökülüp takılabilen dökme metal ve cam malzemelerle inşa edildiği için binanın, yer değiştirebilen hareketli bir sistem olduğu söylenebilir. Nitekim kültür ve endüstri alanında ilk dünya fuarına ev sahipliği yapan bina, fuarın ardından sökülerek farklı bir konuma taşınmış ve kısa süre içinde yeniden inşa edilmiştir	✓
İlkeler	Tekrar/Ritim	Geniş yüzey alanına sahip binanın tasarımında tekrar ilkesinin sıklıkla kullanıldığı görülmektedir. Yapının dış cephesi, işlenmiş metal çerçeveli cam yüzeylerle kaplanmıştır. Ardışık olarak tekrar eden bu çerçeveler periyodik tekrara yol açmıştır. Periyodik tekrar mutlak tekrar kadar monotonluğa yol açmasa da bu ögelerin aşırı kullanımı cephede tekdüzeliğe neden olmuştur. Bunu önlemek amacıyla yapı bütününde değişken tekrara başvurulmuştur. Tonoz çatılar ve çatının altındaki kademelenmeler değişken tekrar oluşturacak şekilde biçimlenmiştir. Bununla birlikte tonoz çatıların her iki ucundaki yüzeylerde ufak şekil farklılıklarıyla elde edilen odaksal tekrar kullanılmıştır	✓
	Uyum/Uygunluk	Binanın ortasında ve iki ucunda yer alan tonozlu kademeler arasında, biçim ve aralık bakımından fiziksel uygunluğun olduğu söylenebilir. Nitekim iki uçta yer alan tonozlu birimler, ortadaki birimden daha küçük tasarlanarak birbirine yakın aralıklarla yerleştirilmiştir	✓
	Karşıtlık/Zıtlık	Yapının eğrisel biçimlenişe sahip tonoz çatısı ile keskin hatlı cephe yüzeyleri arasında biçim karşıtlığı bulunmaktadır. Bununla birlikte binanın ortasında ve iki ucunda yer alan kademeli birimler, uzunlamasına gelişim gösteren yapıyı dik olarak keserek yön karşıtlığının oluşmasına neden olmuştur. Binada uygulanan karşıtlıklar sayesinde biçimlenişte oluşabilecek monotonluğun önüne geçilerek tasarıma canlılık ve hareketlilik kazandırılmıştır	✓
	Egemenlik	Yapının dik açılı cephe yüzeyi ile eğrisel forma sahip tonoz çatısı arasında karşıtlıktan kaynaklanan egemenlik durumu mevcuttur. Bu karşıt ögeler arasında baskın karaktere sahip olan doğrusal cephe yüzeyi egemenlik oluşturmaktadır. Yapının kütlesel biçimlenişindeyse ortada ve iki	✓

		uçta yer alan birimlerin gruplaşması sonucu yapı bütününe hâkimiyet kurduğu görülmektedir. Hâkim olan grup arasında da ortada yer alan birimin diğer grup üyelerine göre baskın özelliklere sahip olduğu görülür. Yapının farklı boyutlarında kurulan egemenlik sayesinde, bütünün algılanması sürecinde öncelik kademelenmesi oluşturulmuş, tasarımda derinlik etkisi meydana getirilmiş ve organizasyona dinamiklik kazandırılmıştır	
	Denge	Hem enine hem boyuna bakışımlı bir denge görülür. Tam ortada yer alan beşik tonozlu çatı, diğer uçlarda bulunan tonozlu çatılardan daha büyük tutularak simetrik dengeyle oluşabilecek muhtemel monotonluğun önüne geçilmiştir	✓
	Koram	İnce uzun formla şekillenen binada koram uygulamasına rastlanmamaktadır	✖

Çizelge 5.3. incelendiğinde Crystal Palace'in; estetik kriterlerin %79'una göre olumlu / uygun / yeterli olduğu, %7'sine göre olumsuz / uygun değil / yetersiz olduğu ve %14'üne göre de nötr / etkisiz olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlar doğrultusunda Crystal Palace'in estetik açıdan olumlu / uygun / yeterli özelliklere sahip olduğu yargısına varılabilir.

Çizelge 5.4. Bahai Tapınağı'nın estetik kriterlere göre değerlendirilmesi

Binanın Künyesi			**Binanın Fotoğrafı**
	Binanın Adı	Bahai Tapınağı (Lotus Temple)	
	Yapım Yılı	1986	
	Bulunduğu Yer	Delnhi / Hindistan	
	Mimarı	Fariborz Sahba	
	Biçimleniş Türü	Fitomorfik	

Estetik Kriterler		**Açıklama**	**Değerlendirme**
Ögeler	Çizgi-Yön	Cephesinde hiçbir lineer çizginin kullanılmadığı yapıda eğimli çizgiler sayesinde yumuşak ve sakinleştirici etki oluşturulmuştur. Eğrisel olarak tasarlanan yapı kabuklarının yönleri birbirinden farklı olup kütleye canlılık, hareketlilik ve ilgi çekicilik katmıştır	✓
	Aralık	İçten dışa doğru farklı yarıçaplı üç çember üzerinde eşit aralıklarla dizilen kabuklar, kendi içlerinde uyumlu birliktelik oluştururken grup olarak ise değişken aralıkları nedeniyle karşıtlık oluştururlar. Bu durum binada monotonluk oluşmasının önüne geçer	✓

	Ölçü ve Oran	Dıştan içe doğru kademeli olarak genişliği azalarak yükseklikleri artan kabukların, birbiriyle orantılı olduğu görülmektedir	✓
	Biçim-Şekil	Odaksal tekrar yöntemi kullanılarak dairesel bir çember etrafında bir araya getirilen kavisli ve eğrisel şekiller, simetrik ve yuvarlak bir biçimleniş oluşturmuştur. Eğrisel kabuklarda görülen huzur verici, dinlendirici ve sakinleştirici etki, yapı formunda görülen hareketlilik ve canlılıkla birlikte ilgi çekici bir hâl almıştır	✓
	Renk-Değer	Renksizlik olarak kabul edilen beyazın, yapı bütününde baskın olarak kullanıldığı görülmektedir. Pasif bir etkiye neden olan bu durum sebebiyle yapı, nötr karaktere sahiptir	●
	Doku	Yapıya uzaktan bakıldığında, yaprak şeklindeki kabukların yekpare özellik sergileyerek yumuşak karaktere sahip olduğu algılanmaktadır. Fakat yakından bakıldığında kabukların, doğal mermer parçalarıyla kaplanmış olduğu anlaşılır. İlgi çekiciliği artıran bu uygulama sayesinde yapıda dokusal çeşitlilik ve aktiflik oluşmuştur	✓
	Işık-Gölge	Yapıda doğal ve yapay aydınlatmaların bina kısımlarını vurgulayacak şekilde kullanıldığı görülmektedir. Tapınağın dışına doğu uzanan kemer şeklindeki yaprakların altında cam paneller kullanılmıştır. Merkezde yer alan kabukların ortasında ise çatı penceresi kullanılmıştır. İç mekânın algılanmasını kuvvetlendirecek şekilde yarı gölgeli alanlar oluşmasını sağlayan bu uygulamalar sayesinde yapı, etkileyici bir görüntü sergilemektedir. Bununla birlikte dışarıya yerleştirilen yapay aydınlatmalar, geceleri binanın girinti ve çıkıntılarını en iyi şekilde vurgulayacak ölçüde ve nitelikte konumlandırılmıştır.	✓
	Hareket	Binada herhangi bir hareketli sistem kullanımı mevcut değildir. Durağan yapıdadır	✖
İlkeler	Tekrar/Ritim	Yapı bütününde tekrar ve ışınsal tekrarın kullanılmış olduğu görülmektedir. Aynı çemberin üzerinde yer alan kabuklar, farklı açılarla bir araya gelerek tekrara yol açarken bu kabukların dıştan içe doğru ufak şekil farklılıklarıyla bir araya gelmesi sonucunda ise ışınsal tekrar oluşmuştur. Yapının içinde ise kabukların arakesitlerinin yol açtığı kontur çizgileri dikkati çekmektedir. Bu çizgilerin birbiriyle kesişmesi sonucunda oluşan desenler, radyal olarak iç mekân duvarlarında dağılarak tekrara yol açmıştır. Gerek mekân içinde gerekse de yapı kütlesinde uygulanan tekrar uygulamaları, organizasyonda birleştirici rol	✓

		üstlenerek yapının anlatımını ve vurgulanmak istenen tinsel mesajı pekiştirmiştir	
	Uyum/Uygunluk	Lotus çiçeğinden ilham alınarak tasarlanan yapının birbirine benzeyen yaprak şeklindeki kabukları arasında biçim olarak fiziksel uygunluk mevcuttur. Yapıda uygunluğun kullanılması, algılamada sürekliliği sağlayarak tasar oluşumunu kolaylaştırmıştır	✓
	Karşıtlık/Zıtlık	Yapının ortasında yer alan kabuklar ile dışında yer alan kabukları arasında ölçü ve yön karşıtlığı bulunmaktadır. Bu karşıtlık sayesinde tasarımın ilgi ve dikkat çekiciliği artırılmıştır	✓
	Egemenlik	Tasarımda, tekrar yoluyla bir araya gelen elemanların oluşturduğu gruplar arasında egemenliğin meydana geldiği görülmektedir. Ortada yer alan kabukların oluşturduğu grup, çevresinde bulunan kabukların oluşturduğu tekrarlı gruplara göre baskın karaktere sahiptir. Ölçü bakımından ortaya çıkan bu egemenlik sayesinde tasarımda; derinlik etkisi meydana gelmiş, üç boyutluluk anlatımı kuvvetlenmiş ve ilgi çekici bir görüntü oluşmuştur	✓
	Denge	Her doğrultuda simetrik bir denge mevcuttur. Dıştan içe doğru giderek büyüyen yaprak şeklindeki kabuklar sayesinde simetrik dengeye canlılık kazandırılmıştır	✓
	Koram	İçiçe geçen kabuklarda merkezî koramın uygulanmış olduğu görülmektedir. Kabuklar arasında ölçü farklılaşmalarıyla birlikte biçim farklılaşmalarının da görülmesi, tasarıma dinamik ve ilgi çekicilik katmıştır	✓

Çizelge 5.4. incelendiğinde Bahai Tapınağı'nın; estetik kriterlerin %86'sına göre olumlu / uygun / yeterli olduğu, %7'sine göre olumsuz / uygun değil / yetersiz olduğu ve %7'sine göre de nötr / etkisiz olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlar doğrultusunda Bahai Tapınağı'nın estetik açıdan olumlu / uygun / yeterli özelliklere sahip olduğu yargısına varılabilir.

Çizelge 5.5. Oriente Tren İstasyonu'nun estetik kriterlere göre değerlendirilmesi

Binanın Künyesi	Binanın Adı	Oriente Tren İstasyonu (Gare do Oriente)	**Binanın Fotoğrafı**	
	Yapım Yılı	1995		
	Bulunduğu Yer	Lizbon / Portekiz		
	Mimarı	Santiago Calatrava		
	Biçimleniş Türü	Fitomorfik		

Estetik Kriterler		**Açıklama**	**Değerlendirme**
Ögeler	Çizgi-Yön	İstasyon binasının genelinde doğrusal ve eğrisel çizgilerin birbirleriyle uyumlu bir şekilde kullanıldığı görülür. Kanopinin dış hatlarında kullanılan kırıklı çizgiler heyecan ve dinamizme neden olurken giriş saçağı ve yaya köprülerinde kullanılan eğrisel çizgiler heyecanı hafifletici etki gösterir. Yaya köprülerinin tren hattına ve birbirlerine göre dik açıya yakın konumları, karşıtlığa neden olup ilgi çekiciliği artırarak canlılık oluşturur	✓
	Aralık	Kaburgalı tonozu anımsatan birimlerden oluşan kanopide her birim eşit aralıklarla dizilerek monotonluk etkisine neden olsa da bu etki, farklı yapı birimlerinin farklı aralıklarla dizilmesiyle kütlesel ölçekte bastırılmıştır	✓
	Ölçü ve Oran	Kullanıcı gereksinimiyle uyumlu iç mekân ölçüsü mevcuttur	✓
	Biçim-Şekil	Yapının neredeyse tamamında iki boyutlu doğrusal ve eğrisel şekillerin, farklı tekniklerle bir araya getirilmesiyle oluşturulan birbirinden farklı birimler yer almaktadır. Anlamlı bir bütün oluşturması amacıyla bir araya getirilen bu iki boyutlu geometrik şekiller, pasif etkilerinden sıyrılarak istasyon binasına canlılık katan organik formlara dönüştürülmüştür	✓
	Renk-Değer	Yapıyı oluşturan birimlerin tamamında beyaz renge boyalı çelik strüktürler yer almaktadır. Tarafsızlık etkisine neden olan beyaz renk sebebiyle binanın renk bakımından nötr karaktere sahip olduğu söylenebilir	●
	Doku	Çelik ve cam malzemeler kullanılarak tasarlanan kanopide, özel imalat sonucu üretilen çelik profillerin oluşturduğu sert doku karakteri görülmektedir. Aynı zamanda parlak bir görünüme sahip olan bu malzemeler sayesinde yapıda; aktif, dinamik, canlı ve ilgi çekici bir görüntü elde edilmiştir	✓

	Işık-Gölge	Gündüz doğal ışığın, gece ise sarı renkli yapay ışığın biçimlendirmeyi vurgulayacak şekilde kullanıldığı görülmektedir. Özellikle tren hatlarının üzerini örten kanopideki palmiye ağaçlarını andıran strüktürlere değen güneş ışığı, ormanlık alan hissi uyandıracak şekilde ışık-gölge kontrastının oluşmasına yol açmaktadır. Giriş saçağında ve yaprak şeklindeki yaya köprüsünde de benzer etkiler hissedilmektedir. Geceleri ise yapının çeşitli yerlerinde kulanılan sarı renkli yapay ışık kaynağı sayesinde, girinti ve çıkıntılar vurgulanarak dikkat çekici bir görüntünün oluşması sağlanmıştır	✓
	Hareket	Tasarımda, düşey sirkülasyonu sağlayan panoramik asansörlerle yürüyen merdivenlerin biçimlenişe zenginlik ve canlılık kazandıracak şekilde yerleştirildikleri görülmektedir. Yer değiştirebilen bu kinetik elemanlar sayesinde zamanda süreklilik sağlanarak tasarımın ilgi çekiciliği artırılmıştır	✓
İlkeler	Tekrar/Ritim	Yapının iç kısmında, kavisli beton taşıyıcıların periyodik tekrar oluşturacak şekilde bir araya getirildiği görülmektedir. Giriş saçağında ve yaprak formundaki yaya köprüsünde ise değişken tekrar kullanılmıştır. Tren hattının üzerindeki kanopiyi taşıyan çelik kolonlar, tam tekrar oluşturacak şekilde peşpeşe sıralanmıştır. Bu tekrarın oluşturacağı muhtemel monotonluk etkisini önlemek amacıyla, üst örtüyü oluşturan üçgen birimler farklı yönlerde dizilerek tekrar oluşturulmuştur. Yapıya dinamiklik katan bu uygulama aynı zamanda kompozisyonda iki boyutluluk algısı oluşturarak zemin etkisinin oluşmasına yol açmıştır. Bu durum yapının giriş kısmındaki yapı elemanlarının vurgulanmasına neden olmuştur	✓
	Uyum/Uygunluk	Yapı ögelerini oluşturan çelik konstrüksiyonlar arasında biçim, aralık ve yön bakımlarından fiziksel uygunluğun kullanıldığı görülmektedir. Yapı elemanlarında fiziksel uygunluğun kullanılması yumuşak geçişlere neden olarak derli toplu bir görüntünün oluşmasını sağlamış ve ögeler arasında ilişki kurulmasını kolaylaştırmıştır	✓
	Karşıtlık/Zıtlık	Kanopinin yüzeyi zikzak şeklinde bir görüntü oluşturan dik açılı çelik profillerle kaplanmıştır. Yön karşıtlığıyla bir araya getirilen çelik profiller sayesinde yüzeyde; uyarıcı, hareketli ve dinamik bir etki meydana getirilmiştir. Bununla birlikte girişin sağında ve solunda yer alan yaprak şeklindeki köprüler arasında da yön karşıtlığı	✓

		mevcuttur. Yapının strüktürel sisteminde kullanılan eğrisel ve doğrusal çizgiler arasında da biçim ve yön karşıtlıkları bulunmaktadır	
	Egemenlik	Tasarımda, tekrarlı düzenin oluşturduğu grubun baskınlığından kaynaklanan egemenlik oluşumu görülmektedir. Yapı malzemesi olarak kullanılan çelik profiller, birbiriyle uyumlu bir şekilde tekrar yoluyla bir araya gelerek kanopinin formunu ortaya çıkarmıştır. Ölçü, biçim ve doku olarak dikkat çekici bir etkiye neden olan bu ritmik grup, tasarımın geri kalan ögelerine göre baskın karaktere sahiptir	✓
	Denge	Ana istasyon girişine göre bakışımlı bir denge görülür. Tren hattının üzerini örten kanopide mutlak simetri olsa da giriş kısmında yer alan sundurma ve girişin her iki yanında yer alan ağaç yaprağı şeklindeki yaya yolları sayesinde yapı genelinde ilgi çekici bir canlılık oluşur	✓
	Koram	Girişte yer alan saçakta, yaprak şeklindeki yaya köprülerinde, tren istasyonunun üzerini örten kanopide eksenel koram uygulamasının kullanılmış olduğu görülür. Bu yapı ögeleri, düzenli ölçü kademelenmesine sahip çelik çubukların bir hat boyunca yanyana getirilmesiyle oluşturulmuştur. Çizgisel koram uyguylaması yapıya dinamik ve ilgi çekicilik kazandırmıştır	✓

Çizelge 5.5. incelendiğinde Oriente Tren İstasyonu'nun; estetik kriterlerin %93'üne göre olumlu / uygun / yeterli olduğu, %7'sine göre nötr / etkisiz olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlar doğrultusunda Oriente Tren İstasyonu'nun estetik açıdan olumlu / uygun / yeterli özelliklere sahip olduğu yargısına varılabilir.

Çizelge 5.6. Stuttgart Havaalanı'nın estetik kriterlere göre değerlendirilmesi

Binanın Künyesi			**Binanın Fotoğrafı**
	Binanın Adı	Stuttgart Havaalanı	
	Yapım Yılı	2004	
	Bulunduğu Yer	Stuttgart / Almanya	
	Mimarı	Meinhard von Gerkan	
	Biçimleniş Türü	Fitomorfik	

Estetik Kriterler		**Açıklama**	**Değerlendirme**
Ögeler	Çizgi-Yön	Hiçbir eğrisel çizginin kullanılmadığı binada netliği ve kararlılığı yansıtan lineer çizgiler tercih edilmiştir. Ağaç şeklindeki kolonlarda çoğunlukla kırıklı çizgiler kullanılarak heyecan, dinanizm ve ilgi çekicilik maksimum düzeye çıkarılmıştır. Çelik kolonların farklı yönlerde dallanmalarıyla binaya canlılık ve hareket kazandırılmıştır	✓
	Aralık	Kolonlar arası mesafeler birbirinne eşit olsa da geniş hacme sahip olmaları ve seyrek dizilmeleri nedeniyle sıkıcılığa yol açmadan uyumlu bir birliktelik sergilemiştir	✓
	Ölçü ve Oran	En ve boy ile orantılı olacak şekilde yükseltilen tavan sayesinde geniş iç hacim elde edilmiş, bu hacmi kapsayan mekân ise işlevin gerektirdiği alan ve kullanıcı yoğunluğunu karşılayacak ölçüde biçimlenmiştir	✓
	Biçim-Şekil	Dış biçimlenişte, asal geometrik şekillerin kullanımından kaynaklanan pasiflik etkisi görülmektedir. Organik şekillerin kullanıldığı iç mekânda ise aktiflik ve canlılık hâkimdir. Cephede kullanılan saydam malzeme nedeniyle iç mekân dışarıdan algılanabilmekte ve bu sayede dış formun statik etkisi giderilerek iç atmosferin canlılık etkisi yapı bütününe yansıtılabilmektedir	✓
	Renk-Değer	Binada ağaç şeklindeki çelik strüktürlerin doğal rengiyle kullanılmış oldukları görülmektedir. Akromatik özellik sergileyen gri tonlarının kullanılması nedeniyle yapıda nötr etki görülmektedir	●
	Doku	Yapıda düz yüzeyli çelik ve cam malzemelerin kullanıldığı görülmektedir. Bu malzemeler pürüzsüz bir yüzey dokusu oluşturarak pasifliğe ve monotonluğa yol açtığı için dokusal açıdan negatif etki görülmektedir	✖
	Işık-Gölge	Yapının etrafı tamamen saydam camlarla kaplanmış ve yarı gölgeli alanlar oluşturmak amacıyla apron cephesinde ışık kırıcı paneller	✓

		kullanılmıştır. Bununla birlikte çatı pencereleri kullanılarak karışık aydınlatma metoduna başvurulmuştur. Bu uygulamalar sayesinde; kısmen ışıklı kısmen gölgeli yüzeyler oluşturulmuş, monotonluk etkisi ortadan kaldırılmıştır	
	Hareket	Binanın pek çok yerinde hareketli sistemlerin kullanılmış olduğu görülmektedir. Terminal binasının merkezinde yer alan ve katlar arasında bağlantıyı sağlayan yürüyen merdivenler, mekânın biçimlenmesine katkı sağlayacak şekilde yerleştirilmiştir. Apronda uçaklara geçişi sağlayan köprüler ise sökülüp takılabilir nitelikte ve uyarlanabilir olarak imal edilmiştir. Binanın apron cephesinde de hareketli güneş kırıcı paneller kullanılmıştır. Gün içinde kapalı tutulan ve gece olduğunda açılan bu kinetik paneller sayesinde görsel çeşitlilik sağlanmıştır	✓
İlkeler	Tekrar/Ritim	İç mekânda yer alan ağaç şeklindeki çelik konstrüksiyonlar, mutlak tekrar oluşturacak şekilde peşpeşe dizilmişlerdir. Her ne kadar kompozisyonda mutlak tekrar kullanımı monotonluk tehlikesine yol açsa da aralıklar sayesinde bu durum engellenebildiği için çelik kolonların geniş aralıklarla ve seyrek olarak dizilmesi sonucunda tekdüzelik önlenmiştir. Bununla birlikte ağaç şeklindeki kolonların tavana değen dallanma sistemleri arasında da değişken tekrara başvurulduğu görülmektedir	✓
	Uyum/Uygunluk	İç mekânda yer alan çelik konstrüksiyonlu kolonlar arasında fiziksel uygunluğun oluştuğu görülmektedir	✓
	Karşıtlık/Zıtlık	Tasarımın strüktürel sistemini oluşturan ağaç şeklindeki kolonlarda,yön ve aralık karşıtlıklarıyla bir araya getirilen çelik profiller kullanılmıştır. İzleyicinin algılaması sırasında beklenmedik ani geçişlere neden olan bu tasarım, bireyler üzerinde heyecan oluşmasına neden olarak ilgiyi devam ettirici etki göstermiştir	✓
	Egemenlik	Tasarımda ağaç şeklindeki çelik kolonlarda görülen karşıtlıktan kaynaklanan hâkimiyet oluşumu görülmektedir. Ölçü ve yön bakımından egemenliğin görüldüğü dallanma sistemi sayesinde tasarımda dinamik, ilgi çekici ve hareketli bir etki meydana gelmiştir	✓
	Denge	Gerek iç mekânda gerekse de bina kütlesinde bakışımlı bir denge görülür. Şet çatı formunda kaplı üst örtü sayesinde tasarıma dinamik etki katılarak olası monotonluğun önüne geçilmiştir	✓

	Koram	Yapı elemanlarında ve bütününde koram uygulaması kullanılmamıştır	✖

Çizelge 5.6. incelendiğinde Stuttgart Havaalanı'nın; estetik kriterlerin %79'una göre olumlu / uygun / yeterli olduğu, %14'üne göre olumsuz / uygun değil / yetersiz olduğu ve %7'sine göre de nötr / etkisiz olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlar doğrultusunda Oriente Tren İstasyonu'nun estetik açıdan olumlu / uygun / yeterli özelliklere sahip olduğu yargısına varılabilir.

Çizelge 5.7. Mako otobüs terminal binasının estetik kriterlere göre değerlendirilmesi

Binanın Künyesi			**Binanın Fotoğrafı**
	Binanın Adı	Mako Otobüs Terminali	
	Yapım Yılı	2010	
	Bulunduğu Yer	Mako / Macaristan	
	Mimarı	Imre Makovecz	
	Biçimleniş Türü	Fitomorfik	

Estetik Kriterler		**Açıklama**	**Değerlendirme**
Ögeler	Çizgi-Yön	Eğrisel çizgilerin sıklıkla kullanıldığı otogarda sakinleştirici ve dinlendirici etki görülmektedir. Ağaç şeklindeki eğrisel beton kolonların karşıt yönlerde yaptığı dallanmalar canlılık ve ilgi çekiciliğin oluşmasını sağlamıştır	✓
	Aralık	Saçakları taşıyan beton kolonlarda sabit aralıklı dizilim görülmektedir. Her ne kadar bu kolonlarla uyum sağlanmaya çalışılsa da ögelerin çok sayıda ve sık olarak kullanılması nedeniyle tekdüzelik kaçınılmaz olmuştur	✖
	Ölçü ve Oran	İnsan ölçeğine ve kullanım gereksinime uygun olarak biçimlenen yapı ölçülü ve orantılıdır	✓
	Biçim-Şekil	Organik şekillerden oluşan elemanların kullanıldığı binada, ağacı anımsatan betonarme kolonlar yer almaktadır. Bu kolonlar tekrar yoluyla bir araya gelerek yapıya ilgi çekici bir görüntü (form) kazandırmıştır	✓
	Renk-Değer	Akromatik özellik gösteren grinin, açık ve orta değerleriyle birlikte uyum içinde kullanıldığı görülmektedir. Binada pasif etkiyi önlemek amacıyla, yer yer ahşap malzemelerin doğal renkleriyle birlikte kullanıldığı görülmektedir. Sıcak karaktere sahip turuncu renkli ahşap detaylar sayesinde yapıya ilgi çekicilik ve hareketlilik kazandırılırken aynı zamanda bimanın biçim ve bölmelerinin vurgulanması sağlanmıştır	✓

	Doku	Yapının cephesinde pürüzsüzlükle organize edilmiş ince sıva uygulaması mevcuttur. Çatıda ise pürüzlülük etkisi oluşturan ince ve uzun kaplama malzemesi kullanılmıştır. Farklı doku karakterlerini bir arada bulunduran bu yapıda canlı ve ilgi çekici bir görüntü oluşmuştur	✓
	Işık-Gölge	Ağaç şeklindeki kolonların taşıdığı geniş saçaklar gölgeli alanlar oluşturarak ışık-gölge kontrastı oluşmasını sağlamaktadır. Saçakların farklı yöne eğilim göstermeleri, doğrusal olarak gelen gün ışığı karşısında farklı kırılmalara sebep olarak gölgeli ve yarı gölegeli alanların oluşmasını sağlamıştır. Bu durum yapıya canlılık katan bir görüntünün oluşmasına neden olmuştur. Terminal binasının çatısında yer alan ışıklık ve pencereler yardımıyla gün ışığı kontrollü bir şekilde yapı içine alınmaktadır. Geceleri saçakların altında kullanılan sarı renkli aydınlatmalar yardımıyla kontur çizgileri belirgin hale getirilerek yapı elemanlarının vurgulanması sağlanmıştır	✓
	Hareket	Tasarımda herhangi bir hareketli sistem kullanılmamıştır. Statik özelliğe sahiptir	✖
İlkeler	Tekrar/Ritim	Merkezde yer alan terminal binasının her iki yanında, beton kolonların ahenkli bir şekilde peşpeşe sıralandığı görülmektedir. Bu kolonların uçlarında ise saçağı taşıyan ahşap kirişler yer almaktadır. Her iki yapı malzemesinin ritmik olarak bir bütün halinde yinelenmesi, periyodik tekrarın oluşmasına neden olmuştur. Bu durum yapıya canlı ve dikkat çekici bir etki katmıştır	✓
	Uyum/Uygunluk	Çatı yüzeyini örten kaplama malzemesi ile kolonlar arasında, ton bakımından fiziksel uygunluk mevcuttur. Yumuşak geçişlere neden olan fiziksel uygunluğun kullanılması, ögelerin birbiriyle uyuşmasını kolaylaştırarak organizasyonda bütünlüğün oluşmasını sağlamıştır	✓
	Karşıtlık/Zıtlık	Saçakları taşıyan strüktürel sistemde karşıtlığın kullanılmış olduğu görülmektedir. Ağaçların dallanma prensibinin örnek alındığı kolonlarda yön ve aralık bakımından karşıtlık kullanılmıştır. Bununla birlikte kolonların ve bina cephesinin dokusu pürüzsüklükle organize edilmiş yumuşak karaktere sahiptir. Çatıda ise karşıtlık oluşturacak şekilde pürüzlü bir doku kullanılmıştır. Karşıt elemanlar arasında kurulan uyum ve denge sayesinde kompozisyonda birlik ve bütünlük meydana getirilmiştir	✓
	Egemenlik	Tekrar yoluyla bir araya gelen ağaç şeklindeki kolonlardan kaynaklanan egemenlik oluşumu	✓

		görülmektedir. Beton kolonlar arasındaki ritmik dizilimle oluşan gruplaşmalar, ölçü ve aralık bakımından ortada yer alan terminal binasına göre egemen konumdadır. Bu egemenlik tasarıma ilgi çekici ve dinamik bir etki katmıştır	
	Denge	Binanın eni doğrultusunda bakışımlı denge, boyu doğrultusunda ise bakışımsız denge mevcuttur. Yolcu bekleme alanının çatısı, binanın her iki yanında yer alan saçaklardan daha yüksek tutularak simetrik (bakışımlı) dengeye hareket kazandırılmıştır	✓
	Koram	Binada düzenli ölçü kadamelenmesine rastlanmamaktadırr	✖

Çizelge 5.7. incelendiğinde Mako otobüs terminal binasının; estetik kriterlerin %79'una göre olumlu / uygun / yeterli olduğu, %21'ine göre olumsuz / uygun değil / yetersiz olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlar doğrultusunda Mako otobüs terminal binasının estetik açıdan olumlu / uygun / yeterli özelliklere sahip olduğu yargısına varılabilir.

Çizelge 5.8. Wuhan Enerji Çiçeği'nin estetik kriterlere göre değerlendirilmesi

Binanın Künyesi			**Binanın Fotoğrafı**	
	Binanın Adı	Wuhan Enerji Çiçeği (Wuhan Energy Flower)		
	Yapım Yılı	2013		
	Bulunduğu Yer	Wuhan / Çin		
	Mimarı	Jos van Eldonk (Soeters Van Eldonk Arch.)		
	Biçimleniş Türü	Fitomorfik		

Estetik Kriterler		**Açıklama**	**Değerlendirme**
Ögeler	Çizgi-Yön	Eğrisel çizgilerin sıklıkla kullanıldığı kulede ve zeminde yer alan laboratuvar birimlerinde yumuşak geçişlerle birlikte dinlendiri ve huzur veren etki görülmektedir. Kulenin düşey yöndeki konumu nedeniyle görülen aktif etki yatay olarak yaprak şeklinde uzanan laboratuvarların edilgen etkisiyle birlikte dengelenmiştir	✓
	Aralık	Kulenin cephesini çevreleyen beyaz çelik profiller zeminde eşit aralıklarla uyumluluk oluştururken yukarı doğru gidildikçe aralıkları açılarak monotonluğu önlemekte ve bununla birlikte hareket, canlılık ve çeşitliliğin oluşmasını sağlamaktadır. Araziye dağılan birimlerin farklı aralıklarla konumlandırılması da yine dinanizme sebep olarak canlılık etkisini kuvvetlendirmektedir	✓

	Ölçü ve Oran	Kulenin etrafında yer alan yaprak formundaki birimler ufak şekil farklılıklarına rağmen benzer ölçülere sahiptir. Bu durum, birimlerin birbiriyle uyuşarak dengeli bir görüntü oluşturmasına neden olur. Uzunluğuna rağmen düşük yüksekliğe sahip olan bu birimler, yüksek ama kısa genişliği olan kule sayesinde dengeli bir görüntü sergilemektedir	✓
	Biçim-Şekil	Sivri köşeli olmayan elipsoid ve dairesel formlu yapı, her ne kadar yumuşak karaktere sahip olsa da merkezde bulunan kule, tabandan tepeye doğru gittikçe genişleyen formu nedeniyle tehlikeli, kararsız ve şok edici etkiye sebep olmaktadır	✖
	Renk-Değer	Kompleks içinde beyaza boyanmış çelik strüktür ve kaplama malzemelerinin tarafsızlık etkisi hissedilmektedir. Yer yer griliklere de yer verilen yapıda renk açısından nötr etki görülmektedir	●
	Doku	Merkezde yer alan kulenin çevresi, düşey doğrultuda çelik profillerle kuşatılmıştır. Bu profillerin araları da yatay olarak, daha küçük çelik çubuklarla kaplanmıştır. Kavisli yüzey üzerinde pürüzlülük etkisine neden olan bu tasarım sayesinde yapı canlılık, dikkat çekicilik ve dinamiklik kazanmıştır. Kulenin etrafında yer alan laboratuvar birimleri de yüzeyde doku etkisi meydana getiren yatay güneş kontrol elemanlarıyla çevrelenmiştir. Sert bir algıya neden olan bu uygulama, yapının uyarıcılık etkisini artırarak canlılık etkisini kuvvetlendirmiştir	✓
	Işık-Gölge	Yapının biçimlenmesinde doğal güneş ışığının belirleyici rol aldığı görülmektedir. Sürdürülebilir bir özellik gösteren binanın çatısında güneş ışınlarını toplayan paneller yer almaktadır. Bu doğrultuda yapı güneşe doğru eğik bir şekilde tasarlanmıştır. Kulenin etrafında yer alan laboratuvar binalarında ise, güneş ışığını kontrol altına almak amacıyla ışık kırıcı paneller kullanılmıştır. Bununla birlikte kâse şeklinde olan kulenin geniş kısmı doğal güneş kırıcı özellik göstererek ışık-gölge karşıtlığına neden olmaktadır	✓
	Hareket	Yapıda, çiçeğin ortasında yer alan pistile benzer dikey rüzgâr türbini kullanılmıştır. Bu türbin, hava hareketini enerjiye dönüştüren dinamik mekanizmaya sahiptir. Bununla birlikte kulenin etrafındaki yaprak benzeri laboratuvarın cephesi, hareketli güneş kontrol panelleriyle çevrilmiştir. Bu dinamik elemanlar, yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanmayı sağlamakla birlikte tasarımın canlılığını, dinamikliğini ve ilgi çekiciliğini artırmıştır	✓

İlkeler	Tekrar/Ritim	Yapı bütününe bakıldığında, ufak şekilsel farklılığa sahip yaprak formundaki laboratuvar birimlerinin, değişik yön ve aralıklarla kulenin etrafında dizildiği görülmektedir. Tasarıma canlılık etkisi katan bu durum, kütlelerin değişken tekrarla yinelenmesi sonucunda elde edilmiştir	✓
	Uyum/Uygunluk	Yapının etrafında yer alan yaprak şeklindeki laboratuvar birimleri arasında ufak şekilsel farklılıklardan kaynaklanan fiziksel uygunluk mevcuttur	✓
	Karşıtlık/Zıtlık	Merkezde yer alan kuleyle kulenin etrafında bulunan laboratuvar birimleri arasında yön ve biçim bakımından karşıtlık bulunmaktadır. Uyarıcı etkiye neden olan karşıtlık sayesinde tasarımın ilgi çekiciliği kuvvetlendirilmiştir	✓
	Egemenlik	Yaprak şeklindeki laboratuvar birimlerinin merkezde yer alan kuleye göre egemen konumda olduğu görülmektedir. Laboratuvar birimleri her ne kadar elipsoid formları nedeniyle yumuşak karaktere sahip olsalar da tekrar yoluyla oluşturdukları grup nedeniyle kuleye karşı ölçü, biçim, yön ve aralık bakımından hâkimiyet kurmuştur. Bu üstünlük sayesinde gözlemcinin ilgisinin kompozisyonu oluşturan tüm ögeler üzerinde dağılması ve sürdürülmesi sağlanmıştır	✓
	Denge	Yukarı doğru gittikçe genişleyen gala çiçeği şeklindeki kulenin ortasında yer alan rüzgar türbünü baz alındığında ön cepheden bakışımlı denge yan cepheden ise bakışımsız bir dengenin hâkim olduğu görülür. Simetrik ve asimetrik denge, dikkat çekici bir oluşturmuştur	✓
	Koram	Kulenin etrafında yer alan laboratuvar birimlerinin çatısı, tıpkı yaprak damarları şeklindeki çatı penceleriyle kaplanmıştır. Düzenli ölçü kademelenmesine sahip çatı pencereleri, eğrisel bir hat üzerinde bir araya gelerek eksenel koram oluşturmuştur. Bununla birlikte kulenin gala çiçeğini andıran kavisli formu sebebiyle, cephede yer alan çelik profillerin aralıkları zeminden tepeye doğru gidildikçe açılmakta ve bağlantı kirişlerinin boyları artmaktadır. Düzenli ölçü kademelenmesinin görüldüğü bu tasarımda, eksenel koram uygulaması sayesinde canlı ve ilgi çekici bir görüntü elde edilmiştir	✓

Çizelge 5.8. incelendiğinde Wuhan Enerji Çiçeği'nin; estetik kriterlerin %86'sına göre olumlu / uygun / yeterli olduğu, %7'sine göre olumsuz / uygun değil / yetersiz olduğu ve %7'sine göre de nötr / etkisiz olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlar doğrultusunda Wuhan Enerji Çiçeği'nin estetik açıdan olumlu / uygun / yeterli özelliklere sahip olduğu yargısına varılabilir.

Çizelge 5.9. Pancho Stadyumu'nun estetik kriterlere göre değerlendirilmesi

Binanın Künyesi			**Binanın Fotoğrafı**	
	Binanın Adı	Pancho Stadyumu (Pancho Aréna)		
	Yapım Yılı	2014		
	Bulunduğu Yer	Macaristan		
	Mimarı	Imre Makovecz		
	Biçimleniş Türü	Fitomorfik		

Estetik Kriterler		**Açıklama**	**Değerlendirme**
Ögeler	Çizgi-Yön	Tribünlerin üzerini örten çatıda ve bu çatıyı taşıyan kavisli ahşap kirişlerde sıklıkla eğrisel çizgiler kullanılarak ılımlı ve yumuşak bir etki oluşturulmuştur. Eğrisel beton direklerden filizlenen ahşap kirişler, farklı yönlerde yelpaze şeklinde yayılarak dikkatleri üzerine çeken etkileyici bir görüntü sergilemiştir	✓
	Aralık	Eşit aralıklarla yanyana dizilen beton direklerde monotonluk etkisi hissedilse de bu direklerden filizlenen ahşap kirişlerin saçak ucuna doğru giderek artan aralıkları nedeniyle monotonluk kaybolarak canlılık ve hareketlilik oluşmuştur	✓
	Ölçü ve Oran	Fonksiyonun gerektirdiği alan ölçüsünde ve seyirci sayısını karşılayacak kapasitede tasarlanan stadyum, ölçülü ve orantılı olarak tasarlanmıştır	✓
	Biçim-Şekil	Kavisli ve eğrisel şekillere sahip iki boyutlu ahşap çubuklar, beton kolonlar üzerinden yelpaze şeklinde filizlenerek; canlı, dinamik ve dikkat çekici bir görüntüsü bulunan organik formun oluşmasında etkili olmuştur	✓
	Renk-Değer	Stadyumun içinde ve dışında nötr karaktere sahip akromatik renkler kullanılmıştır. Gri ve tonlarının oluşturduğu pasif etki, tribünün üst örtüsünü taşıyan kavisli ahşap kirişlerin rengiyle baskılanarak aktif hale getirilmiştir. Turuncu renkli ahşap kirişler, sıcak renkleriyle yapıya canlılık kazandırırken ilgi çekiciliği de artırmıştır	✓
	Doku	Dışarıdan bakıldığında, tribünlerin üzerini örten çatı yüzeyinin orta sert dokuyla kaplanmış olduğu	✓

		görülmektedir. Pasiflik-aktiflik, canlılık-dinginlik arasında bir etkiye neden olan bu yüzeyin ilgi çekiciliğini artırmak amacıyla kaplama malzemesinin parlaklık derecesi artırılmıştır. Bununla birlikte stadyum içinde yer alan kavisli ahşap kirişlere büyük ölçekten bakıldığında, ritmik dizilimleri nedeniyle sert doku etkisi meydana getirerek dinamizme yol açtığı görülmektedir. Yapı hem içten hem de dıştan; uyarıcı, heyecan verici, ilgi çekici etkiye sahiptir	
	Işık-Gölge	Tribünü taşıyan kolonlar, önde ve arkada iki sıra halinde dizilerek yelpaze şeklinde dağılan eğrisel kirişlere destek görevi görmektedir. Doğal güneş ışığı bu eğrisel kirişler üzerine geldiğinde, ağaçlık bölge izlenimi uyandıran gölgeli alanlar oluşturmaktadır. Yapıya canlı ve dinamik bir etki katan bu görüntü ilgi çekiciliği artırmaktadır. Gece olduğunda, yapay ışık kaynaklarıyla yeterli ölçüde aydınlatılan ahşap kirişler, yapının biçimsel karakterini olduğu gibi yansıtmaktadır	✓
	Hareket	Tasarımda biçimlenişe katkı sağlayan herhangi bir hareketli sistemin kullanıldığı görülmemektedir	✖
İlkeler	Tekrar/Ritim	Tribünün üst örtüsünü taşıyan strüktür sisteminde, periyodik ve değişken tekrarın bir arada kullanılmış olduğu görülmektedir. İki sıra halinde dizilen beton kolonlar, yelpaze şeklindeki eğrisel ahşap kirişlerle birlikte ardışık tekrar oluşturmuştur. Kolonların üzerinden filizlenen ahşap kirişler ise kendi içlerinde farklı yönelimler sergileyerek değişken tekrarın oluşmasına yol açmıştır	✓
	Uyum/Uygunluk	Tribünün üst örtüsünü taşıyan yelpaze şeklindeki ahşap kirişlerde, eğiklik ve uzunluk bakımından ufak şekilsel farklar mevcuttur. Birbiriyle uyumlu olarak bir araya gelen bu kirişler, fiziksel uygunluğun oluşmasını sağlamıştır. Kirişlerin filizlendiği kolonlarla stadyumun dış cephesi arasında da görsel uyum oluşturacak şekilde grinin birbirine yakın ton değerlerinin kullanılmış olduğu görülmektedir	✓
	Karşıtlık/Zıtlık	Çatıyı taşıyan yelpaze şeklindeki ahşap kirilerde koram oluşumundan kaynaklı olarak karşıtlık etkisi mevcuttur. Nitekim koram oluşumunda, karşıtlık ve uyum etkileri birlikte görülmektedir. Bu bakımdan yelpaze şeklindeki ahşap kirişlerin her iki ucunda yer alan ögeler arasında yön karşıtlığı bulunmaktadır. Ritmik bir düzen içinde peşpeşe sıralanan karşıt ögeler sayesinde tasarımın ilgi çekiciliği kuvvetlendirilerek kompozisyonda birlik ve bütünlük meydana getirilmiştir	✓

	Egemenlik	Tasarımı oluşturan ögelerin kompozisyona eşit olarak dağıldığı ve dengeli bir düzen meydana getirdiği görülmektedir. Gerek yapının içinde gerekse de dışında birbirine üstünlük kuran öge ya da öge gruplarına rastlanmamaktadır	✖
	Denge	Stadın kuzey-güney aksı doğrultusunda bakışımsız denge, doğu-batı aksı boyunca ise bakışımlı denge mevcuttur. Bakışımlı dengede olası monotonluğu önlemek amacıyla doğu ve batı cephesindeki üst örtüler içe doğru kavisli olarak tasarlanmış ve seyirci girişlerinin yer aldığı bölümlerin çatısında yarıklar açılmıştır. Bakışımsız denge ise VIP girişinin olduğu yerde 3 adet kubbeli çatı kullanılarak sağlanmıştır	✓
	Koram	Tribünün üst örtüsünü taşıyan yelpaze şeklindeki ahşap kirişlerde çevresel koram uygulamasının kullanılmış olduğu görülmektedir. Ölçü ve biçim farklılaşmalarıyla elde edilen bu hiyerarşik düzen sayesinde tasarım canlı ve ilgi çekici bir hâle gelmiştir	✓

Çizelge 5.9. incelendiğinde Pancho Stadyumu'nun; estetik kriterlerin %86'sına göre olumlu / uygun / yeterli olduğu, %14'üne göre olumsuz / uygun değil / yetersiz olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlar doğrultusunda Oriente Tren İstasyonu'nun estetik açıdan olumlu / uygun / yeterli özelliklere sahip olduğu yargısına varılabilir.

Bu bölümde incelenen fitomorfik biçimlenişli örneklerin listesi, estetik açıdan değerlendirilme sonuçları ve değerlendirilme oranları Çizelge 5.10'da gösterilmiştir.

Çizelge 5.10. Estetik etkileri incelenen fitomorfik biçimlenişli örnekler

No	Fitomorfik Biçimlenişli Yapı	Değerlendirme	Oranı
1	Parthenon Tapınağı	✓	%71
2	Notre Dame Katedrali	✓	%86
3	Kristal Saray (Crystal Palace)	✓	%79
4	Bahai Tapınağı (Lotus Temple)	✓	%86
5	Oriente Tren İstasyonu (Gare do Oriente)	✓	**%93**
6	Stuttgart Havaalanı	✓	%79
7	Mako Otobüs Terminali	✓	%79
8	Wuhan Enerji Çiçeği (Wuhan Energy Flower)	✓	%86
9	Pancho Stadyumu (Pancho Aréna)	✓	%86

Çizelge 5.10'a bakıldığında Oriente Tren İstasyonu'nun yüksek düzeyde estetik karakter sergilediği ve bunu Notre Dame Katedrali, Bahai Tapınağı, Wuhan Enerji Çiçeği ve Pancho Stadyumu'nun izlediği görülmektedir. Estetik niteliği diğerlerine göre daha zayıf olan tasarımın ise %71 oranla Parthenon Tapınağı olduğu anlaşılmaktadır.

Estetik etkisi incelen toplam 9 adet fitomorfik biçimlenişli örnek içerisinde her bir estetik kriterin fitomorfik biçimlenişe olan etkilerinin yüzdesi Çizelge 5.11'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.11. Her bir estetik kriterin fitomorfik biçimlenişe olan etkilerinin oranı

Estetik Kriterler		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**✔**	**✖**	**●**
Ögeler	Çizgi - Yön	✖	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	**%89**	%11	-
	Aralık	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✖	✓	✓	**%89**	%11	-
	Ölçü ve Oran	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	**%100**	-	-
	Biçim - Şekil	●	✓	●	✓	✓	✓	✓	✖	✓	**%67**	%11	%22
	Renk - Değer	✓	✓	●	●	●	●	✓	●	✓	%44	-	**%56**
	Doku	✓	✓	✓	✓	✓	✖	✓	✓	✓	**%89**	%11	-
	Işık - Gölge	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	**%100**	-	-
	Hareket	✖	✖	✓	✖	✓	✓	✖	✓	✖	%44	**%56**	-
İlkeler	Tekrar / Ritim	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	**%100**	-	-
	Uyum / Uygunluk	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	**%100**	-	-
	Karşıtlık / Zıtlık	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	**%100**	-	-
	Egemenlik	✓	✖	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✖	**%78**	%22	-
	Denge	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	**%100**	-	-
	Koram	✖	✓	✖	✓	✓	✖	✖	✓	✓	**%56**	%44	-

Çizelge 5.11.'e bakıldığında estetik etkileri incelenen fitomorfik biçimlenişler üzerinde hareket kriterinin olumsuz etkisinin yüksek olduğu, renk – değer kriterinin nötr etkisinin yüksek olduğu ve bu kriterlerin dışında kalan 12 kriterin ise olumlu etkisinin yüksek olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Bununla birlikte özellikle; ölçü ve oran, ışık – gölge, tekrar / ritim, uyum / uygunluk, karşıtlık / zıtlık ve denge kriterlerinin ise incelenen fitomorfik biçimlenişler üzerinde estetik karakterin ortaya konulmasındaki baskınlığının diğerlerine göre daha yüksek oranda olduğu anlaşılmaktadır.

Bu bölümde incelenen 9 fitomorfik biçimlenişli örnek olup bu örnekler 14 estetik kriter baz alınarak değerlendirilmiştir. Toplamda; 9 x 14 = 126 adet olası uygunluk sonucu (uygundur, uygun değildir ve nötr olma durumu) vardır. Bu veriler doğrultusunda değerlendirilecek olursa fitomorfik biçimlenişli tasarımların estetik etki oranlarının Çizelge 5.12'deki gibi olduğu görülür.

Çizelge 5.12. Fitomorfik biçimlenişli tasarımlar üzerinde estetik etkinin uygunluk oranı

Değerlendirme	Uygunluk Sayısı	Uygunluk Oranı
✓	**104**	**%82**
✖	15	%12
●	7	%6
Toplam	126	%100

Çizelge 5.12'den anlaşılabileceği üzere %82 uygunluk oranına sahip olan fitomorfik biçimlenişli tasarımların estetik etkisinin olumlu olarak değerlendirildiği yargısına varılabilir.

5.2. Zoomorfik Yapı Biçimlenişlerinin Estetik Kriterlere Göre Değerlendirilmesi

Çizelge 5.13. SEC Armadillo binasının estetik kriterlere göre değerlendirilmesi

Binanın Künyesi	Binanın Adı	SEC Armadillo (Clyde Oditoryum)	**Binanın Fotoğrafı**	
	Yapım Yılı	1997-2000		
	Bulunduğu Yer	Glasgow / İskoçya		
	Mimarı	Norman Foster		
	Biçimleniş Türü	Zoomorfik		

Estetik Kriterler		**Açıklama**	**Değerlendirme**
Ögeler	Çizgi-Yön	Binanın genelinde eğrisel çizgilerin hâkim olduğu görülür. Yumuşak geçişler sağlayan eğrisel çizgilerle uyumlu bir birliktelik oluşturularak huzur veren bir görüntü elde edilmiştir. Hem çatı hem de cephe görevi üstlenen metal kuşaklar yandan bakıldığında farklı yönlere doğru radyal olarak dağılarak bütünleştiricilikle birlikte dinamik etkiye neden olmuştur	✓
	Aralık	Gövdeyi saran metal levhalar zeminden tepeye doğru genişleyerek değişken aralık gösterir. Bununla birlikte her bir levha birbirine yakın aralık değerleriyle konumlandırılmıştır. Bu durum hareketlilik ve dinanizm ile birlikte uyumun oluşmasını sağlamıştır	✓
	Ölçü ve Oran	Kullanım amacına uygun olarak ideal ölçü ve oranların kullanıldığı görülmektedir. Bununla birlikte kademeli bir şekilde büyüyerek küçülen metal kuşakların birbiriyle orantılı olduğu görülür	✓
	Biçim-Şekil	Geometrik şekle sahip eğrisel kuşaklar, değişken tekrar ilkesiyle uyumlu bir bütünlük oluşturacak şekilde bir araya gelmiştir. Yapıya organik form kazandıran bu tasarım sayesinde hareketli ve dinamik bir görüntü elde edilmiştir	✓
	Renk-Değer	Binanın tamamında açık değeriyle kullanılan metalik gri rengin baskınlığı hissedilmektedir. Tarafsızlık etkisine neden olan gri renk nedeniyle yapı nötr özellik göstermektedir	●
	Doku	Cepheyi kuşatan metal sac levhalar oluklu yapısıyla sert doku niteliği taşımaktadır. Bununla birlikte malzemenin fiziksel yapısı nedeniyle parlak bir görüntüsü mevcuttur. Bu durum binada; canlılık, dinamiklik, uyarıcılık etkileri meydana getirerek ilgi çekiciliği kuvvetlendirmektedir	✓

	Işık-Gölge	Binanın kademeli olarak tasarlanan biçimsel yapısı nedeniyle cephe üzerinde keskin ışık-gölge karşıtlıkları oluşmaktadır. Günün her saatinde farklı yönelimler sergileyen gölgeli alanlar, görsel çeşitliliğin oluşmasını sağlayarak ilgi çekiciliği artırmaktadır	✓
	Hareket	Binanın içinde ve dışında herhangi bir hareketli sistem kullanılmamıştır	✖
İlkeler	Tekrar/Ritim	Yapının çevresini saran kademeli bölmeler arasında ufak şekil farklılıkları ve farklı yönelimler mevcuttur. Değişken tekrar oluşturacak şekilde bir araya gelen bu parçalar yapıda; canlı, dinamik ve ilgi çekici bir etkinin oluşmasını sağlamıştır	✓
	Uyum/Uygunluk	Yapıda birbirine benzeyen biçimlerle fiziksel uygunluğun sağlanmış olduğu görülmektedir. Gövdeyi saran kademeli halkalar arasında ve girişin yer aldığı cam panel kaplamalı cephe yüzeyinde benzer biçimlenişler mevcuttur. Yapıyı oluşturan ögeler arasında kurulan uyum sayesinde algıda süreklilik sağlanarak derli toplu bir görüntü elde edilmiştir	✓
	Karşıtlık/Zıtlık	Kütlesel biçimleniş üzerinde koram ilkesi kullanılmıştır. Bu bakımdan binanın ortasında ve uçlarında yer alan ögeleri arasında yön ve biçim karşıtlıkları bulunmaktadır. Dinamik bir etkiye neden olan karşıtlık sayesinde tasarımın dikkat çekiciliği artırılmıştır	✓
	Egemenlik	Yapının ortasında yer alan şeritin diğer şeritlere göre baskın karaktere sahip olduğu görülür. Ölçü bakımından egemenliğin görüldüğü bu tasarımda ilgi çekici bir etki meydana gelmiştir	✓
	Denge	Oditoryum girişinden geçen eksene göre bakışımlı denge görülürken yan cepheden bakıldığından ortada yer alan metal çerçeveli gövdeye göre bakışımsız denge görülür. Binanın kavisli formu, bakışımlı dengede monotonluk oluşmasını önler	✓
	Koram	Binanın tasarımında, belli bir merkez etrafında kademeli olarak dizilen şeritlerin oluşturduğu çevresel koram uygulaması kullanılmıştır. Kademeli ölçü farklılaşmasıyla elde edilen bu biçimleniş sayesinde yapı, dinamik ve ilgi çekici bir görüntü sergilemektedir	✓

Çizelge 5.13. incelendiğinde SEC Armadillo binasının; estetik kriterlerin %86'sına göre olumlu / uygun / yeterli olduğu, %7'sine göre olumsuz / uygun değil / yetersiz olduğu ve %7'sine göre de nötr / etkisiz olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlar doğrultusunda SEC Armadillo binasının estetik açıdan olumlu / uygun / yeterli özelliklere sahip olduğu yargısına varılabilir.

Çizelge 5.14. Böcek Ev'in estetik kriterlere göre değerlendirilmesi

Binanın Künyesi			**Binanın Fotoğrafı**
	Binanın Adı	Böcek Ev	
	Yapım Yılı	2000	
	Bulunduğu Yer	Beykoz / İstanbul	
	Mimarı	Mehmet Aksoy	
	Biçimleniş Türü	Zoomorfik	

Estetik Kriterler		**Açıklama**	**Değerlendirme**
Ögeler	Çizgi-Yön	Hiçbir doğrusal çizginin kullanılmadığı binada eğrisel çizgiler sayesinde yumuşak ve ılımlı bir etki meydana getirilmiştir. Ön cepheden bakıldığında içe doğru girintili olarak tasarlanan girişin farklı yönlere uzanan eğrisel hatları, hareketliliğe neden olurken gövde kısmında yer alan körüklü yeşil levhanın hatları ise birbirine paralel olarak dizilerek birliktelik ve uyum oluşmasını sağlamıştır	✓
	Aralık	Ön cepheyi kaplayan cam panellerdeki her bir birim ile yan cepheyi kuşatan körüklü levhaların her bir körüklü kısmı kendi içlerinde birbirine bitişik olarak uyumlu bir ilişki kursa da bunun aşırı kullanımı, sıkıntılı bir durum oluşturarak tekdüzelik etkisine neden olmuştur	✖
	Ölçü ve Oran	İnsan ölçeğinde tasarlanan yapı orantılı ve dengelidir	✓
	Biçim-Şekil	Pasif etkiye sahip dairesel şekillerin birbiriyle kesiştirilmesi sonucunda yeni şekillerin elde edildiği tasarımda daha aktif ve ilgi çekici bir form ortaya konuşmuştur	✓
	Renk-Değer	Yapının ön cephesinden bakıldığında, girişin her iki yanında mavi renkli cam panellerin kullanılmış olduğu görülür. Yandan bakıldığında ise yeşil renkli levhaların binanın gövdesini sardığı görülmektedir. Birbirine komşu olan mavi ve yeşil renklerin bir arada kullanılması yapıda uygunluk oluştururken bu renklerin soğuk karaktere sahip olması; sakinleştirici, huzur verici ve dinlendirici bir etkiye neden olmuştur	✓

	Doku	Yapının cephesi, farklı doku özelliklerine sahip elemanların uyumlu birlikteliğinden oluşmuştur. Giriş kısmında yer alan alüminyum levhalarda yumuşak, girişin her iki yanında yer alan cam panellerde orta sert ve gövdeyi kuşatan körüklü yeşil levhalarda ise sert karaktere sahip dokusal yüzeyler mevcuttur. Kademeli olarak sertlik derecesi artan yüzey elemanlarının armoni içinde bir arada kulanılması yapıda; dikkat çekici, heyecan verici ve canlı bir etki oluşturarak pozitif algıya neden olmuştur	✓
	Işık-Gölge	Ön ve yan cephelerde eğrisel yüzeylerin kullanıldığı yapıda keskin profilli girintili çıkıntılı yüzeyler oluşturularak monotonluk önlenmiş, aynı zamanda ışık-gölge karşıtlığı oluşturularak yapıya derinlik algısı katılmıştır. Eğimleri farklı yüzeyler üzerinde farklı kırılmalara uğrayan doğal güneş ışığı; gölgeli, ışıklı, yarı gölgeli yüzey alanları oluşturarak binaya canlılık katmıştır	✓
	Hareket	Statik özelliğe sahip binada herhangi bir hareketli sistem kullanılmamıştır	✖
İlkeler	Tekrar/Ritim	Yapının yan cephesi, akordiyon şeklinde yüzey dokusuna sahip metal levhalardan oluşmaktadır. Bu yüzey, periyodik tekrar oluşturacak şekilde bir araya gelen farklı dokuların ardışık olarak yinelenmesi sonucunda oluşmuştur. Yüzeyi oluşturan ögelerin çok sık olarak tekrarlanmasının yol açabileceği muhtemel monotonluk tehlikesine karşı, yapı gövdesi iki parça halide kademeli olarak tasarlanmıştır	✓
	Uyum/Uygunluk	Yapının mavi cam panellerle kaplı ön cephesiyle yeşil levhalarla kaplı yan cephesi arasında renk bakımından fiziksel uygunluk mevcuttur	✓
	Karşıtlık/Zıtlık	Tasarımı oluşturan ögelerin birbiriyle uyum içinde kullanıldığı görülmektedir. Sertlik dereceleri kademeli olarak artan dokular, birbiriyle uyumlu olan renkler, paralele yakın yönler ve yapı genelinde hâkim olan eğrisel biçimlenişler nedeniyle yapıda karşıtlıklara rastlanmamaktadır	✖
	Egemenlik	Yapının genelinde birbiriyle uyumlu olan ögelerin dengeli ve düzenli bir şekilde dağılımından kaynaklanan bir denklik ve denge söz konusudur. Bu bakımdan tasarımı şekillendiren eleman ya da eleman grupları arasında egemenliğe rastlanmamaktadır	✖
	Denge	Ön cepheden bakıldığında girişten geçen aks boyunca bakışımlı bir dengenin hâkim olduğu görülür. Bu denge gerek formun eğrisel yapısı gerek önden arkaya doğru kademeli bir şekilde	✓

		yüksekliklerin azalışı gerekse de giriş bölümünün içe girintili olarak yan cepheden ayrılışı ile hareketlilik kazanmıştır	
	Koram	Yapıda hiyerarşik düzene yer verilmemiştir	✖

Çizelge 5.14. incelendiğinde Böcek Ev'in; estetik kriterlerin %64'üne göre olumlu / uygun / yeterli olduğu, %36'sına göre olumsuz / uygun değil / yetersiz olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlar doğrultusunda Böcek Ev'in estetik açıdan olumlu / uygun / yeterli özelliklere sahip olduğu yargısına varılabilir.

Çizelge 5.15. Milwaukee Sanat Müzesi'nin estetik kriterlere göre değerlendirilmesi

Binanın Künyesi			**Binanın Fotoğrafı**
	Binanın Adı	Milwaukee Sanat Müzesi	
	Yapım Yılı	2001	
	Bulunduğu Yer	Milwaukee / Wisconsin	
	Mimarı	Santiago Calatrava	
	Biçimleniş Türü	Zoomorfik	

Estetik Kriterler		**Açıklama**	**Değerlendirme**
Ögeler	Çizgi-Yön	Doğrusal ve eğrisel çizgilerin büyük bir armoni içinde kullanıldığı binanın kanat tasarımında, doğrusal çizgilerin farklı yönlerde kullanılması tasarıma hareket ve canlılık kazandırmıştır. Giriş fuayesinin üzerini kaplayan çelik profilli paneller yandan bakıldığında paralel algılanarak uyumluluk etkisine neden olurken burun kısmından bakıldığında ise farklı yönlere uzanarak canlılık ve dinamiklilik etkisine neden olmaktadır. Doğrusal çizgilerin netlik ve kararlılık etkisi, gerek yönler sayesinde gerekse de eğrisel saçaklar ve çıkıntılar sayesinde yumuşatılarak ılımlı hale getirilmiştir	✓
	Aralık	Fuayenin cephe kaplamasında, çatısında ve çatının üzerinde açılan kanatlarda eşit aralıklı çelik profilerin kullanıldığı görülmektedir. Kendi içlerinde uygunluk oluşturacak şekilde eşit aralıklı olsalar da zeminden kanatlara doğru gidildikçe profillerin sıklaştığı ve aralıkların azaldığı görülmektedir. Kademeli olarak değişen aralıklar sayesinde monotonluk etkisi önlenerek binaya canlılık kazandırılmıştır.	✓
	Ölçü ve Oran	Yapının en, boy ve yükseklik ölçüleri kinetik kanatların açık ya da kapalı olması durumuna göre değişerek oranları etkilediğinden nötr olarak değerlendirilebilir	●

	Biçim-Şekil	Pasif ve statik etkiye sahip iki boyutlu çizgisel şekiller, birbirleriyle uyum içerisinde bir araya gelerek simetrik, aktif ve hareketli bir form oluşturmuştur. Özellikle kanat tasarımında görülen hareketli sistemler sayesinde dinamiklik ve canlılık etkisi kuvvetlendirilerek ilgi çekicilik artırılmıştır	✓
	Renk-Değer	Binada tarafsızlığı simgeleyen saf beyaz rengin yoğun bir şekilde kullanıldığı görülmektedir. Özellikle çelik malzemelerde kullanılan beyaz boya nedeniyle yapı nötr karaktere sahiptir	●
	Doku	Binanın strüktürel ve biçimsel yapısını meydana getiren parlak çelik profiller, dokusal etki oluşturacak şekilde ritmik olarak kullanılmıştır. Özellikle binanın içinden daha net hissedilen bu dokusal algı sert bir karakter göstermektedir. Yapıya canlılık, ilgi çekicilik katarak dinamik bir etkinin oluşmasını sağlamıştır	✓
	Işık-Gölge	Işık, kanatlar arasındaki açıklıklardan yapının içerisine görsel katkı sağlayacak şekilde alınır. Hareketli kanatlar sayesinde kontrollü ve dengelidir. Günün her saatinde değişen ve hatta istenildiği her an değiştirilebilen ışık-gölge oyunlarıyla dinamik, canlı, heyecan verici ve ilgi çekici bir biçimleniş elde edilmiştir	✓
	Hareket	Yapı, gece olduğunda kapanan gündüz olduğunda ise açılan kinetik kanatlara sahiptir. Binaya dinamiklik, canlılık ve çeşitlilik kazandıran bu hareketli kanat sayesinde ilgi çekicilik artırılmıştır	✓
İlkeler	Tekrar/Ritim	Yapının kanatlarında, çatısında ve iç mekânında ritmik elemanların sıklıkla kullanılmış olduğu görülmektedir. İç mekândan yukarı doğru bakıldığında, çelik profillerin çatı yüzeyinde kafes benzeri görüntüler meydana getirdiği görülür. Tekrar ilkesiyle yanyana gelen bu örüntüler, yüzeye dinamik bir etki katmıştır. Kanatlarda ve çatının dış yüzeyinde ise ölçü ve yön farklılıklarına sahip çelik profillerin değişken tekrarla peşpeşe dizildiği görülmektedir. Yapıda canlı ve hareketli bir etkinin oluşmasını sağlayan ritmik ögeler, tasarımın ilgi çekiciliğini artırmıştır	✓
	Uyum/Uygunluk	Binanın çatısında ve kanatlarında; aralık, biçim ve yön bakımından fiziksel uygunluğa sahip çelik profiller kullanılmıştır. Ögeler arasında ilişkilere ve yumuşak geçişlere neden olan uyum ilkesi sayesinde, tasarımın genelinde bütünleştirici etki meydana gelmiştir	✓

	Karşıtlık/Zıtlık	Tasarımı oluşturan elemanlarda ve bu elemanlarda kullanılan çelik profillerde karşıtlıklara yer verildiği görülmektedir. Kinetik kanatların, çatı ve cepheyle yön karşıtlığı oluşturacak şekilde yerleştirildiği görülmektedir. Çatıda ve kanatlarda kullanılan çelik profillerde ölçü karşıtlıkları kullanılmıştır. Özellikle dik açıya yakın yönlerle sağlanan karşıtlıklar sayesinde yapı genelinde; uyarıcı, heyecan verici ve dinamik bir etki meydana getirilerek tasarımın ilgi çekiciliği kuvvetlendirilmiştir	✓
	Egemenlik	Binanın kanatları açık olduğunda kinetik kanatlar üzerinde; ölçü, biçim aralık ve yön egemenliğin oluştuğu görülmektedir. Kanatlar kapalı olduğunda ise çatıda; ölçü, biçim ve doku bakımından hâkimiyetin oluştuğu görülür. Kanatların her iki pozisyonunda da egemenlik meydana geldiği için tasarımda bu ilkeye yer verildiğinden bahsedilebilir. Yapının ögeleri arasında dönüşümlü olarak yer değiştiren üstünlük durumları nedeniyle tasarımda; canlı, aktif, dinamik ve ilgi çekici bir etki meydana gelmiştir	✓
	Denge	Giriş fuayesinin üzerini örten kanatların ortasından geçen aksa göre bakışımlı, bu aksa dik doğrultuda uzanan sergi salonlarının tam ortasından geçen aksa göre bakışımsız denge mevcuttur. Her iki durumda da formdaki farklılıkların yol açtığı ilgi çekicilik görülür	✓
	Koram	Fuayenin çatısında ve çatının üzerindeki kanatlarda yer alan çelik profiller, düzenli ölçü kademelenmeleriyle beraber koram oluşturacak şekilde dizilim göstermektedir. Eksenel koram uygulamasının kullanıldığı yapıda canlı ve ilgi çekici bir görüntü hâkimdir	✓

Çizelge 5.15. incelendiğinde Milwaukee Sanat Müzesi'nin; estetik kriterlerin %86'sına göre olumlu / uygun / yeterli olduğu, %14'üne göre nötr / etkisiz olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlar doğrultusunda Milwaukee Sanat Müzesi'nin estetik açıdan olumlu / uygun / yeterli özelliklere sahip olduğu yargısına varılabilir.

Çizelge 5.16. Kornişon / 30 St Mary Axe binasının estetik kriterlere göre değerlendirilmesi

Binanın Künyesi	Binanın Adı	30 St Mary Axe - The Gherkin (Kornişon)	**Binanın Fotoğrafı**	
	Yapım Yılı	2001-2003		
	Bulunduğu Yer	Londra / İngiltere		
	Mimarı	Norman Foster, Ken Shuttleworth		
	Biçimleniş Türü	Zoomorfik		

Estetik Kriterler		**Açıklama**	**Değerlendirme**
Ögeler	Çizgi-Yön	Kavisli formu bulunan binanın bütününde eğrisel çizgilerin oluşturduğu sakinleştirici ve yumuşak bir algı hissedilmektedir. Diagrid yapı oluşturacak şekilde birbiriyle kesişen eğrisel çizgiler binaya dikkat çekicilik katarken birbirine paralel olan spiraller ise bütünleştirici etkiye neden olmaktadır. Ayrıca binanın düşey yönde gelişim göstermesi aktif bir etki oluştururken cephedeki koyu spiral şeritler, canlılığa ve dinamik etkiye yol açmaktadır	✓
	Aralık	Zeminden zirveye doğru önce genişleyen sonra daralan kavisli form nedeniyle diagrid çerçevenin aralıkları da hafifçe artarak azalmıştır. Bu farklılaşmanın çok hafif hissedilmesi uygunluğun ve birliğin oluşmasını sağlamıştır	✓
	Ölçü ve Oran	Bina, bulunduğu alan içerisinde, etrafında yer alan diğer kulelere göre ölçülü ve orantılıdır. Ayrıca kulenin içinde bulunan ofis katları, insan ölçeğine uygun olarak tasarlanmıştır	✓
	Biçim-Şekil	Binada dairesel ve eğrisel geometrik şekillerin kullanıldığı görülmektedir. Binanın en ve boyuna göre yuvarlak bir form oluşturan bu şekiller yumuşak ve pürüzsüz bir algı oluşturarak tasarıma sakinleştiricilik, dinlendiricilik etkisi katmıştır	✓
	Renk-Değer	Yapıda tek rengin farklı değerleriyle kullanıldığı monokromatik görüntü hâkimdir. Açık ve koyu mavi cam panellerle elde edilen karşıtlık etkisinin dengeli bir şekilde kullanılması yapıya canlılık ve ilgi çekicilik kazandırmıştır. Bununla birlikte dairesel biçimlenişin yumuşaklığı ve pürüzsüzlüğüyle karakterize olan mavi renk, yapıda uyumlu bir görüntü oluşturmuştur	✓
	Doku	Bina, yumuşak karaktere sahip cam ve çelik malzemelerin, sert doku algısı oluşturacak şekilde bir arada kullanılmasıyla oluşan etkileyici bir yüzeye sahiptir. Diagrid olarak kesişen spiral çelik	✓

		kolonlar, uzaktan bakıldığında sert bir doku görüntüsü meydana getirir. Bu kolonların etrafını saran cam paneller de daha küçük diyagonal kafes örgüsü oluşturarak pürüzlü bir yüzey algısı oluşturur. Pürüzlük derecesinin kademeli olarak artması; canlı, ilgi çekici ve dinamik bir görüntü elde edilmesini sağlamaktadır	
	Işık-Gölge	Dış cephesi her ne kadar komple cam kaplı olsa da çift katmanlı yapısı ve güneş kontrolünü sağlayan panjurlu sistemi sayesinde iç mekânın aydınlanmasında rahatsızlığa neden olmaz. Bununla birlikte üzerine gelen ışık, dokunun karakterini bozmadan yansır. Zeminden üst katlara doğru spiral şeklinde yükselen altı adet ışık kuyusu yer alır. Güneş ışığından üst düzeyde faydalanmayı sağlayan bu ışık kuyularının yanında ise ortak kullanıma ayrılan balkonlar bulunmaktadır. İşlevsel olmasının yanında görsel algılamayı güçlendiren bu tasarım bütün ofis katlarına yeterli ölçüde gün ışığının ulaşması sağlamaktadır. Doğal ışığın ulaşamadığı merkezde ise yapay ışık kaynakları kullanılmıştır	✓
	Hareket	Binanın biçimlenişi üzerinde etkili olan herhangi bir dinamik sistem kullanımına rastlanmaz	✖
İlkeler	Tekrar/Ritim	Binanın elipsoid yapısı ve diagrid yüzey dokusu sebebiyle yatayda, düşeyde ve çapraz yönlerde farklı şekillerde tekrar çeşitleri ortaya çıkmıştır. Binanın düşey doğrultusunda, kafes şeklindeki çerçevelerin ufak şekilsel farklarla peşpeşe dizildiği görülmektedir. Ara ara koyu renkli şeritlerle ayrılan bu çerçeveler periyodik tekrar oluşturmuştur. Yatay yönde ise birbirinin aynısı olan ögelerin bir merkez etrafında peşpeşe sıralandığı görülmektedir. Koyu renkli yüzeylerle birbirinden ayrılan bu çerçeveler ışınsal tekrar oluşturmuştur. Sağ çaprazda ise tıpkı düşey yönde olduğu gibi ardışık tekrar kullanılmıştır. Sol çaprazda ise yön ve ufak şekilsel farklılıklardan kaynaklı olarak değişken tekrar ortaya çıkmıştır. Yapıya canlılık ve hareketlilik katan ritmik unsurlar, tasarımın ilgi çekiciliğini artırmıştır	✓
	Uyum/Uygunluk	Diagrid olarak kesişen çerçevelerin oluşturduğu dörtgen şeklindeki kafesler, şekil olarak birbirine benzeyen farklı boyutlara sahiptir. Biçim olarak birbiriyle uyum içinde olan bu kafesler, yüzeyde fiziksel uygunluğun oluşmasını sağlamıştır. Cephede biçim uygunluğunun yol açabileceği muhtemel monotonluk tehlikesine karşı mavi rengin iki ayrı tonda kullanıldığı görülmektedir	✓

	Karşıtlık/Zıtlık	Binada iki farklı tona sahip mavi renkli cam paneller kullanılmıştır. Monokromatik bir yüzey görüntüsü oluşturan bu paneller, mavi rengin birbirine uzak olan iki farklı değerinden oluşmaktadır. Cephede değer karşıtlığının oluşmasına neden olan bu kullanım sayesinde tasarıma canlılık katan ilgi çekici bir görüntü elde edilmiştir	✓
	Egemenlik	Yapının cephesinde mavi rengin karşıt iki farklı değerinin bir arada kullanılmasından kaynaklanan değer egemenliğinin oluştuğu söylenebilir. Cephe yüzeyinde görülen fiziksel egemenlik sayesinde yüzeyde ilgi çekici bir görüntü oluşturulmuştur	✓
	Denge	Yapı bütününde her yönden simetrik bir denge mevcuttur. Tasarımın zeminden tepeye doğru genişleyerek daralan formu ve spiral hatlı yüzeyi sayesinde monotonluk tehlikesinin önüne geçilmiştir	✓
	Koram	Yapıda çevresel, odaksal ve eksenel koram uygulamalarının bir arada ve harmoni içinde kullanıldığı görülmektedir. Binanın kuşbakışı görüntüsünde, spiral şeklindeki çizgilerin kesişmeleriyle oluşan kafesler yer almaktadır. Bu kafesler tıpkı ayçiçeğinde olduğu gibi merkezden dışa doğru farklılaşan şekil ve ölçüleriyle odaksal koram düzeni sergilemektedir. Bununla birlikte her bir spiral üzerindeki parçalar çevresel koram oluşturacak şekilde dizilim göstermektedir. Binaya yandan bakıldığındaysa diagrid yapılaşmanın, bina boyunca farklılaşan kademeli ölçü derecelenmeleri oluşturduğu görülmektedir. Yapının, orta noktadan zemine ve tepeye doğru gidildikçe daralan forma sahip olması, strüktürü oluşturan diagrid birimler arasında kademeli ölçü ve şekil farklılaşmalarının oluşmasına yol açmıştır. Dikey yönde ve düz bir hat üzerinde dizilen bu parçalar, eksenel koram düzenine sahiptir. Her üç koram uygulamasının harmoni içinde bir arada kullanılması binada; bütünleştirici, canlı, dinamik ve ilgi çekici bir görüntünün elde edilmesine neden olmuştur	✓

Çizelge 5.16. incelendiğinde Kornişon / 30 St Mary Axe binasının; estetik kriterlerin %93'üne göre olumlu / uygun / yeterli olduğu, %7'sine göre olumsuz / uygun değil / yetersiz olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlar doğrultusunda Kornişon / 30 St Mary Axe binasının estetik açıdan olumlu / uygun / yeterli özelliklere sahip olduğu yargısına varılabilir.

Çizelge 5.17. Oculus'un estetik kriterlere göre değerlendirilmesi

Binanın Künyesi	Binanın Adı	Dünya Ticaret Merkezi (World Trade Center) İstasyon Binası - Oculus	**Binanın Fotoğrafi**	
	Yapım Yılı	2010		
	Bulunduğu Yer	Manhattan / New York		
	Mimarı	Santiago Calatrava		
	Biçimleniş Türü	Zoomorfik		

Estetik Kriterler		**Açıklama**	**Değerlendirme**
Ögeler	Çizgi-Yön	Kanatlarda ve cephede yer alan doğrusal çizgilerin kararlılık ve katılık etkisi arakesitinde kullanılan eğrisel çizgilerle birlikte ani durum değişimine yol açarak heyacana neden olmaktadır. Farklı yönlere uzanan kanatlar ile cephe profilleri, binaya canlılık katarak dinamik etki oluşturmakta ve dikkatleri üzerine çekmektedir	✓
	Aralık	Kanatlarda ve cephede kullanılan çelik profil aralıklarının birbirine eşit olduğu görülmektedir. Bu durum her ne kadar yapı bütününde uygunluğun oluşmasını sağlasa da aşırı kullanılması, aralık bakımından monotonluk etkisinin görülmesine yol açmıştır	✖
	Ölçü ve Oran	Terminal istasyonu olması nedeniyle geniş hacim gerektiren binada bu hacmin aşırıya kaçtığı dikkati çekmektedir. Özellikle iç mekânda oldukça yüksek tavan kullanılması, orantısızlığa neden olmuştur. Çevresinde yer alan yüksek kuleler arasında ise ölçüsüz ve orantısız bir biçimleniş sergilemektedir	✖
	Biçim-Şekil	Değişken tekrar ilkesiyle bir araya getirilen çubuk şeklindeki doğrusal parçalar hareketlilik ve canlılık etkisi oluşturacak şekilde organik forma dönüştürülmüştür.	✓
	Renk-Değer	Yapının tamamında tarafsızlık özelliği gösteren saf beyaz rengin kullanıldığı görülmektedir. Çelik taşıyıcı strüktürlerde kullanılan beyaz boya nedeniyle yapı, nötr özellik göstermektedir	●
	Doku	Cephede ve iç mekânda, çelik profillerin ritmik olarak dizilmeleriyle oluşan segmentli yapı dikkatleri üzerine çeker. Girintili ve çıkıntılı özelliğiyle cephede dokusal algı meydana getiren bu yapılaşma, binaya hareket ve canlılık katmaktadır	✓

	Işık-Gölge	Beyaz çelik kaburgaların arasından süzülerek iç atmosfere nüfus eden doğal güneş ışığı, mekânın zemininde günün her saatinde değişen hareketli bir ışık-gölge karşıtlığı oluşturmaktadır. Çatının kavisli yapısına bağlı olarak yerleştirilen çelik profiller, güneş ışığının farklı açılarla kırılmasını sağlayarak gölgeli ve yarı gölgeli yüzeyler oluşturur. Geceleri ise iç mekânda kullanılan ışıklandırmalarla bambaşka bir form algısı meydana getirilir. Kanatların aydınlatılmadığı gece ışıklandırmasında cephe, elipsoid formuyla dikkatleri üzerine çeker	✓
	Hareket	Kinetik olarak yapılması planlanan kanatlar maliyet endişesiyle sabit olarak tasarlanmıştır. Bu nedenle yapının dışında hareketli sistem kullanılmamıştır. Ancak iç mekânda, dikey ulaşımı sağlayan dairesel panoramik asansörler ve yürüyen merdivenler kullanılmıştır. Mekânsal düzenin belirleyicileri olan bu yer değiştirebilir dinamik elemanlar zaman içinde sürekliliği sağlamaktadır	✓
İlkeler	Tekrar/Ritim	Yapının cephesinde ve her iki yana uzanan kanatlarında, şekilsel olarak farklı uzunluklara sahip çelik profillerin kullanıldığı görülmektedir. Hafif açısal farklarla düzenli bir şekilde sıralanan bu çubuklarda değişken tekrar ilkesi kullanılmıştır. Mekân içinde yer alan asma katta ve cephenin iç yüzeyinde ise çelik profillerin periyodik tekrar oluşturacak şekilde peşpeşe sıralandığı görülür. Farklı tekrar türlerinin ahenkli bir şekilde bir arada kullanılması yapıya ilgi çekicilik kazandırmıştır	✓
	Uyum/Uygunluk	Binanın; kanat, cephe, çatı gibi ögelerinde malzeme olarak kullanılan çelik profiller arasında aralık, yön ve biçim bakımından fiziksel uygunluğun olduğu görülmektedir. Tasarımı oluşturan öglerin uyum içinde bir arada kullanılması, algılamada süreklilik sağlayarak elemanlar arasında bütünleştirici rol oynamıştır	✓
	Karşıtlık/Zıtlık	Yapının kanatları arasında ve kanatlarla cephe arasında yön bakımdan karşıtlığın olduğu görülmektedir. Elemanlar arasında ani geçişlere neden olan yön karşıtlığı sayesinde uyarıcı ve ilgi çekici bir etki meydana getirilmiştir	✓
	Egemenlik	Birbirine zıt yönlere doğru uzanan sivri uçlu kanatların; ölçü, biçim ve yön bakımından cepheye karşı üstünlük sağladığı görülmektedir. İzleyicilerin ilgi ve dikkati çeken bu egemenlik sayesinde tasarıma canlılık ve dinamiklik kazandırılmıştır	✓

	Denge	Bina hem enine hem boyuna bakışımlı bir dengeye sahiptir. Semer eğrisi şeklindeki üst formu ve hiperbolik eğri kaburgalardan oluşan yan cephesi binaya çekicilik katmıştır	✓
	Koram	Binanın kanatlarında ve cephesinde doğrusal koram uygulamasına başvurulduğu görülmektedir. Ölçü bakımından eğrisel bir hat üzerinde sıradüzen sergileyen çelik profiller yapıya canlı ve dinamik bir etki katmıştır	✓

Çizelge 5.17. incelendiğinde Dünya Ticaret Merkezi (Oculus)'nin; estetik kriterlerin %79'una göre olumlu / uygun / yeterli olduğu, %14'üne göre olumsuz / uygun değil / yetersiz olduğu ve %7'sine göre de nötr / etkisiz olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlar doğrultusunda Dünya Ticaret Merkezi (Oculus)'in estetik açıdan olumlu / uygun / yeterli özelliklere sahip olduğu yargısına varılabilir.

Bu bölümde incelenen zoomorfik biçimlenişli örneklerin listesi, estetik açıdan değerlendirilme sonuçları ve değerlendirilme oranları Çizelge 5.18'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.18. Estetik etkileri incelenen zoomorfik biçimlenişli örnekler

No	Zoomorfik Biçimlenişli Yapı	Değerlendirme	Oranı
1	SEC Armadillo (Clyde Oditoryum)	✓	%86
2	Böcek Ev	✓	%64
3	Milwaukee Sanat Müzesi	✓	%86
4	30 St Mary Axe – The Gherkin (Kornişon)	✓	**%93**
5	Dünya Ticaret Merkezi İstasyon Binası / Oculus	✓	%79

Çizelge 5.18'e bakıldığında 30 St Mary Axe'nin yüksek düzeyde estetik karakter sergilediği, bunu SEC Armadillo ve Milwaukee Sanat Müzesi'nin takip ettiği görülmektedir. Estetik niteliği diğerlerine göre daha zayıf olan eserin ise %64 oranıyla Böcek Ev olduğu anlaşılmaktadır.

Estetik etkisi incelen toplam 5 adet zoomorfik biçimlenişli örnek içerisinde her bir estetik kriterin zoomorfik biçimlenişe olan etkilerinin yüzdesi Çizelge 5.19'da gösterilmiştir.

Çizelge 5.19. Her bir estetik kriterin zoomorfik biçimlenişe olan etkilerinin oranı

Estetik Kriterler		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**✔**	**✖**	**●**
Ögeler	Çizgi - Yön	✓	✓	✓	✓	✓	**%100**	-	-
	Aralık	✓	✖	✓	✓	✖	**%60**	%40	-
	Ölçü ve Oran	✓	✓	●	✓	✖	**%60**	%20	%20
	Biçim - Şekil	✓	✓	✓	✓	✓	**%100**	-	-
	Renk - Değer	●	✓	●	✓	●	%40	-	**%60**
	Doku	✓	✓	✓	✓	✓	**%100**	-	-
	Işık - Gölge	✓	✓	✓	✓	✓	**%100**	-	-
	Hareket	✖	✖	✓	✖	✓	%40	**%60**	-
İlkeler	Tekrar / Ritim	✓	✓	✓	✓	✓	**%100**	-	-
	Uyum / Uygunluk	✓	✓	✓	✓	✓	**%100**	-	-
	Karşıtlık / Zıtlık	✓	✖	✓	✓	✓	**%80**	%20	-
	Egemenlik	✓	✖	✓	✓	✓	**%80**	%20	-
	Denge	✓	✓	✓	✓	✓	**%100**	-	-
	Koram	✓	✖	✓	✓	✓	**%80**	%20	-

Çizelge 5.19.'a bakıldığında estetik etkileri incelenen zoomorfik biçimlenişler üzerinde hareket kriterinin olumsuz etkisinin yüksek olduğu, renk – değer kriterinin nötr etkisinin yüksek olduğu ve bu kriterlerin dışında kalan 12 kriterin ise olumlu etkisinin yüksek olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Bununla birlikte özellikle; çizgi – yön, biçim – şekil, doku, ışık – gölge, tekrar / ritim, uyum / uygunluk ve denge kriterlerinin ise incelenen zoomorfik biçimlenişler üzerinde estetik karakterin ortaya konulmasındaki baskınlığının diğerlerine göre daha yüksek oranda olduğu anlaşılmaktadır.

Bu bölümde incelenen 5 adet zoomorfik biçimlenişli örnek olup bu örnekler 14 estetik kriter baz alınarak değerlendirilmiştir. Toplamda; 5 x 14 = 70 adet olası uygunluk sonucu (uygundur, uygun değildir ve nötr olma durumu) vardır. Bu veriler doğrultusunda değerlendirilecek olursa zoomorfik biçimlenişli tasarımların estetik etki oranlarının Çizelge 5.20'deki gibi olduğu görülür.

Çizelge 5.20. Zoomorfik biçimlenişli tasarımlar üzerinde estetik etkinin uygunluk oranları

Değerlendirme	Uygunluk Sayısı	Uygunluk Oranı
✓	**57**	**%81**
✖	9	%13
●	4	%6
Toplam	70	%100

Çizelge 5.20'den anlaşılabileceği üzere %81 uygunluk oranına sahip olan zoomorfik biçimlenişli tasarımların estetik etkisinin olumlu olarak değerlendirildiği yargısına varılabilir.

5.3. Antropomorfik Yapı Biçimlenişlerinin Estetik Kriterlere Göre Değerlendirilmesi

Çizelge 5.21. Eiffel Kulesi'nin estetik kriterlere göre değerlendirilmesi

Yapının Künyesi	Yapının Adı	Eiffel Kulesi	**Yapının Fotoğrafı**	
	Yapım Yılı	1889		
	Bulunduğu Yer	Paris / Fransa		
	Mimarı	Stephen Sauvestre, Maurice Koechlin		
	Biçimleniş Türü	Antropomorfik		

Estetik Kriterler		**Açıklama**	**Değerlendirme**
Ögeler	Çizgi-Yön	Cephede; dinanizm, heyecan ve asabiyeti yansıtan kırıklı çizgilerin kullanıldığı kafes örgüler yer almaktadır. Kulenin ayakları arasında ve yüksekliği doğrultusunda kullanılan eğrisel çizgilerle keskinlikler yumuşatılmaya, sakinleştirici ve ılımlı etki oluşturulmaya çalışılmıştır. Düşey doğrultuda şekillenerek aktif bir görüntü oluşturan yapıda hiperbolik hatlar sayesinde ilgi çekicilik kuvvetlendirilmiştir	✓
	Aralık	Yapı bütününe bakıldığında gerek katlar arasında yer alan kademelerde gerekse de zeminden tepeye doğru gidildikçe daralarak sivrilen biçimlenişinde aralıkların farklılaştığı görülmektedir. Bu farklılaşma yapıya canlılık ve hareketlilik kazandırmıştır	✓

	Ölçü ve Oran	Yapılış amacı "fuar giriş kapısı" olan yapının insan ölçeğiyle tasarlanmadığı görülmektedir. Bununla birlikte zeminden tepeye doğru giderek daralan hiperbolik formuyla, çevresine göre devasa boyutlara sahip olması karşıtlık etkisini kuvvetlendirmiş, dengesizliğe ve orantısızlığa neden olmuştur	✖
	Biçim-Şekil	Yapıda kullanılan hiperbolik şekillerin yumuşatıcı, sakinleştirici ve dinlendirici etkisi, zeminden tepeye doğru giderek sivrilen formun sert karakteri nedeniyle etkisini kaybederek ele batıcı ve şok edici bir karaktere bürünmüştür	✖
	Renk-Değer	İlk yapıldığında saf demir grisi olan kulenin rengi boyanma sonucunda değişimine uğramıştır. Günümüze gelene kadar aralıklı olarak boyanan yapı, kahvenin çeşitli tonlarından şimdiki bronz rengini almıştır. Zeminden tepeye doğru gittikçe daralan formu ve sahip olduğu uzunluğu nedeniyle yapı, uzaktan bakıldığında tek renk olarak algılanabilmesi için 3 tonlu monokromatik renkle boyanmıştır. Zeminden tepeye doğru açılan renk tonları sayesinde yumuşak geçişli, uyumlu ve sade bir görüntü elde edilmiştir	✓
	Doku	Yapıda, dokunmuş kumaş örgüsü gibi işlenen demir işçiliğinin, kütle düzeyinde başarılı bir şekilde uygulandığı görülmektedir. Sert ve pürüzlü dokusuyla yakınlık algısı oluşturan tasarım, şehrin pek çok yerinden rahatlıkla algılanabilmektedir. Aktiflik, canlılık ve dinamiklik oluşturan strüktür dokusu yapının dikkat çekiciliğini artırmaktadır	✓
	Işık-Gölge	Özellikle geceleri, formun ortaya konulmasında yapay ışık kaynaklarının etkili bir araç olarak kullanıldığı görülmektedir. Hiperbolik strüktür yüzeylerinde kullanılan yapay aydınlatma, yapının kontur çizgilerini belirleyerek üç boyutluluk algısını kuvvetlendirmektedir. Bu ışık kaynağının sarımtırak renkli olması ise dikkat çekiciliği artırmaktadır	✓
	Hareket	Yapıda eğimli bir hat üzerinde hareket ederek halka açık platformlar arasında ulaşımı sağlayan iki adet hidrolik asansör bulunmaktadır. Şehrin manzarasını farklı açılardan izlemeye olanak tanıyan bu hareketli asansörler, yapının kullanım olanağını genişleterek ilgi çekiciliğini artırmıştır. Bununla birlikte Expo 1889 Paris Fuarı için 20 yıl süreliğine tasarlanması planlana yapı, zaman içinde artan ilgi ve şehre ekonomik katkısı gerekçeleriyle sökülmeyerek bugüne kadar gelmiştir. Yani yapı, sökülüp takılabilen taşınabilir parçalarla inşa edilmiştir	✓

İlkeler	Tekrar/Ritim	Yapının hiperbolik cephe yüzeyinde, aralarında ufak boyut ve şekil farklılıkları bulunan demir kafes örüntülerin değişken tekrar oluşturacak şekilde sıralandığı görülmektedir. Yapının katları altında bulunan demir payandalarda ve kafes örüntülerinde ise mutlak tekrar ilkesi kullanılmıştır. Ayakların arasında yer alan demir kemerlerde ise ışınsal tekrar oluşturacak şekilde bir araya getirilen demir işçiliklerine yer verilmiştir. Yapının değişik yerlerinde birbiriyle ahenk oluşturacak şekilde kullanılan birçok tekrar türü,tasarımda bütüleştirici rol alarak etkileyici bir cephe görüntüsünün oluşmasına neden olmuştur	✓
	Uyum/Uygunluk	Hiperbolik kolonlar üzerindeki kafes örgüler, zeminden tepeye doğru paralelkenar formundan kare formuna dönüşmektedir. Biçimsel olarak farklılaşan kafes birimler nedeniyle tasarımda fiziksel uygunluğun oluştuğu görülür. Birimlerin birbiriyle uyuşmasını sağlayarak yumuşak geçişlere neden olan uygunluk sayesinde tasarımda bütünleştiri etki meydana gelmiştir	✓
	Karşıtlık/Zıtlık	Tasarımda yön ve biçim karşıtlıklarının bir arada kullanılmış olduğu görülmektedir. Eğrisel şekle sahip cephelerle kemerlerin, doğrusal şekle sahip katlarla yön ve biçim bakımından karşıtlık içerisinde olduğu görülür. Yapıda kullanılan bu karşıtlıklar sayesinde uyarıcı ve dikkat çekici bir etki meydana getirilmiştir	✓
	Egemenlik	Yapının ölçü bakımından çevresinde hâkimiyet kurduğu görülmektedir. Bu nedenle yapıda fiziksel egemenlik mevcuttur	✓
	Denge	Enine, boyuna ve çapraz doğrultularda bakışımlı bir denge mevcuttur. Zeminden tepeye giderek daralan formu ve farklılaşan kat biçimlenişleriyle birlikte ilgiyi devam ettirici niteliğe sahiptir	✓
	Koram	Yapının strüktür sistemini oluşturan hiperbolik kolonlar, tıpkı kemikteki trabeküllerde olduğu gibi çapraz demir bağlantılarından oluşmuştur. Kafes benzeri bir görüntü oluşturan bu demir kirişler zeminden tepeye doğru düzenli olarak farklılaşarak hiyerarşik bir düzen sergilemektedir. Yapının en tepesinde kare formunda olan küçük kafes birimleri, zemin ayaklarına ulaşıldığında paralel kenar şeklindeki büyük kafeslere dönüşmüştür. Düzenli ölçü ve şekil farklılaşmalarıyla elde edilen çevresel koram uygulaması, tasarımda uyumlu bir bütünlüğün kurulmasını sağlamıştır	✓

Çizelge 5.21. incelendiğinde Eiffel Kulesi'nin; estetik kriterlerin %86'sına göre olumlu / uygun / yeterli olduğu, %14'üne göre olumsuz / uygun değil / yetersiz olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlar doğrultusunda Eiffel Kulesi'nin estetik açıdan olumlu / uygun / yeterli özelliklere sahip olduğu yargısına varılabilir.

Çizelge 5.22. Elizabetes Iela 10b Binası'nın estetik kriterlere göre değerlendirilmesi

Binanın Künyesi			**Binanın Fotoğrafi**
	Binanın Adı	Elizabetes Iela 10b Binası	
	Yapım Yılı	1897	
	Bulunduğu Yer	Riga / Letonya	
	Mimarı	Mikhail Osipovich Eisenstein	
	Biçimleniş Türü	Antropomorfik	

Estetik Kriterler		**Açıklama**	**Değerlendirme**
Ögeler	Çizgi-Yön	Yatay yönde uzanan kat silmeleri ile düşey doğrultuda uzanan ince uzun pencereler ve dekorafif elemanlar uyum içinde bir araya gelerek düzlemsel bina cephesinde dikkat çekici bir etki oluşmasını sağlamıştır. Doğrusal çizgilerin sıklıkla kullanıldığı binada kararlılık ve netlik hâkimdir	✓
	Aralık	Cephedeki pencerelerin hem yatay hem düşey doğrultuda eşit aralıklarla dizilmiş olduğu görülmektedir. Sıklıkla aynı aralık değerlerinin kullanılması monoton bir etkinin oluşmasına neden olmuştur	✖
	Ölçü ve Oran	Binanın içerisinde yer aldığı cadde, aynı tasarımcının elinden çıkan pek çok yapı ile doludur. Bu bakımdan çevresiyle mutlak bir orantılı uyum içindedir. İnsan ölçeğinde tasarlanan binanın parçaları arasında da orantılı ilişki mevcuttur	✓
	Biçim-Şekil	Binada asal geometriye sahip dikdörtgen şekillerin sıklıkla kullanıldığı görülmektedir. Bu şekillerin oluşturduğu pasif etki, dikdörtgen prsizması şeklindeki geometrik form üzerinde statik etkiye neden olmuş, bu durum ise yapının nötr karakter sergilemesine yol açmıştır	●
	Renk-Değer	Binada hâkim olan beyaz rengin pasiflik etkisi, pencerelerin etrafında kullanılan mavi renklerle yumuşatılmaya çalışılarak dinlendirici, rahatlatıcı ve huzur verici bir görüntünün elde edilmesi sağlanmıştır. Soğuk renklerden olan mavinin uzakta algılanması nedeniyle cephede derinlik hissi oluşturularak düzlemsel yüzeye; hareketlilik, canlılık ve dinamiklik kazandırılmıştır	✓

	Doku	Binada; yumuşak, orta sert ve sert dokuların birbiriyle uyumlu olarak bir arada kullanıldığı görülmektedir. Zemin ve orta katlarda, doğal yapı malzemesinin yontularak yatay çizgiler halinde işlenmesiyle elde edilen cepheler, pürüzlü yüzey algısına neden olmaktadır. Düzlemsel yüzeye sahip binada, monotonluk oluşumun engelleyen bu uygulama sayesinde; canlı, dinamik ve ilgi çekici bir görüntü elde edilmiştir	✓
	Işık-Gölge	Binanın cephesinde girintili çıkıntılı yüzeylerin bulunması gölge oluşumlarına neden olarak derinlik algısı oluşturmakta, yüzeye canlılık ve hareket katmaktadır	✓
	Hareket	Binanın içinde ve dışında herhangi bir hareketli sistem kullanılmamıştır. Statik özellik sergiler	✖
İlkeler	Tekrar/Ritim	Yapının motiflerle süslü cephe yüzeyinde periyodik tekrarın sıklıkla kullanıldığı görülmektedir. Pencerelerde, pencereler arasındaki süslemelerde, kat silmelerinde ve çatı parapetinde her bir ögenin yatay yönde birer atlamalı olarak tekrar ettiği görülür. Tekrar içinde tekrarın kullanıldığı cephe yüzeyinde canlı ve ilgi çekici bir görüntü hâkimdir	✓
	Uyum/Uygunluk	Birbirinin birebir aynısı olmayan fakat ortak benzerlikleri bulunan düşey yöndeki pencerelerle çatı parapetindeki insan heykelleri arasında şekilsel olarak fiziksel uygunluğun olduğu görülmektedir. Cephede kullanılan görsel uygunluk sayesinde yapıda monotonluğa yol açmadan canlı bir etkinin oluşması sağlanmıştır	✓
	Karşıtlık/Zıtlık	Binanın cephesinde, birbirini dik olarak kesen elemanlar arasında, yön karşıtlığı vardır. Girişin üzerinde yer alan cumbalı bölüm, üst katın yatay silmeleriyle yön karşıtlığı içerisindedir. Giriş hizasında ve en üstte yer alan insan heykelleri, birbirine zıt yönlere bakarak yön karşıtlığına dâhil olur. Binada kullanılan zıtlıklar sayesinde cephede dengeli bir düzen meydana getirilmiştir	✓
	Egemenlik	Binanın kütlesinde ve cephe yüzeyinde görülen bakışımlı denge nedeniyle tasarımda üstünlük sağlayan herhangi bir elemana veya öge grubuna rastlanmamaktadır	✖
	Denge	Cadde üzerinden bakıldığında ön cephede simetrik bir dengenin olduğu görülür. Bina girişinin üzerinde yer alan katlardaki cumba, balkon ve insan figürlü çatı detayı sayesinde tekdüzeliğin önüne geçilmiştir	✓
	Koram	Binanın tasarımında korama başvurulmamıştır	✖

Çizelge 5.22. incelendiğinde Elizabetes Iela 10b Binasın'ın; estetik kriterlerin %64'üne göre olumlu / uygun / yeterli olduğu, %29'una göre olumsuz / uygun değil / yetersiz olduğu ve %7'sine göre de nötr / etkisiz olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlar doğrultusunda Elizabetes Iela 10b Binasın'ın estetik açıdan olumlu / uygun / yeterli özelliklere sahip olduğu yargısına varılabilir.

Çizelge 5.23. Casa Batlló Binası'nın estetik kriterlere göre değerlendirilmesi

Binanın Künyesi			**Binanın Fotoğrafı**	
	Binanın Adı	Casa Batlló Binası		
	Yapım Yılı	1877-1906		
	Bulunduğu Yer	Barselona / İspanya		
	Mimarı	Antoni Gaudí		
	Biçimleniş Türü	Antropomorfik		

Estetik Kriterler		**Açıklama**	**Değerlendirme**
Ögeler	Çizgi-Yön	Umulmadık ve beklenmedik etkiler oluşturan kuralsız eğrilikli çizgiler yapıda sıklıkla kullanılmıştır. Görenlerde heyecan ve şaşkınlığa neden olan bu çizgiler sayesinde tasarım ilgi çekici bir görüntü sergiler. Binanın arka cephesinde kullanılan sinüzoidal eğriler ise uyumun oluşmasını sağlamıştır. Yanlarında yer alan yapılarla sınırlanan alan içinde tasarlanan bina düşey doğrultuda gelişim göstererek aktif bir yapıya bürünmüştür.	✓
	Aralık	Pencere ve balkonların farklı aralıklarla dizildiği cephede canlılık ve hareketlilik kendini belli eder. Balkonların ve cepheyi süsleyen ögelerin daha iyi ifade edilmesini sağlayan aralık farklılaşmaları, binaya ilgi çekicilik kazandırmıştır	✓
	Ölçü ve Oran	İnsan ölçeğine göre tasarlanan binanın hem kendi içinde hem de çevresiyle orantılı bir biçimlenişe sahip olduğu görülmektedir.	✓
	Biçim-Şekil	Binanın içinde ve dışında, kuralsız eğrilikli şekillerin oluşturduğu canlı ve aktif etki hissedilmektedir. Tasarımın geneline yansıyan bu etki organik form üzerinde etkisini artırarak devam etmekte, ilgi çekiciliğe neden olmaktadır	✓
	Renk-Değer	Yapının içinde ve dışında polikromatik renklerin kullanıldığı görülmektedir. Fon olarak kullanılan bej renkli cephenin üzerine; sarı, turuncu, yeşil ve mavi renklerin açık tonlarıyla kullanıldığı mozaik parçalar yerleştirilmiştir. Beyaz ışığın	✓

		spektrumdan kırıldıktan sonraki sıralamasına uygun olarak dağılım gösteren bu parçalar kendi aralarında uyumlu bir ilişki kurarken tasarım bütününe canlı ve ilgi çekici bir görüntü katmıştır. Aynı şekilde; çatı kaplamasında, saçaklarında ve mahyasında kullanılan seramiklerde de spektrumdan kırılan ışığın renk sıralamasına uygun dizilim görülmektedir	
	Doku	Binanın çatısında, renkli seramik parçaları kullanılarak balık pullarını andıran sert bir fiziksel doku meydana getirilmiştir. Cephede ise renkli ve kırıklı mozaik parçalar kullanılarak düzensiz dağılım gösteren daha yumuşak bir doku oluşturulmuştur. Her iki doku uygulaması da yapıya canlılık ve ilgi çekicilik kazandırarak gözlemciler üzerinde heyecana neden olmaktadır	✓
	Işık-Gölge	Tasarımda doğal ışığın kullanımına ilişkin pek çok detayla karşılaşmak mümkündür. Hem bir araç hem de yapı malzemesi gibi kullanılan ışık, tasarımın ayrılmaz bir parçası ve tamamlayıcısı haline getirilmiştir. Cephedeki balkon korkuluklarında, birinci ve ikinci kattaki eklemli kemik benzeri kolonlarda, iç mekânda girdap şeklindeki tavan dokusunda ışık-gölge karşıtlığı oluşturacak uygulamalara gidildiği görülmektedir. Merkezinde yer alan doğal ışık kuyusuyla ve pencerelerde kullanılan renkli camlarla ışığın kullanım alanı genişletilerek tasarımın ilgi çekiciliği artırılmıştır	✓
	Hareket	Binanın içinde ve dışında herhangi bir hareketli sistem kullanılmamıştır	✖
İlkeler	Tekrar/Ritim	Balkon korkuluklarında, pencerelerde ve birinci katta yer alan eklemli direklerde birbirine benzer ögelerin farklı aralıklarla yanyana dizildiği görülmektedir. Tekrar düzeniyle bir araya gelen bu elemanlar, cephede dikkat çekici bir etkinin oluşmasını sağlamıştır. Binanın çatı mahyasında ve saçaklarında kullanılan renkli mozaiklerde ise değişken tekrarın kullanılmış olduğu görülür. Binanın iç mekânında da ritmik unsurlara yer verilmiştir. Etkileyici bir görüntüye sahip olan ışık kuyusunun duvarlarında, periyodik tekrar oluşturan renkli seramikler kullanılmıştır	✓
	Uyum/Uygunluk	Organik bir biçimlenişe sahip olan yapının pencereleri, balkonları, korkulukları ve iç mekânda yer alan dirsekli kolonları arasında fiziksel uygunluğun kullanıldığı görülmektedir	✓

	Karşıtlık/Zıtlık	Binada, karşıt ögelerin dengeli ve kontrollü bir şekilde kullanıldığı görülmektedir. Eğrisel ve organik bir oluşum sergileyen yapının pencerelerinde kullanılan doğrusal çizgiler sayesinde, cephede kararlı bir düzen oluşturulmuştur. Dış duvar yüzeyinde bulunan kırıklı mozaik parçaların oluşturduğu dokuyla çatıyı kaplayan seramik parçaların oluşturduğu dokular arasında da sertlik bakımından karşıtlık bulunmaktadır. Cephede kullanılan doku karşıtlığı sayesinde binada canlı ve hareketli bir etki meydana getirilmiştir	✓
	Egemenlik	Binanın çatısıyla cephesi arasında, dokusal açıdan karşıtlığın bulunması nedeniyle, fiziksel egemenliğin oluştuğu görülmektedir. Bununla birlikte yapının eğrisel biçimlenişli balkonları, korkulukları ve yüzey elemanları ile dikdörtgen formlu pencereleri arasında da biçimsel olarak egemenlik kurulmuştur. Eğrisel biçimlenişlerin ve farklı sertlikteki dokuların meydana getirdiği fiziksel egemenlik sayesinde cephede; canlı, dinamik ve ilgi çekici bir etki oluşmuştur	✓
	Denge	Ön ceheden bakıldığında çatı katı haricinde bakışımlı bir dengenin olduğu görülür. Çatı katında ise solda yer alan haçlı kule ve düşük kot sayesinde bakışımsız denge kurularak binaya canlılık ve dikkat çekicilik kazandırılmıştır	✓
	Koram	Binanın tasarımında korama rastlanmamaktadır	✖

Çizelge 5.23. incelendiğinde Casa Batlló Binası'nın; estetik kriterlerin %86'sına göre olumlu / uygun / yeterli olduğu, %14'üne göre olumsuz / uygun değil / yetersiz olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlar doğrultusunda Casa Batlló Binası'nın estetik açıdan olumlu / uygun / yeterli özelliklere sahip olduğu yargısına varılabilir.

Çizelge 5.24. Farkasret Morg Şapeli'nin estetik kriterlere göre değerlendirilmesi

Binanın Künyesi			Binanın Fotoğrafı
	Binanın Adı	Farkasret Morg Şapeli	
	Yapım Yılı	1930	
	Bulunduğu Yer	Budapeşte / Macaristan	
	Mimarı	Imre Makovecz	
	Biçimleniş Türü	Antropomorfik	

Estetik Kriterler		Açıklama	Değerlendirme
Ögeler	Çizgi-Yön	Eğrisel çizgilerin hâkimiyet kurduğu yapıda işlevle bağdaşan sakinleştirici ve huzurlu bir etki hissedilmektedir. Yapının organik formu nedeniyle, giriş kısmından uç kısma doğru gidildikçe kaburgaların farklılaştığı ve bununla birlikte yönlerin değiştiği görülmektedir. Bu durum ise bütünlüğün yanında hareketliliğin oluşmasını sağlamaktadır	✓
	Aralık	Yapıyı şekillendiren kaburgaların eşit aralıklarla dizilmiş olduğu görülmektedir. Eşit aralıkların yanında şekilsel farklılaşma nedeniyle her ne kadar monotonluk görülmese de bu durum, tekrar kriteri altında değerlendirildiği için aralık bakımından tekdüzeliğin oluştuğu söylenebilir	✖
	Ölçü ve Oran	Yapının girişinden uç kısmına doğru gidildikçe daraldığı ve bununla birlikte tavan yüksekliğinin azaldığı görülmektedir. Yapının geniş kısmında yüksek tavan daralan kısmında ise alçak tavan kullanılarak orantılı bir biçimlenişin oluşturulmaya çalışıldığı söylenebilir	✓
	Biçim-Şekil	İnsan iç iskeletinin formunu yansıtacak şekilde tasarlanan yapı organik bir forma sahiptir. Kuralsız eğrilikli şekillerin değişken tekrar yöntemiyle bir araya gelmesiyle oluşturulan yapı; dinamik, aktif ve canlı bir etki göstermektedir	✓
	Renk-Değer	Yapıda ahşap malzeme kullanımından kaynaklanan doğal renk oluşumu görülmektedir. Mekân içinde malzemenin doğal renginin verdiği sıcaklık duygusu hâkimdir. Sıcak renkli malzeme, yapıya canlılık ve hareketlilik katarak pozitif etkinin oluşmasını sağlamıştır	✓
	Doku	Cilalanmış doğal ahşap kerestelerin hem kendi bünyesindeki damarlardan kaynaklanan hem de ritmik olarak tekrarlanmasıyla oluşan iki tür doku karakteri mevcuttur. Ahşap malzemenin ritmik tekrarı, fiziksel özelliğe sahip sert bir doku meydana getirirken damarlı yapısı ise	✓

		pürüzsüzlükle organize olmuş görsel bir doku oluşturmuştur. Fiziksel dokunun yoğun olarak hissedilmesi, aktif ve uyarıcı bir etki meydana getirerek iradeyi desteklemektedir	
	Işık-Gölge	Yapıda ışığın, gölge oluşumunu azaltacak şekilde kullanıldığı görülmektedir. Özellikle geceleri, iç mekânın az ve yetersiz ışıkla aydınlatılmasına bağlı olarak, ışık-gölge belirsizliğinin oluştuğu ve cephedeki hareketliliğin monotonluğa dönüştüğü görülmektedir	✖
	Hareket	Yapıda hareketi sağlayacak herhangi bir sistem kullanılmamıştır. Sabit elemanlarla tasarlanan yapı durağan özelliğe sahiptir	✖
İlkeler	Tekrar/Ritim	İç mekânı çevreleyen ahşap kirişler arasında ufak şekil ve ölçü farklılaşmalarıyla elde edilen değişken tekrar kullanılmıştır. Bu tekrar sayesinde kompozisyon etkileyici bir görüntüye oluşmuştur	✓
	Uyum/Uygunluk	Şekilsel olarak birbirine benzeyen ahşap kaburgalar arasında fiziksel uygunluğun olduğu görülür. Tasarımda uygunluğun kullanılması yumuşak geçişlere neden olarak organizasyonda bütünlüğün oluşmasını sağlamıştır	✓
	Karşıtlık/Zıtlık	Yapının iç kısmında, koram oluşumundan kaynaklanan ölçü kademelenmesi nedeniyle karşıt ögeler içerdiğinden bahsedilebilir. Nitekim hiyerarşik bir düzen içinde, karşıtlık ve uyum etkileri birlikte görülmektedir. Bu bakımdan yapının giriş kısmında yer alan eğrisel ahşap kiriş ile en ucunda yer alan ahşap kiriş arasında ölçü bakımından karşıtlığın olduğu söylenebilir	✓
	Egemenlik	Kademeli olarak farklılaşan benzer biçimlenişli ahşap kafesler nedeniyle ögeler arasında uygunluk etkisinin yoğun olarak hissedildiği görülmektedir. Bununla birlikte yapının dengeli bir oluşum sergilediği görülür. Bu bakımdan tasarımda net bir egemenlik oluşumundan bahsedilememektedir	✖
	Denge	Şapelin iç kısmında, kavisli ahşap kaburgaların ortasından geçen aksa göre simetrik bir denge mevcuttur. Uç kısma doğru giderek daralan ve basıklığı artan hacim sayesinde sıkıcılık etkisinin önüne geçilmiştir	✓
	Koram	İnsan göğüs kafesini andıracak şekilde bir araya gelen eğrisel ahşap kirişlerde, düzenli ölçü ve şekil farklılaşmalarıyla elde edilen hiyerarşik bir düzen görülmektedir. Yapının girişinden uç kısmına doğru gidildikçe düzenli bir şekilde küçülerek basıklaşan ahşap kirişler, tasarıma canlılık ve ilgi çekicilik katmıştır	✓

Çizelge 5.24. incelendiğinde Farkasret Morg Şapeli'nin; estetik kriterlerin %71'ine göre olumlu / uygun / yeterli olduğu, %29'una göre olumsuz / uygun değil / yetersiz olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlar doğrultusunda Farkasret Morg Şapeli'nin estetik açıdan olumlu / uygun / yeterli özelliklere sahip olduğu yargısına varılabilir.

Çizelge 5.25. Dans Eden Ev'in estetik kriterlere göre değerlendirilmesi

Binanın Künyesi			**Binanın Fotoğrafı**	
	Binanın Adı	Dans Eden Ev (Dancing House)		
	Yapım Yılı	1992		
	Bulunduğu Yer	Prag / Çekya		
	Mimarı	Frank Gehry		
	Biçimleniş Türü	Antropomorfik		

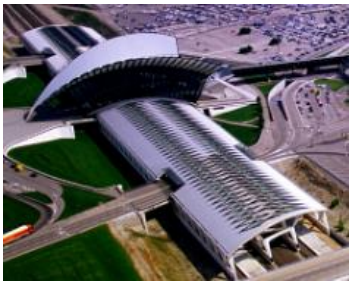
Estetik Kriterler		**Açıklama**	**Değerlendirme**
Ögeler	Çizgi-Yön	Yapı bütününe bakıldığında geniş ölçekte kuralsız ve düzensiz eğrilikli çizgilerin egemen olduğu görülmektedir. Bu durum belirsizliğe ve istikrarsızlığa yol açarak estetik algıyı negatif yönde etkilemiştir. Kuralsız eğrilikli çizgilerin sebep olduğu birbiriyle alakasız çok fazla yön kullanılmıştır. Yönler arasında uyum kurulamadığı için birlik ve bütünlük sağlanamamıştır	✖
	Aralık	Cephede yer alan pencerelerin birbirine göre farklı aralıklara sahip olması monotonluğun oluşmasını engelleyerek binaya hareket ve canlılık kazandırmıştır	✓
	Ölçü ve Oran	Çevresiyle ölçülü ve orantılı biçimlenişe sahiptir	✓
	Biçim-Şekil	Dans eden bir çiftin anlık şeklinin soyutlanmasıyla tasarlanan bina, eğrisel ve kuralsız şekillerle asimetrik oluşum sergiler. Yapay, yuvarlak ve hareket etkisi oluşturan formuyla; canlı, aktif ve dinamik bir özellik göstermektedir	✓
	Renk-Değer	Geniş alana uygulanan bej renkli cephe yüzeyi, pencerelerin etrafını saran koyu renkli profiller sayesinde canlı, dinamik ve ilgi çekici bir etkiye sahip olmuştur. Bu aktiflik etkisi, açık mavi camlarla kaplı eğrisel binanın oluşturduğu sakinleştirici ve rahatlatıcı etkiyle dengelenmiştir	✓
	Doku	Yumuşak karaktere sahip cam, çelik ve prefabrik beton malzemeler kullanılarak tasarlanan binanın cephesinde; canlı, dinamik ve hareketli bir etki göze çarpmaktadır. Bu etkiye neden olan faktör ise kullanılan malzemelerin yüzeyde, doku görüntüsü	✓

		oluşturacak şekilde uygulanmış olmasıdır. Nitekim Fred olarak adlandırılan binada ve hemen sağında yer alan dalgalı yüzeyde, pencerelerin kenarlarından dışarı taşan pervazlar doku etkisi meydana getirecek şekilde ritmik olarak dizilim göstermektedir. Bu durum cepheye ilgi çekici bir etki kazandırmıştır	
	Işık-Gölge	Saydam camlarla kaplı Ginger binasında, ışık kontrol sistemleri bulunmadığı gibi yüzeye etkiyen doğal ışık parlama etkisi yaparak algılamayı zorlaştırmaktadır. Gece kullanılan yapay ışık kaynakları ise konum yanlışlıkları ve renk tercihleri nedeniyle cephede kaos etkisi meydana getirmiştir. Nitekim binanın üstüne yerleştirilen doğrusal aydınlatma, yüzeydeki dalgalı çizgilerde aşırı derinlik algısı meydana getirerek cephede karmaşaya neden olmuştur	✖
	Hareket	Yapıda herhangi bir hareketli sistem kullanılmamıştır	✖
İlkeler	Tekrar/Ritim	Silindirik forma sahip binada ve hemen sağında yer alan dalgalı yüzeyde, aralarında ufak farklar bulunan birbirine benzer pencerelerin farklı aralıklarla dizildiği görülmektedir. Değişken tekrar oluşturacak şekilde yanyana gelen bu elemanlar, cephenin muhtemel monotonluk etkisini yok ederek tasarıma canlılık ve ilgi çekicilik kazandırmıştır	✓
	Uyum/Uygunluk	Fred olarak adlandırılan binadaki pencereler ile hemen sağında bulunan kavisli cephe yüzeyindeki pencereler, birbirine yakın aralıklarla ve benzer biçimlerle dizilmiştir. Fiziksel açıdan uygunluk etkisi meydana getiren bu görüntü algılamada süreklilik sağlayarak cephede oluşabilecek muhtemel monotonluk etkisini ortadan kaldırmıştır	✓
	Karşıtlık/Zıtlık	Karşıtlığın, tasarımın oluşum sürecinde etkili bir araç olarak kullanıldığı görülmektedir. Gerek binanın kütlesel biçimlenişinde gerekse de cephedeki ögelerin yerleşiminde karşıtlıktan çokça faydalanılmıştır. Silindirik forma sahip olan kütle ile hemen sağındaki kütle arasında biçim karşıtlığı mevcuttur. Fred ve Ginger olarak bilinen binalar arasında da kullanılan malzemeden kaynaklı olarak, matlık ve parlaklık bakımından, doku karşıtlığı görülmektedir. Düz çerçeveli pencereler ile eğrisel cephe yüzeyleri arasında da biçim karşıtlığı vardır. Tasarımda kullanılan karşıt biçimlenişler sayesinde canlı, hareketli ve dikkat çekici bir görüntü meydana getirilmiştir	✓

	Egemenlik	Tasarımda karşıtlıkların sıklıkla kullanılması nedeniyle binanın çeşitli kısımlarında farklı niteliklerde egemenlik oluşumları görülmektedir. Fred ve Ginger binalarının, hemen sağında yer alan geniş yüzeyli alana göre biçim bakımından egemenlik kurduğu görülmektedir. Ginger ve Fred binaları arasında ise; cam panellerle kaplı kütlenin diğerine göre aralık ve yön bakımından egemen olduğu görülmektedir. Bununla birlikte silindirik forma sahip bina ile sağında yer alan birimin, Ginger binasına karşı doku bakımından üstünlük kurduğu görülmektedir. Bu binaların kendi aralarında ise dikdörtgen formlu koyu renkli pencerelerden kaynaklanan biçim ve değer üstünlüğü bulunmaktadır. Binaya hareketlilik ve canlılık katan egemenlik ilkesi sayesinde tasarımın ilgi çekiciliği artırılmıştır	✓
	Denge	Fred ve Ginger binalarında fiziksel egemenliğin yol açtığı baskınlık nedeniyle dengesiz bir durum oluşmuştur. Bina bütününde denge kurulamamıştır	✖
	Koram	Binanın tasarımında düzenli ölçü kademelenmesine rastlanmamaktadır. Hiyerarşik bir düzen yoktur	✖

Çizelge 5.25. incelendiğinde Dans Eden Ev'in; estetik kriterlerin %64'üne göre olumlu / uygun / yeterli olduğu, %36'sına göre olumsuz / uygun değil / yetersiz olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlar doğrultusunda Dans Eden Ev'in estetik açıdan olumlu / uygun / yeterli özelliklere sahip olduğu yargısına varılabilir.

Çizelge 5.26. Lyon Satolas Havaalanı'nın estetik kriterlere göre değerlendirilmesi

Binanın Künyesi			**Binanın Fotoğrafi**	
	Yapının Adı	Lyon Satolas Havaalanı / Lyon Saint Exupery Havaalanı		
	Yapım Yılı	1989-1994		
	Bulunduğu Yer	Lyon / Fransa		
	Mimarı	Santiago Calatrava		
	Biçimleniş Türü	Antropomorfik		

Estetik Kriterler		**Açıklama**	**Değerlendirme**
Ögeler	Çizgi-Yön	Binada eğrisel ve doğrusal çizgilerin uyum içinde kullanıldığı görülmektedir. Tren raylarının üzerini kaplayan çatıda ve bu çatının taşıyıcı strüktürlerinde dinanizm ve hareketlilik uyandıran kırıklı çizgiler kullanılmıştır. Merkez salonun cephesinde, radyal olarak dağılan doğrusal çizgilerin katı etkisi, çatının eğrisel formuyla yumuşatılarak ılımlı hale getirilmiştir. Ayrıca bu çizgilerin farklı yönelimleri sayesinde yapıya canlılık ve ilgi çekicilik kazandırılmıştır	✓
	Aralık	Rayların üzerini örten çatının taşıyıcı elemanlarında eşit aralıkların kullanılmış olduğu görülmektedir. Bu aralıklar uygunluğun oluşmasını sağlamakla birlikte monotonluk etkisine neden olsa da merkez salonun cephesinde ve çatısında yer alan elemanların aralıklarındaki farklılaşmalar nedeniyle baskılanarak yapı genelinde daha canlı ve dinamik bir etki oluşturulması sağlanmıştır.	✓
	Ölçü ve Oran	Ana salonun her iki yanında yer alan birimler biçim ve ölçü bakımından benzer olup uyum içerisindedir. Bu birimler uzunluğuna karşın basık tavan yüksekliğine sahiptir. Ana salon ise kısa ve yüksek olarak tasarlanarak yapı bütününde dengenin kurulmasını sağlamıştır. Merkezde yer alan salon, iki yanında yer alan birimlere göre daha büyük olarak tasarlanarak önem ve derecesini ifade etme imkânı bulmuştur. Aynı zamanda bu durum monotonluğu önleyerek ilgi çekiciliği artırmıştır	✓
	Biçim-Şekil	Eğrisel, yuvarlak ve kavisli şekiller simetrik bir biçimleniş oluşturacak şekilde kurgulanarak ele yatkın ve yumuşak bir etki gösteren, bununla birlikte; canlı, ilgi çekici ve dinamik özelliğe sahip etkili bir form oluşturmuştur	✓

	Renk-Değer	Doğal renge sahip beton kemerlerde, alüminyum malzemeli çatı kaplamasında, cepheyi saran çelik ızgaralı profillerde; siyah, beyaz ve gri değerlerin kullanıldığı görülmektedir. Tarafsızlık ve pasifliğe neden olan bu tür akromatik renklerin kullanılması yapının nötr olarak algılanmasına neden olmuştur	●
	Doku	Yapıda; beton, çelik, cam ve alüminyum gibi yumuşak karaktere sahip doğal malzemelerin kalıplanma, işlenme ve özel işçilikle sert karaktere gösteren dokusal yüzeylere dönüştürüldüğü görülmektedir. "V" şeklindeki beton ayaktan destek alan merkez salonun çatısı, pürüzlülük etkisine sahip oluklu alüminyum levhalarla kaplanmıştır. Kavisli çatı ve kemerlerin altında ise siyah çelik parmaklıklara sabitlenmiş cam malzemelerle stabilize bir yüzey meydana getirilmiştir. Cepheye orta sertlikte bir yüzey etkisi katan bu görüntü sayesinde monotonluk önlenmiştir. Bununla birlikte, rayların üstünü kaplayan çatı matrisinde ve bu çatıyı taşıyan insan biçimli beton kolonlarda da ritmik kullanım nedeniyle dokusal yüzey etkisi meydana getirilmiştir. Farklı sertlik dereceleri meydana getiren bu uygulamalar sayeisnde yapıda; çeşitlilik, canlılık ve ilgi çekicilik sağlanmıştır	✓
	Işık-Gölge	Yapıda, doğal güneş ışığının meydana getirdiği ışık-gölge karşıtlıklarından faydalanmak amacıyla çeşitli biçimsel düzenlemelere gidildiği görülmektedir. Merkezi salonun çatısında ve cephesinde bırakılan açıklıklar, çelik ızgaralarla desteklenen camlarla kaplanmıştır. Doğrusal olarak gelen güneş ışığı bu yüzeylerden geçerek iç mekânda ızgara görüntüsü oluşmasına neden olur. Tren raylarının üstünü kaplayan çatıda ve bu çatıyı taşıyan kolonlarda kuvvetli ışık-gölge oluşumlarına neden olan açıklıklar bırakılmış ve mekân içindeki görsel algı kuvvetlendirilmiştir. Geceleri ise merkezi salonun ana kemerleri ve saçakların alt kısmı sarı ışık veren prejökterler vasıtasıyla aydınlatılarak bambaşka bir biçim etkisi meydana getirilmektedir	✓
	Hareket	Merkezî salonun tam ortasında ve salonun tren hatlarına bağlantıyı sağlayan bölümlerinde yürüyen merdivenler kullanılmıştır. Düşey olarak katlar arasında geçiş sağlayan bu hareketli sistemler, mekâna zenginlik katmakla birlikte tasarımın ilgi çekiciliğini artırmıştır	✓
İlkeler	Tekrar/Ritim	Merkezde yer alan salonun cephesinde, birbirinin aynısı olan çelik profillerin farklı açılarla bir araya gelerek tekrar oluşturduğu görülmektedir. Salonun çatısında ise boyutsal açıdan ufak farklar bulunan	✓

		birbirine benzer güneş pencerelerinin farklı yönlerde dizilerek değişken tekrar oluşturduğu görülür. Tren raylarının üzerini örten çatıda ve çatıyı taşıyan kolon-kiriş bağlantılarında ise periyodik tekrarla sıralanan ögelere rastlanır. Bu ögelerin sık bir şekilde tekrarlanması iki boyutlu algıya sebep olarak zemin etkisi oluşturmuş ve merkezde yer alan salonun vurgulanmasını sağlamıştır. Yapının genelinde bütünleştirici bir etki oluşturan ritmik düzen tasarımın ilgi çekiciliğini artırmıştır	
	Uyum/Uygunluk	Yapıda siyah, beyaz ve gri değerlerin birbiriyle uyum içinde fiziksel uygunluk oluşturacak şekilde kullanıldığı görülmektedir. Tasarımda yumuşak geçişler sağlayan bu kullanım, ögeler arasında bütünleştirici ve ilgi çekici bir etki meydana getirmiştir	✓
	Karşıtlık/Zıtlık	Merkezde yer alan salon, uzunlamasına gelişim gösteren yapıyı ortadan dik olarak keserek yön karşıtlığının oluşmasına neden olmuştur. Bununla birlikte tren raylarının üstünü örten birimler, şekil ve ölçü bakımından ana salonla karşıtlık oluşturur. Tasarımda kullanılan karşıtlıklar sayesinde monotonluk tehlikesi ortadan kaldırılarak dinamik ve uyarıcı bir etki meydana getirilmiştir	✓
	Egemenlik	Merkezde yer alan salonun ölçü, biçim ve yön bakımından tasarımın geri kalanına karşı egemen özelliğe sahip olduğu görülmektedir. Kütlesel biçimlenişte kullanılan egemenlik sayesinde tasarımda dikkat çekici bir etki meydana getirilmiştir	✓
	Denge	Bina uzunlamasına olarak bakışımlı bir dengeye sahiptir. İstasyonun sağında ve solunda yer alan birbirine benzer iki kolu, ana salonun büyük geniş ve çarpıcı formu sayesinde monotonluktan sıyrılarak ilgi çekici bir yapıya dönüşmüştür	✓
	Koram	Yapının merkezinde yer alan salonda, eksenel ve çevresel koram uygulamalarının bir arada kullanıldığı görülmektedir. Bu salonun üzerini örten çatının geniş saçaklarında, düzenli ölçü kademelenmesine sahip çelik profiller kullanılmıştır. Alttan bakıldığında eksenel koram düzeninde olan bu dizilim, yandan bakıldığında çevresel koram düzeninde algılanmaktadır. Ayrıca çatının tam ortasında yer alan çatı pencereleri, eksenel koram oluşturacak şekilde düzenli ölçü kademelenmesiyle bir araya gelmiştir. Bu koram uygulamaları yapıya; hareketlilik, canlılık ve ilgi çekicilik katmıştır	✓

Çizelge 5.26. incelendiğinde Lyon Satolas Havaalanı'nın; estetik kriterlerin %93'üne göre olumlu / uygun / yeterli olduğu, %7'sine göre nötr / etkisiz olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlar doğrultusunda Lyon Satolas Havaalanı'nın estetik açıdan olumlu / uygun / yeterli özelliklere sahip olduğu yargısına varılabilir.

Çizelge 5.27. L' Hemisferic yapısının estetik kriterlere göre değerlendirilmesi

Binanın Künyesi			**Binanın Fotoğrafi**	
	Binanın Adı	L' Hemisferic Binası / The Eye of Knowledge (Bilginin Gözü)		
	Yapım Yılı	1998		
	Bulunduğu Yer	Valensiya / İspanya		
	Mimarı	Santiago Calatrava		
	Biçimleniş Türü	Antropomorfik		

Estetik Kriterler		**Açıklama**	**Değerlendirme**
Ögeler	Çizgi-Yön	Yapının boyu doğrultusunda uzanan eğrisel çizgiler sayesinde yumuşatıcı, sakinleştirici ve rahatlatıcı bir etki meydana getirilmiştir. Bu eğrisel çizgiler farklı yönlere doğru uzansalar da uygunluk içinde bir araya gelerek ilgi çekiciliğin oluşmasını sağlamıştır	✓
	Aralık	Yapıya bir bütün olarak bakıldığında bombeli tasarım nedeniyle uçlardan ortaya doğru gidildikçe aralıkların artarak genişlediği görülmektedir. Bu durum canlılığın ve dinamikliğin oluşmasını sağlamıştır. Ayrıca yapının boyu doğrultusunda uzanan şeritlerin farklı kalınlığa sahip olması da ilgi çekiciliğe yol açarak canlılık etkisini kuvvetlendirmektedir	✓
	Ölçü ve Oran	İnsan gözünden ilham alınarak tasarlanan yapının göz merceği, göz kapağı ve kirpik şeklindeki her bir parçasının birbiriyle orantılı olduğu görülmektedir. Yapının biçim ve ölçüsü, planetaryum işlevinin zorunlu kıldığı alan ihtiyacına ve hizmet ettiği kişi sayısına göre belirlenmiştir. Bununla birlikte içinde yer aldığı Sanat ve Bilim Şehri kompleksinde, diğer yapılara göre de orantılı bir biçimlenişe sahiptir	✓
	Biçim-Şekil	Yapının içinde yer alan dairesel planlı küresel form nötr özellik göstermektedir. Fakat etrafını saran uçları sivri elipsoid biçim sayesinde nötr etki yerini sakinleştirici, yumuşak ve dinlendirici bir etkiye bırakmıştır	✓
	Renk-Değer	Yapıda nötr karaktere sahip beyaz ve gri tonların, tarafsızlık oluşturan etkisi hissedilmektedir	●

	Doku	Göz kapaklarını andıran dinamik cephe yüzeyinde, cam panellerle kaplanmış çelik ızgaralı profiller yer almaktadır. Statik olmayan yapısı ve pürüzlülük hissi oluşturan dokusal yapısıyla binaya; canlılık ve dinamiklik kazandırmıştır. Binanın çatısı ise güney-kuzey aksı (boyuna) doğrultusunca uzanan meridyen şeklindeki çelik sac levhalarla kaplanmıştır. Yüzeyde monotonluk oluşmasını önleyen bu uygulama sayesinde yapı dikkat çekici bir tasarıma dönüşmüştür	✓
	Işık-Gölge	Işık, tasarımın formunu vurgulayan en önemli araç olarak kullanılmıştır. Özellikle geceleri suyun yüzeyinde yansıma oluşturmak amacıyla sarı renkli ışıklarla aydınlatılan yapı, insan gözünü anımsatan etkileyici bir görüntüye sahip olur	✓
	Hareket	İnsan gözünü çağrıştıran forma sahip yapıda cam kaplı yüzeyler, göz kapağı işlevi görerek açılıp kapanabilmektedir. İhtiyaç duyulduğunda açılan, kullanılmadığında kapalı tutulan bu kinetik kapaklar, yapıya canlılık katarak tasarımın ilgi çekiciliğini artırmaktadır. Bununla birlikte binaya giriş ve çıkışın sağlandığı uç kısımlarda yer alan çelik ızgaralı yüzeyler yukarı doğru açılabilme özelliğine sahiptir. Dinamik özellik sergileyen bu tür sistemler görsel çeşitliliğe neden olmaktadır	✓
İlkeler	Tekrar/Ritim	Elipsoid bir planlamaya sahip olan yapının göz kapağı şeklindeki yüzeyi, birbirine benzer cam ve çelik elemanların farklı yönlerde bir araya gelmesiyle oluşmuştur. Değişken tekrarın oluşmasını sağlayan bu ritmik düzen, tasarıma canlı ve dinamik bir etki katmıştır	✓
	Uyum/Uygunluk	Yapının kinetik yüzey elemanlarını oluşturan çelik profilleri arasında fiziksel açıdan uyumlu bir ilişki mevcuttur	✓
	Karşıtlık/Zıtlık	Binanın doku etkisi oluşturan çelik ızgaralı cam yüzeyi ile çatısını kaplayan sac levhalar arasında doku karakteri açısından karşıtlık görülmektedir. Yüzeye hareketlilik kazandıran doku karşıtlığı sayesinde yapıda ilgi çekici bir etki meydana getirilmiştir	✓
	Egemenlik	Yapıda kullanılan karşıtlıkların dengeli bir şekilde dağıldığı görülmektedir. Bununla birlikte bina kütlesinde bakışımlı bir denge mevcuttur. Bu bakımdan tasarımda üstünlük sağlayan herhangi bir öge ya da öge grubu bulunmamaktadır	✖
	Denge	Enine ve boyuna göre bakışımlı bir denge görülür. Uçlardan ortaya doğru giderek artan yüksekliğin oluşturduğu bombeli formu sayesinde ilgi çekici bir etkiye sahiptir	✓

	Koram	Yapının göz kapaklarını anımsatan kinetik elemanlarında, çelik ızgaraların düzenli ölçü kademelenmesiyle bir araya gelerek oluşturduğu eksenel koram uygulaması görülmektedir. Bununla birlikte yapının her iki ucunda yer alan giriş çıkış kapıları da doğrusal koram düzenine sahip çelik profillerden oluşmuştur. Elemanlar arasında yumuşak geçişlere sebep olan koram uygulaması, yapıda uyumlu bir bütünlüğün oluşmasını sağlamıştır	✓

Çizelge 5.27. incelendiğinde L' Hemisferic binasının; estetik kriterlerin %86'sına göre olumlu / uygun / yeterli olduğu, %7'sine göre olumsuz / uygun değil / yetersiz olduğu ve %7'sine göre de nötr / etkisiz olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlar doğrultusunda L' Hemisferic binasının estetik açıdan olumlu / uygun / yeterli özelliklere sahip olduğu yargısına varılabilir.

Bu bölümde incelenen antropomorfik biçimlenişli örneklerin listesi, estetik açıdan değerlendirilme sonuçları ve değerlendirilme oranları Çizelge 5.28'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.28. Estetik etkileri incelenen zoomorfik biçimlenişli örnekler

No	Antropomorfik Biçimlenişli Yapı	Değerlendirme	Oranı
1	Eiffel Kulesi	✓	%86
2	Elizabets Iela 10b Binası	✓	%64
3	Casa Batlló Binası	✓	%86
4	Farkasret Morg Şapeli	✓	%71
5	Dans Eden Ev (Dancing House)	✓	%64
6	Lyon Satolas (Lyon Saint Exupery) Havaalanı	✓	**%93**
7	L' Hemisferic Binası – The Eye of Knowledge	✓	%86

Çizelge 5.28'e bakıldığında Lyon Satolas (Lyon Saint Exupery) Havaalanı'nın yüksek düzeyde estetik karakter sergilediği ve bunu Eiffel Kulesi, Casa Batlló Binası ve L' Hemisferic Binası'nın takip ettiği görülmektedir. Estetik niteliği diğerlerine göre daha zayıf olan tasarımların ise %64 oranla Elizabets Iela 10b Binası ve Dans Eden Ev'in olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

Estetik etkisi incelen toplam 7 adet antropomorfik biçimlenişli örnek içerisinde her bir estetik kriterin antropomorfik biçimlenişe olan etkilerinin yüzdesi Çizelge 5.29'da gösterilmiştir.

Çizelge 5.29. Her bir estetik kriterin antropomorfik biçimlenişe olan etkilerinin oranı

Estetik Kriterler		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**✔**	**✖**	**●**
Ögeler	Çizgi - Yön	✓	✓	✓	✓	✖	✓	✓	**%86**	%14	-
	Aralık	✓	✖	✓	✖	✓	✓	✓	**%71**	%29	-
	Ölçü ve Oran	✖	✓	✓	✓	✓	✓	✓	**%86**	%14	-
	Biçim - Şekil	✖	●	✓	✓	✓	✓	✓	**%71**	%14	%14
	Renk - Değer	✓	✓	✓	✓	✓	●	●	**%71**	-	%29
	Doku	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	**%100**	-	-
	Işık - Gölge	✓	✓	✓	✖	✖	✓	✓	**%71**	%29	-
	Hareket	✓	✖	✖	✖	✖	✓	✓	%43	**%57**	-
İlkeler	Tekrar / Ritim	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	**%100**	-	-
	Uyum / Uygunluk	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	**%100**	-	-
	Karşıtlık / Zıtlık	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	**%100**	-	-
	Egemenlik	✓	✖	✓	✖	✓	✓	✖	**%57**	%43	-
	Denge	✓	✓	✓	✓	✖	✓	✓	**%86**	%14	-
	Koram	✓	✖	✖	✓	✖	✓	✓	**%57**	%43	-

Çizelge 5.29.'a bakıldığında estetik etkileri incelenen antropomorfik biçimlenişler üzerinde hareket kriterinin olumsuz etkisinin yüksek olduğu, bu kriterin dışında kalan 13 estetik kriterin ise olumlu etkisinin yüksek olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Bununla birlikte özellikle; doku, tekrar / ritim, uyum / uygunluk ve karşıtlık / zıtlık kriterlerinin ise incelenen antropomorfik biçimlenişler üzerinde estetik karakterin ortaya konulmasındaki baskınlığının diğerlerine göre daha yüksek oranda olduğu anlaşılmaktadır.

Bu bölümde incelenen 7 adet antropomorfik biçimlenişli örnek olup bu örnekler 14 estetik kriter baz alınarak değerlendirilmiştir. Toplamda; 7 x 14 = 98 adet olası uygunluk sonucu (uygundur, uygun değildir ve nötr olma durumu) vardır. Bu veriler doğrultusunda değerlendirilecek olursa antropomorfik biçimlenişli tasarımların estetik etki oranlarının Çizelge 5.30'daki gibi olduğu görülür.

Çizelge 5.30. Antropomorfik biçimlenişli tasarımlar üzerinde estetik etkinin uygunluk oranları

Değerlendirme	Uygunluk Sayısı	Uygunluk Oranı
✓	**77**	**%79**
✖	18	%18
●	3	%3
Toplam	98	%100

Çizelge 5.30'dan anlaşılabileceği üzere %79 uygunluk oranına sahip olan antropomorfik biçimlenişli tasarımların estetik etkisinin olumlu olarak değerlendirildiği yargısına varılabilir.

5.4. Mikromorfik Yapı Biçimlenişlerinin Estetik Kriterlere Göre Değerlendirilmesi

Çizelge 5.31. Fish House'un estetik kriterlere göre değerlendirilmesi

Binanın Künyesi			**Binanın Fotoğrafi**	
	Binanın Adı	Fish House (Balık Ev) / Ojo del Sol (Güneşin Gözü)		
	Yapım Yılı	1996		
	Bulunduğu Yer	Berkeley / Kaliforniya		
	Mimarı	Eugene Tsui		
	Biçimleniş Türü	Mikromorfik		

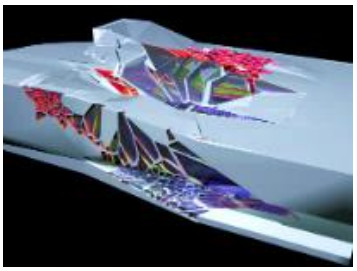
Estetik Kriterler		**Açıklama**	**Değerlendirme**
Ögeler	Çizgi-Yön	Yapıda kuralsız fakat düzenli eğrilikli çizgilerin kullanıldığı görülmektedir. Umulmadık ve beklenmedik etkilere neden olan bu çizgiler, yapıya canlılık ve hareketlilik kazandırmıştır. Çatının üzerini kaplayan dalgalı çizgiler farklı yönlere doğru uzanarak monotonluğu önleyip ilgi çekiciliğe neden olmuştur	✓
	Aralık	Çatının üzerini kaplayan dalgalı yüzey, cepheden radyal olarak dağılan çizgilerin uzantısı olarak dağılım göstermektedir. Bu çizgilerin aralıkları cepheden başlayarak çatının ortasına doğru giderek artmakta ve aynı zamanda çatıda yer alan dalgaların arası da birbirinden farklılık göstermektedir. Bu durum dinamik etkiye neden olmakla birlikte yapıya canlılık ve ilgi çekicilik katmıştır	✓

	Ölçü ve Oran	Bu tasarımı ortaya koyan Tsui'nin temel amacı insan ölçeğine dayalı organik bir form ortaya koymak olduğu için yapının içinde ve dışında yer alan her birimin, insan ölçeğinin referans alınmasıyla tasarlandığı görülür. Bununla birlikte bina, bulunduğu ortam içerisinde de ölçülü ve orantılı biçimlenişe sahiptir	✓
	Biçim-Şekil	Ele yatkın ve yumuşak karaktere sahip kuralsız şekiller bir araya gelerek sakinleştirici, huzurlu ve dinlendirici etki gösteren organik ve yuvarlak bir form oluşturmuştur	✓
	Renk-Değer	Cephenin bir kısmı ile çatının tamamını kaplayan mavi renk, yapıda yumuşak bir algı meydana getirmiştir. Tansiyonu düşürerek stresi azaltan, ümit ve inancı artırarak huzur ve güven aşılayan mavi renk sayesinde yapı pozitif karakter segilemektedir	✓
	Doku	Yapıda, doğadan olduğu gibi alınan malzemeden kaynaklanan doğal doku oluşumu görülmektedir. Doğal malzemenin özgün dokusu, yapıya canlı bir kimlik kazandırmıştır. Binanın ön cephesi ve çatısı, orta irilikteki çakıl taşları kullanılarak hazırlanan kaba sıvayla kaplanmıştır. "Güneşin Gözü" olarak adlandırılan pencerenin yer aldığı sağ cephesi ise iri taş parçalarıyla kaplanarak sert bir yüzey dokusu elde edilmiştir. Yapıya farklı pürüzlülük dereceleri kazandıran bu uygulamalar sayesinde; sıcak, canlı, uyarıcı ve dikkat çekici bir görüntü oluşturulmuştur. Bunların dışında özel işçilikle meydana getirilen farklı dokular da görülmektedir. Çatıda; aktif, dinamik ve hareketli bir etki oluşturan dalgalı yüzey uygulaması bunlardan biridir	✓
	Işık-Gölge	Yüzeyin dokusal niteliğine bağlı olarak yapıya etkiyen güneş ışığı, pürüzlü cephe üzerinde derinlik algısı meydana getirmiştir. Gölgeli, yarı gölgeli ve ışıklı alanların oluşmasına yol açan formu nedeniyle tasarım dikkat çekici bir özelliğe sahip olmuştur. Çatıda ve cephede yer alan daire ve küre şeklindeki pencerelerle güneş ışığının, mekânın bir parçası haline getirilmesi amaçlanmıştır. Özellikle küre pencerelerle güneş ışığının belli bir yöne iletilmesi hedeflenmiştir	✓
	Hareket	Sabit ve yekpare bir forma sahip olan yapıda herhangi bir kinetik sistem kullanılmamıştır	✖

İlkeler	Tekrar/Ritim	Binanın ön ve arka cephelerinde, dairesel forma sahip pencerelerin bina yüzeyi boyunca ritmik olarak dizildiği görülmektedir. Eğrisel cephe yüzeyinde farklı yönelimler sergilen bu ögeler tekrar oluşturacak şekilde sıralanmıştır. Binanın sağ ve sol cephelerinde ise çatıdaki dalga oluşumlarının devamı niteliğinde olan girintili çıkıntılı yüzeyler oluşmuştur. Bu yüzeyler, yelpaze şeklinde farklı yönelimler sergileyen farklı boyutlardaki uzantıların oluşturduğu değişken tekrarlı doku görüntüsünden meydana gelmiştir. Tekrar ve değişken tekrarın bir arada kullanımı, cepheye hareketlilik katmıştır	✓
	Uyum/Uygunluk	Yapının; ön cephesinde, çatısında ve güneşin gözünün yer aldığı sağ cephesinde doku karakteri olarak birbirine yakın benzerlikler bulunmaktadır. Fiziksel uygunluk içerisinde bir araya gelen yüzey dokuları sayesinde cephede bütünleştirici bir etki meydana gelmiştir	✓
	Karşıtlık/Zıtlık	Çatının dalgalı yüzeyinde görülen koram oluşumundan kaynaklı olarak merkezde ve bina uçlarında yer alan dalgalar arasında biçim ve aralık karşıtlığının olduğu söylenebilir. Bununla birlikte dokusal açıdan da yapı cephesinde karşıtlığın kullanıldığı görülmektedir. Farklı sertlikteki taş malzemelerin kullanıldığı cephede ve özel işçilikle meydana getirilen çatı yüzeyinde doku zıtlığı bulunmaktadır. Yüzeyde kullanılan karşıtlıklar sayesinde canlı ve dinamik bir etki meydana getirilmiştir	✓
	Egemenlik	Binada dokusal bakımdan egemenliğin oluştuğu görülmektedir. Çatı yüzeyinde pürüzlülük etkisi oluşturan sert dokunun, daha yumuşak doku karakterine sahip olan cepheyle kurduğu kontrast nedeniyle çatının fiziksel bakımdan baskın karaktere sahip olduğu söylenebilir	✓
	Denge	Uzunlamasına ve enine göre simetrik biçimlenişe sahip olan binada kararlı bir denge görülür. Bu bakışımlı denge, çatının dalgalı yapısı ve kütlenin organik biçimlenişi sayesinde monotonluğa yol açmaz	✓
	Koram	Binanın çatısında, eksensel koramların bir araya gelerek oluşturduğu merkezi koram uygulaması görülmektedir. Dalgalı bir yüzeye sahip olan çatıdaki çıkıntılar, merkez olarak ele alınan çatı penceresinden uzaklaşıldıkça seyrekleşmekte ve kademeli olarak doğrusal formdan eğrisel forma dönüşmektedir. Yüzeye hareketlilik ve canlılık katan bu uygulama sayesinde yapının ilgi çekiciliği artırılmıştır	✓

Çizelge 5.31. incelendiğinde Fish House'un; estetik kriterlerin %93'üne göre olumlu / uygun / yeterli olduğu, %7'sine göre olumsuz / uygun değil / yetersiz olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlar doğrultusunda Fish House'un estetik açıdan olumlu / uygun / yeterli özelliklere sahip olduğu yargısına varılabilir.

Çizelge 5.32. Stockholm Şehir Kütüphanesi'nin estetik kriterlere göre değerlendirilmesi

Binanın Künyesi			**Binanın Fotoğrafı**
	Binanın Adı	Stockholm Şehir Kütüphanesi	
	Yapım Yılı	2006	
	Bulunduğu Yer	Stockholm / İsveç	
	Tasarımcısı	Emergent Architecture	
	Biçimleniş Türü	Mikromorfik	

Estetik Kriterler		**Açıklama**	**Değerlendirme**
Ögeler	Çizgi-Yön	Yapıda keskin açılı kırıklı çizgilerin aşırı ve düzensiz olarak kullanıldığı görülmektedir. Bu durum asabiyete, ani durum değişikliklerine, karşıtlığa ve yorgunluğa yol açarak tasarımı negatif olarak etkilemektedir. Doğrusal çizgilerin birbiriyle uyumsuz olarak farklı yönlere dağılması da kargaşaya neden olarak karşıtlığı kuvvetlendici etki göstermiştir	✖
	Aralık	Cephe yüzeyinde birbirinden farklı aralıkların aşırı kullanılması karşıtlığa ve istikrarsızlığa yol açarak bütünlüğün oluşmasına engel olmuştur	✖
	Ölçü ve Oran	Yapının kütlesinde ve cephesinde ölçü ve oran dengesi kurulamamıştır. Özellikle cepheyi kaplayan voronoi hücresi şeklindeki açıklıkların şekil ve ölçü bakımından birbirinden oldukça farklı olması, karşıtlığa neden olarak orantılı bir dengenin kurulamamasına neden olmuştur	✖
	Biçim-Şekil	Keskin açılı ve sert karakterli kuralsız şekillerin bir araya gelerek oluşturduğu asimetrik ve köşeli form; dinamik, hareketli, aktif ve canlı bir etkiye sahiptir	✓
	Renk-Değer	Cam pervazlarında kullanılan kırmızı ve mor renkler birbirine komşu renkler olup uygunluğun oluşmasını sağlar. Yapıda bu renklerin farklı değerleriyle de kullanılması, çeşitliliğin oluşmasını sağlayarak canlılığı ve ilgi çekiciliği kuvvetlendirmiştir	✓

	Doku	Cephede yer alan voronoi hücresi şeklindeki pencereler binaya, düzensiz olarak gelişen dokusal yüzey etkisi kazandırmıştır. Yumuşak karaktere sahip olan beton cephe üzerinde pürüzlü bir yüzey algısı meydana getiren bu oluşum sayesinde yapı; ilgi uyandırıcı, dikkat çekici, canlı ve dinamik bir görünüme sahip olmuştur	✓
	Işık-Gölge	Işığın, yapının renk ve formunu vurgulayacak şekilde kullanıldığı görülür. Özellikle geceleri yapay ışık kaynağının etkisiyle renkli cam pervazlarından yansıyan ışık rengarek bir görüntü oluşturur. Doğal güneş ışığı yapının keskin açılı formu üzerinde güçlü ışık-gölge karşıtlığının oluşmasına yol açar. Bu durum yapıya dikkat çekici ve dinamik bir görüntü kazandırır	✓
	Hareket	Yapı içinde konumlandırılan ve biçimlenişe yön veren yürüyen bantlar ve merdivenler nedeniyle yapıda hareketli sistemlerin kullanıldığı görülmektedir	✓
İlkeler	Tekrar/Ritim	Binanın tasarımında ritmik unsurlara yer verilmemiştir. Yapının içinde ve dışında birbirini tekrarlayan ögelere rastlanmamaktadır	✖
	Uyum/Uygunluk	Yapının cephesinde, iç mekânında ve dış formunda birbiriyle alakası olmayan çok farklı biçimlenişlerin kullanıldığı görülmektedir. Ortak yanları bulunmayan ögelerin bir araya gelmesi sonucunda birbiriyle uyumlu olmayan şekiller ortaya çıkmıştır. Bu açıdan yapı bütününde; ögeler arasında ilişkinin kurulamadığı, yumuşak geçişlerin olmadığı,bütünleştirici etki göstermeyen bir görüntü meydana gelmiştir	✖
	Karşıtlık/Zıtlık	Tasarımın ortaya çıkmasında karşıtlıkların bir araç olarak kullanıldığı görülmektedir. Voronoi hücrelerini andıran cam pervazları; ölçü, biçim, aralık ve yön bakımında karşıtlık oluşturacak şekilde bir araya gelmiştir. İç mekânda yer alan asma katlarda ve merdivenlerde de aynı yönlerden karşıtlıklar kullanılmıştır. Yapıda karşıtlıkların sıklıkla kullanılması canlı, hareketli, dinamik ve ilgi çekici bir etkinin oluşmasını sağlamıştır	✓
	Egemenlik	Tasarımın kütlesel biçimlenişinde ve cephesindeki dolu boşluklarda karşıtlıkların sıklıkla kullanılmasından kaynaklanan egemenlik oluşumlarına rastlanmaktadır. Çatı ve cephedeki pencereler; biçim, yön ve aralık bakımından etrafındaki düzlemsel yüzeye göre fiziksel üstünlüğe sahiptir. Bununla birlikte pencerelerin etrafında yer alan renkli cam pervazları arasında da renk bakımından üstünlüğün olduğu görülür.	✓

		Sıcak karaktere sahip kırmızı renk, soğuk özelliğe sahip mor renge karşı üstün konumdadır. Tasarımda kullanılan egemenlik ilkesi sayesinde canlı, hareketli ve ilgi çekici bir görüntü meydana getirilmiştir	
	Denge	Gerek kütlesel gerek cephede yer alan düzensiz açıklıklar nedeniyle denge kurulamamıştır	✖
	Koram	Yapının tasarımında düzenli ölçü derecelenmesi görülmemektedir. Koram kullanılmamıştır	✖

Çizelge 5.32. incelendiğinde Stockholm Şehir Kütüphanesi projesinin; estetik kriterlerin %50'sine göre olumlu / uygun / yeterli olduğu, %50'sine göre de olumsuz / uygun değil / yetersiz olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlar doğrultusunda bu binanın estetik açıdan ne olumlu / uygun / yeterli ne de olumsuz / uygun değil / yetersiz olduğunu söylemek mümkün değildir. Dolayısıyla Stockholm Şehir Kütüphanesi projesinin estetik açıdan nötr / etkisiz olduğu yargısına varılabilir.

Çizelge 5.33. Nanobiyomedikal Teknoloji ve Zar Biyolojisi Enstitüsü'nün estetik kriterlere göre değerlendirilmesi

Binanın Künyesi			**Binanın Fotoğrafı**	
	Binanın Adı	Nanobiyomedikal Teknoloji ve Zar Biyolojisi Enstitüsü		
	Yapım Yılı	2002-2008		
	Bulunduğu Yer	Çengdu / Çin		
	Mimarı	Sloan Kulper		
	Biçimleniş Türü	Mikromorfik		

Estetik Kriterler		**Açıklama**	**Değerlendirme**
Ögeler	Çizgi-Yön	Binanın genelinde eğrisel çizgilerin sıklıkla kullanıldığı görülmektedir. Bu durum, sakinleştirici, dinlendirici ve yumuşak bir etkiye neden olmuştur. Alüminyum panel kaplı cephenin zemine değdiği ayaklarda ise sinüzoidal eğrinin oluşturduğu uyumlu ve düzenli değişim hissedilmektedir. Bu ayakların farklı yönlere doğru uzanması sonucunda canlılık ve ilgi çekiciliğin oluşması sağlanmıştır	✓
	Aralık	Dış cephenin zemine değen ayakları eşit aralıklarla dağılarak uyumlu bir birlikteliğin oluşmasını sağlamıştır. Değişken aralıklarla yüzeye yayılan küresel pencereler ise canlılığa ve dinamikliğe neden olmuştur	✓

	Ölçü ve Oran	İnsan ölçeğine ve kullanıcı gereksinimlerine göre oldukça büyük olarak tasarlanan yapının içinde ve dışında, ölçü ve oran dengesinin kurulamadığı görülmektedir. Bununla birlikte yapının yüksekliği, en ve boyuna göre orantılı değildir	✖
	Biçim-Şekil	Dairesel olarak tasarlanan binanın katları ve atriumu nötr karaktere sahiptir. Fakat cepheyi saran hücre zarı şeklindeki eğrisel ve organik form sayesinde bu etki yumuşatılarak sakin, dinlendirici ve huzurlu bir etkinin oluşturulması sağlanmıştır	✓
	Renk-Değer	Yapıda akromatik özelliğe sahip gri rengin yoğun olarak kullanıldığı görülmektedir. Pasifliğe ve tarafsızlığa neden olan bu renk sebebiyle yapı nötr etki göstermektedir	●
	Doku	Yumuşak karaktere sahip alüminyum, cam ve çelik malzemeler kullanılarak tasarlanan binada, oluşabilecek monotonluk etkisini önlemek amacıyla cephede pürüzlülük algısı meydana getireren amorf biçimli pencereler kullanılmıştır. Bu pencereler sayesinde daha canlı ve ilgi çekici bir görüntü elde edilmiştir	✓
	Işık-Gölge	Geniş açıklıklı atriyumun üzerindeki cam malzeme ve cephelerdeki küresel pencereler ışığın yapıya dengeli ve kontrollü olarak alınmasını sağlamaktadır. Dış cephede kullanılan pencerelerin konumu ve ölçüleri, mekân içinde farklı algılamalara neden olacak şekilde ışığı yönlendirici rol oynamakta, tasarımın biçimini ve kurgusunu belirlemektedir	✓
	Hareket	Tasarımın biçimlenişinde herhangi bir hareketli sistem kullanımına rastlanmamaktadır	✖
İlkeler	Tekrar/Ritim	Yapı kütlesinin merkezî kompozisyonla şekillenmiş olduğu görülmektedir. Binanın dış cephesindeki zemine değen ayaklarda ve atriumun iç mekân duvarlarında ışınsal tekrarın kullanılmış olduğu görülür	✓
	Uyum/Uygunluk	Yapının cephe yüzeyindeki amorf şekilli pencereler biçim ve ölçü bakımından fiziksel uygunluk içerisindedir	✓
	Karşıtlık/Zıtlık	Yapının cephesinde düzensiz olarak dağılan küresel pencereler arasında aralık karşıtlığının olduğu görülmektedir. Bununla birlikte dış cephede kullanılan yapı malzemesi ile iç cephede kullanılan cam paneller arasında parlaklık - matlık bakımından doku karşıtlığı mevcuttur. Geniş yüzey alanı bulunan binanın cephesinde oluşabilecek muhtemel monotonluk etkisi karşıt ögeler sayesinde ortadan kaldırılarak binaya canlılık ve hareketlilik kazandırılmıştır	✓

	Egemenlik	Dış cephe üzerinde düzensiz olarak dağılan küresel pencerelerin yol açtığı pürüzlü yüzey dokusu ile cam malzemeyle kaplı iç cephe dokusu arasında fiziksel egemenliğin oluştuğu görülmektedir. Pürüzlü ve mat karaktere sahip dış cephe dokusu, yumuşak ve parlak özellik gösteren iç cephe dokusuna göre üstünlük kurmuştur. Ayrıca dış cephe üzerindeki küresel pencerelerin farklı aralıklarla yerleştirilmesi nedeniyle oluşan pencere grupları arasında da yer yer aralık bakımından üstünlükler meydana gelmiştir. Tasarımda kullanılan egemenlikler sayesinde binada; canlı, hareketli ve dinamik bir görüntü oluşturulmuştur	✓
	Denge	Kütlesel açıdan bakışımlı dengeye sahip olan binanın cephesinde bulunan düzensiz dağılımlı pencereler bakışımsızlık etkisi doğurur. Bakışımlı dengenin yol açtığı sabit karakter yapısı cephedeki hareketlilik ile canlılık kazanır	✓
	Koram	Binanın tasarımında koram uygulamasına başvurulmamıştır	✖

Çizelge 5.33. incelendiğinde Nanobiyomedikal Teknoloji ve Zar Biyolojisi Enstitüsü'nün; estetik kriterlerin %71'ine göre olumlu / uygun / yeterli olduğu, %21'ine göre olumsuz / uygun değil / yetersiz olduğu ve %7'sine göre de nötr / etkisiz olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlar doğrultusunda Nanobiyomedikal Teknoloji ve Zar Biyolojisi Enstitüsü'nün estetik açıdan olumlu / uygun / yeterli özelliklere sahip olduğu yargısına varılabilir.

Çizelge 5.34. San Leandro Civic Kulesi'nin estetik kriterlere göre değerlendirilmesi

Binanın Künyesi	Binanın Adı	San Leandro Civic Kulesi	**Binanın Fotoğrafı**	
	Yapım Yılı	2014		
	Bulunduğu Yer	Alameda / Kaliforniya		
	Mimarı	Eugene Tsui		
	Biçimleniş Türü	Mikromorfik		

Estetik Kriterler		**Açıklama**	**Değerlendirme**
Ögeler	Çizgi-Yön	Yatay doğrultuda uzanan katlar değişmezliği, kararlılığı ve sabitliği anlatan doğrusal çizgilerden oluşsa da yapının strüktürel sistemini oluşturan spiral çizgiler sayesinde bu etki yumuşatılarak ılımlı hale getirilmiştir. Düzenli bir şekilde farklı yönlere doğru uzanan katlar, yapıya; canlılık, hareketlilik ve ilgi çekicilik kazandırmıştır	✓
	Aralık	Katlar arasında bırakılan boşluklar birbirine eşit olduğu için aralık bakımından tekdüzeliğin olduğu görülmektedir. Her ne kadar yapının sarmal formu nedeniyle katların farklı yönlere doğru uzanması monotonluğu engelleyici olsa da bu konu tekrar kriteri altında değerlendirildiği için aralık bakımından monotonlukğun oluştuğu söylenebilir	✖
	Ölçü ve Oran	DNA sarmalında yer alan katlarda net bir ölçü vardır. Bununla birlikte ofislerin yer aldığı kulenin yüksekliği, zemin katın genişliği sayesinde orantılı olarak dengelenmiştir	✓
	Biçim-Şekil	İki boyutlu düz ve eğrisel geometrik şekillerin üçüncü boyutta DNA'yı andıran organik forma dönüştüğü kulede; canlılık, dinamiklik ve hareketlilik etkisi görülmektedir	✓
	Renk-Değer	Tarafsızlık etkisi oluşturan metalik gri rengin yoğun olarak kullanılması nedeniyle yapının nötr karaktere sahip olduğu söylenebilir	●
	Doku	Çelik, cam ve alüminyum malzemeler kullanılarak tasarlanan yapıda gerek binanın DNA sarmalına benzer formu ve gerekse de katlar arasında bırakılan boşluklar sayesinde hareketli bir dokusal etki meydana getirilmiştir. Bu durum binanın dokusal açıdan pozitif olarak algılanmasına neden olmuştur	✓
	Işık-Gölge	Işık kullanımının yapının biçimlenmesine yeterli ölçüde katkı sağlamadığı görülür. Nitekim katların uçlarında ve çekirdekte açılan pencereler yetersizdir. Bununla birlikte metal malzemeyle kaplı cephede ışık parlama yaparak yapının algılanmasını güçleştirmektedir	✖

	Hareket	Zemin katta tasarlanan yatay eksenli dönel pervane, yapının sürdürülebilir enerji ihtiyacını karşılamakla birlikte geniş yüzeyli kinetik yapısıyla tasarıma ilgi çekicilik katmaktadır	✓
İlkeler	Tekrar/Ritim	Binanın katları arasında ritmik bir dizilimin olduğu görülmektedir. Şekil ve boyut olarak birbirinin aynısı olan katlar, farklı yönlerde üst üste dizilerek tekrar düzeninin oluşmasını sağlamıştır. Yapıya dinamik bir etki katan tekrar kullanımı, tasarımın ilgi çekiciliğini artırmıştır	✓
	Uyum/Uygunluk	Binanın ufak açısal farklarla üst üste dizilen katları arasında fiziksel uygunluğun olduğu görülmektedir	✓
	Karşıtlık/Zıtlık	Binanın üst üste sıralanan katları arasında ve katlarla spiral olarak yükselen strüktürel kolonlar arasında yön bakımından karşıtlığın olduğu görülmektedir. Ayrıca DNA şeklindeki kuleyle yatay olarak gelişen zemin kat arasında da biçim ve yön bakımından karşıtlıkların kullanıldığı görülmektedir. Tasarımı vurgulayıcı etki gösteren karşıtlıklar sayesinde yapının ilgi ve dikkat çekiciliği artırılmıştır	✓
	Egemenlik	Merkezde yer alan kule; ölçü, biçim ve yön bakımından yatay olarak uzanan zemin kata göre egemen bir biçimlenişe sahiptir. Yapı elemanları arasında kurulan fiziksel egemenlik sayesinde tasarımda ilgi çekici bir etki meydana getirilmiştir	✓
	Denge	Bina, uçak kanatlarını andıran zemin katın tam ortasından geçen aksa göre bakışımlı dengeye sahiptir. Sarmal şeklindeki kule, binaya dinamik etki kazandırarak hareketliliğe yol açmıştır	✓
	Koram	Yapıda, ölçü, biçim, doku, renk ve değer açısından koram uygulamasının kullanımına rastlanmamaktadır. Ancak yapının kütlesel formundan kaynaklı olarak koram etkisinin meydana getirildiği söylenebilir. Nitekim düzenli yön farklılıklarıyla üst üste sıralanan eşit uzunluktaki katlar, hangi yönden bakılırsa bakılsın, cephenin düzenli bir şekilde daralarak genişlediği algısına neden olmakta ve eksensel koram etkisi meydana getirmektedir. Bu uygulama sayesinde yapının ilgi ve dikkat çekiciliği artırılmıştır	✓

Çizelge 5.34. incelendiğinde San Leandro Civic Kulesi'nin; estetik kriterlerin %79'una göre olumlu / uygun / yeterli olduğu, %14'üne göre olumsuz / uygun değil / yetersiz olduğu ve %7'sine göre de nötr / etkisiz olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlar doğrultusunda San Leandro Civic Kulesi'nin estetik açıdan olumlu / uygun / yeterli özelliklere sahip olduğu yargısına varılabilir.

Bu bölümde incelenen mikromorfik biçimlenişli örneklerin listesi, estetik açıdan değerlendirilme sonuçları ve değerlendirilme oranları Çizelge 5.35'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.35. Estetik etkileri incelenen mikromorfik biçimlenişli örnekler

No	Mikromorfik Biçimlenişli Yapı	Değerlendirme	Oranı
1	Fish House (Balık Ev) / Ojo del Sol (Güneşin Gözü)	✓	**%93**
2	Stockholm Şehir Kütüphanesi	●	-
3	Nanobiyomedikal Teknoloji ve Zar Biyolojisi Ensti.	✓	%71
4	San Leandro Civic Kulesi	✓	%79

Çizelge 5.35'e bakıldığında Fish House (Balık Ev) binasının yüksek düzeyde estetik karakter sergilediği, bunu %79 oranla San Leandro Civic Kulesi'nin takip ettiği görülmektedir. Stockholm Şehir Kütüphanesi projesinin ise estetik açıdan nötr karaktere sahip olduğu anlaşılmaktadır.

Estetik etkisi incelen toplam 4 adet mikromorfik biçimlenişli örnek içerisinde her bir estetik kriterin mikromorfik biçimlenişe olan etkilerinin yüzdesi Çizelge 5.36'da gösterilmiştir.

Çizelge 5.36. Her bir estetik kriterin mikromorfik biçimlenişe olan etkilerinin oranı

Estetik Kriterler		**1**	**2**	**3**	**4**	✔	✖	●
Ögeler	Çizgi - Yön	✓	✖	✓	✓	**%75**	%25	-
	Aralık	✓	✖	✓	✖	**%50**	**%50**	-
	Ölçü ve Oran	✓	✖	✖	✓	**%50**	**%50**	-
	Biçim - Şekil	✓	✓	✓	✓	**%100**	-	-
	Renk - Değer	✓	✓	●	●	**%50**	-	**%50**
	Doku	✓	✓	✓	✓	**%100**	-	-
	Işık - Gölge	✓	✓	✓	✖	**%75**	%25	-
	Hareket	✖	✓	✖	✓	**%50**	**%50**	-

İlkeler								
	Tekrar / Ritim	✓	✖	✓	✓	**%75**	%25	-
	Uyum / Uygunluk	✓	✖	✓	✓	**%75**	%25	-
	Karşıtlık / Zıtlık	✓	✓	✓	✓	**%100**	-	-
	Egemenlik	✓	✓	✓	✓	**%100**	-	-
	Denge	✓	✖	✓	✓	**%75**	%25	-
	Koram	✓	✖	✖	✓	**%50**	**%50**	-

Çizelge 5.36.'ya bakıldığında estetik etkileri incelenen mikromorfik biçimlenişler üzerinde aralık, ölçü ve oran, hareket ve koram kriterlerinin olumlu ve olumsuz etkilerinin birbirine eşit olduğu, renk – değer kriterinin ise olumlu ve nötr etkisinin birbirine eşit olduğu görülmektedir. Bu kriterlerin dışında kalan 9 kriterin ise olumlu etkisinin yüksek olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Bununla birlikte özellikle; biçim – şekil, doku, karşıtlık – zıtlık ve egemenlik kriterlerinin ise incelenen mikromorfik biçimlenişler üzerinde estetik karakterin ortaya konulmasındaki baskınlığının diğerlerine göre daha yüksek oranda olduğu anlaşılmaktadır.

Bu bölümde incelenen 4 adet mikromorfik biçimlenişli örnek olup bu örnekler 14 estetik kriter baz alınarak değerlendirilmiştir. Toplamda; 4 x 14 = 40 adet olası uygunluk sonucu (uygundur, uygun değildir ve nötr olma durumu) vardır. Bu veriler doğrultusunda değerlendirilecek olursa mikromorfik biçimlenişli tasarımların estetik etki oranlarının Çizelge 5.37'deki gibi olduğu görülür.

Çizelge 5.37. Mikromorfik biçimlenişli tasarımlar üzerinde estetik etkinin uygunluk oranları

Değerlendirme	Uygunluk Sayısı	Uygunluk Oranı
✓	**41**	**%73**
✖	13	%23
●	2	%4
Toplam	56	%100

Çizelge 5.37'den anlaşılabileceği üzere %73 uygunluk oranına sahip olan mikromorfik biçimlenişli tasarımların estetik etkisinin olumlu olarak değerlendirildiği yargısına varılabilir.

5.5. Bio Yaşam Ortamlarına Dayalı Yapı Biçimlenişlerinin Estetik Kriterlere Göre Değerlendirilmesi

Çizelge 5.38. Solomon R. Guggenheim Müzesi'nin estetik kriterlere göre değerlendirilmesi

Binanın Künyesi	Binanın Adı	Solomon R. Guggenheim Müzesi	**Binanın Fotoğrafi**	
	Yapım Yılı	1943-1959		
	Bulunduğu Yer	New York		
	Mimarları	Frank Lloyd Wright		
	Biçimleniş Türü	Bio Yaşam Ortamlarına Dayalı		

Estetik Kriterler		**Açıklama**	**Değerlendirme**
Ögeler	Çizgi-Yön	Binanın genelinde; sakinlik, rahatlık ve yumuşaklık etkisi oluşturan eğrisel çizgilerin sıklıkla kullanıldığı görülmektedir. Ofis katında kullanılan doğrusal çizgiler sayesinde bu etki biraz daha kararlı hale getirilerek canlılığın ve ilgi çekiciliğin oluşması sağlanmıştır. Yatay doğrultuda uzanan zeminin pasif etkisi, düşey doğrultuda gelişen sergi ve ofis katları sayesinde aktif hale getirilerek binaya dinamiklik kazandırılmıştır	✓
	Aralık	Ana geleri bölümünde ve ofis katlarının yer aldığı kısımda farklı yüksekliklere sahip katların yer aldığı görülmektedir. Katlar arasındaki değişken aralıklar sayesinde binaya canlılık, hareketlilik ve ilgi çekicilik kazandırılırken aynı zamanda uyumlu bir bütünlüğün kurulması sağlanmıştır	✓
	Ölçü ve Oran	Mekânsal olarak insan ölçeğine göre kütlesel olarak da yakın çevresinde yer alan binalara göre ölçülü ve orantılı bir biçimlenişe sahiptir	✓
	Biçim-Şekil	Nötr karaktere sahip kare ve daire şekillerinin, değişken tekrar yoluyla organik formlara dönüştüğü görülmektedir. Yapıya aktiflik ve ilgi çekicilik kazandıran arı kovanı şeklindeki eğrisel form; sakinleştiri, dinlendirici ve yumuşaş bir özellik sergilemektedir	✓
	Renk-Değer	Tasarımda renksizlik olarak ifade edilen; beyaz, siyah ve gri tonların kullanıldığı görülmektedir. Akromatik özellik gösteren bu değerler tarafsızlığa neden olarak yapının nötr olarak algılanmasına yol açmaktadır	●

	Doku	Binanın cephesinde yumuşak karaktere sahip beton malzeme kullanılmıştır. Beton cephenin yüzeyi, pürüzsüzlük etkisini daha da artıran beyaz boyayla boyanarak sade bir görüntü elde edilmiştir. Bu durum dokusal açıdan; pasif, cansız, monoton bir etkinin oluşmasına neden olmuştur	✖
	Işık-Gölge	Yatay şeritler halinde üst üste dizilen katlar yivli bir görüntü oluşturarak gölge oluşumuna neden olmaktadır. Tasarımın temel fonksiyonunu vurgulayan bu gölgeler aynı zamanda, yapının geniş bir şekilde algılanmasına yol açar	✓
	Hareket	Binanın biçimlenişine katkı sağlayan herhangi bir hareketli sistem kullanılmamıştır	✖
İlkeler	Tekrar/Ritim	Sergi salonunun yer aldığı bölümün iç mekânı, zeminden tepeye doğru giderek genişleyen sarmal katlardan oluşmaktadır. Boyutsal olarak birbiri arasında ufak farklar olan sergi katları, mekân içinde değişken tekrar etkisinin oluşmasını sağlamıştır. Aynı etki yapının dışında da hissedilmektedir. Galeri boşluğunun üzerini örten dairesel pencerede ise ışınsal tekrarın kullanılmış olduğu görülür. Yapının içinde ve dışında kullanılan ritmik düzenler, tasarımın ilgi çekiciliğini kuvvetlendirerek anlatımı pekiştirmiş, yapı bölümlerinin vurgulanmasını sağlamıştır	✓
	Uyum/Uygunluk	Sergi salonunun yer aldığı kısmın üst üste dizilen katları arasında şekil, aralık ve yön bakımından fiziksel uygunluğun olduğu görülmektedir. Ofis bölümünde ise kare planlı şekil ile üzerinde yer alan dairesel çatı arasında ölçü uygunluğu bulunmaktadır. Yapının farklı niteliklere sahip elemanları arasında kurulan uyum sayesinde; ögeler arası ilişkiler, yumuşak geçişler, algılamada süreklilik sağlanarak kompozisyonda bütünleştiri etki meydana getirilmiştir	✓
	Karşıtlık/Zıtlık	Ofislerin yer aldığı sol bölüm ile ana galerinin yer aldığı sağ kısım arasında ölçü, biçim ve kot bakımından karşıtlık vardır. Bu karşıtlık dikkat çekici bir etkiye neden olmuştur	✓
	Egemenlik	Bina kütlesinde karşıtlığın yol açtığı fiziksel egemenlik görülür. Bu egemenlik ofislerin bulunduğu bina ile sergi salonunun yer aldığı bina arasında ölçü ve biçim bakımından ortaya çıkmaktadır. Tasarımda kullanılan egemenlik sayesinde dinamik bir etki meydana getirilerek ilgi çekicilik artırılmıştır	✓

	Denge	Ana salon ölçü ve biçim bakımından ofislerin olduğu bölüme göre baskın karakterde olup ağırlık merkezini kendine doğru çekmiştir. Bu durum yapı kütlesinde dengesizliğe neden olmuştur	✖
	Koram	Sergi salonunun yer aldığı kısım, arı kovanına benzer şekilde zeminden çatıya doğru giderek genişleyen forma sahiptir. Dairesel katların kademeli olarak çaplarının farklılaşmasıyla elde edilen bu görüntü, merkezi koram etkisini oluşmasını sağlamıştır. Yapıya dinamiklik ve canlılık katan koram uygulaması sayesinde binanın ilgi ve dikkat çekiciliği artırılmıştır	✓

Çizelge 5.38. incelendiğinde Solomon R. Guggenheim Müzesi'nin; estetik kriterlerin %71'ine göre olumlu / uygun / yeterli olduğu, %21'ine göre olumsuz / uygun değil / yetersiz olduğu ve %7'sine göre de nötr / etkisiz olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlar doğrultusunda Solomon R. Guggenheim Müzesi'nin estetik açıdan olumlu / uygun / yeterli özelliklere sahip olduğu yargısına varılabilir.

Çizelge 5.39. Schlumberger Araştırma Merkezi'nin estetik kriterlere göre değerlendirilmesi

Binanın Künyesi	Binanın Adı	Schlumberger Araştırma Merkezi	**Binanın Fotoğrafı**	
	Yapım Yılı	1985		
	Bulunduğu Yer	Cambridge / İngiltere		
	Mimarı	Michael Hopkins ve ortakları		
	Biçimleniş Türü	Bio Yaşam Ortamlarına Dayalı		

Estetik Kriterler		**Açıklama**	**Değerlendirme**
Ögeler	Çizgi-Yön	Zeminde; katılık, netlik ve kararlılık gösteren doğrusal çizgilerin hâkimiyeti ve etkisi hissedilirken çatıda kullanılan eğrisel çizgilerle birlikte bu etkinin yumuşatılmaya çalışıldığı görülmektedir. Yatay doğrultuda uzanan yapının pasif etkisi, düşey olarak gelişim gösteren çatıyla ve çatının asılı olduğu direklerle birlitkte aktifleştirilmeye çalışılmıştır	✓
	Aralık	Gerek yapının zemin katında gerekse de yapının bütününde eşit aralıların kullanılmış olduğu görülmektedir. Özellikle zemin katın cephesinde kullanılan cam paneller, sık bir şekilde birbirine bitişik olarak kullanılarak yapıda monotonluğun oluşmasına neden olmuştur	✖

	Ölçü ve Oran	Tek katlı olarak ince ve uzun bir şekilde tasarlanan yapıda yüksekliği artırarak orantılı bir denge yakalamak amacıyla asma-germe sistemli çatı uygulamasına gidilmiştir. Ölçü ve şekilleri birbiriyle aynı olan çatı örtüleri sayesinde oratılı, dengeli ve uyumlu bir bütünlük elde edilmiştir	✓
	Biçim-Şekil	Binanın zemininde, dikdörtgen birimleriyle oluşturulan geometrik şekillerin statik etkisi hissedilmektedir. Çatıda ise kavisli ve eğrisel şekillerin oluşturduğu ılımlı, sakinleştirici ve huzurlu bir etki hâkimdir. Yapı bir bütün olarak değerlendirildiğinde ele yatkın ve yumuşak karakter özelliklerine sahiptir	✓
	Renk-Değer	Zeminde siyah ve gri tonların çatıda ise beyazın yoğun bir şekilde kullanıldığı görülmektedir. Pasif bir görüntü oluşturan bu renkler, tasarımın nötr olarak algılanmasına neden olmuştur	●
	Doku	PTFE adı verilen cam elyafıyla kaplı çatı örtüsü, sahip olduğu yumuşak karakter özelliğiyle sade ve monoton bir görüntü sergilemektedir. Zemin katta kullanılan cam malzemeler de pürüzsüz yüzey dokularıyla pasif, cansız ve kuru bir görüntü oluşmasına neden olmuştur	✖
	Işık-Gölge	Çatıda kullanılan yarı saydam özelliğe sahip cam elyaf nedeniyle, geceleri iç mekânın aydınlatılmasına bağlı olarak yapı, dışarıdan kolaylıkla algılanabilmektedir. Binanın kontur çizgilerini vurgulayan ışıklandırma sayesinde tasarım, gündüz olduğu gibi formunu açık bir şekilde ortaya koyar. Işığın sarı veya beyaz oluşuna göre bina birbirinden farklı karakter sergiler. Bununla birlite gündüzleri, çatı aralarında tasarlanan ışık pencereleriyle yapıya doğal ışığın alınması sağlanmaktadır	✓
	Hareket	Fiberglass, metal ve cam malzeler kullanılarak inşa edilen bina portatif özelliğe sahiptir. Kolaylıkla sökülüp takılabilen parçaları sayesinde kısa zamanda başka bir konumda yeniden inşa edilebilir	✓
İlkeler	Tekrar/Ritim	Binanın zemin katında birbirine benzer cam panellerin mutlak tekrarıyla elde edilen ritmik bir düzen görülmektedir. Ögelerin çok sayıda tekrarırın yol açtığı monotonluk etkisini yok etmek amacıyla yapının çatısında ardışık tekrar uygulamasına başvurulmuştur. Üç parçadan oluşan çatı örtüsünün aralarında ise ışık kuleleri yer alır. Fiberglass çatı örtüsü bu ışık kulelerinin köşelerinden yükselen metal direklerle taşınmaktadır. Çatının, ışık kulesinin ve taşıyıcı	✓

		direklerin ardışık olarak tekrarlanması yapıda; canlı, dinamik ve ilgi çekici bir etkinin oluşmasını sağlamıştır	
	Uyum/Uygunluk	Binanın çatısında ve çatıların arasında yer alan ışık kulelerinde fiziksel uygunluğun kullanıldığı görülmektedir	✓
	Karşıtlık/Zıtlık	Ölçü, biçim ve doku karşıtlıklarının tasarımın şekillenmesinde etkili olduğu görülür. Cam elyaf kaplı çatı örtüsüyle çatıların arasında bulunan cam kuleler ve zemin kat cepheleri arasında ölçü, biçim ve doku bakımından karşıtlıklar bulunmaktadır. Fiberglass malzemeden yapılan çatı örtüsü, dokusal olarak mat karaktere sahipken zemin katın cam cepheleri ise parlak doku karakterine sahiptir. Esnek özelliğe sahip çatı örtüsünde asma-germe sonucu kavisli çizgiler oluşurken zemin katın cephelerinde ise doğrusal çizgiler kullanılmıştır. Hacimsel olarak zemin katla çatı örtüsü ve ışık kuleleri arasında farklılıkların oluşması nedeniyle biçimsel açıdan da karşıtlıklar ortaya çıkmıştır. Tasarım genelinde hâkim olan karşıtlıklar sayesinde cephede oluşabilecek monotonluk etkisinin önüne geçilerek yapıya hareketlilik ve canlılık kazandırılmıştır	✓
	Egemenlik	Yapının çatısıyla zemin katı arasında tekrar eden ritmik ögelerle ve karşıtlıklarla sağlanan egemenliğin kurulmuş olduğu görülmektedir. Ritmik olarak tekrarlanan çatı elemanlarının oluşturduğu grup; ölçü, biçim ve doku bakımından zemin kata göre baskın konumdadır. Kompozisyonda dinamizm etkisi meydana getiren egemenlik sayesinde tasarımın ilgi çekiciliği artırılmıştır	✓
	Denge	Ofislerin bulunduğu zemin katta ve asma-germe çatı örtüsünde hem enine hem boyuna, mutlak bir simetrik denge mevcuttur. Ancak cephede sıklıkla kullanılan mutlak tekrarın da etkisiyle monotonluk ve sıkıcılık oluşmuştur	✖
	Koram	Yapının tasarımında etkili olan herhangi bir koram uygulaması görülmemektedir	✖

Çizelge 5.39. incelendiğinde Schlumberger Araştırma Merkezi'nin; estetik kriterlerin %64'üne göre olumlu / uygun / yeterli olduğu, %29'una göre olumsuz / uygun değil / yetersiz olduğu ve %7'sine göre de nötr / etkisiz olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlar doğrultusunda Schlumberger Araştırma Merkezi'nin estetik açıdan olumlu / uygun / yeterli özelliklere sahip olduğu yargısına varılabilir.

Çizelge 5.40. Pekin Ulusal Olimpiyat Stadyumu'nun estetik kriterlere göre değerlendirilmesi

Binanın Künyesi	Binanın Adı	Pekin Ulusal Olimpiyat Stadyumu	**Binanın Fotoğrafi**	
	Yapım Yılı	2008		
	Bulunduğu Yer	Pekin / Çin		
	Mimarları	Li Xinggang, Herzog & de Meuron		
	Biçimleniş Türü	Bio Yaşam Ortamlarına Dayalı		

Estetik Kriterler		**Açıklama**	**Değerlendirme**
Ögeler	Çizgi-Yön	Yapıda eğrisel çizgilerin sıklıkla kullanıldığı görülmektedir. Bu eğri çizgiler birbiriyle alakasız olacak şekilde oldukça farklı yönlere doğru uzanmakta, bu durum ise kaosu beraberinde getirmektedir	✖
	Aralık	Yapıda düzensiz çizgilerin yol açtığı çok farklı aralıklar yer almaktadır. Birbiriyle alakasız ve aşırı olarak kullanılan bu değişken aralıklar nedeniyle karşıtlık meydana gelerek bütünlükten uzak bir görüntü oluşmuştur	✖
	Ölçü ve Oran	Yapı, işlevin gerektirdiği alan ihtiyacını ve seyirci kapasitesini karşılayacak derecede ölçülü ve orantılı olarak tasarlanmıştır	✓
	Biçim-Şekil	Düzensiz ve kuralsız dağılım sergileyen eğrisel metal kuşaklar, kuş yuvasına benzeyen organik bir form oluşturmak üzere bir araya gelerek; canlı, ilgi çekici ve hareketli bir görüntünün oluşmasını sağlamıştır	✓
	Renk-Değer	Yapının genelinde, gri ve tonlarının yoğun olarak kullanıldığı görülmektedir. Ancak cephede yer alan çelik iskeletin hemen arkasında, kırmızı renge boyanmış tribün duvarları yer almaktadır. Grinin oluşturduğu nötr etkiyi yok etmek ve tasarıma ilgi çekicilik kazandırmak adına kullanılan bu sıcak renk nedeniyle tasarım, daha canlı ve dinamik bir etkiye sahip olmuştur. Özellikle geceleri, aydınlatmanın iyi olduğu zamanlarda kendini daha net belli ederek algılamayı kuvvetlendirmektedir	✓
	Doku	Düzensiz dağılım sergilemesine rağmen sistemli olarak yerleştirilen çelik çubuklar yapının cephesinde dokusal bir etki meydana getirmiştir. Düzensizlikle organize edilen bu doku sayesinde yapı; canlı, dinamik ve ilgi çekici bir hâle gelmiştir. Ayrıca çelik malzemenin sahip olduğu parlaklık özelliğiyle birlikte tasarımın ilgi çekicilik ve uyarıcılık özelliği artırılmıştır	✓

	Işık-Gölge	Bu yapıda ışık âdeta tasarımın estetik vurgusunu ortaya çıkaran bir yapı elemanı niteliğinde kullanılmıştır. Yapı, geceleri çelik kafesin içerisine yerleştirilen aydınlatma elemanlarıyla büyük bir abajur vazifesi görür. Gündüzleri ise yarı saydam polimer membran ile kaplı olan çatısından ışığın parlama etkisini azaltarak alır ve stadyum içindeki aydınlatmayı arttırmaktadır. Düzensiz dağılan çelik çubukların arasında kalan bölümler gölgeli alanlar oluşturarak dikkat çekici bir ışık-gölge karşıtlığı meydana getirmektedir	✓
	Hareket	Yapının biçimlenişi üzerinde katkısı olan herhangi bir hareketli sistem kullanılmamıştır	✖
İlkeler	Tekrar/Ritim	Stadyum yapısı olması gerekçesiyle ve tasarımın biçimlenişinde iç mekânın organizasyonunun da etkili olması nedeniyle gerek tribünün kademeli tasarımında gerekse de seyirci koltuklarının diziliminde ritmik unsurların kullanılmış olduğu görülmektedir. Üç kademeli olarak tasarlanan tribünün her bir kademesi, tekrar düzenine sahip seyirci koltuklarının gruplar halinde ardışık olarak tekrarlanmasından oluşmaktadır. Aralarında ufak şekilsel farklar bulunan tribün kademeleri ise farklı açılarla bir araya gelerek değişken tekrarın oluşmasını sağlamıştır. Farklı ritmik unsurların birbiriyle uyum içerisinde bir arada kullanılması tasarım bütününde etkileyici sonuçlar meydana getirmiş, yapının ilgi çekiciliğini artırmıştır	✓
	Uyum/Uygunluk	Karşıt biçimlenişli ögelerin yoğun olarak kullanıldığı yapıda fiziksek uygunluk oluşturan ögelere rastlanmamaktadır	✖
	Karşıtlık/Zıtlık	Tasarımın ortaya çıkmasında karşıt ögelerin sıklıkla kullanıldığı görülmektedir. Yapıyı çevreleyen metal kuşakların cephede düzensiz olarak dağıldığı görülür. Birbirini dik olarak kesen çelik kuşaklar yön karşıtlığının oluşmasını sağlamıştır. Bununla birlikte kesişimleri sonucu oluşan kafesler arasında da ölçü, biçim ve aralık bakımından karşıtlıklar meydana gelmiştir. İzleyicilerin algılaması sırasında beklenmedik ani geçişlere neden olan karşıt ögeler bireyler üzerinde heyecana neden olarak tasarımın uyarıcılığını ve ilgi çekiciliğini artırmıştır	✓
	Egemenlik	Yapıda karşıt elemanlar sıklıkla kullanılmış olsa da bu elemanlar bir bütün oluşturacak şekilde bir araya gelerek bakışımlı bir denge meydana getirmiştir. Bu bakımdan binada üstünlük oluşumuna rastlanmamaktadır	✖

	Denge	Kuzey-güney ve doğu-batı aksı boyunca bakışımlı dengeye sahip olan stadyum, semer eğrisi şeklindeki kavisli çatı örtüsüyle dinamik bir görüntü sergiler. Bu durum monotonluk oluşmasını önleyerek ilgi çekiciliği artırmıştır	✓
	Koram	Yapının dışında olmasa da tribünlerin yer aldığı iç mekânda odaksal koram uygulamasının kullanılmış olduğu görülmektedir. Üç katlı olarak tasarlanan seyirci bölümleri, içten dışa doğru farklı yüksekliklerde konumlandırılarak görüş alanının genişlemesine ve elverişli kullanım alanının artmasına neden olmuştur. Bu tasarım, aynı zamanda iç mekândaki monotonluk etkisini ortadan kaldırmıştır	✓

Çizelge 5.40. incelendiğinde Pekin Ulusal Olimpiyat Stadyumu'nun; estetik kriterlerin %64'üne göre olumlu / uygun / yeterli olduğu, %36'sına göre olumsuz / uygun değil / yetersiz olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlar doğrultusunda Pekin Ulusal Olimpiyat Stadyumu'nun estetik açıdan olumlu / uygun / yeterli özelliklere sahip olduğu yargısına varılabilir.

Bu bölümde incelenen bio yaşam ortamlarına dayalı biçimlenişlerin listesi, estetik açıdan değerlendirilme sonuçları ve oranları Çizelge 5.41'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.41. Estetik etkileri incelenen bio yaşam ortamlarına dayalı biçimlenişler

No	Bio Yaşam Ortamlarına Dayalı Biçimlenişler	Değerlendirme	Oranı
1	Solomon R. Guggenheim Müzesi	✓	**%71**
2	Schlumberger Araştırma Merkezi	✓	%64
3	Pekin Ulusal Olimpiyat Stadyumu	✓	%64

Çizelge 5.41'ye bakıldığında Solomon R. Guggenheim Müzesi'nin yüksek düzeyde estetik karakter sergilediği, Schlumberger Araştırma Merkezi ile Pekin Ulusal Olimpiyat Stadyumu'nun ise %57 oranla birbirine eşit estetik değere sahip olduğu anlaşılmaktadır.

Estetik etkisi incelen toplam 3 adet bio yaşam ortamlarına dayalı biçimlenişler içerisinde her bir estetik kriterin bu biçimleniş örneklerine olan etkilerinin yüzdesi Çizelge 5.42'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.42. Her bir estetik kriterin bio yaşam ortamlarına dayalı biçimlenişlere olan etkilerinin oranı

Estetik Kriterler		**1**	**2**	**3**	**✔**	**✖**	**●**
Ögeler	Çizgi - Yön	✓	✓	✖	**%67**	%33	-
	Aralık	✓	✖	✖	%33	**%67**	-
	Ölçü ve Oran	✓	✓	✓	**%100**	-	-
	Biçim - Şekil	✓	✓	✓	**%100**	-	-
	Renk - Değer	●	●	✓	%33	-	**%67**
	Doku	✖	✖	✓	%33	**%67**	-
	Işık - Gölge	✓	✓	✓	**%100**	-	-
	Hareket	✖	✓	✖	%33	**%67**	-
İlkeler	Tekrar / Ritim	✓	✓	✓	**%100**	-	-
	Uyum / Uygunluk	✓	✓	✖	**%67**	%33	-
	Karşıtlık / Zıtlık	✓	✓	✓	**%100**	-	-
	Egemenlik	✓	✓	✖	**%67**	%33	-
	Denge	✖	✖	✓	%33	**%67**	-
	Koram	✓	✖	✓	**%67**	%33	-

Çizelge 5.42.'ye bakıldığında estetik etkileri incelenen bio yaşam ortamlarına dayalı biçimlenişler üzerinde aralık, doku, hareket ve denge kriterlerinin olumsuz etkilerinin yüksek olduğu, renk – değer kriterinin nötr etkisinin yüksek olduğu ve bu kriterlerin dışında kalan 9 kriterin ise olumlu etkisinin yüksek olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Bununla birlikte özellikle; ölçü ve oran, biçim – şekil, ışık – gölge, tekrar / ritim ve karşıtlık / zıtlık kriterlerinin ise incelenen bio yaşam ortamlarına dayalı biçimlenişler üzerinde estetik karakterin ortaya konulmasındaki baskınlığının diğerlerine göre daha yüksek oranda olduğu anlaşılmaktadır.

Bu bölümde incelenen toplam 3 adet bio yaşam ortamlarına dayalı biçimleniş olup bu örnekler 14 estetik kriter baz alınarak değerlendirilmiştir. Toplamda; 3 x 14 = 30 adet olası uygunluk sonucu (uygundur, uygun değildir ve nötr olma durumu) vardır. Bu veriler doğrultusunda değerlendirilecek olursa bio yaşam ortamlarına dayalı biçimlenişlerin estetik etki oranlarının Çizelge 5.43'deki gibi olduğu görülür.

Çizelge 5.43. Bio yaşam ortamlarına dayalı biçimlenişler üzerinde estetik etkinin uygunluk oranları

Değerlendirme	Uygunluk Sayısı	Uygunluk Oranı
✓	**28**	**%67**
✖	12	%29
●	2	%5
Toplam	42	%100

Çizelge 5.43'den anlaşılabileceği üzere %67 uygunluk oranına sahip olan bio yaşam ortamlarına dayalı biçimlenişlerin estetik etkisinin olumlu olarak değerlendirildiği yargısına varılabilir.

6. BÖLÜM

DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Doğadan esinlenmek olarak tarif edilen biyomimesis, pek çok disiplinde olduğu gibi mimarlıkta da yeni tasarım fikirleri elde etmede başvurulan ve uygulanan etkili bir yöntemdir. İnsanlığın varlığından bu yana her toplum, çeşitli yapısal ve biçimsel tasarım fikirleri elde etmek için doğayı inceleyerek ondan edindiği bilgileri yaşadıkları mekânlara uygulamıştır. İçinde bulunduğumuz son yüzyılda teknolojideki hızlı gelişmeyle beraber bilgiye ulaşma imkânı kolaylaşmış, araştırma ve inceleme olanakları artmış ve bu doğrultuda doğadan öğrenilen bilgilerde de ilerlemeler kaydedilerek tasarımlarda karşılaşılan pek çok sorunun giderilmesinde doğa daha sık kullanılır olmuştur.

İlk barınak yapılarından günümüz modern yapılarının oluşumuna kadarki süreçte mimarlık, doğal yapı unsurlarından çeşitli şekillerde etkilenmiştir. Pek çok tasarımcı ve mühendis doğadaki canlı ve cansız her ögeden ilham alarak tasarımlarına yön verirken bu esinlenme B. Fuller'in, F. Candela'nın ve F. Otto'nun yeni tasarım fikirlerine ulaşmak adına enstitü merkezleri açmalarına kadar ilerleme katetmiştir.

Günümüzde yaşanan teknolojik devrim ve dijital dönüşüm sonrasında geliştirilen yeni tasarım teknikleriyle mimarların çalışma yöntemleri ve şekilleri değişmiş, bunun sonucunda simülasyon araçları yardımıyla doğal yaşamı taklit eden yapay çevreler oluşturularak süreci de tasarıma dahil eden tasarımların gerçekleştirilmesi sağlanmıştır. Biyolojinin, bilimin ve mimarlığın öncülüğünde kurulan bu yenilikçi yapı; yenilenebilir, çevre dostu, doğal, dinamik ve estetik nitelikli tasarımların planlanmasına katkıda bulunmuştur.

Biyolojiden mimarlığa ve mimarlıktan biyolojiye doğru gelişen süreç akış diyagramları doğrultusunda, doğrudan ya da dolaylı olarak mimarlık alanında bir tasarım yöntemi ve aracı haline gelen doğadan esinlenme, değişik dönemlerde birbirinden farklı adlarla ifade edilirken günümüzde "Mimaride Biyomimesis" olarak adlandırılmaktadır. Biyomimesis, mimari yapının yalnızca formunun biçimlenişinde taklit unsuru olarak kullanılmaz, bunun yanında; yapı malzemelerinin verimli kullanımında, form, fonksiyon ve strüktür ilişkisinin kurulmasında ve işlevsel esnekliğin oluşturulmasında da etkili olur.

Mimaride biçimlenişi yansıtan bir öge olan strüktür, biçimlenişle benzer anlamda kullanılmaktadır. Doğada da strüktürün biçimlenişle eşdeğer olduğu görülmektedir. Fakat doğadaki strüktür estetik olma amacı gütmez, buna karşın doğal strüktürler bütünlüğün sağlanması noktasında parçaların birbiriyle uyumlu matematiksel ilişkilerine dayanırken aynı zamanda etkinlik, işlevsellik ve değer bakımından estetik bir güzellik taşımaktadır (Minsolmaz Yeler, 2012).

Doğa, içinde bulunan her bir unsurun birbirleriyle kurduğu sistemli ilişkileri doğrultusunda oluşan, canlı, değişken ve yaratıcı bir evrendir. Bu evren içerisinde yer alan her eleman, bütüne bağlı olarak gelişim göstermekte ve belli bir amaç doğrultusunda hareket ederek şekil kazanmaktadır. Çünkü doğayı oluşturan bütün varlıkların şekilleri, canlıların görev ve fonksiyonu doğrultusunda belirlendiğinden doğanın yapı biçimlenişlerine olan etkisi de yine fonksiyonel mantık dâhilinde olmaktadır.

Sonsuz sayıda çeşitliliğe sahip olan doğanın aslında basit kural, mantık ve sisteme dayalı ögelerden oluştuğu görülmektedir. Bu ögeler sıklıkla tekrar yoluyla bir araya gelen geometrik formlardan oluşur. Kaplumbağa kabuğunda, arı peteklerinde böceklerin gözlerinde benzer biçimlenişlerin tekrarı sonucu estetik bir örüntünün meydana getirildiği görülmektedir. Doğadaki biçimlerin meydana geliş süreçlerini iyi kavramak mimarlıkta tasarımların potansiyellerinin artması bakımından oldukça önemlidir.

Karagöz (2007) eğrisel biçimlenişlerin doğada sıklıkla kullanıldığını, bu biçimlenişlerin sürekliliği yansıtan yumuşak formlar oluşturduğunu ifade etmektedir. Bu bağlamda insan bedeni, bitki gövdeleri, DNA sarmalları vb. dairesel, heliks ve S kıvrımlı yapılarıyla doğanın çizgisel biçimlenişine paralellik göstermektedir.

Doğadaki geometrik formlarının oluşumunda etkili olan altın oran, eşsiz ve mükemmel biçimlenişler meydana getirmektedir. Ayçiçeği, ananas, kozalak vb. gibi doğal biçimlerde görülen altın oran doğanın estetiğini ortaya koymaktadır. Doğada sıklıkla görülen simetri ise canlı strüktürünün ögeleri arasında uyum ve denge kurarak doğadaki güzelliği ortaya çıkarır. İnsanlar, hayvanlar, mikroorganizmalar vs. simetrik biçimlenişleriyle doğanın kusursuz dengesini ortaya koyar. Bununla birlikte doğada Öklid geometrisine dayanmayan biçimlenişler de mevcuttur. Ağaç dallanmalarında olduğu gibi kendine benzer ögelerin tekrarıyla oluşan fraktal geometri çarpıcı ama dengeli ve uyumlu biçimlenişlerin oluşmasına yol açar (Minsolmaz Yeler, 2012).

Devingen ve dinamik özellik gösteren doğa, hareketli biçimlenişlerden meydana gelmiştir. Beslenme, büyüme, üreme vb. faaliyetlerini gerçekleştirmek amacıyla hareket eden canlılar dinamik formları sayesinde görüntü zenginliğinin de oluşmasını sağlamaktadır. Senosiain (2003), İnsan bedeninin denge halindeki kinetik tasarım için verilebilecek güzel bir örnek olduğunu ifade eder. Bununla birlikte hareket yalnızca insanlarda ve hayvanlarda görülen bir özellik değildir. Güneşe yönelen ayçiçeği bitkisinde olduğu gibi pek çok bitki de dinamik hareket etme yeteneğine sahiptir.

Doğal formlar; tekrar, doku, renk, oran ve denge kriterleri bakımından kendi içinde bütünlüğü olan mükemmel biçimlenişlere sahiptir (Minsolmaz Yeler, 2012). Bu bakımdan doğa mimaride, uyarlanabilir ve uygulanabilir özellik gösteren biçimlenişleri içerisinde barındırır. Doğal formların işlevleri ve strüktürleri mimarlıktaki gibi belli bir sistematiğe dayanırken bu formlar fiziksel görüntüleriyle de estetik nitelik sergilemektedir.

Doğa, mimarlık alanında tasarımcıların ufkunu açan sınırsız sayıda ilham kaynağını bünyesinde barındırır. Yapı malzemelerinden kent dokusuna kadar; yenilikçi malzemelerin geliştirilmesinde, mekân organizasyonlarının belirlenmesinde, yapısal kütlelerinin biçimlenmesinde ve hatta kent dokusunun meydana getirilmesinde biyomimesisten yararlanmanın gün geçtikçe arttığı görülür.

Doğada bulunan hücre gibi dikkat edilemeyecek derecede küçük detaylardan hayvan ve bitki gibi daha büyük organizmalara kadar her bir unsurun şaşırtıcı derecede strüktürel, fonksiyonel ve biçimsel yapısı vardır. Çünkü bu organizmalar kendi ölçeğine göre oldukça büyük olan görevleri, sahip oldukları bu özellikler yardımıyla hiç zorlanmadan, oldukça başarılı ve rahat bir biçimde gerçekleştirebilmektedir. Bu açıdan değerlendirildiğinde mimaride karşılaşılan büyük problemlerin çözümünde doğadaki canlı varlıkların gerek strüktüründen, gerek işlevlerinden ve gerekse de biçimlerinden öğrenilebilecek çok sayıda bilginin olduğu açıktır.

Bu tez çalışması kapsamında yapı ölçeğinde estetik etkisi incelenen doğadan esinli biçimleniş türlerinin listesi, incelenen örneklerin sayısı, değerlendirme sonucu ve oranı Çizelge 6.1'de gösterilmiştir

Çizelge 6.1. Yapı ölçeğinde doğadan esinli biçimleniş türlerinin listesi

No	Biçimleniş Türleri	Örnek Sayısı	Değerlendirme	Oranı
1	Fitomorfik (Bitkisel)	9	✓	**%82**
2	Zoomorfik (Hayvansı)	5	✓	%81
3	Antropomorfik (İnsansı)	7	✓	%79
4	Mikromorfik (Mikroskobik)	4	✓	%73
5	Bio Yaşam Ortamlarına Dayalı	3	✓	%67

Çizelge 6.1'e bakıldığında, çalışmada incelenen örnekler kapsamında, fitomorfik biçimlenişlerin yüksek düzeyde estetik karaktere sahip olduğu, bunu sırasıyla zoomorfik ve antropomorfik biçimleniş türlerinin takip ettiği anlaşılmaktadır. İçlerinde estetik niteliği diğerlerine göre daha zayıf olan biçimleniş türünün ise %67 oran ile bio yaşam ortamlarına dayalı biçimlenişin olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

Çizelge 6.1.'de fitomorfik, zoomorfik ve antropomorfik biçimlenişlerin farklı sayıdaki örnek incelemelerine rağmen birbirine yakın oranda estetik karakter sergiledikleri görülmektedir. Mikromorfik biçimleniş türünün de bu orana yakın olduğu anlaşılmaktadır. Bu durum biçimleniş türünün estetik etki oranının, incelenen örnek sayısıyla çok az farklılık gösterebileceğini ortaya koymaktadır. Bu bakımdan çalışmada incelenen örneklerin yeterli olduğu ve genel bir değerlendirmede bulunmada sağlıklı sonuçlar verebileceği sonucuna ulaşılabilir.

Yapı ölçeğinde estetik etkisi incelen doğadan esinli 5 biçimleniş türü içerisinde her bir estetik kriterin biçimleniş türüne olan etkilerinin yüzdesi Çizelge 6.2'de gösterilmektedir.

Çizelge 6.2. Her bir estetik kriterin doğadan esinli biçimlenişler üzerindeki etkilerinin oranı

Estetik Kriterler		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	✔	✖	●
Ögeler	Çizgi - Yön	✓	✓	✓	✓	✓	**%100**	-	-
	Aralık	✓	✓	✓	●	✖	**%60**	%20	%20
	Ölçü ve Oran	✓	✓	✓	●	✓	**%80**	-	%20
	Biçim - Şekil	✓	✓	✓	✓	✓	**%100**	-	-
	Renk - Değer	●	●	✓	✓	●	%40	-	**%60**
	Doku	✓	✓	✓	✓	✖	**%80**	%20	-
	Işık - Gölge	✓	✓	✓	✓	✓	**%100**	-	-
	Hareket	✖	✖	✖	●	✖	-	**%80**	%20
İlkeler	Tekrar / Ritim	✓	✓	✓	✓	✓	**%100**	-	-
	Uyum / Uygunluk	✓	✓	✓	✓	✓	**%100**	-	-
	Karşıtlık / Zıtlık	✓	✓	✓	✓	✓	**%100**	-	-
	Egemenlik	✓	✓	✓	✓	✓	**%100**	-	-
	Denge	✓	✓	✓	✓	✖	**%80**	%20	-
	Koram	✓	✓	✓	●	✓	**%80**	-	%20

Çizelge 6.2.'ye bakıldığında estetik etkileri incelenen doğadan esinli biçimlenişler üzerinde hareket kriterinin olumsuz etkisinin yüksek olduğu, renk – değer kriterinin nötr etkisinin yüksek olduğu ve bu kriterlerin dışında kalan 12 kriterin ise olumlu etkisinin yüksek olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Bununla birlikte özellikle; çizgi – yön, biçim – şekil, ışık – gölge, tekrar / ritim, uyum / uygunluk, karşıtlık / zıtlık ve egemenlik kriterlerinin ise incelenen doğadan esinli biçimlenişler üzerinde estetik karakterin ortaya konulmasındaki baskınlığının diğerlerine göre daha yüksek oranda olduğu anlaşılmaktadır.

Çizelge 6.2.'de hareket kriterinin bu tez çalışmasında incelenen doğadan esinli biçimlenişler üzerinde yeterli etkiye sahip olmadığı görülmektedir. Bunun nedeni olarak ele alınan örneklerde kinetik tasarımların ortaya konulmasında teknolojik olanakların sınırlı kaldığını ve teknolojinin elverdiği ölçüde uygulandığı zaman ise yüksek maliyetlerle karşılaşıldığını söylemek mümkündür. Bununla birlikte devingen, hareketli ve canlı biçimlenişlere ev sahipliği yapan doğanın bu özelliklerinin mimarlığa aktarılmasında çok yönlü düşünülmesi gerekliliği ve farklı bilimlerle sıkı ilişki içinde olunması gerekliliği de ayrı birer sınırlayıcı faktördür.

Çizelge 6.2.'de renk – değer kriterinin nötr / etkisiz karakter sergilediği görülmektedir. Bunun nedeni, ele alınan örnekler kapsamında sıklıkla akromatik (renksizlik) değerlerin kullanılmasından ileri gelmektedir. Tasarımcıların ürettikleri mimari yapılarda sıklıkla siyah, beyaz ve gri tonlarını kullanma nedenleri arasında ise doğadan ilham alınan canlının renklerini taklit konusu etmedikleri, önemsemedikleri veya renk kullanmaksızın biçimi daha iyi ifade edebilecekleri anlayışını benimsedikleri belirtilebilir. Ancak yapılan analizler göstermektedir ki hareket ve renk – değer haricinde kalan diğer tüm kriterler, çalışma kapsamında incelenen doğadan esinli biçimlenişler üzerinde estetik açıdan pozitif etkiye neden olmaktadır.

Çalışma kapsamında; 9 fitomorfik, 5 zoomorfik, 7 antropomorfik, 4 mikromorfik ve 3 bio yaşam ortamlarına dayalı biçimleniş olmak üzere toplam 28 adet doğadan esinli biçimleniş örneği incelenmiştir. Bu örneklerin her biri 14 estetik kriter baz alınarak değerlendirilmiştir. Toplamda; 28 x 14 = 392 adet olası uygunluk sonucu (uygundur, uygun değildir ve nötr olma durumu) vardır. Bu veriler doğrultusunda değerlendirilecek olursa doğadan esinli yapı biçimlenişlerinin estetik etki oranlarının Çizelge 6.3'teki gibi olduğu görülür.

Çizelge 6.3. Doğadan esinli yapı biçimlenişleri üzerinde estetik etkinin uygunluk oranı

Değerlendirme	Uygunluk Sayısı	Uygunluk Oranı
✓	**307**	**%78**
✖	67	%17
●	18	%5
Toplam	392	%100

Çizelge 6.3'ten anlaşılabileceği üzere %78 uygunluk / yeterlilik oranına sahip olan doğadan esinli yapı biçimlenişleri üzerinde estetik etkinin olumlu olarak değerlendirildiği yargısına varılabilir. Bununla birlikte çalışma kapsamında incelenen doğadan esinli biçimlenişlerin %78 gibi yüksek düzeyde estetik karakter sergilemesi, doğanın mimaride biçimsel bakımdan örnek alınabilecek ideal bir ilham kaynağı olduğu sonucunu ortaya koymaktadır. Buradan çıkarılabilecek genel sonuç ise şayet başarılı bir şekilde uygulandığı takdirde biyomimesisin tasarımlar üzerinde olumlu, uygun ve yeterli estetik etkiye sahip olabileceği anlaşılmaktadır. Bununla birlikte bu tez için belirlenen ana ölçütler bunlar olup başka bir tez çalışmasında aynı ölçütler ele alaınsa bile seçilen örneklerin değişmesiyle sonuçların değişebileceği de unutulmamalıdır.

Çalışmada incelenen geçmiş dönemlere ait örneklere bakıldığında yapıların; üçgen alınlıklarındaki kabartmalarında, yivli sütunlarında ve heykellerle süslü cephelerinde sert doku etkisinin meydana getirildiği görülmektedir. Modern mimarlık öncesi yapılarda ise pencere pervazlarında, balkon altlarında, özellikle de bina girişlerinde; sarmaşık, dal ve çiçek desenleri ile insan başlı heykellerle karşılaşmak mümkündür. Modern mimarlık dönemine gelindiğinde ise içeriksiz motifler, işlevle bağlantılı olmayan ögeler yerine yapının kütlesel biçimlenişinde doğadan esinlenildiği ve doğanın estetiğinin yapılara aktarıldığı görülmektedir (Güngör, 2005).

Çalışma kapsamında incelenen doğadan esinli örneklerin estetik başarısı doğrultusunda doğanın, tasarımcılar için önemli bir estetik biçim kaynağı olduğu söylenebilir. Yalnızca form ve dekoratif olarak değil tasarımın her boyutunda doğanın etkin olarak kullanılabilecek özellikler taşıdığı görülmektedir.

Her ne kadar canlı varlıklar gibi etkili çözüm potansiyeline ulaşılamasa da doğanın kısıtlı olanaklar ölçüsünde kullanılması bile; tasarım sorunlarının giderilmesinde, işlevsel yapıların üretilmesinde ve estetik yapı biçimlenişlerinin oluşturulmasında etkili sonuçlar doğuracağı söylenebilir. Bu bakımdan doğadaki canlı organizmaların mimarlık alanında örnek alınması her açıdan büyük fayda sağlamaktadır.

Çalışmada ortaya konan önemli noktalardan bir diğeri ise biyomimesisin günümüze özgü bir tasarım yaklaşımı olmaktan öte; geçmişten bugüne kadar tasarımlarda etkisinin gözlemlendiği ve bu etkinin ilerleyen yıllarda da artarak devam edeceği bir düşünce alt yapısını barındırdığıdır.

Sonuç olarak doğanın ilkelerinin başarılı bir şekilde yapı biçimlenişlerine uygulanabilmesi için biyolojik âlemden alınan ilhamların tasarımlara aktarılması sırasında soyutlanması ve somut temsil ögesi olan estetikle dengeli bir ilişkiye sahip olması gerekmektedir. Bu konu yapı biçimlenişleri üzerinde biyomimesisin estetik etkisinin doğru bir şekilde yansıtılması açısından oldukça önemlidir. Çünkü esinlenilen biyolojik ögenin somut yönünün baskın olacak şekilde kullanılması yapının birebir taklitten öteye gitmemesine neden olurken soyut yönünün ağır basacak şekilde kullanılmasıysa ilham alınan biyolojik ögeyle bağlantının kopmasına yol açabilir. Bununla birlikte tasarlanan bir yapının estetik açıdan güzel olarak tanımlanması ne yalnızca biçimiyle ne de yalnızca doğru planlanmasıyla olur. Güzel bir yapı ancak, işlevsel kullanıma cevap vermesinin yanında; biçimiyle, ölçeğiyle, doluluk-boşluk alanlarıyla, renk ve dokusuyla da uygun niteliğe sahip olması ve insanda estetik haz uyandıran görünüme sahip olmasıyla tanımlanabilir. Bu nedenle doğadan esinlenmeyle oluşturulan biyo-mimari eser yalnızca formu, işlevi veya strüktürü yönünden değil her yönüyle doğanın sistematiği ve ilkeleri dâhilinde uygun dengeye ulaşmaya çalışmalıdır. Ancak bu takdirde doğadan tam anlamıyla esinli bir yapının estetik karakterinden bahsedilebilmesi mümkün olacaktır.

KAYNAKÇA

Aizenberg, J., Weaver, J.C., Thanawala, M.S., Sundar, V.C., Morse , D.E. & Fratzl, P. (2005). Skeleton of Euplectella sp.: Structural Hierarchy from the Nanoscale to the Macroscale. Science, 309(5732), 275-278. doi: 10.1126/science.1112255

Akkoyunlu Ertan, K. (2004). 20. Yüzyıl Kent Ütopyaları. *Çağdaş Yerel Yönetimler Dergisi, 13*(4), 5-21.

Alpaslan, S.A. (2003). *Tasarım: Mesleki Resim*. İstanbul: Ya-Pa.

Altun, A.D. & Köktürk, G. (2007). Ütopyadan Gerçeğe: Doğa Bilimlerinin Mimarlığa Etkileri Robotik, Genetik ve Nanoteknoloji. *15.Yıl Mühendislik Mimarlık Sempozyumu*, 14-16 Kasım 2007, Isparta, bildiriler içinde (s. 220-228). Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Fakültesi.

Altunbaş, E.E. (2009). *Mimaride Evrimsel Tasarım Sistemleri*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Armitage, O.E., Strange, D.G.T. & Oyen, M.L. (2012). Biomimetic Calcium Carbonate-Gelatin Composites as a Model System for Eggshell Mineralization, *Journal of Materials Research 27*(24), 3157-3164.

Arnheim, R. (1977). *The Dynamies of Architectural Form.* Los Angles, CA: University of California.

Arslan, S.S. & Gönenç, S.A. (2007). Ekolojik Mimarlık Çalışmalarında Doğanın En İyi Fikirlerinden Öğrenmek. Ekolojik Mimarlık ve Planlama, Ulusal Sempozyumu Bildiri Kitapçığı. *Ekolojik Mimarlık ve Planlama Ulusal Sempozyumu*, 27-28 Nisan 2007, Antalya, bildiriler içinde (s. 147-151). Orta Doğu Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi.

Atalay, G. (2010). *Antik Devirde Mimari Kurallar ve İnşaat Teknikleri*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Selçuk Üniversitesi / Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.

Atmaca, A.E. (2014). *Temel Tasarım*. Ankara: Nobel Akademik.

Aykal, F.D. & Baran, M. (2017). The Biomimetic in The Architecture. *Ecology, Planning and Design* (pp.11). Sofia, Bulgaria: St. Kliment Ohridski University.

Bachelard, G. (1996). *Mekânın Poetikası*. Aykut Derman (Çev.). İstanbul: Kesit.

Bademli, Ç. (2005). *Estetik Değerlendirme.* Çaka Bademli'ye ait 2005 yılı ders notları. Başkent Üniversitesi Güzel Sanatlar Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, Ankara.

Bahadır, Ö. (2011). Doğabilimleri-Mimarlık Etkileşimine 'Canlılık' Kavramı Üzerinden Bakış. *Güney Mimarlık Dergisi*, (6), 57-59.

Baştabak, H. (2008*). Beden ve Cinsiyet Kavramlarının Mimari Tasarım Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Barthlott, W. & Neinhuis, C. (1997). Purity of The Sacred Lotus, or Escape from Contamination in Biological Surfaces, *Planta 202*(1), 1–8.

Batur, A. (1996). Art Nouveau Mimarlığı ve İstanbul. *Mimari Akımlar 1 içinde* (s. 94-118). İstanbul: YEM.

Benyus, J.M. (1998). *Biommicry: Innovation Inspired by Nature* (1. Baskı). New York: Harper Collins.

Berkebile B. & Mclennan J. (2003*). The Living Building: Biomimicry in Architecture, Integration Technology with Nature*. Erişim adresi: https://www.academia.edu/2234596/The_living_building_biomimicry_in_architecture_integrating_technology_with_nature

Beyaztaş, H.S. (2012). *Mimari Tasarımda Ekolojik Bağlamda Biçim Doğa İlişkisi.* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Biolytix BioPod (BF6) Wastewater Treatment System Specifications. (2012). New Zealand: Biolytix Ltd.

Bold, H.C., Alexopoulos, C.J. & Delevoryas, T. (1980). *Morphology of Plants and Fungi.* San Francisco, CA: Harper & Row.

Bryan, A. (2016, 5 Nisan). The Eden Project in Cornwall. Erişim adresi: https://silo.tips/download/the-eden-project-in-cornwall

Cahasan, P. & Clark, A.F. (t.y.). Copenhagen, Denmark. Erişim adresi: http://depts.washington.edu/open2100/Resources/1_OpenSpaceSystems/Open_Space_Systems/copenhagen.pdf

Calatrava, S. (1993). *Dynamische Gleichgewichte - Neue Projekte / Dynamic Equilibrium - Recent Projects* (4. Baskı). Zürich, İsviçre: Artemis Verlag.

Cevizci, A. (2010). *Say Büyük Felsefe Sözlüğü.* İstanbul: Say.

Civcir, E. (2015). *Temel Tasarım ve Tasarım İlkeleri*. Ankara: Akademisyen.

Clarke, Izzie. (2018). Eggshells, Bones and the Buildings of Tomorrow. Michelle Oyen ile söyleşi. Time. 4 Eylül 2018. Erişim adresi: https://www.thenakedscientists.com/articles/interviews/eggshells-bones-and-buildings-tomorrow

Corbusier, L. (2014). *Modulor*. Aziz Ufuk Kılıç (Çev.). İstanbul: YEM.

Cuce, E., Nachan, Z., Mert Cuce, P., Farooq, S. & Neighbour, G.B. (2017). Strategies for Ideal Indoor Environments Towards Low/Zero Carbon Buildings Through a Biomimetic Approach, *International Journal of Ambient Energy, 40*(1), 1-30. doi: 10.1080/01430750.2017.1372807

Crowe, N. (1995). *Nature and The Idea of a Man-Made World*. Cambridge: The MIT.

Çakır, M. & Aksoy, M. (2005). Mimarlık Genetik ile Buluşunca. *Yapı Dergisi*, (288), 55-60.

Çınar, K. & Çınar, M.S. (2015). *Temel Tasarım.* Konya: KTO Karatay Üniversitesi.

Danish Ministry of the Environment. (2015). *The Finger Plan: A Strategy for the Development of the Greater Copenhagen Area*

Demiray, D. (2008). *Duyarga Ağları için Karınca Kolonisi Tabanlı Bir Yönlendirme Algoritması Çözümlemesi ve Tasarımı.* (Yayımlanmamış yükseklisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

DesignGost. (2020, 23 Eylül). Tasarımda Denge (Balans) - Tasarım İlkeleri. Erişim adresi: https://www.designgost.com/makale/tasarimda-denge-balans-tasarim-ilkeleri

Divanlıoğlu, D. (1997). *Tasar'ın Öğe ve İlkeleri*. İstanbul: Birsen.

Doczi, G. (1994). *The Power of Limits: Proportional Harmonies in Nature, Art and Architecture*. Boston, MA: Shambhala.

Doğan, M.H. (1975). *100 Soruda Estetik.* İstanbul: Gerçek

Dollens, D. (2004). *Genetic Architectures / Arquitecturas Geneticas*. Santa Fe, New Mexico: Lumen.

Drew, P (1976*). Frei Otto: Form and Structure.* Boulder, Colorado: Westview.

Duman, M. (2016). *Designing Metal Band Pass Filter Plate with The Golden Ratio Rule and Effect of Golden Ratio Rule to The Filter*, 24th Signal Processing and Communication Application Conference (SIU), Zoguldak, Mayıs 2016.

Dunlap, A. (2003). *The Golden Ratio and Fibonacci Numbers.* London: World Scientific.

Eglash, R. (1999). African Fractals: Modern Computing and Indigenous Design. New Brunswick, Canada: Rutgers University.

Eglash, R. & Odumosu, T.B. (2005). Fractals, Complexity and Connectivity in Africa. Giandomenico Sica (Ed.), What Mathematics from Africa içinde (s. 101-109). Monza, Italy: Monza Polimetrica International Scientific.

Escritt, S. (2000). *Art Nouveau* (317-327). Singapore: Phaidon.

Erkman, U. (1973). *Mimaride Etki Ve Görsel İdrak İlişkileri.* İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi.

Eroğlu, E. & Aksu, A. (2019). Çağdaş Mimarlıkta 'Tekrar' Üzerine Bir Değerlendirme, *Yedi: Sanat, Tasarım ve Bilim Dergisi*, (22), 91-101.

Ersoy, H.Y. (2007). Mimaride Boyut ve Oran. *Mimarlıkta Malzeme Dergisi,* (2), 32 ve 33.

Ersoy, M (2012). *Kentsel Planlama Ansiklopedik Sözlük.* İstanbul: Ninova.

Frampton, K. (1996). *Modern Architecture-A Critical History.* London: Thames and Hudson.

Frazer, J. (1995). *An Evolutionary Architecture.* Londra: Architectural Association.

Freiberger, M. (2007). Perfect Buildings: The Maths of Modern Architecture, *Plus Magazine,* (42), 1-8.

Frings, M. (2002). The Golden Section in Architectural Theory. *Nexus Network Journal, 4*(1), 9-32.

Fuller, R.B. (1969). *Utopia or Oblivion: The Prospects for Humanity.* New York: Overlook.

Gauthiez, B. (2004). The History of Urban Morphology. *Urban Morphology, 8*(2), 71-89.

Gertik, A. (2012). *Biyomimes Anlayışı ve Bu Bağlamda Günümüz Kuzey Kıbrıs Mimarisine Eleştirel Bir Bakış*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Yakın Doğu Üniversitesi / Fen Bilimleri Fakültesi, Lefkoşa.

Gezer, H. (2012). Malzemenin Gizli Güçlerinin Mimariye Katkısı. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 20,* 98-118.

Gezer, Ü. (2019). Çağdaş Sanat ve Tasarım Eğitiminde Görsel Tasarım Ögeleri ve İlkeleri, *Ulakbilge Sosyal Bilimler Dergisi,* (40), 595-614. doi: 10.7816/ulakbilge-07-40-02

Ghyka, M. (1977). *The Geometry of Art and Life*. New York: Dover.

Göktaş, G. (2001, 31 Temmuz). Böcek Güzeli Ev [Gazete Röportajı]. Erişim adresi: http://www.radikal.com.tr/hayat/bocek-guzeli-ev-604766/

Gössel, P. & Leuthauser, G. (1991). *Architecture in the Twentieth Century*. Köln: Taschen.

Güler, B. (2000). *Mimari-Doğa İlişkisi ve Doğayla Uyumlu Mimari Tasarım Yaklaşımları Üzerine Bir İnceleme*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi/ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Gündoğdu, E. & Arslan, H.D. (2019). Yapı Kabuğu Tasarımında Biyomimesis Kullanımının Örnekler Üzerinden Değerlendirilmesi. *Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi, 2*(4), 159-168.

Güngör, İ.H. (2005). *Temel Tasar*. İstanbul: Esen.

Gür, Ş.Ö. (2007). Mimarlıkta Taklit: Eski Türkü-Yeni Aranjman. *Mimarlık Dergisi,*333.

Gürer, L. (1970). *Temel Dizaynda Görsel Algı.* İstanbul: Arı.

Gürer, L. (1990). *Temel Tasarım.* İstanbul: Birsen.

Hacıhasanoğlu, I. (2003). Evrensel Tasarım, *Tasarım Kuram Dergisi, 2*(3), 93-101.

Hagan, S. (2001). *Taking Shape: A New Contract Between Architecture and Nature*. Oxford: Architectural.

Halse, A.O. (1978). *The Use of Color in Interiors* (2. Baskı). New York: McGraw-Hill.

Hansell, M. (2009). Built by Animals: The Natural History of Animal Architecture. UK: Oxford University.

Hasol, D. (1998). Prag ve Dans Eden Bina. *Yapı Dergisi,* (203), 69-78.

Hensel, M. (2004). Computing Self-Organization: Environmentally Sensitive Growth Modelling. *China Homegrown: Chinese Experimental Architecture Reborn*, *76*(2), 12-17.

Hersey, G. (1999). *The Monumental Impulse: Architecture's Biological Roots*. Cambridge, MA: The MIT.

Hexactinellid. (t.y.). Erişim adresi, https://en.wikipedia.org/wiki/Hexactinellid

Jencks, C. (1971). *Architecture 2000: Predictions and Methods.* London: Studio Vista.

Jirapong, K. (2002). *Discovering Architecture within a Seashell*. (Yayımlanmamış doktora tezi). The Graduate College of the Illinois Institute of Technology, Illinois.

Jodidio, P. (1998). *Santiago Calatrava.* Los Angeles, CA: TASCHEN America.

Johansen, J.M. (2002). *Nanoarchitecture: a New Species of Architecture*. New York, NY: Princeton Architectural.

Jones, P.B. (2002). *Hugo Haring: The Organic Versus the Geometric.* Fellbach, Germany: Edition Axel Menges.

Jormakka, K. (2008). *Design Methods.* Germany: Birkhäuser.

Joseph P.B. & Muir, L.A. (2013). Spicule Structure and Affinities of The Late Ordovician Hexactinellid-Like Sponge Cyathophycus Loydelli from The Llanfawr Mudstones Lagerstätte, Wales, *Lethaia an International Journal of Palaeontology and Stratigraphy 46*(4), 454-469.

Kamp, T.V.D., Dörstelmann, M., Rolo, T.D.S., Baumbach, T., Menges, A. & Knippers, J. (2015). Beetle Elytra as Role Models for Lightweight Building Construction. *Entomologie Heute, 27*, 149-158.

Kanat, A. (2001). *Renk ve Duyu Psikolojisi.* İzmir: İlya.

Karagöz, G. (2007). *Doğadan Öykünme; Art Nouveau Mimarlığı*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Kaya, H.S. & Bölen, F. (2011). Kentsel Dokudaki Değişimin Fraktal Geometri Yöntemiyle İncelenmesi, *İTÜ Dergisi/A, 10*(1), 39-50.

Keleş, R. (2003). Sosyal Bilimler Açısından Çevre Konferansı, Mimar Sinan Üniversitesi, İstanbul, 3 Kasım 2003.

Kıran Çakır, H. (2006). *Konut Alanları Yer Seçiminde Sosyal Yapının Rolünün Saptanmasına İlişkin Sistematik Bir Yaklaşım: "Edirne; Kaleiçi, Kaledışı ve Yeni Yerleşme Alanları Örneği"*. Doktora Tezi, Trakya Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.

Kiesler, F.J. (1939). On Correalism and Biotechnique: Definition and Test of a New Approach to Building Design. *Architectural Record*, s. 60-61.

Koçlu, T., Karsavuran, Y. (1997). Karasal Ekosistemlerin Yapısı ve Organizasyonu, *Türkiye Entomoloji Dergisi, 21*(4), 311-322.

Korkmaz, B. (2013). *Resim Sanatında Estetik Değer*. (Yayımlanmamış yükseklisans tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Kuban, D. (1973). *Mimarlık Kavramları: Tarihsel Perspektif İçinde Mimarlığın Kuramsal Sözlüğüne Giriş*. İstanbul: YEM.

Kurokawa, K. (1997). *Each One A Hero: The Philosophy of Symbiosis*, New York: Kodansha.

Kurokawa, K. (1992). *Kisho Kurokawa: From Metabolism To Symbiosis.* New York: St. Martin.

Levine, N. (1996). *The Architecture of Frank Lloyd Wright.* New Jersey: Princeton University.

Locke, M. (1995, 12 Mart). Love It or Loathe It: Berkeley Architect's Design a Sea Change in Housing. https://www.latimes.com/

Lupton, E. & Phillips, J.C. (2015). *Graphic Design the New Basics*. New York: Princeton Architectural.

Lynn, G. (2002). *Architecture for an Embryologic Housing*. New York: Princeton Architectural.

Magdy, N. & Abd, Hosam. (2018). *Biological Modeling As a Tool for Promoting Sustainable Construction Technologies and İmproving The Energy Efficiency,* International Conference for Sustainable Design of The Built Environment – SDBE, London, September 2018.

Mahdavinejad, M., Bahtooei, R., Hosseinikia, S.M., Bagheri, M., Motlagh, A.A. & Farhat, F. (2014). Aesthetics and Architectural Education and Learning Process. *ResearchGate, 116*, 4443-4448. doi: 10.1016/j.sbspro.2014.01.963

Makovecz, I. (2005). *Architecture as Philosophy :The Work of Imre Makovecz.* Stuttgart, Almanya: Edition Axel Menges.

Manav, B. (2015). Renk-Anlam-Mekân İlişkisi. *The Turkish Online Journal of Design, Art and Communication – TOJDAC, 5*(3), 22-27. doi: 10.7456/10503100/003

Masiero, R. (2006). *Mimaride Estetik.* Ankara: Dost.

Megson, K. (2016, 20 Mayıs). The Fourth Industrial Revolution is Underway: Achim Menges Launches Robot-Built Pavilion at the Victoria & Albert Museum. https://www.attractionsmanagement.com/

Melaragno, M.G. (1991). *An Introduction to Shell Structures – The Art and Science of Vaulting.* New York: Van Nostrand Reinhold.

Millon, H. (1958). The Architectural Theory of Francesco di Giorgio. *The Art Bulletin, 40*(3), 257-261.

Minsolmaz Yeler, G. (2012). *Mimarlıkta Biyomorfizm*. Doktora Tezi, Trakya Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.

Minsolmaz Yeler, G. & Yeler, S. (2017). Models From Nature for Innovative Building Skins. *Kirklareli University Journal of Engineering and Science, 3*(2), 142-165.

Mitchell, W.J. (1995). *City of Bits: Space, Place and the Infobahn*. Cambridge, MA: The MIT.

Monn, M.A. & Kesari, H. (2017). Enhanced Bending Failure Strain İn Biological Glass Fibers Due To İnternal Lamellar Architecture. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials, 76,* 69-75. doi: 10.1016/j.jmbbm.2017.05.032

Morgan, G.J. (2003). Historical Review: Viruses, Crystals and Geodesic Domes. *Trends in Biochemical Sciences, 28*(2), 86-90.

Munsell, A.H. (1919). *A Color Notation* (5. Baskı). New York: Munsell Color Comp.

Naghadeh, Y.H. (2013). An Evolutionary Visionary in Future Environmental Architecture in Desert of Dubai, *International Journal on "Technical and Physical Problems of Engineering" (IJTPE) 5*(16), 53-57.

National Stadium: Bird's Nest. Erişim adresi: https://www.tekla.com/references/olympic-stadium-birds-nest

Nervi, P.L. (1965). *Aesthetics and Technology in Building (The Charles Eliot Norton Lectures.* Robert Einaudi (Çev.). Cambridge, MA: Harvard University.

Okabe, A., Boots, B., Sugihara, K. & Chiu, S.N. (2000). *Spatial Tesellations: Caoncepts and Applications of Voronoi Diagrams* (2. Baskı). New York, NY: Wiley.

Oktar, A. (2016, 28 Eylül). Örümcek Ağı Çatılar ve Dev Stadyumlarda. Erişim adresi: http://bit.do/Orumcek-agi-catilar-ve-dev-stadyumlarda

Oyen, M.L. (2008). The Materials Science of Bone: Lessons from Nature for Biomimetic Materials Synthesis, *MRS Bulletin 33*(1), 49–55.

Özbudak Akça, Y.B. (2011). *Mimarlıkta Genel Estetik Değerlendirme ve Çağrışımsal Anlam: Bir Araç Olarak Analoji.* (Yayımlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.

Özek, V. (1993). *Mimarlıkta Temel Tasar.* Edirne: Trakya Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi.

Özer, B. (2000). *Kültür Sanat Mimarlık.* İstanbul: YEM.

Özlem, Ü. (2013). *Resmin Temelleri.* İstanbul: Say.

Öztuna, H.Y. (2007). *Görsel İletişimde Temel Tasarım.* İstanbul: Tibyan.

Öztürk, D.K. (1978). *Mimarlıkta Tasarım Sürecinde Cephelerin Estetik Ağırlıklı Sayısal / Nesnel Değerlendirilmesi İçin Bir Yöntem Araştırması*. (Yayımlanmamış doktora tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.

Öztürk, N. (2013). Form Bulma Kuramı ve 'Doğal Üzerinden Yapayın Keşfi' Çalıştayı, *Sanat ve Tasarım Dergisi, 1*(12), 83-101.

Pakman, B. (2012). *İngiltere ve Osmanlı Devleti'nde Sanayi Devrimi ve Form Algısı*. (Yayımlanmamış yükseklisans tezi). Işık Üniversitesi, İstanbul.

Parker, A.R. & Lawrence, C.R. (2001). Water Capture By A Desert Beetle. *Nature*, *414*(6859).

Pearce, P. (1990). *Structure in Nature is a Strategy for Design.* Cambridge, MA: The MIT.

Pedersen Zari, M. (2007). *Biomimetic Approach to Architectural Design for Increased Sustainability*, Sustainable Building Conference, SB07, Yeni Zelanda, Kasım 2007, s. 33.

Pevsner, N. (1991). *Pioneers of Modern Design: From William Morris to Walter Gropius* (90-104). London: Penguin Books.

Phillips, S. (2005). Introjection and Projection: Frederick Kiesler and His Dream Machine. Thomas Mical (Ed.), *Surrealism and Architecture içinde* (s. 140-155). London: Routledge.

Plehanov, G. (1987). *Sanat ve Toplumsal Hayat*. Sevim Mimoğlu (Çev.). İstanbul: Sosyal

Ponting, C. (2012). *Dünyanın Yeşil Tarihi: Çevre ve Büyük Uygarlıkların Çöküşü*. Ayşe Başcı Sander (Çev.). İstanbul: Sabancı Üniversitesi.

Poon, L. (2016). A Skyscraper Made of Bones: How Biomimicry Could Shape the Cities of the Future. *CityLab.* Erişim adresi: https://www.citylab.com/life/2016/09/a-skyscraper-made-of-bones-how-biomimicry-could-shape-the-cities-of-the-future/497969/

Porter, T. (1979). *How Architects Visualize*. New York: Studio Vista.

Rebek, U. & Bradic, S. (2008). The Future Belongs to Blob Geometry, Greg Lynn ile söyleşi. Time. 23 Haziran 2008. Erişim adresi: http://www.oris.hr/en/oris-magazine/overview-of-articles/[127]the-future-belongs-to-blob-geometry,1887.html

Rasmussen, S.E. (2013). *Yaşanan Mimari.* Ömer Erduran (Çev.). İstanbul: Remzi.

Rian, I.M. & Sassone, M. (2014). Tree-Inspired Dendriforms and Fractal-Like Branching Structures in Architecture: A Brief Historical Overview, *Frontiers of Architectural Research, 4*(3), 298-323.

Rogers, A., Yoon, B. & Malek, C. (t.y.). Beijing Olympic Stadium 2008 as Biomimicry of a Bird's Nest. Erişim adresi: http://bit.do/Olympic-Stadium-Bird-s-Nest

Roth, L.M. (2002). *Mimarlığın Öyküsü.* Ergün Akça (Çev.). İstanbul: Kabalcı.

Roudavski, S. (2009). Towards Morphogenesis in Architecture. *International Journal of Architectural Computing Issue, 7*(3), 345-374.

Selçuk, S.A. & Sorguç, A.G. (2004). *Similarities Between "Structures in Nature" and "Man-Made Structures": Biomimesis in Architecture*, 2nd International Design and Nature Conference, Rodos, 28-30 Haziran 2004, s. 45-54.

Selçuk, S.A., Sorguç, A.G. & Akan, A.E. (2009). Altın Oranla Tasarlamak: Doğada, Mimarlıkta ve Yapısal Tasarımda Φ Dizini, *Trakya University Journal of Science, 10*(2), 149-157.

Senosian, J. (2003). Bio-Architecture. Burlington, MA: Architectural.

Schildt, G. (1986). *Alvar Aalto: The Decisive Years.* New York, NY: Rizzoli.

Schmitt, O.H. (1969). *Some İnteresting and Useful Biomimetic Transforms*, Proceedings of the Third International Biophysics Congress, MA, Boston, 29 Ağustos–3 Eylül, s. 297.

Scruton, R. (1979). *The Aesthetic of Architecture*. London: Metheun.

Sharp, D. (2001). Kisho Kurokawa. Meral Ekincioğlu (Ed.), *Kisho Kurokawa* (s. 36-37). Ankara: Boyut.

Skedros, J.G. & Brand, R.A. (2011). Biographical Sketch: Georg Hermann von Meyer (1815–1892). Clinical Orthopaedics and Related Research, 469(11), 3072-3076. doi: 10.1007/s11999-011-2040-6

Smith, A. (Ed.) (2015). Case Study Wuhan Energy Flower: China in Bloom, Journal of Chartered Institution of Building Services Engineer – January, http://portfolio.cpl.co.uk/CIBSE/201501/case-study-wuhan/

Smith, P.F. (1979). *Architecture and the Human Dimension*. London: George Godwin.

Soon, N.W., Lee, L.M., Khun, T.C. & Ling, H.S. (2014). Factors Affecting Improvement in Engineering Properties of Residual Soil through Microbial-Induced Calcite Precipitation. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering. 140*(5). doi:10.1061/(asce)gt.1943-5606.0001089.

Sperry, R. (1984). Consciousness, Personal Identity and the Divided Brain. *Neuropsychologia, 22*(6), 661-673.

Steadman, J.P. (1989). Architectural Morphology: An İntroduction to the Geometry of Building Plans. London: Pion.

Steadman, J.P. (2006). Allometry and Built Form: Revisiting Ranko Bon's Work with The Harvard Philiomorphs, *Construction Management and Economics 24*(7), 755-765.

Susmuş, Y. (1999). *Kentsel Mekânda Estetik Değerler*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Sussman, G.J. (1996). *Structure and Interpretation of Computer Programs*. New York: MIT.

Stroud, K. (2010). *Hagar Qim & Mnajdra: Prehistoric Temples, Qrendi*. Malta: Heritage.

Şentürer, A. (1990). *Mimaride Estetik Olgusunun "Mutlak-Değişmez" ve "Bağımlı-Değişken" Ozellikler Açısından İrdelenmesi.* (Yayımlanmamış doktora tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Talanda, J. & Zawıerucha, K. (2017). First Record of Water Bears (Tardigrada) from Sponges (Porifera). *Turkish Journal of Zoology, 41*(1), 161-163. doi: 10.3906/zoo-1510-4

Tan, S. (2004). *Melbourne City Council CH2*. Revised Building Energy Consumption (Report No. 9). Erişim adresi: https://www.melbourne.vic.gov.au/SiteCollectionDocuments/ch2-revised-energy-consumption.pdf

Tezel, D. (2007). *Mekân Tasarımında Doğal Işığın Etkileri.* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi / Fen bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Thompson, D.W. (1945). *On Growth of Form.* Cambridge, UK: Cambridge University.

Thurow, L. (2000). Voices of The Revolution. *Forbes*, s. 82-89. Erişim adresi: https://www.forbes.com/asap/2000/0221/080_2.html

Timuçin, A. (2000). *Felsefe Sözlüğü: Felsefe Dizisi*. İstanbul: Bulut.

Travelingturk. (2016). Antoni Gaudi; Yaşamı ve Sanatı. Erişim adresi: https://www.travelingturks.com/avrupa/ispanya/barselona/antoni-gaudi-yasami-sanati

Tsui, E. (1999). *Evolutionary Architecture: Nature as a Basis for Design.* New York, NY: Wiley.

Tunalı, İ. (1984). *Estetik, İfade Bilimi ve Genel Linguistik Olarak Croce Estetiğine Giriş.* İstanbul: Remzi.

Tunalı, İ. (1979). *Estetik*. İzmir: Cem.

Turner, J.S. (2000). The Extended Organism: The Physiology of Animal-Built Structures. Cambridge, MA: Harvard University.

Türkçü, Ç. (2009). *Çağdaş Taşıyıcı Sistemler*. İstanbul: Birsen.

Tzonis, A. (2007). *Santiago Calatrava: Complete Works*. New York: Rizzoli.

Uğurlu, H. (2008). Teknoloji Sanat İlişkisi: Günümüzde Teknolojik Sanatların Amacı. *Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 1*(2), 247-260.

Ural, E.S. (1995). *Mimarlıkta Renk: Yapay Ortamlann Renklendirilmesinde Renk Dinamikleri.* (Yayımlanmamış doktora tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.

Ven, C. (1980). *Space in Architecture: The Evolution of a New İdea in The Theory and History of The Modern Movements*. Hollanda: Royal Van Gorcum.

Vincent, J. (2009). Biomimetic Patterns in Architectural Design, Patterns of Architecture. *Architectural Design - November/December, 79*(6), 74-81. doi: 10.1002/ad.982

Vincent, J., Bogatyreva, O.A., Bogatyrev, N.R., Bowyer, A., & Pahl, A. (2006). Biomimetics: Its Practice and theory. *Journal of the Royal Society*, *3*(9), 471-82.

Vitruvius Pollio, M. (2017). *Mimarlık Üzerine Vitruvius*. Çiğdem Dürüşken (Çev.). İstanbul: Alfa.

Vural, S. & Mutlu Avinç, G. (2015). Doğadan Esinli Geleneksel ve Sayısal Tasarım Yöntemlerinin Yaşam Kriterlerine Göre Değerlendirilmesi. *IX. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu,* 25-26 Haziran 2015, İstanbul, bildiriler içinde (s. 1-11). Özyeğin Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Fakültesi.

Yazıcıoğlu, Y. (2017). *Temel Tasarım.* İstanbul: İdeal Kültür.

Yeşilkaya, N.G. (1997). Dışarıdan Mimarlık: Beden, Mantık, Cinsellik. *Mimarlık Dergisi,34* (277), 14-17.

Yeler, S., Minsolmaz Yeler, G. & Çağlarer, E. (2016). *Yapı Mimarisinde Kadın Etkileri.* Erişim adresi: https://docplayer.biz.tr/5125172-Ars-gor-soner-yeler-ogr-gor-gulcan-m-yeler-ars-gor-evren-caglarer.html

Yetişken, H. (1998). *Estetiğin ABC'si.* İstanbul: Kabalcı.

Yıldırım, S.Ö. (t.y.). Mimarlık ve Estetik Betonun Estetiği. Yayımlanmamış metin, Beykent Üniversitesi, İstanbul. Erişim adresi: https://docplayer.biz.tr/48667271-Mimarlik-ve-estetik-betonun-estetigi.html

Yılmaz, A., Özyılmaz, H. & Aluclu, İ. (2005, Kasım). *Işık-Gölgenin Yüzey Mekân Aydınlatmasına Etkisinin Örneklerle İrdelenmesi.* III. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu ve Sergisi Bildirileri, Dicle Üniversitesi, Diyarbakır. Erişim adresi: https://www.emo.org.tr/ekler/cfd4560539f887a_ek.pdf

Yılmaz, S., Eren, E.T. & Alpak, E.M. (2019, Kasım). *Peyzaj Tasarımında Estetik*. 4 th International Symposium on Innovative Approaches in Architecture,Planning and Design, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon. Erişim adresi: https://doi.org/10.36287/setsci.4.7.014

Zammit, S.T. (1997). *The Prehistoric Temples of Malta and Gozo* (2. Baskı). London: Masterson.

Zengel, R. & Kaya, İ. (2007). Renk Algısının Mekân Üzerindeki Etkileri. *Mimarlıkta Malzeme Dergisi,* (6), 26-31.

Zerbst, R. (2005). *Gaudi: The Complete Buildings*. Köln, Almanya: Taschen.

Zevi, B. (1945). *Verso Un'architettura Organica* (in Italian). Torino: Giulio Einaudi.

Zevi, B. (1974). *Architecture as Space: How to Look at Architecture* (1. Baskı). Milton Gendel (Çev.). New York: Horizon.

Zeytin, B.U. (2014). *Mimari Tasarımlarda Biyomorfik Yaklaşımlar.* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Yakındoğu Üniversitesi, Lefkoşa.

Zuk, W. & Clark, R.H. (1970). *Kinetic Architecture.* New York: Litton Educational.

Waters, J.K. (2003). *Blobitecture: Waveform Architecture and Digital Design*. Washington: Rockport.

Weber, R. & Vosskoetter, S. (2008). The Concept of Scale in Architecture - Tree Empirical Studies. *Empirical Studies of The Arts, 26*(2), 219-246.

Weinstock, M. (2011). The Metabolism of the City: the Mathematics of Networks and Urban Surfaces, A*rchitectural Design, 81*(4), 102-107.

Williams, H.A. (2003). *Zoomorphic: New Animal Architecture* (1.Baskı). London: Laurence King.

Wiscombe, T. (2006). Stockholm City Library. Erişim adresi: https://tomwiscombe.com/STOCKHOLM-CITY-LIBRARY

Wright, F.L. (1975). *In the Cause of Architecture.* New York: McGraw-Hill.

Wright, S.H. (2006). Three at MIT Conceive Cell-Shaped Building: Novel Architecture Planned for Institute in China. *MIT Tech Talk, 51*(1), 5.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Kadim YORULMAZEL

Öğrenci No : 1178106107

E-posta : kadimyorulmazel@trakya.edu.tr

Telefon : (+90) 539 979 04 69

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Yüksek Lisans	Mimarlık	Trakya Üniversitesi	2020
Lisans	Mimarlık	Haliç Üniversitesi / Burslu	2015
Lise	Sayısal	Sarıkaya Anadolu Lisesi	2011