KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MİMARLIK ANABİLİM DALI

PARAMETRİK TASARIMLARDA BİÇİM / STRÜKTÜR / MALZEME İLİŞKİSİNİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Emin Utku TAŞDELEN

MART 2024
TRABZON

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MİMARLIK ANABİLİM DALI

PARAMETRİK TASARIMLARDA BİÇİM / STRÜKTÜR / MALZEME İLİŞKİSİNİN İNCELENMESİ

Emin Utku TAŞDELEN

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünce
"YÜKSEK MİMAR"
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 14/02/2024
Tezin Savunma Tarihi : 13/03/2024

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Cengiz TAVŞAN

Trabzon 2024

ÖNSÖZ

“Parametrik Tasarımlarda Biçim / Strüktür / Malzeme İlişkisinin İncelenmesi” başlıklı tez çalışması Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Tez çalışmasının hazırlanmasında yardımlarını esirgemeyen hocam sayın Prof. Dr. Cengiz TAVŞAN’a katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Yaşamım boyunca bana destek olan Annem Songül TAŞDELEN’e her zaman yanımda olan Babam Osman TAŞDELEN’e desteklerini esirgemeyen kardeşim Evanur TAŞDELEN’e ve bu süreçte yanımda olan çalışma arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Emin Utku TAŞDELEN
Trabzon, 2024

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum ‘‘Parametrik Tasarımlarda Biçim / Strüktür / Malzeme İlişkisinin İncelenmesi’’ başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Cengiz TAVŞAN’ın sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 13/03/2024

Emin Utku TAŞDELEN

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ IV
İÇİNDEKİLER V
ÖZET VII
SUMMARY VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ IX
TABLOLAR DİZİNİ XIII
1. GENEL BİLGİLER 1
1.1. Giriş 1
1.1.1. Sorunun Belirlenmesi 2
1.1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı 3
1.2. Parametrik Tasarımlar 5
1.2.1. Parametrik Tasarımın Tarihsel Gelişimi 8
1.2.2. 20. Yüzyıl Öncesi Parametrik Tasarım 8
1.2.3. 20. Yüzyıl Sonrası Parametrik Tasarım 11
1.3. Mimaride Parametrik Tasarım 13
1.4. Mimaride Biçim, Strüktür ve Malzeme 15
1.4.1. Mimaride Biçim 16
1.4.2. Mimaride Strüktür 19
1.4.3. Mimaride Malzeme 26
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR 32
2.1. Araştırma Yöntem ve Teknikleri 32
2.2. Örneklem Grubunun Belirlenmesi ve Seçimi 35
3. BULGULAR 40
3.1. The Gherkin 40
3.2. Guggenheim Bilbao Müzesi 45
3.3. Londra Su Sporları Merkezi 50
3.4. BMW Welt 54
3.5. Mercedes – Benz Müzesi 60
3.6. Kanton Kulesi 65
3.7. Pekin Ulusal Su Sporları Merkezi 70

3.8. Walt Disney Konser Salonu 74
3.9. Philharmonie de Paris 78
3.10. SAHMRI 83
3.11. Al Bahr Kuleleri 87
3.12. 100 11th Avenue Apartmanı 91
3.13. Oodi Helsinki Merkez Kütüphanesi 95
3.14. Dünya Ticaret Merkezi İstasyonu 99
3.15. 2016 Serpentine Pavyonu 103
4. İRDELEME VE TARTIŞMA 107
4.1. Biçim Tasarım Kararlarının İrdelenmesi 107
4.2. Strüktürel Tasarım Kararlarının İrdelenmesi 109
4.3. Malzeme Tasarım Kararlarının İrdelenmesi 110
5. SONUÇLAR 112
6. KAYNAKLAR 118
7. EKLER 126
ÖZGEÇMİŞ

Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

PARAMETRİK TASARIMLARDA BİÇİM / STRÜKTÜR / MALZEME İLİŞKİSİNİN İNCELENMESİ

Emin Utku TAŞDELEN

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Mimarlık Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Cengiz TAVŞAN
2024, 125 Sayfa, 3 Sayfa Ek

İnsanlığın varoluşundan beri yapılar kullanılmış strüktür sistemine, biçimine ve kullanılmış malzemeye göre tasarlanmıştır. Dijital çağın hızlıca gelişmesi yapıların tasarımında yazılım, bilgisayar ve matematik disiplinlerinin kullanılmasının önünü açmıştır. Bu tezin amacı, bilgisayar ve yazılım programlarının mimarlık dalına girmesi ile ortaya çıkan parametrik tasarımların yapının temel elemanlarından olan biçim, strüktür ve malzeme üzerinde yarattığı değişimi ortaya koymaktır. Parametrik tasarımların inşaat sektöründe kullanımı ve etkisini örneklem grubu üzerinde tartışarak, parametrik tasarımların biçim/ strüktür/ malzeme üzerine etkileri ortaya koyulmaktadır.

Çalışmaya parametrik tasarımlar tanımlanarak başlanmış, parametrik tasarımların tarihsel gelişimi incelendikten sonra mimaride biçim, strüktür ve malzeme ilişkisi ortaya koyulmuştur. Tez çalışmasında Genel Bilgiler kısmında tezin amacı ve kapsamı belirlenmiş ve temel bilgiler verilmiştir. Yapılan çalışmalar kısmında örneklem grubu seçilmiş ve bunların analizinde kullanılmış teknikler açıklanmıştır. Bulgular bölümünde ise örneklem grubu analiz edilerek yapı bilgi kartları ortaya çıkarılmıştır. İrdeleme ve Tartışma kısmında temel elemanların tasarım kararlarına etkisi ortaya koyulmuştur. Sonuç bölümünde ise çalışma hakkında değerlendirmeler ve önermeler yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Parametrik tasarım, Mimaride parametrik tasarım, Biçim, Strüktür, Malzeme

Master Thesis

SUMMARY

INVESTIGATION OF FORM / STRUCTURE / MATERIAL RELATIONSHIP IN PARAMETRIC DESIGNS

Emin Utku TAŞDELEN

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Architecture
Supervisor: Prof. Dr. Cengiz TAVŞAN
2024, 125 Pages, 3 Pages Appendix

Since the existence of humanity, structures have been designed according to the structural system, form, and material to be used. The rapid development of the digital age has paved the way for the use of software, computer, and mathematical disciplines in the design of structures. The aim of this thesis is to demonstrate the changes brought about by parametric designs, which emerged with the inclusion of computers and software programs in the field of architecture, on the fundamental elements of the structure, form, and material. The use and impact of parametric designs in the construction sector are discussed based on the sample group, revealing their effects on form/structure/material.

The study started by defining parametric designs and after examining the historical development of parametric designs, form, structure, and material relationship were revealed in the architecture. In the General Information section of the thesis, the purpose and scope of the study are determined, and basic information is provided. In the section on conducted studies, a sample group is selected, and the techniques to be used in their analysis are explained. In the findings section, the sample group was analyzed and the structure information cards were created. In the discussion and evaluation section, the effect of the basic elements on the design decisions has been revealed. In the conclusion section, evaluations and suggestions were made about the study.

Key Words: Parametric Design, Parametric Design in Architecture, Form, Structure, Material

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1. Schumacher'in parametrisizm kullanımı 6
Şekil 2. Parametrelerin değişimi ile tasarımının değişmesi..... 7
Şekil 3. Parametrik tasarımlarının girdi ve çıktı ile oluşum süreci 7
Şekil 4. Romalıların astronomik hizalamalara göre yaptığı yapı, Heidentor 9
Şekil 5. Panteon'un tanrılar alemini ve göksel düzeni temsil eden kubbesi 9
Şekil 6. Kubbe ile kemerler arasındaki geometrik geçiş 10
Şekil 7. La Sagrada Familia'nin parametrik tasarlanan kolon sistemi 10
Şekil 8. Ivan Sutherland ve Sketchpad kullanımı..... 11
Şekil 9. Guggenheim Müzesi'nin CATIA programı üzerinde tasarlanması 12
Şekil 10. Parametrik tasarımının gelişme süreci 13
Şekil 11. Gaudi'nin Sagrada Familia'sında kolonların parametrik modellerle düzenlenmesi..... 14
Şekil 12. Parametrisizimin İstanbul Kartal tasarımında kullanılması 15
Şekil 13. BIG' in parametrik tasarımı kullanışı..... 15
Şekil 14. Biçimi ile simgeselleşmiş Panteon..... 17
Şekil 15. Biçimi ile ikonikleşmiş Sidney Opera Binası 17
Şekil 16. Sullivan'ın tasarladığı Oditoryum binası 18
Şekil 17. Wright'ın doğa ile bir bütün olarak tasarladığı Şelale evi 18
Şekil 18. Dekonstrüktivist mimar Rem Koolhaas tarafından tasarlanan Müzik Evi (Casa da Musica) 19
Şekil 19. İlk taşıyıcı sistem örneklerinden biri: Göbeklitepe'nin taş tapınakları 20
Şekil 20. Yunan mimarisinin önemli eserlerinden olan Parthenon ve onun taşıyıcı sütünları 21
Şekil 21. Panteon'un özel bir taşıyıcı sistem kullanılan kubbesinin kesiti..... 21
Şekil 22. Milano Katedrali 22
Şekil 23. Barok döneminin önemli eserlerinden Versay Sarayı..... 22
Şekil 24. Mimar Sinanın yaptığı Selimiye Caminin sekiz ayağa oturmuş kubbesi..... 23
Şekil 25. Crystal Palace..... 24
Şekil 26. Dünya'nın en yüksek gökdeleni Burj Khalifa..... 25
Şekil 27. Uzay kafes sistem kullanılan Sabiha Gökçen Havaalanı 25
Şekil 28. Çağdaş bir malzeme olan titanyum çinko 26
Şekil 29. Geleneksel bir malzeme olan yığma taş..... 27

Şekil 30. Dış cephesinde alüminyum ve cam malzeme kullanılan Philharmonie de Paris yapısı 28
Şekil 31. Sütun Düzenleri 28
Şekil 32. Kolezyum 29
Şekil 33. Erzurum Çifte Minareli Medrese ve taş, tuğla, çini malzemenin kullanımı 29
Şekil 34. The Iron Bridge 30
Şekil 35. Pekin Ulusal Su Sporları Merkezi'nin ETFE kaplı cephesi 31
Şekil 36. 30 St Mary Axe Kulesi 40
Şekil 37. 30 St Mary Axe Kulesi Zemin Kat Planı 41
Şekil 38. 30 St Mary Axe Kulesi Panel Eskizi 42
Şekil 39. 30 St Mary Axe Kulesi Parametrik Modellenmesi 42
Şekil 40. 30 St Mary Axe Kulesi Aerodinamisi için Simülasyon Örneği 43
Şekil 41. Guggenheim Bilbao Müzesi ve Çevresi ile İlişkisi 45
Şekil 42. Guggenheim Bilbao Müzesi Planı 46
Şekil 43. Guggenheim Bilbao Müzesi Kesitleri 46
Şekil 44. Guggenheim Bilbao Müzesi Yapımı 47
Şekil 45. Guggenheim Bilbao Müzesinin CATIA ile Modellenmesi 48
Şekil 46. Londra Su Sporları Merkezi 50
Şekil 47. Londra Su Sporları Merkezi Zemin Kat Planı 51
Şekil 48. Londra Su Sporları Merkezi Kesiti 51
Şekil 49. Londra Su Sporları Merkezi Çatısının Parametrik Tasarımı 52
Şekil 50. BMW Welt'in Çevre ile İlişkisi 54
Şekil 51. BMW Welt Zemin Kat Planı 55
Şekil 52. BMW Welt Prömiyer Bölümü 55
Şekil 53. BMW Welt Kesiti 57
Şekil 54. BMW Welt Çift Koni Bölümü 57
Şekil 55. BMW Welt Yüzen Çatısının ve Strüktür Sisteminin Modellenmesi 58
Şekil 56. Mercedes – Benz Müzesi Dış Cephesi 60
Şekil 57. Mercedes – Benz Müzesi Sirkülasyon Sistemi 61
Şekil 58. Mercedes – Benz Müzesi Kat Planları 61
Şekil 59. Mercedes – Benz Müzesi Kesiti 62
Şekil 60. Mercedes – Benz Müzesi Araç Koleksiyonu 63
Şekil 61. Mercedes – Benz Müzesi Modellemesi 63
Şekil 62. Kanton Kulesi ve Çevresi ile İlişkisi 65

Şekil 63. Kanton Kulesi Kesiti 66
Şekil 64. Kanton Kulesi Planı 67
Şekil 65. Kanton Kulesi Modellenmesi 68
Şekil 66. Pekin Ulusal Su Sporları Merkezi Çevresi ile İlişkisi 70
Şekil 67. Pekin Ulusal Su Sporları Merkezi Planı 71
Şekil 68. Pekin Ulusal Su Sporları Merkezi Modellenmesi 72
Şekil 69. Walt Disney Konser Salonu Çevresi ile İlişkisi 74
Şekil 70. Walt Disney Konser Salonu Orkestra Seviyesi Planı 75
Şekil 71. Walt Disney Konser Salonu Modellenmesi 76
Şekil 72. Philharmonie de Paris Çevresi ile İlişkisi 78
Şekil 73. Philharmonie de Paris Kesiti 79
Şekil 74. Philharmonie de Paris Senfoni Salonu 80
Şekil 75. Philharmonie de Paris Tekla ve Hergos Üzerinden Modellenmesi 81
Şekil 76. SAHMRI ve Çevresi ile İlişkisi 83
Şekil 77. SAHMRI' nin özel cephe elemanları 84
Şekil 78. SAHMRI kesiti 84
Şekil 79. SAHMRI enerji analizi için modellenmesi 85
Şekil 80. Al Bahr Kuleleri 87
Şekil 81. Al Bahr Kuleleri Planı 88
Şekil 82. Al Bahr Kulelerinin Cephe Modellenmesi 89
Şekil 83. 100 11th Avenue Apartmanı ve Çevresi ile İlişkisi 91
Şekil 84. 100 11th Avenue Apartmanı Kat Planı 92
Şekil 85. 100 11th Avenue Apartmanı İç Mekânı 93
Şekil 86. 100 11th Avenue Apartmanı Cephesinin Eğim Açıları 93
Şekil 87. Oodi Helsinki Merkez Kütüphanesi ve Çevresi ile İlişkisi 95
Şekil 88. Oodi Helsinki Merkez Kütüphanesi Kat Planı 96
Şekil 89. Oodi Helsinki Merkez Kütüphanesi Kesiti 96
Şekil 90. Oodi Helsinki Merkez Kütüphanesi MEP Sistemlerinin Modellenmesi 97
Şekil 91. Dünya Ticaret Merkezi İstasyonu ve Çevresi ile İlişkisi 99
Şekil 92. Dünya Ticaret Merkezi İstasyonu Planı 100
Şekil 93. Dünya Ticaret Merkezi İstasyonu'nun Kanatlarının Parametrik Yazılımlar ile Modellenmesi 101
Şekil 94. Serpentine Pavyonu 103
Şekil 95. Serpentine Pavyonu İç Mekânı 104
Şekil 96. Serpentine Pavyonu' nun BIG Tarafından Modellenmesi 105

Şekil 97. Örneklem Grubu Geometrik Biçimleri 113
Şekil 98. Örneklem Grubu Kullanılan Malzemeler 114
Şekil 99. Örneklem Grubu Kullanılan Strüktür Sistemleri 115
Şekil 100. Parametrik Tasarımların Kullanıldığı Temel Elemanlar 116
Şekil 101. Örneklem Grubu Parametrik Yazılım Çeşitleri 117

TABLOLAR DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1. Geleneksel Tasarım ve Dijital Tasarım Yöntemlerinin Karşılaştırılması 8
Tablo 2. 20. yüzyıl öncesi ve sonrası parametrik tasarım anlayışlarının karşılaştırılması 12
Tablo 3. Araştırma Modeli 34
Tablo 4. Örneklem Grubu 36
Tablo 5. Yapı Bilgi Kartı 37
Tablo 6. Verilerin karşılaştırıldığı analiz tablosu 39
Tablo 7. The Gherkin Yapı Bilgi Kartı 44
Tablo 8. Guggenheim Bilbao Müzesi Yapı Bilgi Kartı 49
Tablo 9. Londra Su Sporları Merkezi Yapı Bilgi Kartı 53
Tablo 10. Bmw Welt Müzesi Yapı Bilgi Kartı 59
Tablo 11. Mercedes – Benz Müzesi Yapı Bilgi Kartı 64
Tablo 12. Kanton Kulesi Yapı Bilgi Kartı 69
Tablo 13. Pekin Ulusal Su Sporları Merkezi Yapı Bilgi Kartı 73
Tablo 14. Walt Disney Konser Salonu Yapı Bilgi Kartı 77
Tablo 15. Philharmonie de Paris Yapı Bilgi Kartı 82
Tablo 16. SAHMRI Yapı Bilgi Kartı 86
Tablo 17. Al Bahr Kuleleri Yapı Bilgi Kartı 90
Tablo 18. 100 11th Avenue Apartmanı Yapı Bilgi Kartı 94
Tablo 19. Oodi Helsinki Merkez Kütüphanesi Yapı Bilgi Kartı 98
Tablo 20. Dünya Ticaret Merkezi İstasyonu Yapı Bilgi Kartı 102
Tablo 21. 2016 Serpentine Pavyonu Yapı Bilgi Kartı 106

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Tarih boyunca yapılar insanların ihtiyaçları doğrultusunda tasarlanmış ve inşa edilmiştir. Mimarlık disiplini ise insanlarının bu ihtiyaçlarını karşılamak için çalışmalar yapmış ve ortaya koyduğu bu yapılarda temel elemanlar olarak biçim, strüktür ve malzemenin kullanımına dikkat etmiştir. Bu temel elemanlarının kullanımları tarih boyunca gelişmekle beraber sayısal tasarımlar ile dijitalleşen dünyaya ayak uydurmaya başlamıştır.

Parametrik tasarımların mimarlığa girişi de 20. yüzyıl sonlarına kadar yavaş bir şekilde gerçekleşmiştir. Bunun en büyük sebebi isegeleneksel sistemlere duyulan güvendir. Bu tarihlerden önce Katalan mimar Antoni Gaudi'nin yaptığı matematiksel çalışmalar öncü sayılabilir. 20. yüzyıl sonlarında ise bilgisayar programları ortaya çıkmaya ve kullanılmaya başlanmıştır. 21. yüzyıl ve günümüz mimarlığında ise artık yazılım ve bilgisayar önemli bir araç olarak kullanılmaktadır. Bilgisayar üzerinden çizim ve modelleme gibi çalışmaları yapan geleneksel programlara ek olarak özellikle 21. yüzyılda mimarlık için önemli bir yer tutmaya başlayan kodlama veya formül temelli programlar ile mimarlığa algoritmik bir bakış açısı ve esneklik kazandırılmıştır. Bu programların gelişmesi ile mimarlıkta parametrik yazılım programları sıkça kullanılmaya başlanmıştır.

Bu dijitalleşmenin yapılarda kullanılmasını ise özellikle 1990 yılından sonra Zaha Hadid, Frank Gehry, Coop Himmelb(l)au gibi mimarların dekonstrüktivist manifestoyu ortaya koyması ile artarak devam etmiştir. Dekonstrüktivist tasarım anlayışına sahip mimarların tasarladıkları biçimleri analiz edebilmeleri ve üretim aşamasına geçirebilmeleri için parametrik tasarım kullanmışlardır. Parametrik tasarımlar sağladığı bu kolaylıklar ile dekonstrüktivizm başta olmak üzere birçok mimari akıma önemli katkıda bulunmuştur.

Parametrik tasarım en basit tanımıyla belirlenmiş parametreler sonucu oluşan tasarımlardır. Parametrik tasarımlarda değiştirilen parametreler sonucunda mimarın zihnindeki tasarımı, çizim ve uygulamaya çok daha kolay ve doğru bir şekilde aktarabilme olanağı sağlamıştır. Bu sayede mimari literatür için önemli yapılar ortaya çıkarılmıştır. Bu yapıların biçim, strüktür, malzeme vb. özelliklerinde parametrelerin değişmesi ile farklı tasarımlar ortaya çıkmıştır.

Günümüzde ise mimarlık ofisleri başta olmak üzere, mekanik ve strüktürel sistemlerin üretimi için de sayısal tasarımlar fazlaca kullanılmaktadır. Önemli eserler vermiş Frank Gehry, Zaha Hadid, Norman Foster gibi mimarlarının eserlerinin çoğunda parametrik yazılımların kullanımına rastlamak mümkündür. Zaha Hadid'in Haydar Aliyev Kültür Merkezi ve Frank Gehry'nin Walt Disney Konser Salonu bunlara örnek olarak gösterilebilir.

1.1.1. Sorunun Belirlenmesi

Geçmişten günümüze mimarlar insanın yaşam kalitesini ve yapıların estetik algısını arttırmaya çalışmıştır. Tasarımcıların fikir dünyalarında ortaya çıkardıkları tasarımları sahada uygulanabilir hale getirmekte zorlanmaları sebebiyle çoğu zaman bu tasarımlar yapılamamıştır. Parametrik tasarımların kullanılmaya başlaması ile tasarım standartlarını yükseltmek için ciddi adımlar atılmıştır.

Tez çalışmasında parametrik yazılımlar kullanılarak tasarlamış yapıların mimarin temel elemanları olan ilişkisi sorun olarak belirlenmiştir. Parametrik tasarımlarda biçim, strüktür ve malzeme ilişkisindeki kurgu daha net ortaya koyulmuştur.

Bu çalışmada parametrik tasarımların yapının temel elemanlarından olan biçim, strüktür ve malzeme ile olan ilişkisi için analizler yapılmıştır ve tasarıma uygunluğunu tasarımcının gözleri önüne serilmiştir.

Problemlere bağlı olarak tez çalışmasının devamında ele alınan konular temel olarak aşağıdaki gibidir:

1. Parametrik tasarım ve tarihsel gelişimi incelenmiştir,
2. Mimaride biçim, strüktür ve malzeme incelenmiştir,
3. Bu veriler ışığında örneklem grubundaki yapılar üzerinden tablolar oluşturularak parametrik tasarımlarda biçim, strüktür ve malzeme ilişkisinin incelenmiştir,
4. Bulgulardaki sonuçlara göre irdeleme çalışması yapılmıştır,
5. Örneklem grubundaki veriler ışığında çalışmanın sonucunun ortaya koyulmuştur.

Bu çalışma da beş adım doğrultusunda parametrik tasarımlar ve mimarinin temel elemanları arasındaki ilişki incelenmiştir.

1.1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Günümüzde dijital tasarımlar farklı alanlarda çok geniş bir yayılım alanına sahiptir. Endüstriyel tasarımlar ve uçak simülasyonları gibi alanlarda etkisini gösteren dijital tasarımlar, mimarlık içinde de etkisini göstermektedir. Parametrik tasarımlarının kullanımının artmasıyla, parametrik yazılım programları mimarlık alanında sıkça kullanılmaya başlamıştır. Parametrik tasarımların gelişmesiyle biçim, strüktür ve malzeme gibi yapının temel elemanları birbirlerini karşılıklı etkileyerek çağa ayak uydurmuşlardır.

Bu çalışmanın amacı ise; öncelikle parametrik tasarımının dijitalleşme ile tarih boyunca gelişimini incelenmiştir, mimaride uygulama aşamalarını analiz ederek yaptığı katkıyı ortaya koyulmuştur. Tasarımların bağlantılı olduğu biçim, strüktür ve malzemenin mimarideki gelişimini ele alınmış, bunların parametrelerle ilişkisi irdelenmiştir. Yapımı 1990 sonrası olan yapılar seçilmiş, bu yapılar geometrik biçimlerine göre analiz edilmiştir. Parametrik tasarımlar ile biçim, strüktür ve malzemenin ilişkisi incelenmiş, oluşturulan analiz tabloları ile dünyanın farklı konumlarında, farklı özelliklere sahip yapılar üzerinden analizler ortaya koyulmuştur. Bu şekilde sayısal tasarım ile dijitalleşen dünyanın mimari yapılara ve bunların temel elemanlarına nasıl bir etkisi olduğu ortaya çıkarılmıştır. Yapılan araştırmanın cevap bulduğu bazı ana sorular olmuştur:

- 1990 sonrası ikonik yapılarda neden parametrik tasarımlar kullanılmıştır?
- Parametrik tasarımlarda biçim, strüktür ve malzeme nasıl bir araya geliyor?
- Parametrik tasarımlarda biçimi oluşturan faktörler nelerdir?
- Parametrik tasarımlarda hangi malzeme çeşitleri ve strüktür sistemi daha sık kullanılmaktadır ve en uygun sistem hangisidir?

Çalışma sonuçlarının analiz edilebilmesi için yapı özelinde bilgi kartları oluşturulmuştur. Bu bilgi kartları yapının künyesini, biçimini oluşturan faktörleri, strüktür sistemi ve tasarım anlayışını, kullanılan malzeme ve malzeme özelliklerini, geometrik düzenini, parametrik tasarımın kullanıldığı temel elemanları, mimari çizimini ve görsellerini içermektedir. Örneklem grubundaki tüm yapıların bulguları, yapı bilgi kartlarında ortaya koyulduktan sonra karşılaştırmalı tablolar ile bulgular özetlenmiş ve parametrik yazılımlar ile ortaya çıkan yapıların özellikleri karşılaştırılmıştır. Bu şekilde parametrik tasarımlarının yapının biçimi, strüktür sistemi ve malzeme özellikleri üzerinde ortaya çıkardığı değişiklikler ve aralarındaki ilişki ortaya koyulmuştur.

İncelenen yapılar analiz edilerek gelecek için en önemli kavramlardan biri olan sürdürülebilirliğin, parametrik yazılımlar ile gün ışığı, akıllı elemanlar, enerji,su ve mekanik sistemlerin tasarlanması ile nasıl sağlandığı ve gelecekte tasarlann yapılarda tutacağı önemli noktalar irdelenmiştir. Parametrik tasarımların gelecekte sürdürülebilirlik, yapısal problemlere çözüm ve estetik açısından birçok öneri sunabildiğini ele alıp mimari ile ilişkilendirmek önemli bir araştırma olmuştur.

Anlatılan bağlamlar doğrultusunda bir araştırma modeli ortaya koyulmuştur ve beş bölümden oluşmaktadır. Araştırma modeli, araştırma yöntem ve teknikler bölümünde daha detaylı ele alınmıştır.

- 1. Bölümde seçilen konuya ilişkin problemler ortaya koyulmuştur. Çalışmanın amacı ve kapsamı belirlenmiştir. Bununla birlikte konu ile ilgili literatür taraması yapılmıştır. Parametrik tasarım ve biçim, strüktür, malzeme ile ilgili araştırmalar yapılmıştır.
- 2. Bölümde veri toplama teknikleri ve örneklem grubu belirlenmiştir. Örneklem grubu üzerinde analiz yapılmasını sağla iki teknik seçilmiştir:

- Yapı bilgi kartları
- Analiz tablosu

- 3. Bölümde örneklem grubu üzerinde yapılan araştırmalar ve analizler ile elde edilen verilerle ortaya çıkan bulgular ele alınmıştır. Örneklem grubunda bulunan on beş adet yapı üzerinden parametrik tasarımlarının biçim, strüktür ve malzeme ile ilişkisi yapı bilgi kartları ile ortaya koyulmuştur.
- 4. Bölümde bulgular bölümünde öğrenilen bilgiler ışığında parametrik yazılımlar ile tasarlanan on beş adet yapının biçim, strüktür ve malzeme tasarım kararları irdelenmiştir.
- 5. Bölümde ise ilk dört adımda elde edilen veriler ile bütünleyici bir sonuç yazılmıştır. Ekler kısmında bulunan karşılaştırmalı analiz tabloları ile yapıların önemli bulguları da toplu olarak görülebilmektedir.

Çalışma kapsamında yapılan literatür taraması ile elde edilen verilerle, parametrik tasarımlar, dekonstriktüvizm, dijital tasarımlar ile ilgili yüzeysel anlatımlar ve sayısal ortamda uygulamalı çalışmalar görülmüştür.

Parametrik tasarımların mimarlık sektöründe kullanıldığı en önemli noktalardan biri, yapı tasarımı ve analiz sürecidir. Bu konu ile ilgili literatürü araştırması yapılmıştır. ÇILTIK A. tarafından 2008 yılında yapılan çalışmada sayısal tasarım kavramlarının mimari tasarıma

etkisi incelenmiştir. YILDIZ Y. tarafından 2019 yılında yapılan çalışmada ise parametrik tasarımların mimari tasarım sürecine etkisi analiz edilmiştir. MALGIT B. tarafından 2020 yılında yapılan çalışmada parametrik tasarım sürecinin yapı analizi üzerindeki etkisi incelenmiştir. BAYKARA M. tarafından 2011 yılında yapılan çalışmada ise parametrik tasarımın mimari tasarım sürecine etkisi uygulamayı olarak model üzerinden analiz edilmiştir.

Biçim, strüktür ve malzeme konusunda yapılan çalışmalar için de literatür araştırması yapılmıştır. TAVŞAN C. tarafından 2000 yılında yapılan çalışmadan biçim elemanı üzerinde bilgiler elde edilmiştir. Yapı bilgi kartları için önemli bir yer tutan geometrik düzen kavramı bu tezden elde edilmiştir. ÇELENK A. tarafından 2020 yılında yapılan çalışma da ise 21. Yüzyıl mimarlığında Biyo-dijital tasarımlar kullanılarak form analiz edilmiştir. SAY N., F. tarafından 1998 yılında yapılan çalışmada çağdaş yapılarda biçim ve strüktür incelenmiştir. YILDIZ Ş. Tarafından 2019 yılında yapılan çalışmada ise dekonstrüktivizm anlayışı özelinde strüktür ve malzeme incelenmiştir.

Literatür üzerinde yapılan araştırma ile elde edilen verilerle, parametrik tasarımların kullanımının mimarinin temel elemanları ile olan ilişkisinin incelenmesi konusunda bir boşluk olduğu fark edilmiştir. Tez çalışması kapsamında literatürde görülen boşluğun doldurulması amaçlanmıştır. Bu çalışmada ise parametrik tasarımlar anlatıldıktan sonra 1990 sonrası tasarlanan yapılardan oluşan örneklem grubu üzerinde parametrik tasarımlar, biçim, malzeme, strüktür incelenmiştir. Bu inceleme ile elde edilen veriler ışığında i parametrik tasarımlarda biçim / strüktür / malzeme ilişkisi ortaya koyulmuştur. Çalışma boyunca, literatürde bulunan bilgilerden anekdotlar verilmiştir ve parametrik tasarımlar konusunda birleştirici bir tez ortaya çıkarılabilmesi hedeflenmiştir.

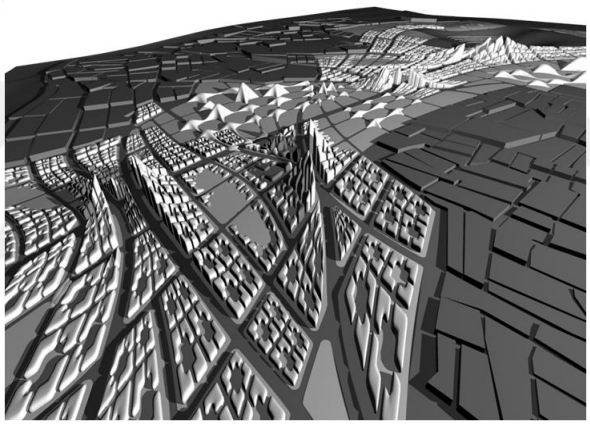
1.2. Parametrik Tasarımlar

Parametrik Tasarım, Türk Dil Kurumu sözlüğünde parametre, cebirde bir denklemin katsayılarına giren değişken nicelik olarak tanımlanmaktadır (Kaçmaz, 2019). Parametrik yazılımlar, tasarımların varyasyonlarını kontrol edilebilmesini, yerel koşullara adaptasyonu konusunda daha hassas olabilmesini ve karmaşık çözümler oluşturulabilmesine olanak sağlamamaktadır (Goldberg, 2006).

Parametrik tasarım ile ilgili Wassim Jabi, Robert Woodbury, Alex Killian, gibi yazarlar çalışmalar yapmıştır. Jabi parametrik tasarım hakkında ‘‘Tasarımcılar çeşitli

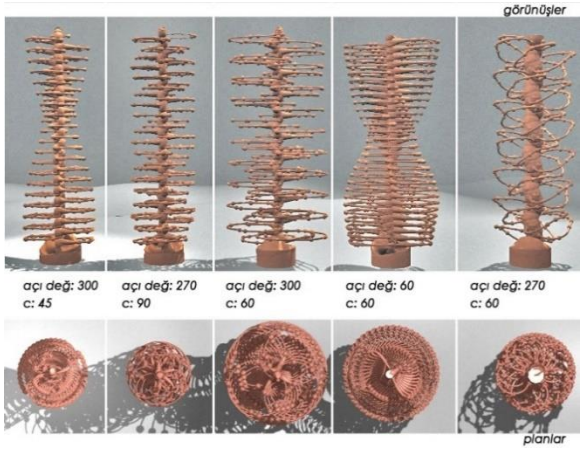
parametreler arasında kurdukları ilişkileri çözümlerken, bu programlar sayesinde modeli güncelleme ve yeni alternatifler sunma imkanına sahip olmaktadır'' şeklinde ifade ederken Woodbury ''karmaşık tasarımları çözmek için parametreler arasındaki ilişkinin kullanıldığı tasarım paradigması'' olarak ifade eder. Killian ise tasarımda doğru çözümler için parametrelerin doğru şekilde belirlenmesi gerektiğini söylemektedir (Şekerci ve Yıldız, 2020).

Parametrik tasarımlar için çağdaş bir tartışma konusu olan parametrisizm kavramı Zaha Hadid Architects' in baş mimarı Patrik Schumacher tarafından ortaya koyulmuştur. Schumacher 2008 yılında yaptığı sunumunda parametrisizmin modernizmden sonra gelen en önemli akım olacağını öne sürmüş ve bu akımın kurallarını açıklamıştır (Oktan, 2015) (Şekil 1).



Şekil 1. Schumacher'in parametrisizm kullanımı (Schumacher, 2009)

Cestel, E., Çağdaş G. (2011) yaptıkları çalışma ile parametreler değiştiği zaman tasarımın da değişeceğini gözler önüne sermektedir (Şekil 3). Çalışmada "c"; ana strüktürün spirallik derecesini, açı ise etmenin birim harekette yapacağı açıyı belirlemektedir (Şekil 2).



Şekil 2. Parametrelerin değişimi ile tasarımının değişmesi (Cestel, E., Çağdaş G., 2011)

Geleneksel tasarım ile parametrik tasarımın da içinde bulunduğu dijital tasarımlar karşılaştırılırsa geleneksel tasarım yöntemlerinde basit bir tasarımın oturtulması daha kolay olabilmekte veya daha kısa sürede oluşturulabilmektedir. Çağın gerektirdiği biçimde kompleks bir model tasarlamakta veya kompleks bir tasarımın üzerinde değişiklik yapılmaya çalışıldığında ise her ürünün değişimi insan eli ile yapıldığı için geleneksel tasarım yöntemlerinin kullanılması daha zor hale gelmektedir. Mimari için dijital tasarımların en önemli özelliklerinden biri ise tasarım için kısıtlama olmamasıdır. Dijital tasarımlar tasarımcının daha fazla düşünme alanına sahip olmasını sağlamakta ve daha geniş bir tasarım havuzu ortaya çıkarıp daha fazla alternatif üretilmesinin yolunu açmaktadır.



Şekil 3. Parametrik tasarımlarının girdi ve çıktı ile oluşum süreci (Baykara, 2011)

Tablo 1. Geleneksel Tasarım ve Dijital Tasarım Yöntemlerinin Karşılaştırılması (Yazar tarafından oluşturulmuştur.)

Geleneksel Tasarım	Dijital Tasarım
Basit tasarım yapmak kolay	Basit tasarım yapmak karmaşık
Model üzerinden değişiklik yapmak zor	Model üzerinden değişiklik yapmak kolay
Biçimlerin iptal edilmesi kolay	Biçimlerin iptal edilmesi zor
Kompleks tasarım yapmak zor	Kompleks tasarım yapmak kolay
Alternatif tasarımlar üretmek zor	Alternatif tasarımlar üretmek kolay
Tasarımcıya esneklik sağlamaz	Tasarımcıya esneklik sağlar
Tasarımlarda kısıtlamaya sebep olur	Tasarımlarda kısıtlama olmaz

1.2.1. Parametrik Tasarımın Tarihsel Gelişimi

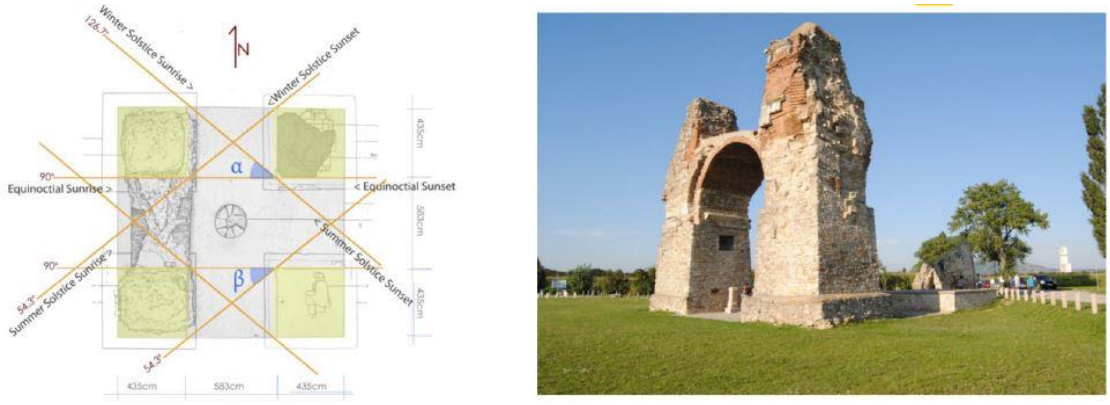
Parametrik tasarımlar günümüzde dijital tasarımlarının bir alt dalı olarak görülmekte olsa da kullanımı parametrelerin değişmesine dayandığı için astroloji, matematik ve geometri ile kullanımı çok daha eskiye dayanmaktadır.

Parametrik tasarımların tarihçesi iki ayrı konu başlığı altında incelenmiştir. Konu başlıklarından birincisi Pers ve Romalılardan başlayıp 20.yüzyıla kadar gelen matematik, geometri ve astroloji ile el hesabı yapılan ve buna göre parametreler koyulan dönem, ikincisi ise parametrelerin artık bilgisayar üzerinden tanımlandığı ve sayısal tasarıma geçip modern çağın dijitalleşmesine ayak uydurduğu 20.yüzyıldan başlayarak günümüze kadar parametrik tasarımlarının kullanımının yaygınlaştığı dönem olarak ayrılmıştır.

- 20. yüzyıl öncesi parametrik tasarımlar
- 20. yüzyıl sonrası parametrik tasarımlar

1.2.2. 20. Yüzyıl Öncesi Parametrik Tasarım

20. yüzyıl öncesi parametrik tasarımlara bakıldığı zaman ilk olarak eski uygarlıkların dini yapılar için astronomik ve geometrik verilerden yararlanarak ortaya çıkardığı basit sistemlerdir.



Şekil 4. Romalıların astronomik hizalamalara göre yaptığı yapı, Heidentor (Assası, 2019)

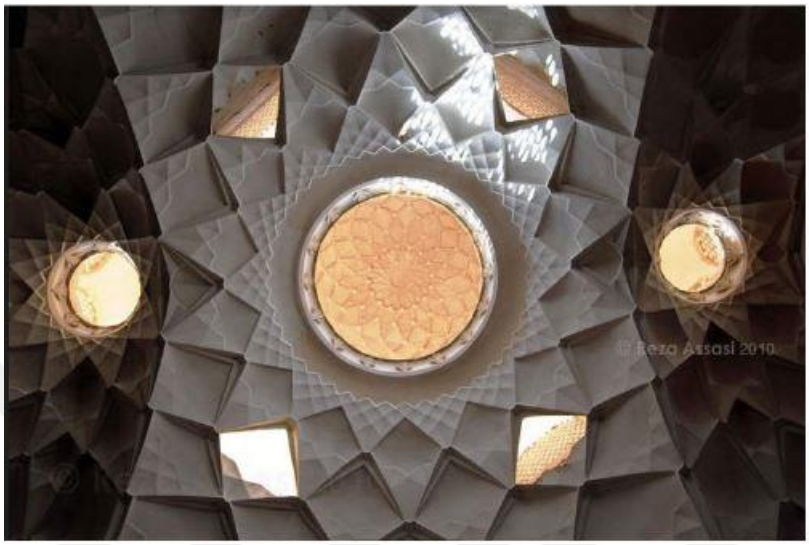
Persler ve Romalılar arasında kubbe inşa etmeye yönelik ilk girişimler ile astrolojiye ve Cennetin kubbesine atıfta bulunulmuştur. Romalılar kubbeler ve gök küresi arasında bir benzetme yapmıştır (Assası,2019) (Şekil 4). Roma'daki Panteon, mimari geometrinin tanrılar alemini ve göksel düzeni nasıl temsil ettiğinin bir örneğidir. Arapların Roma ve Pers imparatorlukları ile yaptığı savaşlar sonucu Arap ve İslam dünyasını da bu sistemleri öğrenmiştir (Assası, 2019) (Şekil 5).



Şekil 5. Panteon'un tanrılar alemini ve göksel düzeni temsil eden kubbesi (URL-5, 2022)

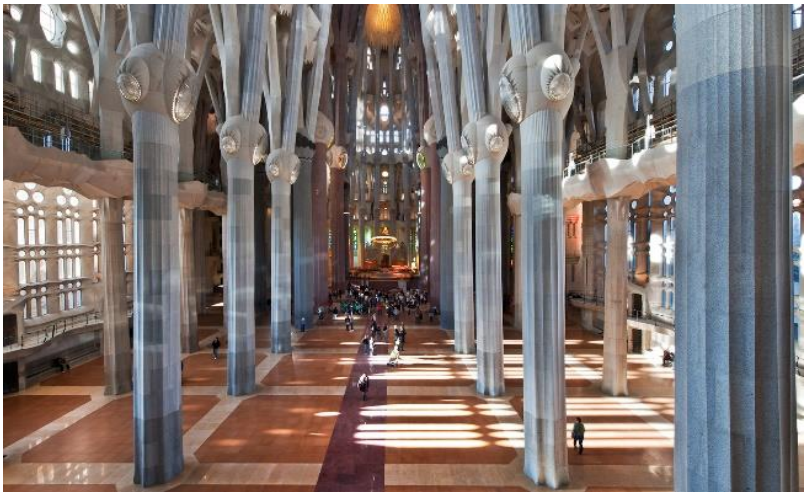
Modern parametrik tasarımlarının temelini algoritmalar oluşturmakta ve bilgisayar sistemleri sıfır ve bir olmak üzere iki değerle çalışmaktadır. Algoritma kavramını Türkçe kaynaklara Harezmi olarak geçmiş bilim insanı Muhammed ibn Musa al-Khwarizmi' nin ortaya koyduğu düşünülmektedir (Özgür, 2021).

İslam dininin öğeleri somut olarak temsil edilmesini yasakladığı için önemli öğelerin soyut bir geometri ile anlatılması gerekmiştir. Bu dönemde İslam mimarisinde soyutlanarak yapılan yapılarda kullanılan sistemler, günümüzdeki algoritmik sanata benzetilebilir (Şekil 6).



Şekil 6. Kubbe ile kemerler arasındaki geometrik geçiş (Assası, 2019)

La Sagrada Familia Bazilikasının tamamlanmasını sürecinde görevli olan Mark Burry' nin yaptığı analiz çalışmaları sonucunda Katalan mimar Antoni Gaudi' nin yaptığı çalışmalarının parametrik olduğunu ortaya koyulmuştur (Frazer,2016) (Şekil 7).



Şekil 7. La Sagrada Familia'nin parametrik tasarlanan kolon sistemi (URL-6, 2022)

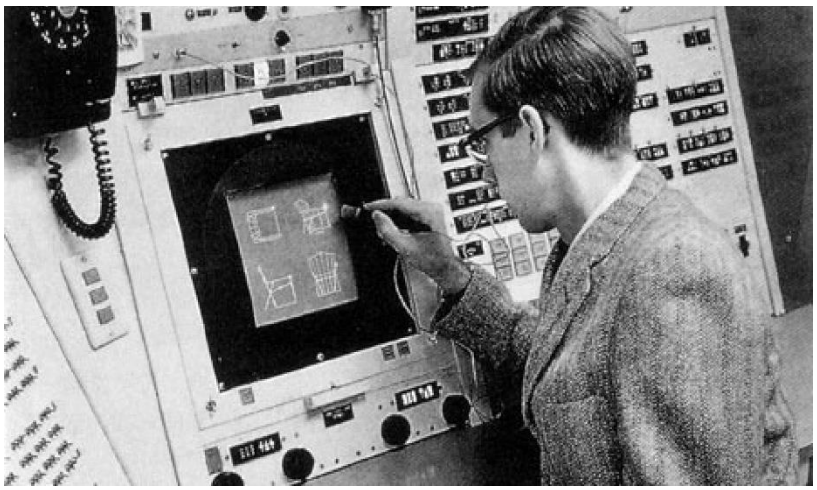
1.2.3. 20. Yüzyıl Sonrası Parametrik Tasarım

20. yüzyıl sonrası parametrik tasarımlar bilgisayar sektörü ile iç içe bir şekilde çalışmakta olup bu sistemlerin araştırılması ve günümüzdeki hali ile kullanımı 19.yüzyılda başlamıştır. Modeller tanımlamak için parametre teriminin kullanımı 19.yüzyılın sonlarına kadar görülmekle birlikte, 1821'de John Leslie, 1837'de James Dana ve 1839 yılında Samuel Earnshaw çalışmalarında bu parametre teriminin kullanımı görülür (Assası, 2019).

20.yüzyıl sonlarında ise İtalyan mimar Luigi Moretti ilk kez mimarlıkla parametrik tasarımların kullanımından bahsetti ve "Architettura Parametrica" adlı çalışmasında parametre, parametrik denklemler ve tasarım arasındaki ilişkiyi açıklamıştır (Şekerci, 2020).

1963 yılında Ivan Sutherland mimari bilgisayar destekli tasarım (CAD) yazılım türünün temel programlarından olan Sketchpad'ı oluşturmuştur ve dijital tasarımının öncülerinden olmuştur (Frazer, 2016) (Şekil 8).

Program özel olarak tasarlanmış kalemi ile bilgisayar monitörüne yapılan çizimleri arayüze aktarır ve bu girdilerin yorumlanması sağlayan bir sisteme sahiptir. Sutherland Sketchpad programında parametrik terimi yerine atomik kısıtlamalar terimini kullanmıştır (Şekerci, 2020).



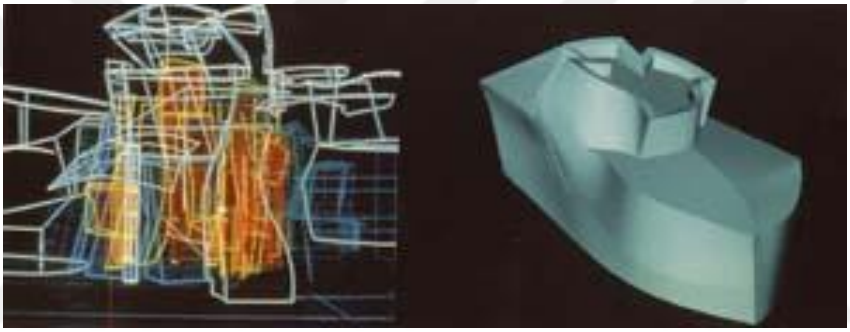
Şekil 8. Ivan Sutherland ve Sketchpad kullanımı (URL-19, 2022)

1982 yılında, günümüzde de mimarların ve mühendislerin en çok kullandığı programlardan biri olan Autocad, ilk çıktığında sadece iki boyutlu bir program olarak

piyasaya sürülmüştür. 1987 yılında basitçe üç boyutlu komutlar eklenmeye başlanmıştır ancak programa 2010 yılına kadar parametrik bir sistem eklenmemiştir.

İlk ticari olarak popüler parametrik mühendislik yazılımı, 1988'de Samuel Geisberg tarafından yaratılan Pro/ENGINEER olmakla birlikte program mühendislik çalışmaları için özellikle tasarlanmış ve modelleme çalışmasında değişiklikleri kolay bir şekilde yapmaya fırsat sunmaktadır (Assası, 2019).

1977 yılında Marcel Dassault tarafından uçak üretimi yapabilmek için tasarlanan CATI adlı program tasarlanmış, 1981 yılında yenilenerek CATIA adını aldıktan sonra otomotiv ve endüstri sektöründe de sıkça kullanılmıştır (Cvetković vd., 2019). CATIA programı mimarlıkta ise Frank Gehry' nin tasarımları için kullanılmıştır (Şekil 9).



Şekil 9. Guggenheim Müzesi'nin CATIA programı üzerinde tasarlanması (URL-7, 2022)

21. yüzyıla gelindiği zaman ise Archicad ve Revit gibi hem iki boyutlu çizimi hem üç boyutlu modelleme çalışmalar yapabilen programlar ortaya çıkmıştır. Günümüzde ise yazılım alanı ve kodlama dilleri ile kompleks olarak çalışan parametrik eklentiler ve programlar ortaya çıkmıştır. Bunlara örnek olarak Rhino Grasshopper 3d verilebilmektedir. Çağdaş olarak CAD programlar Phyton gibi yazılım dillerini aktarılan eklentiler sunmaktadır. 20.yüzyıl sonrası parametrik tasarım programları çok geniş bir kullanım alanına sahip olduğu görülmüştür.

Tablo 2. 20. yüzyıl öncesi ve sonrası parametrik tasarım anlayışlarının karşılaştırılması (Yazar tarafından oluşturulmuştur.)

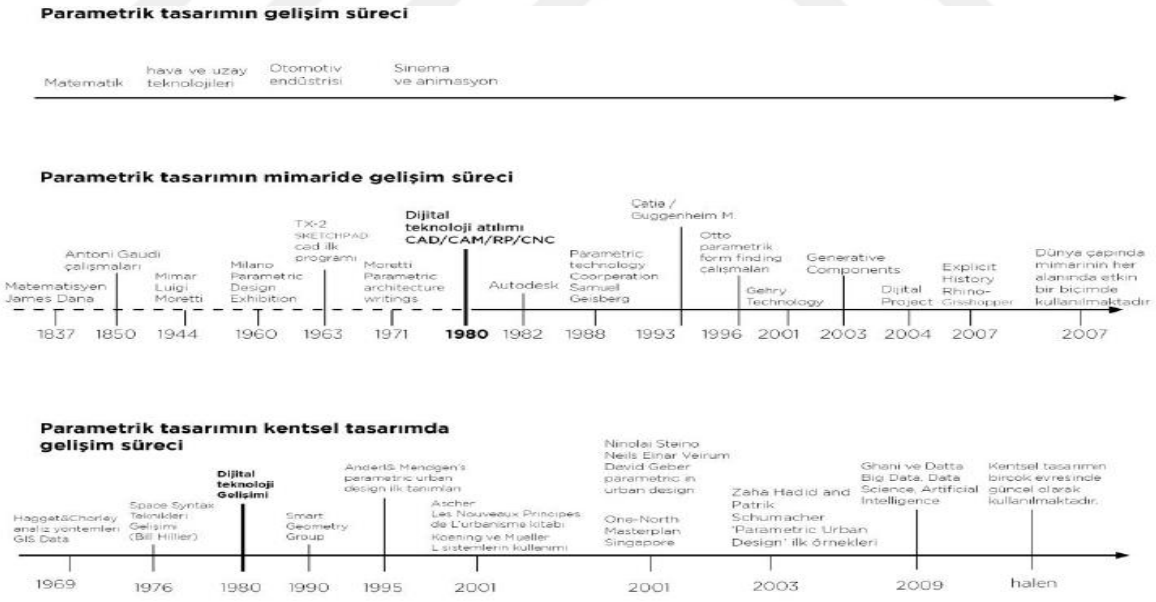
20. yüzyıl öncesi parametrik tasarımlar	20. yüzyıl sonrası parametrik tasarımlar
Geleneksel çizim teknikleri kullanılır	Dijital çizim teknikleri kullanılır
Ortaya çıkmasında dini sebepler etkili	Ortaya çıkışında tasarım esnekliği ve üretim kalitesi ön planda

Tablo 2'nin devamı

20. yüzyıl öncesi parametrik tasarımlar	20. yüzyıl sonrası parametrik tasarımlar
Astroloji ve geometri temelli	Yazılım ve bilgisayar sektörü temelli
Dar bir kullanım alanına sahip	Geniş bir kullanım alanına sahip
Her branş için özel olarak hesaplanması gerekir	Farklı branşların beraber çalışmasını kolaylaştırır
Tasarım uzun bir sürede ortaya çıkar	Tasarım kısa sürede ortaya çıkar
Tasarım ortaya çıkması için çokça çaba gerektirir	Tasarımlarda basit şekilde ortaya çıkabilir

1.3. Mimaride Parametrik Tasarım

Parametrik tasarımlar, tasarım aşamalarında yapının biçimini, strüktür sistemini ve malzeme seçimi için kullanılabilmektedir. Bu şekilde yapısal özelliklerin yanı sıra mimari tasarım sürecinde; rüzgâr şiddeti, deniz tuzluluk oranı, su miktarı, insan akışındaki yoğunluk, güneşlenme süresi gibi çevresel veriler tasarım sürecinde parametreler olarak tanımlanmaktadır (Baykara, 2011).

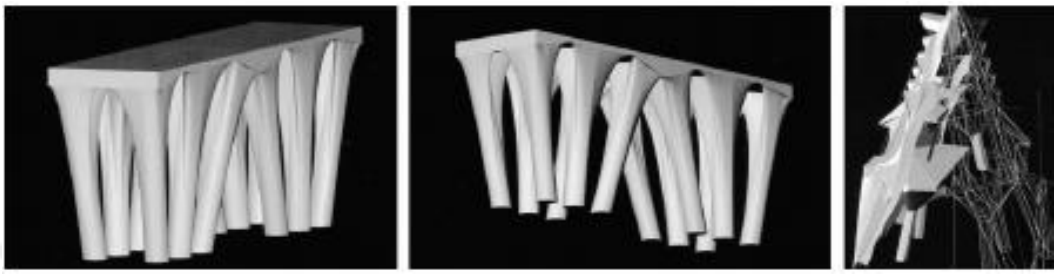


Şekil 10. Parametrik tasarımının gelişme süreci (Gaucher, 2018)

Parametrelerin mimaride kullanımının ilk örneklerinden birinin Katalan mimar Antoni Gaudi'nin tasarladığı La Sagrada Familia olduğu söylenilebilir. La Sagrada Familia'nın yönetici mimari Yeni Zelendalı Mark Cameron Burry, Gaudi'nin karmaşık ve kendine özel

kurduğu matematiksel parametreler ile tasarladığı yapıyı tamamlamak için parametrik yazılımlar kullanmıştır (Frazer, 2016).

Burry, Sagrada Familia Kilisesinin üç kemerli kolonlarını parametrik modelleme teknikleri ile oluşturmuş ve parametre değerlerini değiştirerek birçok türevini elde etmiş, bu sistemi tasarım geliştirme aşamasında kullanmıştır (Akipek ve İnceoğlu, 2007) (Şekil 11).

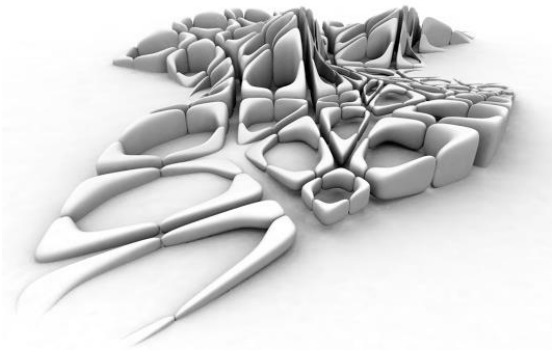


Şekil 11. Gaudi'nin Sagrada Familia'sında kolonların parametrik modellerle düzenlenmesi (Akipek ve İnceoğlu, 2007)

Parametrik tasarımlarının mimariye girmesinin önemli mihenk taşlarından biri ise özellikle 1990 yılından sonra eserler veren dekonstrüktivizm mimari akımının ortaya çıkmasıdır. 1988 tarihinde Phil Johnson ve Mark Wigley tarafından yapılan dekonstrüktivist Mimarlık sergisi ve daha sonra oluşan dekonstrüktivist manifesto ile önemli yapılar ortaya çıkmıştır (Mumcu,1995).Zaha Hadid, Frank Gehry, Coop Himmelb(l)au gibi ünlü mimarlar felsefe ve mimarlığı bu akım ile buluşturarak özel eserler ortaya koymuşlardır.

Patrik Schumacher günümüzdeki karmaşık sisteme ve yazılıma dayandırarak parametrisizim kavramını ortaya çıkarmıştır. Parametrik tasarım, mimarinin her alanında kullanılan bir tasarım biçimi haline gelmiştir. Kentsel tasarımdan, mobilya tasarımına kadar her ölçekte parametrik tasarımın etkileri görülebilmektedir (Oktan,2015).

Schumacher, stilini mimari eserlerin yanında kentsel tasarım çalışmalarında da kullanmaktadır. Bu anlayışın gelecek zaman için sürdürülebilir kentler için önemli bir yapıtaşı olacağı düşünülmektedir (Şekil 12).



Şekil 12. Parametrisizimin İstanbul Kartal tasarımında kullanılması (URL-9, 2022)

Günümüzde Dünyaca ünlü mimarlık firmalarının birçoğu CAD programlarının sınırları içerisinde kalmak istemediği için bünyesinde sadece mimarları değil matematik ve yazılım sektöründen çalışanlar da bulundurmaktadırlar veya bu sektörlerle önemli bağlantılar kurarak tasarımlarını ortaya çıkarmaktadırlar. Bu sistemle çalışan firmalara Zaha Hadid Architects, BIG, Gehry Partners, Foster + Partners firmaları örnek gösterilebilmektedir (Şekil 13).



Şekil 13. BIG' in parametrik tasarımı kullanışı (URL-8, 2022)

1.4. Mimaride Biçim, Strüktür ve Malzeme

Vitruvius kitabında antik çağlarda mimariden bahsetmiş ve yaşam içinde mimarinin önemine açıklık getirmiştir. Vitruvius mimarinin üç temelin öğesini 'uygunluk (utilitas), sağlamlık (firmatias), güzellik (venustas)' olarak ifade etmiştir (Aytem, 2005).

Vitruvius' un uygunluk tanımı; yapının düzenli ve işlevsem bir bölümlenmeye sahip olması, sağlamlık tanımı; yapının temelinin sağlam olması, güzellik tanımı; yapının görünümünün güzel olması ve doğru bir simetriye sahip olmasıdır (Aytem, 2005).

Bu çalışmada irdelenen temel elemanlar, yapıda Vitruvius' un bu tanımlarını sağlayabilmesi için gerekli olan biçim,strüktür ve malzemedir. Çalışmada parametrik tasarımların biçim, strüktür ve malzeme ile ilişkisi incelenmeden önce bu elemanların mimaride gelişimi ve kullanımı biçim, strüktür ve malzeme için ayrı başlıklar altında incelenmiştir.

1.4.1. Mimaride Biçim

Biçim kelimesi bir nesnenin dış çizgileri bakımından niteliğini, dıştan görünüşünü ifade etmektedir. Biçim mimarlığı oluşturan temel öğelerden biri olmakla birlikte oluşturulan eserin farklılaşmasını sağlayan en önemli noktadır. Mimarlıkta ise biçim kavramı Hasol tarafından 'somut sanatlarda belli bir temanın plastik veya grafik açıdan dile getirilişi' şeklinde açıklanırken, Ching (2004)'e göre ise 'sanat ve tasarımda sıklıkla bir eserin biçimsel yapısını (bu yapı tutarlı bir imgeyi üretmek için bir kompozisyonun elemanlarını ve parçalarını oluşturur) koordine etme ve düzenleme tarzıdır' (Yılmaz ve Aydın, 2021).

Biçim mimarlık tarihi boyunca farklı amaçlarla kullanılmıştır. Panteon yapılırken tanrılar alemini ve göksel düzeni anlatılmaya çalışırken daha sonra kusursuzluk ve demokrasinin simgesi olmuştur. (Şekil 14). İslam devletlerinin ortaya çıkardığı eserlerde ise dini düşünce yapısı, dini kavramlar geometrik desenler ile soyutlaştırılmış ve yapılarda soyutlanmış biçimler ortaya çıkmıştır. Modern eserlerden ve Ekspresyonist mimarlık akımı ile tasarlanmış Sidney Opera Binasında ise kent için önemli olan bir özelliği biçimi ile simgeleştirmiştir. (Şekil 15).

Yapılarda biçim incelenirken en önemli konulardan biri de yapının geometrik düzenidir. Tavşan (2000)'e göre geometrik formlar düzenli ve düzensiz olmak üzere ikiye ayrılır. Düzenli formlar birbiri içerisinde tutarlı ve benzer tarzda bir biçimi anlatırken düzensiz formlar ise birbiri ile benzemeyen ve birbiri ile tutarsız bir biçimi anlatır. Düzenli formlar silindir, koni, küp gibi basit biçimleri anlatırken düzensiz formlar ise daha karmaşık biçimleri anlatır.



Şekil 14. Biçimi ile simgeselleşmiş Panteon (URL-21, 2022)



Şekil 15. Biçimi ile ikonikleşmiş Sidney Opera Binası (URL-22, 2022)

20. yüzyılda ortaya çıkan ve Amerikalı mimar Louis Henry Sullivan'a ait bir düşünce olan ‘‘biçim işlevi izler’’ düşüncesi ile endüstriyel hayata uygun tasarımlar yapılmakla birlikte geleneksel tasarımlardan vazgeçilmeye başlanmıştır ve günümüze de büyük etkileri olan modern mimarinin temellerinin atılmasını sağlanmıştır (Aymelek ve Yıldırım, 2015).

Bu metafor ile yapını işlevini yerine getirdiği taktirde biçiminin de güzel olacağı düşünüldüğünü ortaya koyulmuştur (Şekil 16).



Şekil 16. Sullivan’ın tasarladığı Oditoryum binası (URL-23, 2022)

Bu düşünceden sonra Sullivan’dan sevgili üstadı olarak bahseden Frank Lloyd Wright biçim işlevi izler düşüncesini ‘‘biçim ve işlev birdir’’ olarak geliştirmiş ve tasarladığı yapıların biçim, strüktür ve malzeme gibi elemanlarının doğa ile bir bütün olması gerektiğini söylemiştir (US, 2002) (Şekil 17).



Şekil 17. Wright’ın doğa ile bir bütün olarak tasarladığı Şelale evi (URL-24, 2022)

20. yüzyılın sonlarına doğru ortaya çıkan Dekonstrüktivizm terimi, ilk olarak New York Times'da tasarım ve mimarlık üzerine yazılar yazan Joseph Giovanni tarafından ortaya atılmıştır. Bu mimari akıma esin kaynağı; ünlü filozof Jacques Derrida'nın öncülük ettiği edebiyat alanında ortaya çıkan "Dekonstrüksiyon" akımı ve Rus konstrüktivizmidir (Mumcu 1995).

Dekonstrüktivizm akımının mimarları yapı estetiğinin strüktür sistemi ile başladığını kabul eder ve Sullivan ve Wrigh'ın fikirlerinin tam tersini yani yapıda işlevin biçimi takip ettiğini söylerler. Biçimsel özellikleri ile beraber çağdaş bir akım olmakla birlikte günümüzde yapılarının biçimleri ile ön plana çıkan Frank Gehry, Zaha Hadid, Rem Koolhaas, Coop Himmelb(l)au gibi mimarlık firmaları bu akımla özdeşleşmiştir (Şekil 18).



Şekil 18. Dekonstrüktivist mimar Rem Koolhaas tarafından tasarlanan Müzik Evi (Casa da Musica) (URL-26, 2022)

1.4.2. Mimaride Strüktür

Strüktür, yapının iskeletini oluşturan taşıyıcı sisteminin ve taşıyıcı elemanların genel adıdır. Strüktür, insanlığın varoluşuyla ortaya çıkıp, evrimiyle de gelişmiştir (Kavurmacıoğlu ve Arıdağ, 2013). Mimaride ise strüktür yapı birimlerinin bir araya gelmesiyle oluşan sistemler bütünüdür.

Vitruvius'un mimarlıkta olması gerektiğini söylediği elemanlardan birisi olan sağlamlık, yapının strüktürel sistemi sayesinde sağlanmaktadır. Yapıların her şeyden önce dayanıklı olması ve dış çevreden gelecek olan ağırlıklara karşı ayakta kalması gerekmektedir. Bir yapının ayakta kalmasını sağlayan en önemli öğe strüktürü olup yapı üzerine gelen tüm ağırlıkları düşey ve yanal karşılamak zorundadır (Yıldız, 2019).

Strüktür insanlığın barınma ihtiyacı ile barınaklarının ortaya çıkması ile zorunlu hale gelmiştir. Barınak inşa etmek için taşıyıcı sistem oluşturmak gerektiği için bununla birlikte strüktürde ortaya çıkmış oldu (Say, 1998). Taşıyıcı sistemler ilk zamanlarda insanların

içgüdüleri ve yaşadıkları çevreden yaptıkları esinlenmelerle ortaya çıkmış ve zaman ilerledikçe gelişmiştir (Şekil 19).



Şekil 19. İlk taşıyıcı sistem örneklerinden biri: Göbeklitepe'nin taş tapınakları (URL-27, 2022)

Endüstri devriminden sonra ortaya çıkan yeni yapı malzemeleri ile yeni strüktür sistemleri ortaya çıkmış ve mimarların biçim anlayışında farklılıklara gidebilmesine neden olmuştur. Sistemlerin gelişmesi mimarların daha kolay ve fonksiyonel çözümler üretebilmesini ve esnek tasarımlar yapabilmesini sağlamıştır. Bu sebeple strüktür sistemleri endüstri devriminden önce strüktür sistemleri ve endüstri devriminden sonra strüktür sistemleri olarak ayrılabilir.

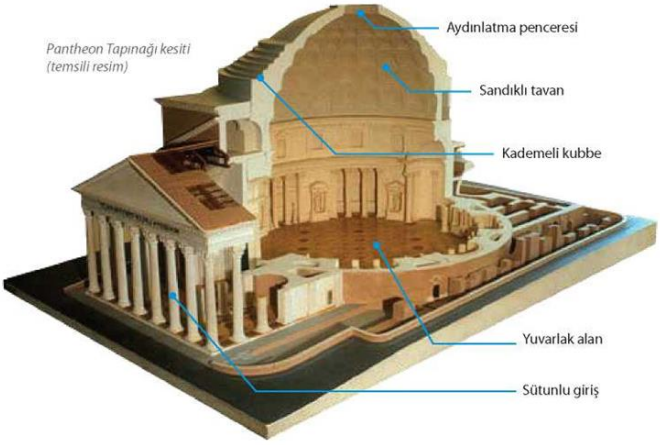
Endüstri devriminden önce olan dönem mağara, ağaç kavuğu gibi basit alanlarda ateş yakarak barınma ihtiyacının giderilmesinden başlayarak, çeliğin ve modern betonun sistemler içine dahil olması sürecine kadar devam etmektedir.

Oyulmuş sistemlerle başlayan taşıyıcı sistemler milletlerin yaşadığı çevreye göre değişmiştir, Yunan mimarlığında yapılar 'Dor' ve 'İyon' denilen iki ana düzen ile tasarlanmış, daha sonra iyon düzeninin çeşitlenmesi olan 'Korint' kullanılmaya başlanmıştır. (Say, 1998) (Şekil 20).



Şekil 20. Yunan mimarisinin önemli eserlerinden olan Parthenon ve onun taşıyıcı sütünları (URL-30, 2022)

Romalılar ise bu sistemlere ek olarak günümüze kadar uzanan taşıyıcı sistemlerden olan kemer, kubbe ve tonozları kullanmış taşıyıcılık seviyesini arttırmak amacıyla içinde volkanik malzemeler bulunan özel beton üretmişlerdir (Say,1998). Romalılar bu taşıyıcı sistemler ile ikonik dini yapılar ortaya çıkarmışlardır (Şekil 21).



Şekil 21. Panteon'un özel bir taşıyıcı sistem kullanılan kubbesinin kesiti (URL-31, 2022)

1300'lü yıllarda başlayan gotik sanat akımında Hristiyan dininin insanlar üzerindeki güçlü etkisi yapılara da yansımış, ihtişamlı ve sonsuzluğu tanımlayan yapılar yapılmıştır. Taşıyıcı sistemlerde önceden kullanılan yuvarlak kemer veya tonoz uygulamasının yerini sivri kemer ve tonozlar, uçan payandalar almıştır ve daha çok katedraller yapılarında

kullanılmıştır (Say, 1998). Gotik mimarinin bu ihtişamlı yapılarına Dünyanın en büyük kiliselerinden olan Milano Katedrali örnek olarak verilebilir (Şekil 22).



Şekil 22. Milano Katedrali (URL-32, 2022)

Gotik mimarinin yapı anlayışına tamamen karşı çıkan rönesans sanat anlayışı gotik yapılarda bulunan ihtişamı ve simetrik olmayan biçimlerin kullanımı azaltılmış ve bu dönemde daha çok simetrik çözümler ortaya çıkmış ve formda çıkıntılardan uzak durulmuştur bu da taşıyıcı sistemler için de düz ve simetrik sistemler ortaya çıkmasını sağlamıştır (Say,1998) Rönesans döneminden sonra ortaya çıkan Barok sanatı, Rönesans döneminin tasarım anlayışının aksine formların sürekli değiştiği ve asimetrik bir yapıya sahip olan sistemlere bırakmıştır (Şekil 23).



Şekil 23. Barok döneminin önemli eserlerinden Versay Sarayı (URL-33, 2022)

Endüstri devrimi öncesinde Türk mimarisine baktığımız zaman Anadolu Selçuklu mimarisinde sistemlerde taş malzeme kullanılmıştır. Büyük açıklıklar geçmek için kubbe sistemleri gelişmiştir. Taşıyıcı sistemlere Türk üçgeni kavramını Selçuklular kazandırmıştır. Kubbe kullanımını çok ustaca yapmışlar ve geniş açıklıklara sahip kubbeler kullanılmışlardır (Şekil 24).



Şekil 24. Mimar Sinanın yaptığı Selimiye Caminin sekiz ayağa oturmuş kubbesi (URL-34, 2022)

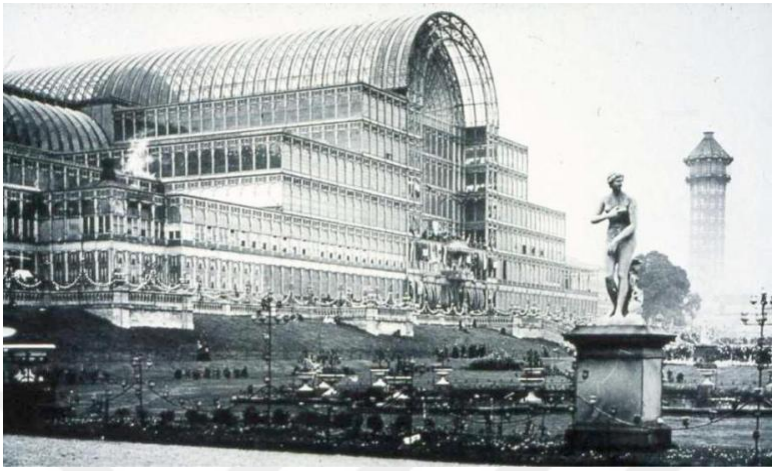
Say (1998) çalışmasında Endüstri devrimi öncesi strüktürel sistemleri dörde ayırmıştır:

- Spontane Sistemler (oyulmuş- çatılmış-yığma ve karma sistemler)
- Lentolu Sistemler (Mısır ve Yunan Mimarisi)
- Kemer – Tonoz – Kubbe Sistemler (Roma, Osmanlı- Selçuklu, Rönesans Mimarisi)
- İskelet Sistemler (Gotik Mimari)

Endüstri devrimi sonrası çelik ve beton malzemenin taşıyıcı sistemlerde kullanılması daha büyük açıklıkların geçilmesine, daha yüksek yapıların ve daha geniş yolların tasarlanmasına olanak sağlamıştır. Demir ve betonun beraber yapılarda kullanılması basınç ve çekme kuvvetine dayanıklı yapılar ortaya çıkmıştır. Strüktür sistemi olarak iskelet sistemin ortaya çıkması ile duvarların taşıyıcı olmasına gerek kalmamış bu da daha hafif yapıların ortaya çıkmasını sağlamıştır. Yığma yapılara göre taşıyıcı sistemin daha az yer kaplaması özellikle iç mekânda fonksiyonel alanlar oluşmasına olanak vermiştir.

1851 yılında dökme demirin inşaat sektöründe kullanılması ile ilgili önemli adımlardan biri atılmıştır. Londra'da yapılan Crystal Palace yapısı bu yeni anlayışın bir

ürünüdür, modüler demir iskelet sisteme sahip yapı mimarlıkta prefabrikasyonun sınırlarını genişletmiş ve sadece 27 haftada tamamlanmıştır (Paşaoğlu, 2016) (Şekil 25).



Şekil 25. Crystal Palace (URL-35, 2022)

Endüstri Devrimi ile yüksek mukavemetli çelik ve betonun sağladığı olanaklar, cephede taşıyıcı elamanların açıkça gösterilmesi ve yapım sistemlerinin gelişmesi, daha geniş ve yüksek açıklıkların ortaya çıkmasını sağlamıştır (Çalık, 2003).

Çelik çerçevelerle daha büyük açıklıkların aşılması sağlanmış ve giderek daha hafif olan çelik karkas binaların inşasına gidilmiştir, çelik malzemede Perçinin yerini kaynağa ve yüksek mukavemetli bulona bırakmasına sonucunda birleşim detayları geliştirilmiş, asansörün icadı ile binanın içinde etkin ve giderek hızlı bir düşey ulaşım sağlanmış, yangına karşı korunma sorununun çözümlenmesine çalışılmış ve bilgisayarla hızlı hesap olanaklarının ortaya çıkması ile giderek dünyanın her tarafında işlev ve estetiğe önem veren iddialı yüksek yapılar inşa edilmiştir (Çalık,2003).

Günümüzde artık gökdelenler arasında yükseklik yarışmasına girilmiştir. Örnek olarak Amerika'da Empire State Binası, Çin'de Şangay Kulesi ve Birleşik Arap Emirlikleri'nde Burj Khalifa verilebilir (Şekil 26). Bu yapılarının hepsinin özel mühendislik sistemleri ile tasarlanan ve analiz edilen strüktür sistemleri bulunmaktadır.



Şekil 26. Dünya'nın en yüksek gökdeleni Burj Khalifa (URL-38, 2022)

Beton ve çelik kullanılarak yapılan iskelet sistem vb. yapıların yanında stadyum, havaalanı gibi daha büyük açıklıklarının geçilmesi için çağdaş dönemde farklı sistemler geliştirilmiştir. Say (1998) çalışmasında Çağdaş strüktürel sistemleri beşe ayırmıştır:

- Yüzeysel Strüktürler (düz yüzeysel – katlanmış yüzeysel -eğrilikli yüzeysel kabuk)
- Uzay Kafes Sistemler (düz yüzeysel uzaysal taşıyıcılar – tonozsal uzaysal taşıyıcılar- kubbesel uzaysal taşıyıcılar) (Şekil 27)
- Kablolu Sistemler (tek kablolu sistemler, çift kablolu sistemler, kablo ağı sistemler, radyal kablo ağları)
- Membran Sistemler (homojen membranlar – örgü membranlar)
- Pnömatik Sistemler (tek cidarlı pnömatik sistemler – iki cidarlı pnömatik sistemler).

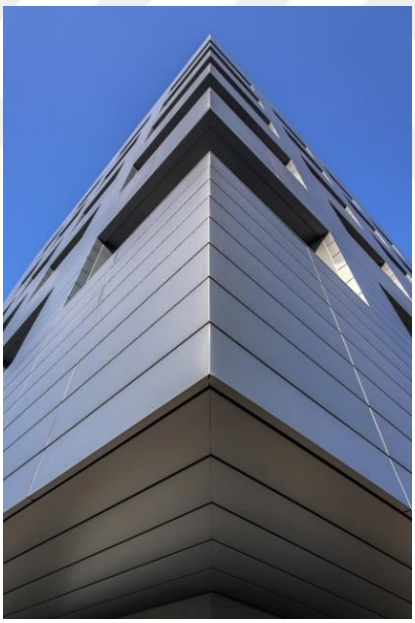


Şekil 27. Uzay kafes sistem kullanılan Sabiha Gökçen Havaalanı (URL-39, 2022)

1.4.3. Mimaride Malzeme

Malzeme tanımı ilk çağlarda insanların doğada bulduğu her şey olarak tanımlanırken günümüzde ise insanların gereksinimlerini karşılamak, belli bir amacı gerçekleştirmek için kullanılan, önişlemlerden geçen veya geçmeyen her maddeye denilmektedir (Çakmak, 2021).

Yapılarda malzeme seçimi ve kullanımı tüm insanlık için önemli bir yer tutarken mimarlar için üzerine araştırma yapılan ve irdelenen bir eleman olmuştur. Barınma ihtiyacı başladığından beri farklı malzemeler kullanılırken, ilk dönemler çevrede bulunan malzemeler toplanıp kullanılmış günümüze yaklaştıkça endüstrileşmenin artması ile malzeme teknolojileri de gelişmiş ve performansına, estetiğine, sağlamlığına göre birçok çağdaş ürün ortaya çıkmıştır (Şekil 28) (Şekil 29).



Şekil 28. Çağdaş bir malzeme olan titanyum çinko (URL-41, 2022)

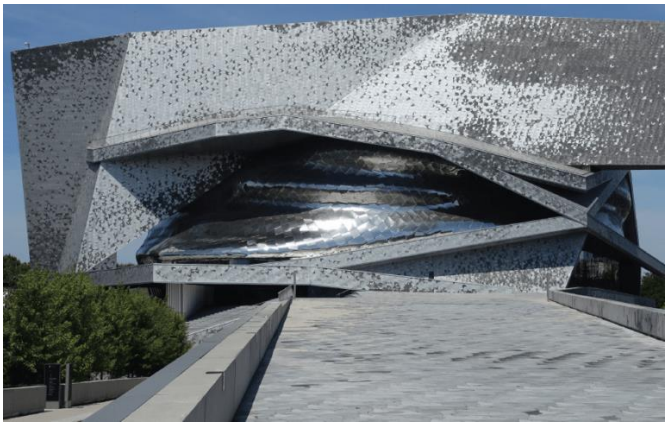


Şekil 29. Geleneksel bir malzeme olan yığma taş (URL-42, 2022)

Malzemenin gelişimi strüktürel sistemlerde olduğu gibi endüstriyel devrim öncesi ve endüstriyel devrim sonrası olarak ikiye ayırarak incelenmiştir. Karadağ (2011) malzeme ile ilgili çalışmasında malzeme yaklaşımlarını endüstri devrimi öncesinde mimarlıkta malzeme yaklaşımları ve endüstri devrimi sonrasında mimarlıkta malzeme yaklaşımları olarak ayırmıştır.

Malzeme teknolojisinin en büyük gelişimi ve değişimi endüstrileşmeyle başlamıştır. 19. yüzyıldan günümüze kadar devam eden bu süreçte ise gelişen teknolojik olanaklar sayesinde doğada olmayan yeni ürünler geliştirilmiştir. Endüstri Devrimi ile birçok yeni malzeme kullanılmaya başlanmıştır. Sonuçta, çelik, alüminyum, cam, plastik gibi malzemeler çağdaşlığın sembolü olmuştur (Yüksel, 2008).

Endüstri Devrimi ile yeni malzemelerin üretimi ve kullanımı artmıştır. Çelik, cam, beton gibi birçok yeni yapı malzemesinin endüstri dönemi ile fiziksel ve kimyasal kapasitesinin gelişimi yapı tasarımını geri dönülmez, köklü bir değişime uğratmıştır (Çakmak,2021). Çağdaş yapılarda bu malzemelerinin yüksek performanslı hallerinin kullanıldığı görülmüştür (Şekil 30).



Şekil 30. Dış cephesinde alüminyum ve cam malzeme kullanılan Philharmonie de Paris yapısı (URL-43, 2022)

Endüstri devrimi öncesinde malzeme seçilirken genelde işlevsel özelliklerine bakılmış, konut yapılarında barınma ihtiyacını karşılamış yerel çevrede üretilen malzemeler kullanılırken, anıtsal veya dini yapılar için özel taşıyıcı sistemlerin kullanılmasını sağlayabilen strüktürel özelliklerine sahip, uzun ömürlü malzemeler seçilmiştir. Endüstri öncesi dönemde taş, ahşap, kerpiç, tuğla ve kiremit, cam ve betonun benzer şekilde kullanıldığı görülmüştür (Çakmak, 2021).

Mezolitik ve neolitik çağlarda önceleri toplama taşlardan yararlanılmış, bunları çamurla bağlayarak duvarlar örülmüştür (Akman,2003). Daha sonraları bu taşlar işlenerek şekillendirilmiş, böylece düzgün ve hatta estetik duvarlar inşa edilmiştir. Antik Yunanlılar ’da ise Taş malzemeler ile yapılar yapılmış ve bunlar 3 adet temel düzen ile inşa edilmiştir. Bu sütun düzenleri ise Dor, İon ve Korint düzenleridir (Şekil 31).



Şekil 31. Sütun Düzenleri (URL-44, 2022)

Romalılar kirecin içine Vezüv volkanı yakınındaki Puzzuoli toprağını katarak bir tür hidrolik bağlayıcı üretmişlerdir, bu bağlayıcı içine kum-çakıl karıştırarak beton elde etmişlerdir (Akman,2003). Böylelikle basınca daha dayanıklı yapılar ortaya koyulmuştur.

Roma mimarisinin önemli örneklerinden biri olan Kolezyum' da kemerler üzerine kurulan bir sistem kullanılırken malzeme olarak kireçtaşı, beton, tuğla ve taş kullanılmıştır (Şekil 32).



Şekil 32. Kolezyum (URL-45, 2022)

Yunan ve Roma mimarisindeki malzeme kullanımından ayrı olarak çini kaplamalar, alçı bezemeler ve mermer süslemeler Selçuklu ve Osmanlı mimarisinde önemli bir yer tutmaktadır (Şekil 33). Osmanlı mimarisinde çatı da kurşun malzeme kullanımını da sıkça görülmektedir.



Şekil 33. Erzurum Çifte Minareli Medrese ve taş, tuğla, çini malzemenin kullanımı (URL-47, 2022)

Endüstri devrimi sonrası döneme baktığımız zaman ise en önemli ayrım modern beton ve dövme demir malzemesinin yapılara girmesi olmuştur. Geniş açıklık geçme sorunları ile çelik ve camın gelişimi ve kullanımı yaygınlaşmış, yeni yapı malzemeleriyle geliştirilen sistemler sayesinde daha yüksek katlı yapıların yapılma olanağı sağlanmıştır. Malzeme bilimini, fizik, kimya bilimlerinin gelişiminin yanında savunma gibi diğer endüstrilerin gelişimi de önemli ölçüde etkilemiştir (Çakmak,2021).

Crystal Palace yapısı sadece cam ve prefabrike demirler ile inşa edilmiştir ve malzeme teknolojisinin gelişim için önemli bir yer tutmuştur. Demir ve çelik malzemesinin ilk kullanımları geçilen açıklığı arttırmak için taşıyıcı sistemler özelinde olmuştur. Demir ve çelik malzemenin değişimi ile mimarlar tarafından dekoratif olarak da kullanılmaya başlamıştır (Şekil 34). 20. yüzyılın önemli bir buluşu polimerlerdir,

Bu polimerler hayatında her alanında bulunduğu gibi malzeme sektörüne de çağdaş bir malzeme olarak giriş yapmışlardır (Akman,2003). Polimer malzemelerin son hali Pekin Ulusal Su Sporları Merkezi'nin cephesindeki ETFE (etilen tetrafluroetilen) kaplamalar irdelenerek görülebilmektedir (Şekil 35).



Şekil 34. The Iron Bridge (URL-49, 2022)

20. yüzyıl ile makineleşmenin de artması malzeme teknolojisinin hızlı bir şekilde gelişmesine sebep olmuştur. Bununla birlikte malzeme çeşitliliği artmış ve mimarlar için çok daha fazla seçenek ortaya çıkmıştır. Dijital tasarım yöntemlerinin mimari ve mühendislik

sektörüne fazlasıyla dahil olması ile farklı biçimlerin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu farklı biçimleri yapım aşamasında doğru bir şekilde ortaya çıkarmak için geleneksel malzemeler dışında özel ve çağdaş malzemeler kullanılmaya başlanmıştır.



Şekil 35. Pekin Ulusal Su Sporları Merkezi'nin ETFE kaplı cephesi (URL-50, 2022)

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Araştırma Yöntem ve Teknikleri

İnsanlar yapı oluşturmaya başladığı günden beri biçim, strüktür ve malzeme elemanları çok önemli olmuştur. Bu elemanlar ilk kullanıldığında günden beri gelişmiş ve özellikle endüstri devrimi ile gelişim hızlanıp çağdaşlaşmışlardır. 20. yüzyıl sonları ile dijital tasarımlarının yapı sektörünün her dalına girmesi bu gelişimin hızlanmasının temel sebeplerinden biridir. Dijital tasarımların yapı sektöründe kullanılan alt dallarından biri olan parametrik tasarımlar, özel biçimlerin, formların, strüktür sistemlerinin ve çağdaş malzemelerin kullanımına olanak sağlamıştır. Bu çalışmada parametrik yazılımlar kullanılarak tasarlanan çağdaş yapıların biçimleri, strüktür sistemleri ve kullanılan malzemeleri incelenmiştir. Bu elemanlar üzerinde parametrik tasarımların etkisi gözlemlenmiştir ve yapılarda biçim, strüktür, malzeme ilişkisi incelenmiştir. Yapılan çalışmalar beş başlık altında incelenmiştir.

1. Bölüm içinde öncelikle çalışmanın sorunu ve amacı belirlenmiştir.

Belirlemeler yapıldıktan sonra çalışmanın temel elemanlarının anlatımına geçilmiş ve parametrik tasarımlar hakkında bilgiler verildikten sonra parametrik tasarımların tarihçesi anlatılmıştır. Bu tasarımlarının mimari sektöründe ve yapılar özelinde nasıl kullanıldığına, tarih boyunca yapılara yaptığı etkilere bakılmıştır. Temel elemanlardan olan biçim, strüktür ve malzemenin de mimari tasarımlarda nasıl kullanıldığına bakılmıştır ve ayrı başlıklar altında bu elemanların tarihçesi ve yapı sektöründeki değişimlerine değinilmiştir. Bazı bölümler de parametrik tasarım ile ilişkilerine ufak girişler yapılmıştır. Bu bölümde bilgiler 4 ana başlık ve bunların alt başlıkları halinde verilmiştir.

2. Bölüm yapılan tüm çalışmanın yönteminin anlatılmasını ve materyal (örneklem) seçimini anlatmıştır. Parametrik tasarıma sahip yapıların neden seçildiğini ve yapıların künyelerinin küçük bir kısmı bu bölümde anlatılmıştır. 3.bölümde yapı detaylı bir şekilde anlatırken kullanılan yapı bilgi kartları da bu bölümde ortaya çıkmıştır.

3. Bölüm elde edeceğimiz bulguların anlatıldığı bölümdür. Parametrik yazılımlar kullanılarak tasarlanan yapıların yapım süreci, özellikleri, yapım teknikleri, strüktür sistemleri ve kullanılan malzemeler ile ilgili elde edilen bulgular ortaya koyulmuştur. Biçimler ise düzensiz veya düzenli geometrik formlara göre ayrılmıştır.

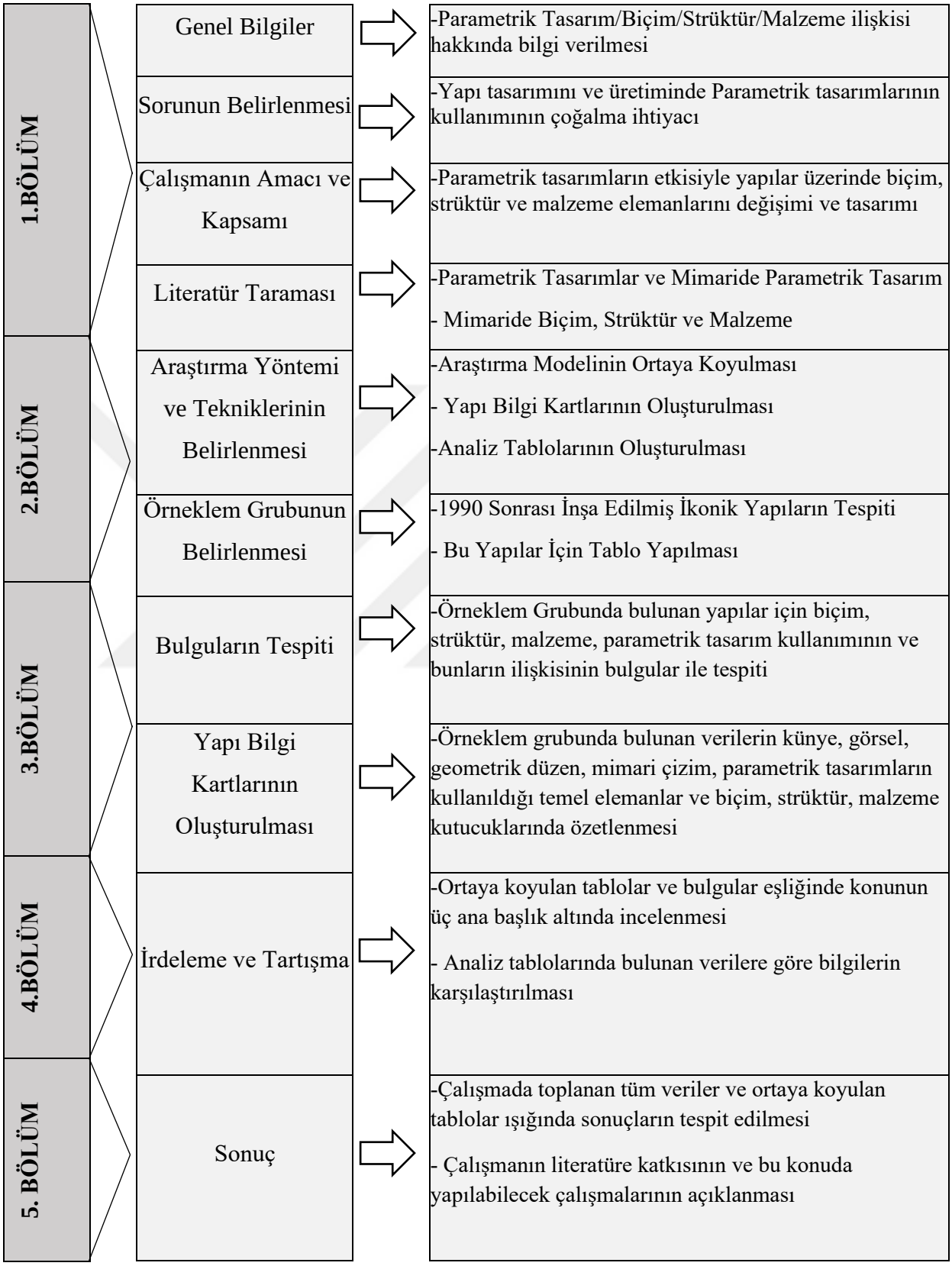
Bu başlıklar üzerinde parametrik tasarımların etkisi anlatılan ve bilgisayar sistemlerinin nasıl kullanıldığına da değinilmiştir. Bu yapılar için de biçim, strüktür ve malzeme ilişkisi incelenmiştir. En son yapı bilgi kartları ile yapının özellikleri ve bulgular ortaya koyulmuştur. Parametrik tasarımlara ve bunların yapısal özelliklere göre incelenmesi sağlamak için oluşturulan yöntem kurgusu temel olarak şu şekilde olmuştur:

- Genel bilgiler ve içerik bilgisi
- Planlar ve kesitler
- Yapı görselleri
- Detay fotoğrafları
- Parametrik tasarım çalışma görselleri
- Yapı Bilgi Kartı

4. bölüm irdeleme bölümü olmuştur. Bu bölümde bulguları bulunan yapıların anlayışları ve biçim, strüktür ve malzeme konusunda sahip olduğu özellikler irdelenmiştir.

5. bölüm sonuç bölümünde ise çalışma ile elde edilen veriler ışığında ve yapılarının özelliklerinin ve bilgi kartının irdelenmesi sonucu yapılan tespitler ortaya koyulmuştur.

Tablo 3. Araştırma Modeli (Yazar tarafından oluşturulmuştur.)



2.2. Örneklem Grubunun Belirlenmesi ve Seçimi

Parametrik tasarımlar, parametrik tasarımın tarihsel gelişimi ve mimaride parametrik tasarım ve mimaride biçim, strüktür ve malzemenin kullanımı ve tarihi önceki bölümlerde incelenmiştir. Çalışma materyali olan yapılar parametrik tasarım temelinde biçim, strüktür, malzeme yani yapısal özellikleri ile ele alınmıştır.

Parametrik tasarımların yapısal özelliklere etkisini ortaya çıkarabilmek için Dünya'da farklı konumlardan farklı mimarlar tarafından tasarlanmış on beş adet farklı yapı incelenmiştir. Bu yapılarının hepsi parametrik tasarım için önemli örnekler olmakla beraber, araştırma için çeşitlilik sağlamaktadırlar.

Bu on beş yapının seçilmesinin en önemli özelliği strüktür sistemi, malzeme, biçim veya sürdürülebilirlik açısından bir yenilik ortaya koyan yapılar olmasıdır. Örneklem grubundaki yapıların büyük çoğunluğu 21.yy'da tasarlanmıştır. Parametrik yazılımlar kullanılarak üretilen yapılar gelişen malzeme teknolojisi ile üretildiği için çağdaş malzemeler kullanılan yapılardır.

Parametrik yazılımlar kullanılarak üretilen yapılar günümüzde sayıca çok fazla olmaması bu yapıların özel hale gelmesini sağlamaktadır. Teknoloji sayesinde bu özel yapılar kendi içlerinde farklı özellikler ortaya koyulmuştur. Bu da çoğu yapının bir farklılık ortaya koyarak inceleme için önemli bir nokta oluşturmaktadır. Bu yapıların her birinin strüktür sistemi, yapı biçimi ve malzeme teknolojisi konusunda en az bir noktada mimariye önemli bir gelişme sunması bu örneklem grubunun temelini oluşturmaktadır.

Örneklem grubu bulgular kısmında önce yapının özellikleri ve bize sundukları hem mimari çizimler hem görseller ile anlatılırken daha sonra tablolar ve bilgi kartları ile bilgilerinin birikimi gösterilmiştir. Bu çalışmalar parametrik yazılımlar kullanılan yapılarının malzeme, strüktür ve biçim konusunda ilişkisini ve ortaya koyduğu gelişiminin en iyi biçimde anlaşılmasını sağlamıştır.

1990 sonrası Dekonstrüktivist manifestonun ortaya çıkması ve parametrik tasarım kullanan önemli eserler yaratılması örneklem seçimini etkilemiştir. Bununla birlikte seçilen tüm yapılar 1990 sonrası ve önemli miktarda Dekonstrüktivizm mimari akımına göre yapılmıştır.

Örneklem grubu seçilirken dikkat edilen önemli bir noktada yapıların kendi içerisinde farklı malzeme, strüktür ve örüntülere sahip olmasıdır. Örneklem grubundaki yapılar 1990

sonrası inşa edilen ikonik yapılardır. İkonik yapıların seçilmesi ile literatürde önemli bir alan için çalışmalar yapılmıştır.

Tablo 4. Örneklem Grubu (Yazar tarafından oluşturulmuştur.)

Yapı Adı	Konumu	Tasarımcısı
The Gherkin	Londra, İngiltere	Norman Foster
Guggenheim Müzesi	Bilbao, İspanya	Frank Gehry
Londra Su Sporları Merkezi	Londra, İngiltere	Zaha Hadid
BMW Welt	Münih, Almanya	Coop Himmelb(l)au
Mercedes – Benz Müzesi	Stuttgart, Almanya	Ben Van Berkel
Kanton Kulesi	Guangzhou, Çin	IBA
Pekin Ulusal Su Sporları Merkezi	Pekin, Çin	PTW Architects
Walt Disney Konser Salonu	Los Angeles, ABD	Frank Gehry
Philharmonie de Paris	Paris, Fransa	Jean Nouvel
SAHMRI	Adelaide, Avustralya	Woods Bagot
Al Bahr Kuleleri	Abu Dabi, BAE	AHR Architects
100 11th Avenue Apartmanı	New York, ABD	Jean Nouvel
Oodi Helsinki Merkez Kütüphanesi	Helsinki, Finlandiya	ALA Architects
Dünya Ticaret Merkezi İstasyonu	New York, ABD	Santiago Calatrava
2016 Serpentine Pavyonu	Londra, İngiltere	BIG

2.3. Yapı Bilgi Kartlarının ve Analiz Tablosunun Oluşturulması

Tablo 5 incelenen yapılarının özelliklerini basit bir şekilde anlatıldığı bilgi kartlarının örnek gösterimidir. Tablo 6 ise tüm yapıların biçim, strüktür ve malzeme konusunda özelliklerini özetleyen ve verilerin karşılaştırmasını olanak sağlayan analiz tablosudur.

Tablo 5. Yapı Bilgi Kartı (Yazar tarafından oluşturulmuştur)

<table>
<tr><td colspan="5">Yapı Bilgi Kartı</td></tr>
<tr><td>Tasarımcı</td><td colspan="2"></td><td colspan="2">Mimari Çizim</td></tr>
<tr><td>Konum</td><td colspan="2"></td><td colspan="2" rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>Yapım Yılı</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Yapı İşlevi</td><td colspan="2" rowspan="2"></td><td colspan="2">Geometrik Düzen</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">Biçimi Oluşturan Faktörler</td><td colspan="2">Yapı Görselleri</td></tr>
<tr><td>Strüktür Sistemi’nin Tasarım Anlayışı</td><td colspan="2"></td><td colspan="2" rowspan="3"></td></tr>
<tr><td>Yapıda Kullanılan Malzeme Özellikleri</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="3">Parametrik Tasarımların Kullanıldığı Temel Elemanlar</td></tr>
<tr><td>Dış Cephe</td><td>Çelik Strüktürel Sistem</td><td>Betonarme Strüktürel Sistem</td><td>Aerodinamik</td><td>HVAC</td></tr>
<tr><td>Biçim</td><td>Akıllı Elemanlar</td><td>Enerji ve Su Sistemleri</td><td>Çatı</td><td>Gün Işığı</td></tr>
</table>

Yapı bilgi kartında ilk olarak örneklem grubundan seçilen yapının künyesine yer verilir. Bu bölüm ile yapının tasarımcısı, konumu, yapım yılı ve işlevi hakkında bilgi sahibi olunur. Bilgi kartının mimari çizim kısmında ise kat planı, vaziyet planı, kesit veya görünüş çizimleri bulunmaktadır.

Geometrik düzen kutucuğunda ise yapı düzenli veya düzensiz geometrilere göre incelenmiştir. Üç ana bilgi kutucuğunda ise yapının biçimi, strüktür sistemi ve kullanılan malzemelerin özellikleri özet bilgiler halinde ele alınmıştır. Bu bilgilerin parametrik tasarımların üzerindeki etkileri de ortaya koyulmuştur. En alt bölümde ise on adet temel eleman parametrik tasarımlarının kullanımına göre sınıflandırılmıştır. Yapıda parametrik tasarımların temel eleman üzerinde etkisi varsa işaretlenmiştir.

Parametrik yazılımların örneklem grubu üzerinde oluşturmuş olduğu etkilerin ifade edilmesi için on adet temel eleman seçilmiştir. Kullanılan parametrik yazılımlar sonucunda elemanlarda değişim varsa işaretlenmiştir. Bu temel elemanlarının analiz tablolarında ele alınış biçimleri aşağıdaki anlamları ile ifade edilmiştir.

- Dış Cephe: Yapının dış konturunda kullanılmış olan malzeme çeşitleri, strüktür sistemleri, otomatik sistemlerde oluşan değişimleri ifade etmektedir.
- Biçim: Yapının dış konturunun farklılaşmasını sağlayan en önemli etkendir. Yapının geometrisinde oluşan değişimi ifade etmektedir.
- Çelik Strüktürel Sistem: Yapının taşıyıcı sistemi içerisinde çelik malzemenin kullanıldığını ve bu sistemin değişimini ifade etmektedir.
- Akıllı Elemanlar: Yapıda kullanılan sistemler içerisinde otonom olarak kontrol edilen elemanları ifade etmektedir.
- Betonarme Strüktürel Sistem: Yapının taşıyıcı sistemi içerisinde betonarme sistemin kullanıldığını ve bu sistemin değişimini ifade etmektedir.
- Enerji ve Su Sistemleri: Yapının sahip olduğu enerji ve su sistemleri için verimlilik ve tasarruf oluşturan özel üretilmiş sistemleri ifade etmektedir.
- Aerodinamik: Özellikle yüksek katlı yapılarda rüzgârın etkisini hesaplamak ve kontrol etmek için yapılmış çalışmaları ifade etmektedir.
- Çatı: Yapının üst kabuğunu oluşturan sistemin biçim, strüktür ve malzeme olarak değişimini ifade etmektedir.
- HVAC: Yapının sahip olduğu tüm mekanik sistemlerin değişimini ifade etmektedir.
- Gün Işığı: Yapının gün ışığını verimli kullanabilmesini ve gün ışığı ile özel sistemler oluşturmasını ifade etmektedir.

Analiz tablosu, tüm çalışmanın özetlendiği bir tablo olarak nitelendirilmişir. Bu tablo tezin ekler kısmında bulunmaktadır. Tablo da öncelikle yapının ismi ve niteliği anlatan görseli bulunmaktadır. Yapı biçimi bölümünde, bulgular kısmında parametrik tasarımlar ve biçim arasındaki ilişkide ortaya koyumuş bilgilerin sadeleştirilmiş hali yer almaktadır. Kullanılan malzemeler bölümünde ise tüm örneklem grubunda kullanılan malzemeler listelenmiştir. Bu malzemeler arasında seçilen yapıda kullanılan malzemeler işaretlenmiştir. Strüktür sistemleri bölümünde ise tüm örneklem grubunda kullanılan strüktür sistemleri listelenmiştir. Bu sistemler arasında seçilen yapıda kullanılan strüktür sistemi işaretlenmiştir. Karşılaştırma bölümünde ise parametrik tasarımlar ile biçim, strüktür ve malzeme arasındaki ilişki ortaya koyulmuştur. Ayrıca karşılaştırma bölümü çalışmanın basit bir özeti niteliğini taşımaktadır.

Tablo 6. Verilerin karşılaştırıldığı analiz tablosu (Yazar tarafından oluşturulmuştur.)

Yapı İsmi	Yapı Görseli	Yapı Biçimi	Yapıda Kullanılan Malzemeler				Yapının Strüktür Sistemleri					Karşılaştırma

3. BULGULAR

3.1. The Gherkin

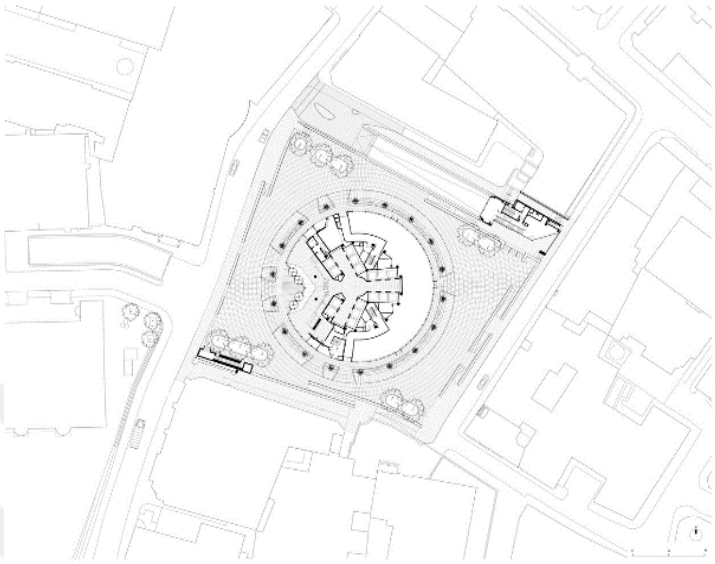
30 St Mary Axe Kulesi (The Gherkin) Londra şehrinin göbeğinde 30 St. Mary Axe'de Norman Foster tarafından 1997 yılında tasarlanan gökdelendir. 1992'de bir IRA bombası tarafından tahrip edilen Baltık Borsası'nın eski yerine inşa edilmiştir. İnşaatına 2001 yılında başlanarak 2004 yılında hizmete açılmıştır. Londra'da ekolojik kriterlerle inşa edilmiş ilk gökdelendir. Foster + Partners kuleyi ''Kule, binanın enerji tüketimini önemli ölçüde azaltmak için doğal aydınlatma ve havalandırma miktarını en üst düzeye çıkaran aerodinamik şekliyle oldukça ilerici bir çevre stratejisini bünyesinde barındırmakta ve kentsel yaşam için cömert bir kamusal plazadır.'' şeklinde anlatmaktadır. 64500 m2'lik alan bulunan kule 180 metre yüksekliğindedir ve 40 kat bulunmaktadır.



Şekil 36. 30 St Mary Axe Kulesi (URL-16, 2022)

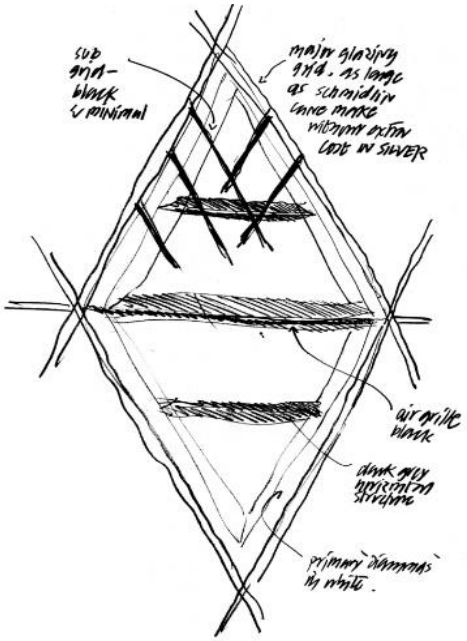
Yapının formuna baktığımız zaman katların çapları Tabanda 49 metre, en geniş kısmında 56,5 metre olurken en üst katta ise 26,5 metreye daralır (Şekil 36). Oval şekil, kat başına ortalama 1.400 metrekarelik bir yüzeye ulaşır, bu da 16. Katta 1.800 metrekareye yükselirken 34.katta 600 metrekareye düşer (URL-15, 2022) (Şekil 37). Yapının bu formu

rüzgârın yapıya yapabileceği etkiyi azaltmaktadır. Bu form iç mekânda kapalı mekanların çok az olmasına olanak vermektedir.



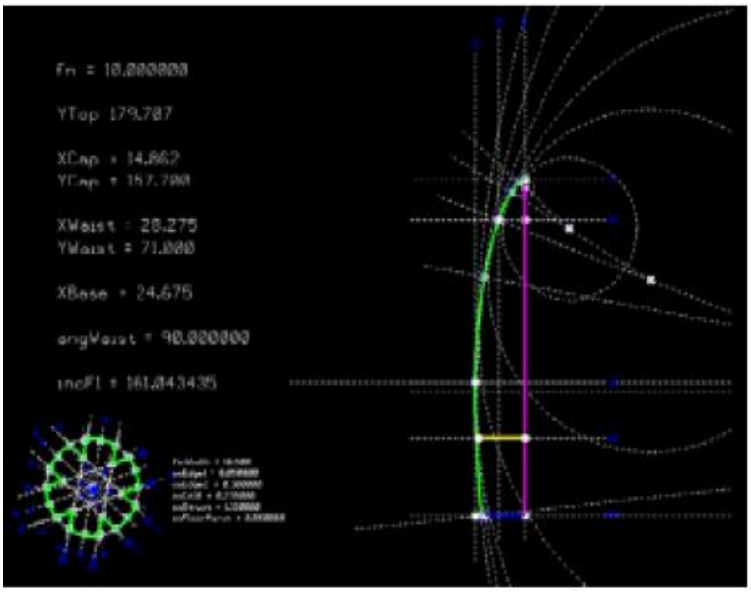
Şekil 37. 30 St Mary Axe Kulesi Zemin Kat Planı (URL-16, 2019)

30 St Mary Axe Kulesi çevreye duyarlı bir yapıdır. Yapının sitesinde binanın yıllık enerji tüketimi için en yüksek değer 25 kWH/m² olarak belirtilmiştir. Bu bina Enerji Kurumunun ofis yapıları için belirlediği yıllık enerji tüketimi değerinin yedide biri olarak karşımıza çıkmaktadır (Öztürk, 2012). Dış kabuk güneş radyasyonunu engelleyen cam türü ile kaplanmıştır. Kule de gün ışığının içeri girmesi için ışık kuyuları tasarlanmıştır. Bu binanın yapay ışık kullanımı azaltmıştır. Ayrıca yapının formu ve ışık kuyuları ile yapıya doğal havalandırma sağlanmış ve klima vb. havalandırma araçlarının kullanımı azaltılarak enerji tüketimi düşürülmüştür.



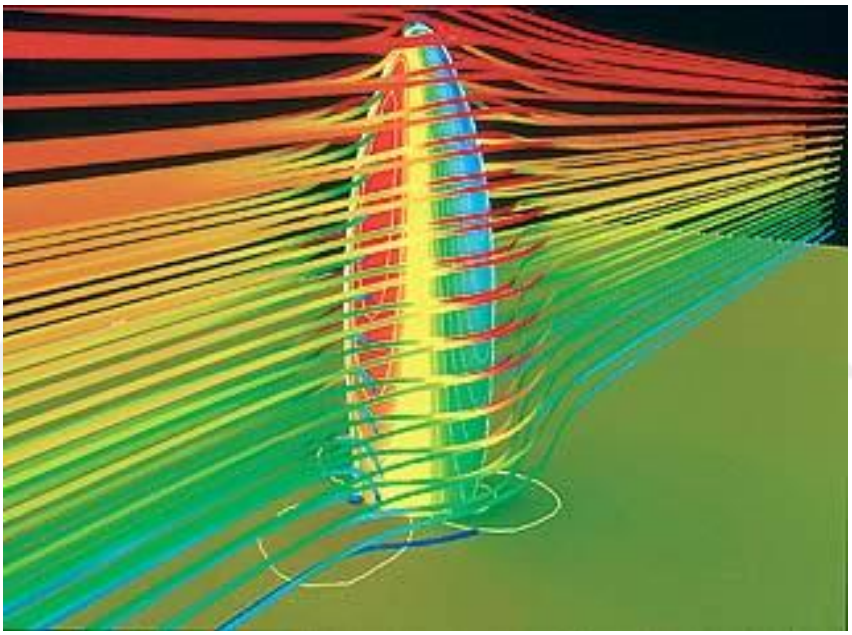
Şekil 38. 30 St Mary Axe Kulesi Panel Eskizi (URL-16, 2022)

Yapının cephesi dışta çift cam ve içte lamine cam olmak üzere üç katmadan oluşmaktadır. Burada kullanılan 24000 metrekare cam, 5500 adet elmas cam panel olarak imal edilmiştir (Şekil 38). Yapımda %29'u diyagonal sistem, %24'ü merkezi kolonlar ve %47'si kirişlere karşılık gelen 10.000 ton çelik kullanılmıştır. Temellerde 750 mm çapında 333 adet kazık bulunmaktadır. (URL-15, 2022).



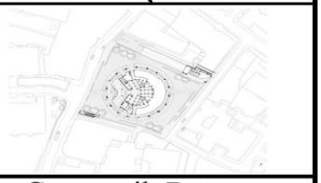
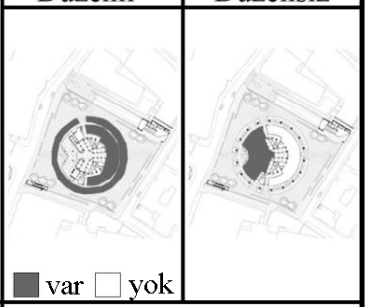
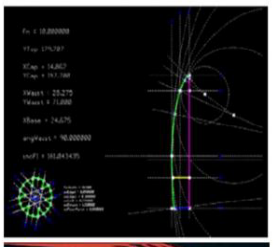
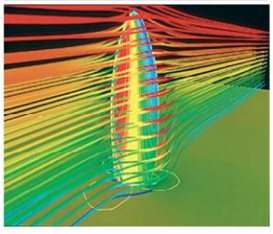
Şekil 39. 30 St Mary Axe Kulesi Parametrik Modellenmesi (Baykara, 2011)

30 St Mary Axe Kulesi tasarlanırken parametrik yazılımlardan faydalanılmıştır. Kulede kullanılan metal yapı elemanları belirli standartları olan bir sistemle birbirine bağlanmıştır fakat elemanlarının boyutları, açıları, yönelimleri ve şekli farklılık göstermektedir (Baykara, 2011) (Şekil 39). Bu tasarımının oluşması ve sayısal çözümlerinin hesaplanabilmesi için dijital temelli programlar kullanılmalıydı. Bu program yapının çam kozalağı veya yumurta kabuğu gibi sarmal sisteminin doğru şekilde tasarlanması için esnek olmalıydı. Yüksek yapının aerodinamiği özel simülasyon programları ile hesaplanmıştır (Şekil 40). Yazılım, matematik, mühendislik ve mimarlık dallarının bir arada çalışması ile doğru bir model oluşturuldu ve bu özel yapı ortaya çıkmıştır.



Şekil 40. 30 St Mary Axe Kulesi Aerodinamisi için Simülasyon Örneği (URL-15, 2017)

Tablo 7. The Gherkin Yapı Bilgi Kartı (Yazar tarafından oluşturulmuştur)

<table>
<tr><td colspan="6">YAPI BİLGİ KARTI</td></tr>
<tr><td>Tasarımcı</td><td colspan="2">Norman Foster</td><td colspan="3" rowspan="4">Mimari Çizim
  </td></tr>
<tr><td>Yapım Yeri</td><td colspan="2">Londra, İngiltere</td></tr>
<tr><td>Yapım Yılı</td><td colspan="2">2001-2004</td></tr>
<tr><td>Yapı İşlevi</td><td colspan="2">Kamusal Plaza</td></tr>
<tr><td>Biçimi Oluşturan Faktörler</td><td colspan="2">Kulenin biçimini oluştururken rüzgâr, yapının enerji tüketimi, doğal havalandırma ve aydınlatma özel olarak dikkate alınmıştır. Yapının çam kozalağına benzer formu aerodinamik olarak rüzgârdan az etkilenmesini sağlamış. Cephede biçimi oluşturan elmas şeklindeki paneller gün ışığını en iyi kullanacak şekilde tasarlanmıştır.</td><td colspan="3">Geometrik Düzen
Düzenli | Düzensiz
 
■ var □ yok</td></tr>
<tr><td>Strüktür Sistemi ve Tasarım Anlayışı</td><td colspan="2">Yapının strüktür sistemi oluşturulurken çam kozalağı biçimi en iyi şekilde ortaya çıkarılmaya çalışılmış. Bunun için birbirinin üzerine geçen diagrid bir çelik taşıyıcı sistem kullanılmış. 10.000 ton çelik kullanılmış. Bu çeliğin %29'u diyagonal çelik sistem, %24'ü merkezi kolonlar ve %47'si kirişler üzerinde kullanılmıştır.</td><td colspan="3" rowspan="2">Yapı Görselleri
 
 
  </td></tr>
<tr><td>Kullanılan Malzemeler ve Malzeme Özellikleri</td><td colspan="2">Dış Cephede paslanmaz çelik ve 5500 adet elmas cam panel kullanılmıştır. Bu paneller üç katmandan oluşuyor ve güneş radyasyonunu engelliyor. Yapının biçimini oluşturan diagrid çelik sistem ise iç mekânda temiz bir görüntü oluşması için kompozit panellerle kaplanmıştır. İç mekânda prekast beton da kullanılmıştır.</td></tr>
<tr><td colspan="6">Parametrik Tasarımların Kullanıldığı Temel Elemanlar</td></tr>
<tr><td>Dış Cephe</td><td>Çelik Strüktürel Sistem</td><td>Betonarme Strüktürel Sistem</td><td>Aerodinamik</td><td colspan="2">HVAC</td></tr>
<tr><td>✓</td><td>✓</td><td></td><td>✓</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>Biçim</td><td>Akıllı Elemanlar</td><td>Enerji ve Su Sistemleri</td><td>Çatı</td><td colspan="2">Gün Işığı</td></tr>
<tr><td>✓</td><td></td><td>✓</td><td></td><td colspan="2"></td></tr>
</table>

3.2. Guggenheim Bilbao Müzesi

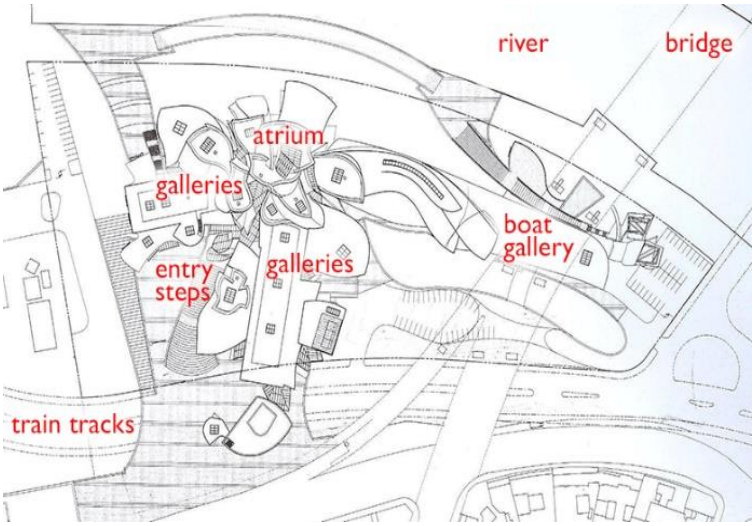
Guggenheim Bilbao Müzesi 1991 yılında Bask hükümetinin Bilbao'nun harap liman bölgesinde yapılan rehabilitasyon projelerinin bir ayağı olarak yapılmıştır. 1991 yılında yapılan yarışma sonucu Gehry'nin projesi seçilir ve Müzenin inşası 1993 yılında başlayıp 1997 yılında sona ermektedir. Müze toplam 32500 metrekarelik bir arsa üzerine inşa edilmişken, yapının alanı ise 24000 metrekaredir. Yapı içinde 9066 metrekare sergi salonlarına ayrılmıştır.

Guggenheim müzesinin konseptine baktığımız zaman binanın tasarım anlayışı Gehry'nin dekonstrüktivist mimari anlayışını desteklemektedir. Bina tasarımındaki formların herhangi bir nedeni yoktur. Müze kabuğunun tamamına bakıldığı zaman Bilbao Limanını ve endüstriyel yaşamını çağrıştırdığı görülmektedir. Kütleler arası bağlantılar cam kabuk ile sağlanmaktadır. Müze kamusal alanları ile şehir ile ilişki kurabilmektedir ve şehirdeki insan trafiğinin önemli bir geçiş noktası halindedir. Müze yapısının boyutu ve seçilen malzemeler ile kentle bütünleştiği görülmektedir. (Şekil 41).



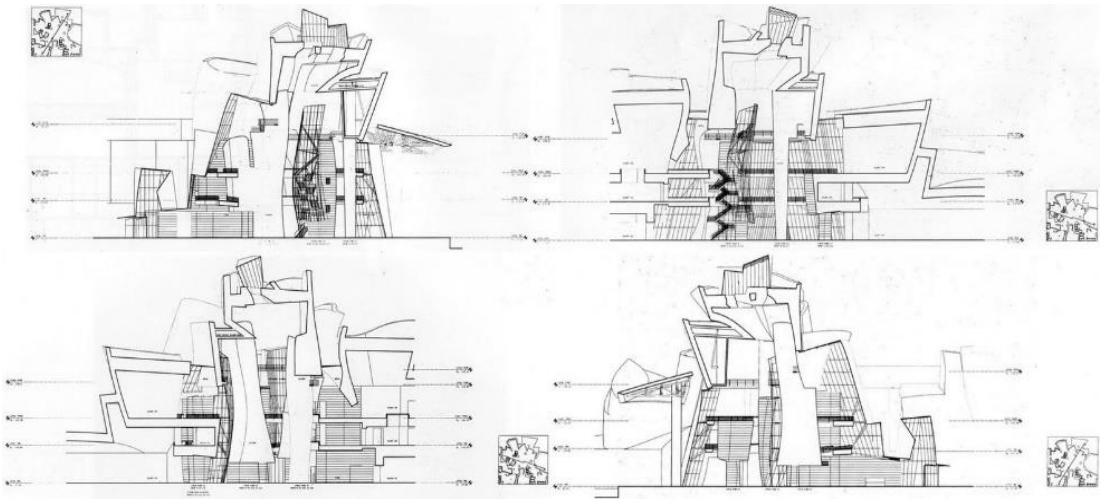
Şekil 41. Guggenheim Bilbao Müzesi ve Çevresi ile İlişkisi (URL-11, 2022)

Taş ve titanyum kaplı yapı formu ve büyük cam duvarlar karşıtlığının yarattığı kaotik görünümün altında, yapı merkezi bir eksen etrafında inşa edilmiştir; 50 metre yüksekliğindeki salon, metal bir kubbe ile tepesinde anıtsal bir boş alan yaratmaktadır.



Şekil 42. Guggenheim Bilbao Müzesi Planı (URL-10, 2016)

Etrafında, üç kata yayılmış 19 galeriyi birbirine bağlayan kavisli köprüler, cam asansörler ve merdiven kuleleri sistemi, klasik dikdörtgen alanı diğer benzersiz formlar ve oranlarla birleştiren, tümü kubbe zirvesi tarafından aydınlatılan bir sistem vardır (URL-12,2022) (Şekil 42). Bu galerinin on tanesi kireçtaşı kaplama ile kaplanmış olup dikey bir planı takip ederken diğer dokuz galeri titanyum kaplama olup dışarından organik formlar ile belli olur.

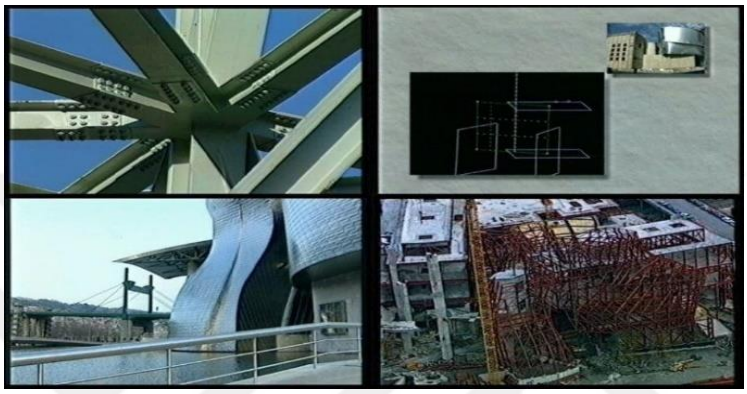


Şekil 43. Guggenheim Bilbao Müzesi Kesitleri (URL-13, 2022)

Doğada malzeme, strüktür ve form olarak gerçekleşen sıralama Gehry'nin mimarlığında form, strüktür ve malzeme olarak ters çevrilmiştir (Akın, 2016). Kireçtaşı,

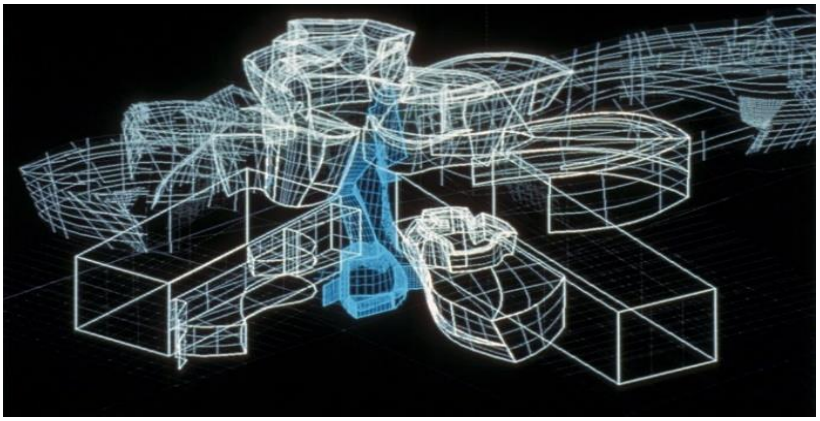
titanyum ve cam malzemeleri ile inşa edilen müzede Gehry'nin elde etmek istediği forma ulaşabilmek için her biri özel forma sahip yarım milimetre kalınlığında 33000 adet titanyum panel kullanılmıştır. Bu paneller kıvrımları sağlayabilmek için çok ince tasarlanmıştır (URL-12,2022) (Şekil 44).

Cam kullanılmış alanlar ise müzenin içerisine güneş ışınını almak ve müze için önemli ışık oyunları yapabilmek için önemlidir.



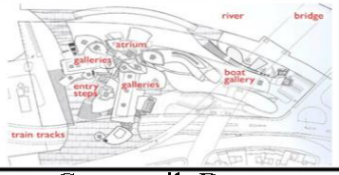
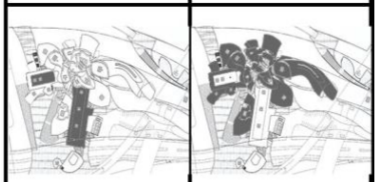
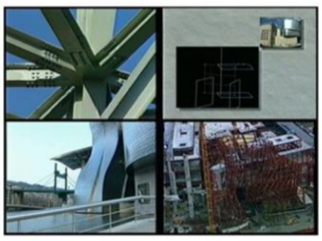
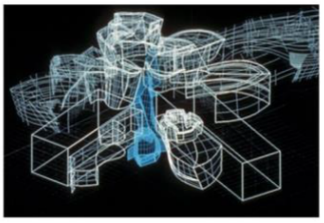
Şekil 44. Guggenheim Bilbao Müzesi Yapımı (URL-14, 2022)

Yapının biçiminde bulunan karmaşık ve organik formlar matematiksel karışıklıklara neden olmuştur. Bu yüzden parametrik yazılımlar kullanılmıştır. Yapının bina ve duvarlarında üçgen ızgaralar oluşturan metal çubuklardan oluşan taşıyıcı sistem oluşturulmuştur. CATIA programı ile bu her bir alan için bu çubuklardan ne kadar kullanılacağı ve çubukların konumları ve yönelimleri hesaplanmıştır. CATIA, Gehry'nin eskiz çalışmalarını sayısal modele döndürmüştür ve bunların parametrik olarak çalışılabilmesini sağlamıştır. Farklı sektörler de kullanılan titanyum paneller mimari bir yapının cephesinde ilk defa bu kadar fazla kullanılmıştır. Havacılık sektöründe CATIA programı kullanıldığı için bu çalışmada titanyum paneller hakkında da çalışmalar yapılmasını sağlamıştır (Şekil 45).



Şekil 45. Guggenheim Bilbao Müzesinin CATIA ile Modellenmesi (URL-14, 2022)

Tablo 8. Guggenheim Bilbao Müzesi Yapı Bilgi Kartı (Yazar tarafından oluşturulmuştur)

<table>
<tr><td colspan="3">YAPI BİLGİ KARTI</td></tr>
<tr><td>Tasarımcı</td><td>Frank Gehry</td><td rowspan="4">Mimari Çizim
 
</td></tr>
<tr><td>Yapım Yeri</td><td>Bilbao, İspanya</td></tr>
<tr><td>Yapım Yılı</td><td>1993-1997</td></tr>
<tr><td>Yapı İşlevi</td><td>Müze</td></tr>
<tr><td>Biçimi Oluşturan Faktörler</td><td>Gehry’ nin dekonstrüktivizm anlayışına göre ortaya çıkan yapının biçimi düzensiz formlar ile kendini belli ediyor. Biçim içinde kullanılan camlar ile ışık oyunları ortaya çıkıyor. Bu biçimin ortaya çıkması için her biri farklı 3300 adet panel parametrik tasarımlar ile yapılmıştır.</td><td>Geometrik Düzen
Düzenli | Düzensiz
 
■ var □ yok</td></tr>
<tr><td>Strüktür Sistemi ve Tasarım Anlayışı</td><td>Yapının özel organik formlarını ortaya çıkarabilmek için strüktür sistemleri parametrik tasarımlar ile ortaya çıkarılmıştır. Bu düzensiz biçimler için üçgen biçiminde çelik strüktür kullanılmıştır.</td><td rowspan="2">Yapı Görselleri
 
 
  </td></tr>
<tr><td>Kullanılan Malzemeler ve Malzeme Özellikleri</td><td>Müzenin dış cephesinde kireçtaşı, titanyum ve cam paneller ile çelik malzeme kullanılmıştır. İç mekânda ise dış cephede kullanılan malzemeleri destekleyecek şekilde cam, taş, prekast beton ve çelik malzeme kullanılmıştır.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Parametrik Tasarımların Kullanıldığı Temel Elemanlar</td></tr>
<tr><td>Dış Cephe</td><td>Çelik Strüktürel Sistem</td><td>Betonarme Strüktürel Sistem</td><td>Aerodinamik</td><td>HVAC</td></tr>
<tr><td>✓</td><td>✓</td><td>✓</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Biçim</td><td>Akıllı Elemanlar</td><td>Enerji ve Su Sistemleri</td><td>Çatı</td><td>Gün Işığı</td></tr>
<tr><td>✓</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

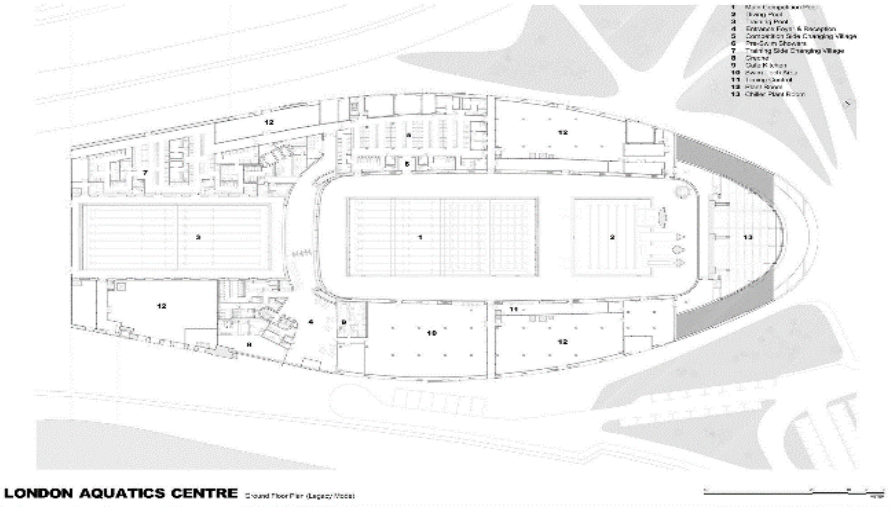
3.3. Londra Su Sporları Merkezi

Londra Su Sporları Merkezi Olimpik Park, eğrisel bir kabuk formuna sahip olup Zaha Hadid tarafından 2004 yılında tasarlanmıştır (Şekil 46). Yapının yapımına 2005 yılında başlanıldı ve 2011 yılında inşası sona erdi. Yapı Londra 2012 Yaz Olimpiyatları için inşa edilmiştir. Merkez 15400 m2 bir alana sahipken eğrisel çatının açıklığı 160 metre iken yüksekliği ise 45 metredir. 3 kattan oluşan yapıda olimpik havuz, kuru dalış alanı ve dalış havuzu bulunmaktadır. Ayrıca 50 istasyon, kafe ve restoran bulunan son teknoloji bir spor salonu da bulunmaktadır (Tarboush ve Akçay, 2019).



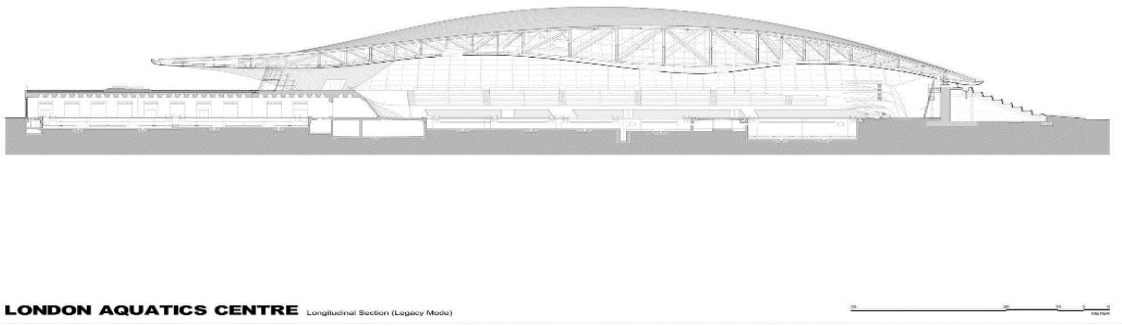
Şekil 46. Londra Su Sporları Merkezi (Tarboush ve Akçay, 2019)

Merkez, Stanford şehir köprüsü ile ilişki kurularak tasarlanmıştır. Merkezin girişi de bu köprü üzerinde yer alırken bu sayede insan akışını ve kamusal alan kimliğini üst seviyeye çıkarmaktadır. Çatının eğrisel geometrisi suyun akışkan geometrisinden esinlenmekte ve Lea Nehri çevresindeki manzaraları yansıtan bir alan oluşturmaktadır. Yarışmalar da kullanılan havuzlar köprü ekseninde bulunmaktadır. Yapının biçimine baktığımız da Hadid' in dekonstrüktiv mimari anlayışını özellikle kabuğu ile desteklemektedir. Merkez' de suyun akışkanlığı benzer bir form ortaya çıkmıştır.



Şekil 47. Londra Su Sporları Merkezi Zemin Kat Planı (URL-17, 2022)

Londra Su Sporları Merkezi'ne toplamda etkileyici 628 cam bölme ve 8 dış kapı yerleştirildi ve havuza bol miktarda doğal ışık girmesi sağlandı (Şekil 47). Havuz salonu, havuzlarla aynı eksende kemerli geniş bir çatı ile podyumun üzerinde ifade edilir. Çatının benzersiz özelliklerini yaratan bir parabolik kemer yapısı oluşturmak için çift eğrilik geometrisi kullanılmıştır (URL-17,2022). Yapıda uzay çerçeve sistem kullanılmıştır ve bunlar betonarme kolonlarla desteklenmiştir. Tavan malzemesi ahşap olmakla beraber çinko silikat alüminyum panellerle kaplanmıştır (Şekil 48).



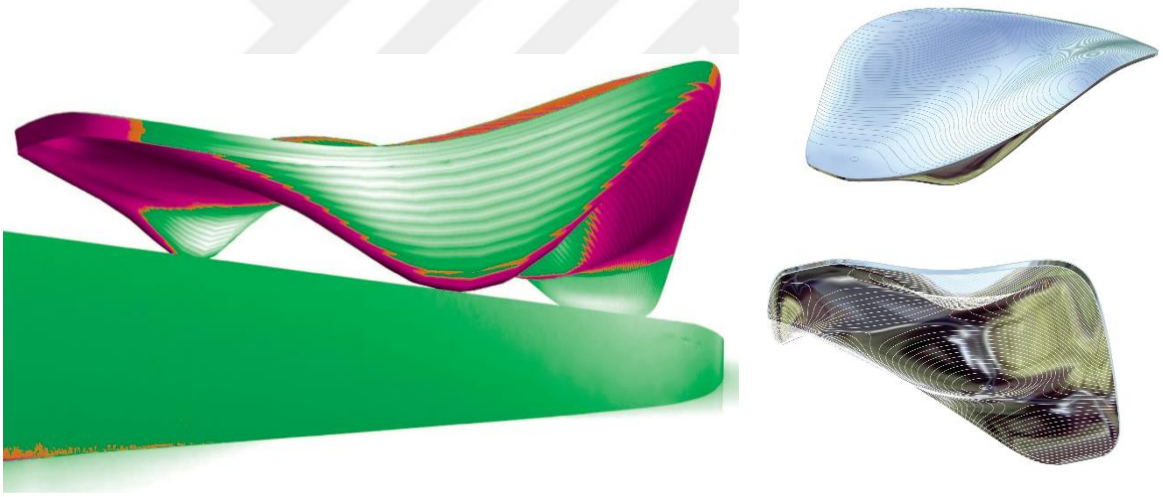
Şekil 48. Londra Su Sporları Merkezi Kesiti (URL-17, 2022)

Yapının en göz alıcı noktası olan çatının strüktürüne bakıldığı zaman yapının üç ayakla taşındığı görülür. Çelik sistemle kurgulanan bu çatı örtüsü podyum kısmından yükselen beton ayaklar ile desteklenerek bu büyük açıklık geçilmekte ve yapının özel formunun

oluşması sağlanmaktadır (URL-51, 2022). Bu strüktür sistemlerinin taşıma kapasitesi ve seçilen malzemeler bilgisayar üzerinden dijital tasarım programları ile ortaya çıkmıştır.

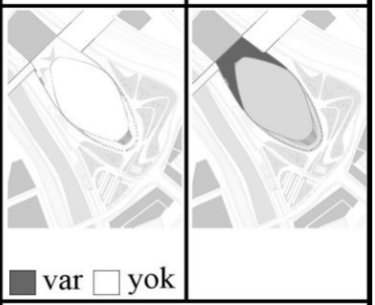
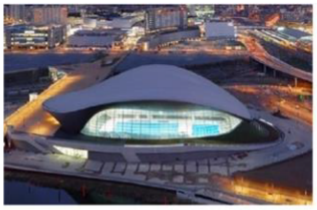
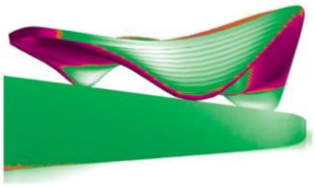
Merkez sürdürebilir beton yapı için BREEAM tarafından inovasyon kredisine layık görülmüştür. Kullanılan beton düşük karbonlu bir beton olan öğütülmüş yüksek fırın cürufudur. Çatının üzerindeki kaplamalar kısmen geri dönüşümlüdür (URL-17, 2022) Kullanılan su kendi içerisinde yeniden kullanılarak su tüketimi azaltıldı.

Merkezi'nin suyun akışından esinlenen eğrisel kabuğunu tasarlarken parametrik tasarımlara ihtiyaç duyuluyor. Eğrisel kabuğun binanın hangi noktalarında ne şekilde oluşacağı, kıvrımları, yönelimlerini ve strüktür sistemini doğru olarak tasarlayabilmek, kabuk üzerinden kullanılan malzemelerin boyutlarını, yönelimlerini, şekillerini belli edebilmek, camların tasarıma uygun olabilmesi için parametrik tasarım programları kullanıldı (Şekil 49). Bu programlar kullanılmasaydı Zaha Hadid'in yaptığı tasarımı uygulaması mümkün olmazdı.



Şekil 49. Londra Su Sporları Merkezi Çatısının Parametrik Tasarımı (URL-17, 2016)

Tablo 9. Londra Su Sporları Merkezi Yapı Bilgi Kartı (Yazar tarafından oluşturulmuştur)

<table>
<tr><td colspan="6">YAPI BİLGİ KARTI</td></tr>
<tr><td>Tasarımcı</td><td colspan="2">Zaha HADİD</td><td colspan="3">Mimari Çizim</td></tr>
<tr><td>Yapım Yeri</td><td colspan="2">Londra, İngiltere</td><td colspan="3" rowspan="3">  </td></tr>
<tr><td>Yapım Yılı</td><td colspan="2">2005-2011</td></tr>
<tr><td>Yapı İşlevi</td><td colspan="2">Spor Salonu</td></tr>
<tr><td>Biçimi Oluşturan Faktörler</td><td colspan="2">Yapının Hadid'in dekonstrüktiv mimari anlayışını yansıtan bir biçimi vardır. Düzensiz geometriler yoğunlukla kullanılmıştır. Çatının biçimi yapının işlevi ile ilişkilendirilmiştir. Suyun akışından esinlenilmiştir. Bu biçim için parametrik tasarımlardan faydalanılmıştır.</td><td colspan="3">Geometrik Düzen
Düzenli | Düzensiz
 
var ☐ yok</td></tr>
<tr><td>Strüktür Sistemi ve Tasarım Anlayışı</td><td colspan="2">Su sporları merkezinin eğrisel kabuğu için strüktür sistemi tasarlanırken özel uzay kafes ve betonarme kolonlar kullanılmıştır. Sistem de parabolik kemer ve çift eğrilik geometrisi kullanılmıştır.</td><td colspan="3">Yapı Görselleri
 
 
 
  </td></tr>
<tr><td>Kullanılan Malzemeler ve Malzeme Özellikleri</td><td colspan="2">Yapının dış cephesinde yoğunlukla alüminyum giydirme cephe kullanılmıştır. Ayrıca sürdürülebilir özelliklere sahip prekast beton ve çinko silikat özel olarak tasarlanmış ve kullanılmıştır. İç mekânda da taş, çelik, ahşap ve beton malzeme kullanılmıştır.</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="3">Parametrik Tasarımların Kullanıldığı Temel Elemanlar</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>Dış Cephe</td><td>Çelik Strüktürel Sistem</td><td>Betonarme Strüktürel Sistem</td><td>Aerodinamik</td><td colspan="2">HVAC</td></tr>
<tr><td>✓</td><td>✓</td><td>✓</td><td></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>Biçim</td><td>Akıllı Elemanlar</td><td>Enerji ve Su Sistemleri</td><td>Çatı</td><td colspan="2">Gün Işığı</td></tr>
<tr><td>✓</td><td></td><td>✓</td><td>✓</td><td colspan="2"></td></tr>
</table>

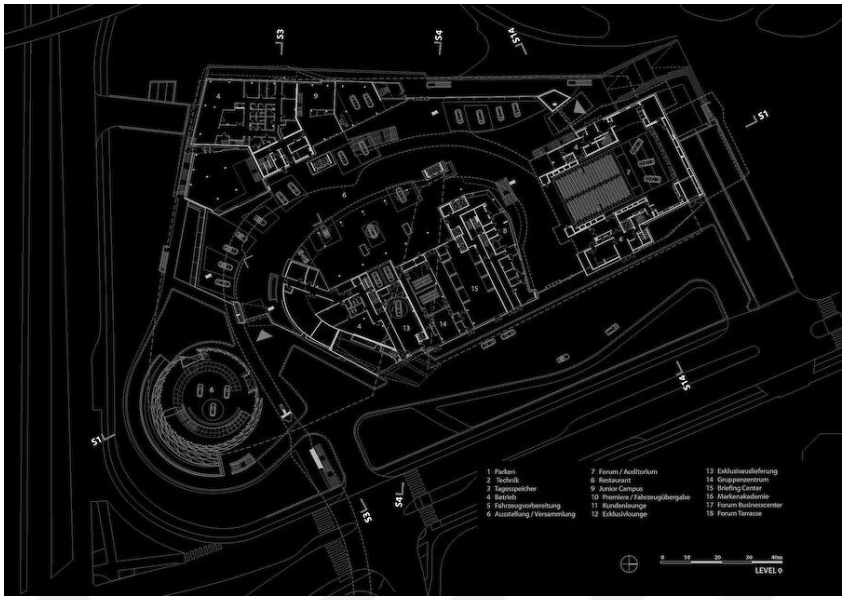
3.4. BMW Welt

BMW Welt, 1973'te açılan BMW Müzesi'nin yanında bulunan markanın bir deneyimleme yapısıdır. Almanya'nın Münih kentinde bulunan yapının projesi bir yarışma sonucu belirlenmiştir. 2000 yılında BMW yönetiminin etkinlik alanı fikri sonrası ortaya çıkan yarışmayı kazanan Avusturyalı mimarlık firması Coop Himmelb(l)au kazanmıştır. Firmanın projesinin yapımına 2003 yılında başlanmış ve 2007 yılında hizmete açılmıştır.



Şekil 50. BMW Welt'in Çevre ile İlişkisi (URL-52, 2022)

BMW Welt'in tasarımında Coop Himmelb(l)au modern teknolojilerin sınırlarını zorlayarak yüksek teknolojili bir yapı inşa etmiştir (Şekil 50). 25 bin m2'lik bir yerleşim alanına sahip yapının inşaat alanı ise yerleşim alanının neredeyse üç katıdır (URL-53, 2022) (Şekil 51). Bazı enerji sistemleri ile yüksek teknolojili bir yapı olmasıyla beraber BMW Welt'in mekanik sistemi temelde doğaya dayanmaktadır. Yapıda otomatik kontrol edilen hava menfezleri ile hava giriş ve çıkışı sağlanmaktadır. Yapının çatısına kurulmuş güneş enerjisi panelleri ile enerji üretimi sağlanmaktadır. Bu sistemlerinin geliştirilmesinin temel sebebi ise harcanan enerjiyi azaltmaktır. BMW Welt' in temel görevlerinden biri ise araç teslimi yapmaktır. Bu yüzden egzoz gazları hakkında özel çalışmalar ve bilgisayar üzerinden simülasyonlar yapılmıştır. Yapının konsepti ortaya koyulurken beş ana bölüme bölünmüştür; salon, prömiyer, forum, kule ve çift koni. Bu bölümler ana iskeleti oluştururken bu iskeletin içinde destekleyecek küçük birimler bulunmaktadır



Şekil 51. BMW Welt Zemin Kat Planı (URL-54, 2022)

Yapı içinde bulunan sirkülasyon sistemlerinin en dikkat çekicisi merkezde bulunan dönel rampadır. Bu rampa çevresinde sergilenen araçlar görülebilir. Bu merkez alanda sirkülasyon sistemler ile araç teslim bölümü de yer almaktadır (Şekil 52). Bu alan benzer kullanım işlevi ile tüm katlara yayılır. Yeni araçlar, kendi yükleme alanları aracılığıyla alt katlara teslim edilir. Bu alanda oto yıkama, muayene, temizlik alanı ve depo gibi araçlar için işlevsel alanlar bulunmaktadır (Yıldız, 2019). Bu alanlarda yer altında yapılan çalışmalardan sonra araçlar prömiyer veya marina denilen bölüme getirilmektedir. Bu bölümde dönen platformlar ve araçların dışarı çıkmasını sağlayan rampalar bulunmaktadır.



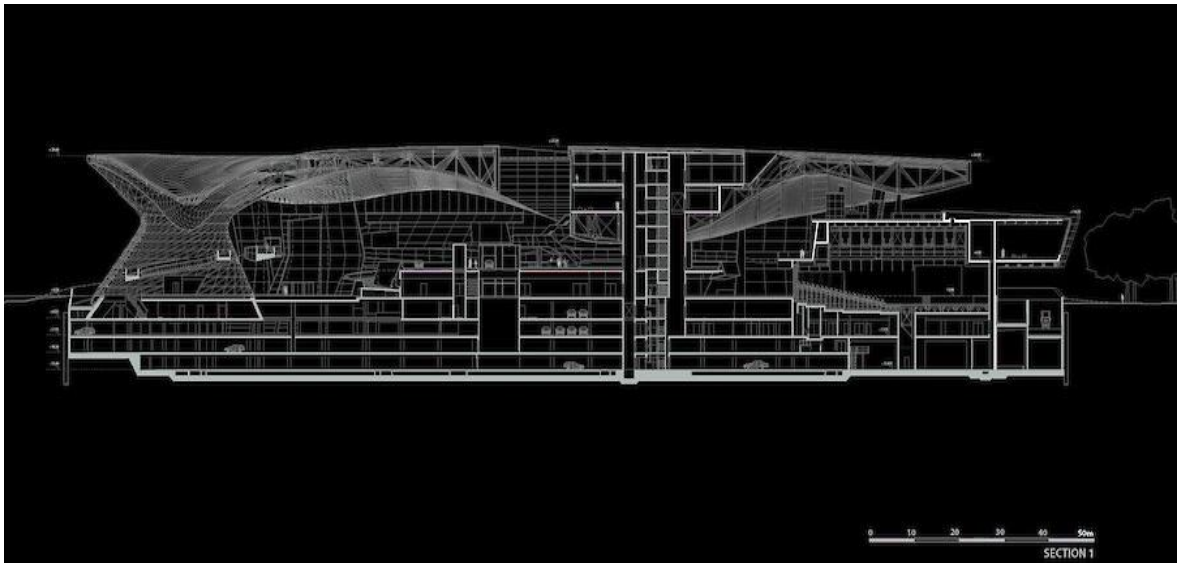
Şekil 52. BMW Welt Prömiyer Bölümü (URL-52, 2022)

Binanın kuzey bölümünde yer alan forum 800 kişilik bir oditoryuma sahiptir. Forum toplamda farklı etkinlikler için 1200 kişiye ev sahipliği yapabilir. Büyük organizasyonlar için forum ve salon kısımları birleşerek daha geniş bir alan oluşturabilmektedir. Forum, kuzeye doğru manzaraya hâkim olan, Forum'un yapı bloğundan 20 metreden fazla çıkıntılı bir tam hizmet konferans alanı ile tamamlanmaktadır. Konferans odaları hareketli bölme duvarlar kullanılarak farklı etkinlikler için uyarlanabilir. Forumun dışarıdan görünmeyen ve yerin altında kalan alanlarında ise kamyon yükleme alanı, mutfaklar, sanatçı soyunma odaları, tercüman kabinleri, depolama odaları ve servis alanları bulunmaktadır (URL-55, 2022). Forumun tüm katlarının bu şekilde mobil olarak değiştirilebilmesi, farklı büyüklükte alanlar oluşturulabilmesi etkinlikler ve çalışmalar için büyük bir esneklik oluşturmaktadır.

Kule bölümü ise yapının Olimpiyat stadını gören güneybatısında yer almaktadır. Çok fonksiyonlu bir bölüm olan kule bölümü foruma benzer şekilde salona açılmaktadır. Bölümde salona açılan odaların yanı sıra teras ve yürüyüş alanları, iki adet restoran, sergi alanları, dükkanlar, idari ofisler ve Junior Campus denilen genç ve çocuk alanı bulunmaktadır (URL-52, 2022).

Çift koni olarak geçen bölüm ise dışarıdan bakıldığı zaman kendini çok net belli eden ve özel bir forma sahip olan bölümdür. Biçim olarak dinamik, güçlü, dikkat çeken, estetik bir çıkıntı olarak tarif edilebilir. Çelik ve cam malzemeler ile yapılan bu koni kasırgayı andıran biçimi ile güneş panellerinin bulunduğu çatının da bağlantı sağladığı önemli noktalardan biridir.

Çift koni bölümü de işlevsel olarak tam donanımlı ve özel bir bölüm olarak karşımıza çıkmaktadır. Sahne, yeme içme tedarik eden bir yeraltı şebekesi, dönen platformlar, konser, sergi, talk show gibi organizasyonlar için hazır bir altyapıya sahiptir. BMW Welt' in kamu alanı olan mekanları bir köprü ile birbirine bağlanmıştır (URL-52, 2022).



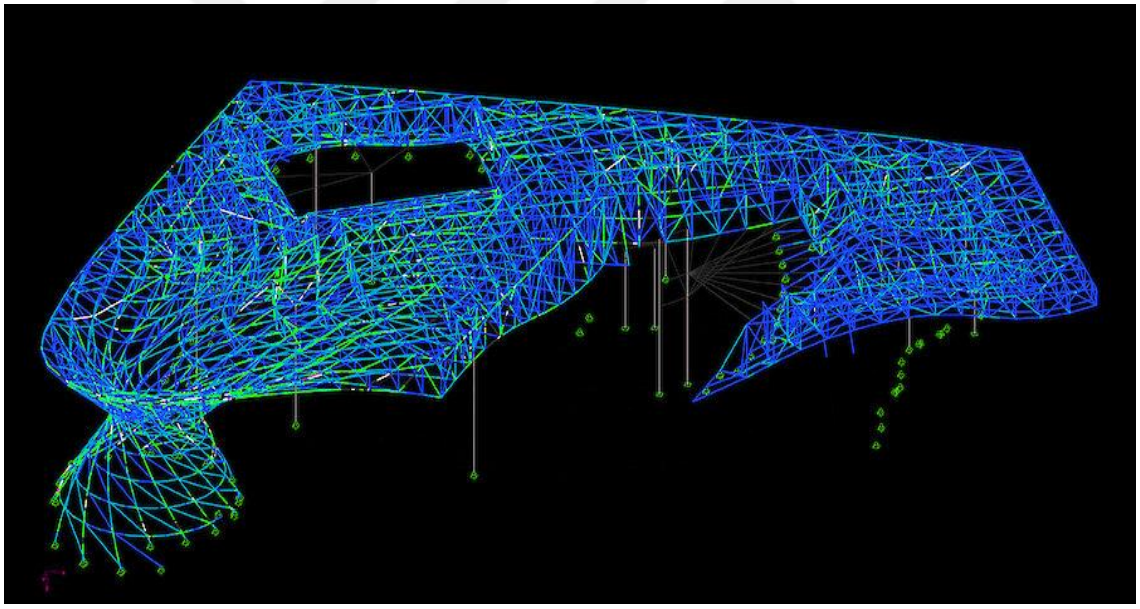
Şekil 53. BMW Welt Kesiti (URL-54, 2022)

Yapının biçimine baktığımız zaman Coop Himmelb(l)au firmasının ortaya koymak istediği mimari anlayışa uygun olarak tasarlandığını ve dekonstrüktivizm anlayışına sahip bir yapı olduğu söylenebilmektedir. Cam ve çelik malzemelerinin özel analizler ile farklı büyüklük ve açılarda paneller, taşıyıcılar ile ortaya çıkmıştır. Yapının özel noktalarından biri olan yüzer çatı 16.500 m2'lik bir alan kaplarken zemine sadece on bir noktadan bağlanmaktadır. Bu noktalarının en önemlisi ise biçim' in de temsilcisi olan çift konidir (Şekil 54)



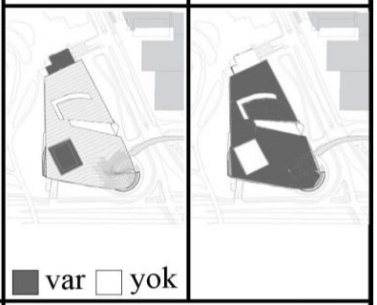
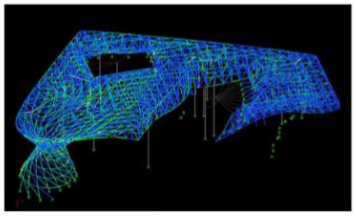
Şekil 54. BMW Welt Çift Koni Bölümü (URL-52, 2022)

BMW Welt ortaya çıkarken 4000 ton çelik kullanılırken bu çeliğin yarısı 28 metre yüksekliği ve 48 metre çevreye sahip olan çift koni için harcanmıştır (URL-55, 2022). BMW Welt'in düzensiz biçimi ve proje için istenen kavisli yüzeyleri yaratmayı başarmak, ortaya çıkan farklı boyutlarda üçgen geometriler için destek yapısını oluşturan üçgen bir çelik kiriş tabanı oluşturmaktaydı (URL-53, 2022). Büyük bir yüzey alanına sahip olan yüzer çatının strüktürünün özellikle az kolon kullanılarak on bir bağlantı ile taşıttırılması için de özel bir çalışma yapılması gerekmekteydi. Yapının özel biçiminin ve strüktür sistemlerinin ortaya çıkmasında parametrik yazılımlar kullanılmıştır (Şekil 55). Maya programı üzerinden yapılan analizler ile yapının çelik strüktürü ortaya çıkmıştır. Strüktür ve biçim haricinde yapının hava akışı, enerji tüketimi, güneş panelleri ve prömiyer bölümünde egzoz gazları için dijital tasarım programları ile simülasyonlar yapılmış ve analizler sonucu yapı ortaya çıkmıştır.



Şekil 55. BMW Welt Yüzen Çatısının ve Strüktür Sisteminin Modellenmesi (URL-54, 2022)

Tablo 10. Bmw Welt Müzesi Yapı Bilgi Kartı (Yazar tarafından oluşturulmuştur)

<table>
<tr><td colspan="3">YAPI BİLGİ KARTI</td></tr>
<tr><td>Tasarımcı</td><td>Coop Himmelb(l)au</td><td rowspan="4">Mimari Çizim
  </td></tr>
<tr><td>Yapım Yeri</td><td>Münih , Almanya</td></tr>
<tr><td>Yapım Yılı</td><td>2003- 2007</td></tr>
<tr><td>Yapı İşlevi</td><td>Müze</td></tr>
<tr><td>Biçimi Oluşturan Faktörler</td><td>Bmw Welt tasarımcısı Coop Himmelb(l)au ‘ nun dekonstrüktivist mimari anlayışına uygun şekilde düzensiz geometriler çokça kullanılmıştır. Yüzer çatısı ve çift konisi bu biçimi destekliyor. Dış cephe de kullanılan cam ve çelik panellerin birbiri ile ilişkisi bu biçimi güçlendiriyor. İç mekandaki rampaların yerleşimi de dış cepheyi yansıtıyor.</td><td>Geometrik Düzen
Düzenli | Düzensiz
 
var ☐ yok</td></tr>
<tr><td>Strüktür Sistemi ve Tasarım Anlayışı</td><td>Müzenin düzensiz biçiminin ortaya çıkabilmesi için parametrik tasarımlar ile strüktür sistemi tasarlanmıştır. Farklı özelliklerdeki kavisli yüzeylere ortaya çıkarabilmek için üçgen bir çelik kiriş tabanı oluşturulmuştur. Sistemin bağlanacağı noktalar da özel olarak seçilmiştir. Yapı da 4000 ton çelik kullanılmıştır. Strüktür sistemi Maya programı üzerinden ortaya çıkmıştır.</td><td rowspan="2">Yapı Görselleri
 
 
  </td></tr>
<tr><td>Kullanılan Malzemeler ve Malzeme Özellikleri</td><td>Yapının dış cephesinde biçimi oluşturacak şekil de cam ve çelik malzeme kullanılmıştır. Cam ve çelik paneller özel analizler ile farklı boyutlar da tasarlanmıştır. İç mekânda ise ahşap, beton ve taş malzemeler kullanılmıştır. Çatının üzerinde ise sürdürülebilirlik konusunda önemli bir nokta olan güneş enerjisi panelleri kullanılmıştır.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Parametrik Tasarımların Kullanıldığı Temel Elemanlar</td></tr>
</table>

Dış Cephe	Çelik Strüktürel Sistem	Betonarme Strüktürel Sistem	Aerodinamik	HVAC
✓	✓	✓		✓
Biçim	Akıllı Elemanlar	Enerji ve Su Sistemleri	Çatı	Gün Işığı
✓	✓		✓	✓

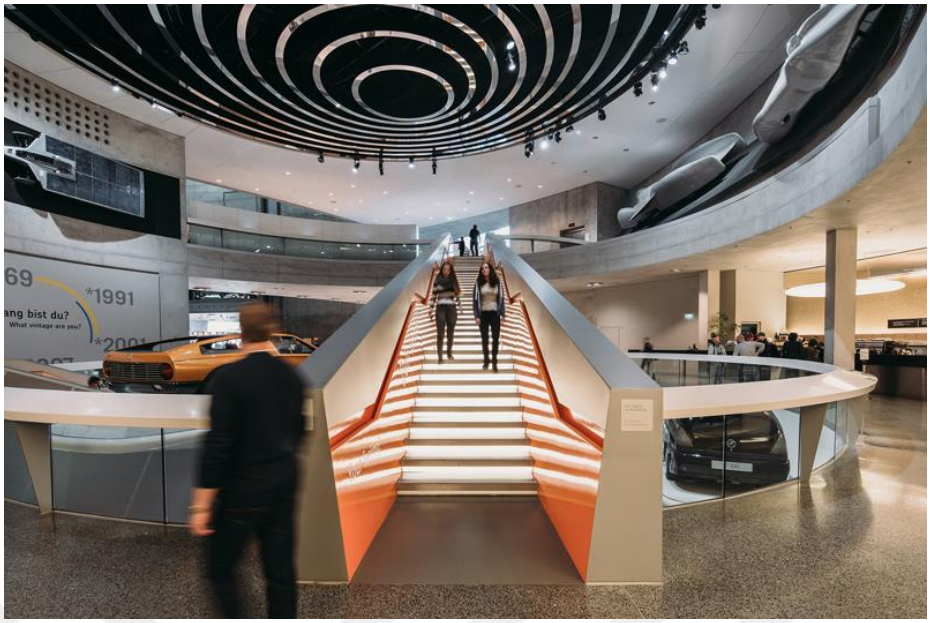
3.5. Mercedes – Benz Müzesi

Mercedes – Benz Müzesi efsanevi otomobil markasının 1886 yılından başlayan tarihinin geçmişini, bugününü ve geleceğini birleştiren bir yapı olması için tasarlandı. Müze Ben van Berkel ve Caroline Bos tarafından kurulan Hollandalı mimarlık firması UNStudio tarafından tasarlandı. 2002 yılında yapılan yarışmayı kazanan firma Stuttgart kentinin simgelerinden biri haline gelen bu yapıyı yapmıştır. Müze 2006 yılında tamamlanarak ziyarete açılmıştır.



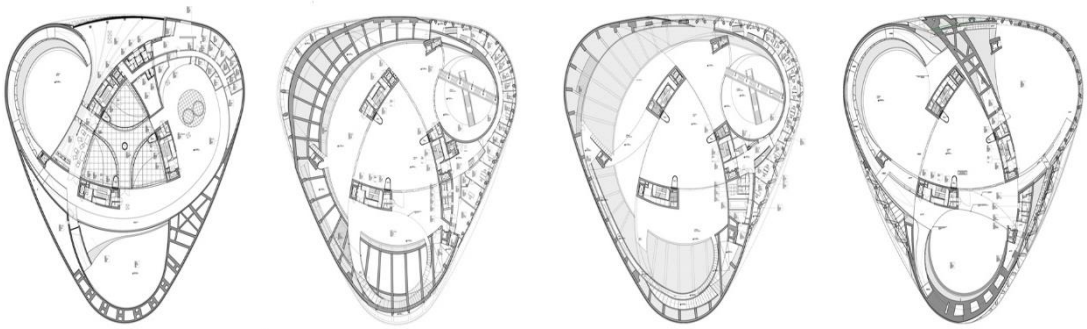
Şekil 56. Mercedes – Benz Müzesi Dış Cephesi (URL-56, 2022)

Müze 35.000 m2 alana ve 34 metre yüksekliğe sahiptir. Binanın biçimi DNA sarmallarına da benzeyen yonca üzerine kuruludur (Şekil 56). Bu biçim yapının hem iç hem dış geometrisinin araçları çağrıştırmasını sağlamaktadır. Müze içerisinde sergilenen 160 araç ve 1500 sergi bulunmaktadır. Yapı içerisinde sirkülasyonu sağlayan ve serginin en önemli elemanlarından olan rampalar kullanılırken Mercedes- Benz' in tarihini anlatan sergiler ve tarihini gözler önüne seren araçlar gezilmektedir. Rampalar bir atrium çevresinden dolanır ve insanlara otoyol sürüşünü çağrıştırır (URL-57, 2022).



Şekil 57. Mercedes – Benz Müzesi Sirkülasyon Sistemi (URL-56, 2022)

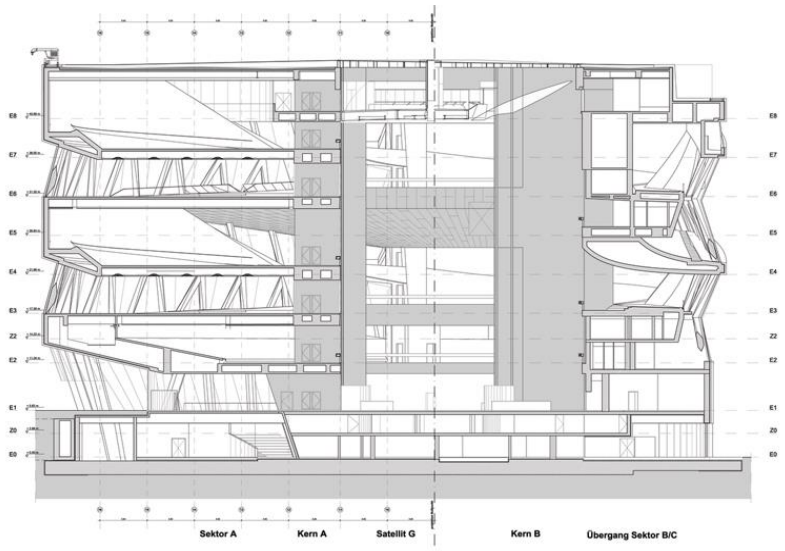
Müzeye, kuzeybatıda bulunan giriş bölümü ile ziyaretler başlar. Giriş lobisi ziyaretçiye, bir atriuma bağlanan sirkülasyon sistemleri ile üç yapraklı yoncaya benzeyen organizasyon sistemini tanıtmaktadır. Lobide bu sistemleri desteklemek için bir yürüyen merdiven ve üç adet asansör bulunmaktadır (Şekil 57). Ziyaretçiler müzeyi yukarıdan aşağıya doğru gezerler, atriyum da gezerken müzeyi anlatan ön sunumlar gösterilir. Sergi en üst katta en eski araçtan başlayarak kronolojik olarak sıralanmıştır (URL-57, 2022).



Şekil 58. Mercedes – Benz Müzesi Kat Planları (URL-56, 2022)

Bu sergiler gezilirken bu yoncayı andıran sistemler DNA sarmalı şeklinde birbiri içine geçerek heyecan verici bir deneyim sunar. Bu farklılaşma ziyaretçilerin araba, kamyon koleksiyonu ve Mercedes – Benz tarihini anlatan sergiler arasında gezinebilmesi sağlar.

Mercedes – Benz tarihini anlatan Mythos odaları sergilerin anlatıldığı odalardır. Müze üç adet temel bölümden oluşmaktadır. Efsaneler bölümünde markanın gelişimi anlatılırken, koleksiyon kısmında markanın tarih boyunca tasarladığı araçlar bulunmaktadır. Son bölüm ise teknolojinin büyüsü bölümüdür (Şekil 58). Bu bölüm de ise otomobillerin teknoloji ile nasıl bir ilişkisi olduğunu ve gelişimi irdelenmiştir. Atrium kısmında BMW Welt gibi egzoz gazlarının dışarı atılması için özel çalışmalar yapılmış, atrium üzerin de bulunan 144 hava deliği ile gazlar emilerek dışarı atılmaktadır.



Şekil 59. Mercedes – Benz Müzesi Kesiti (URL-56, 2022)

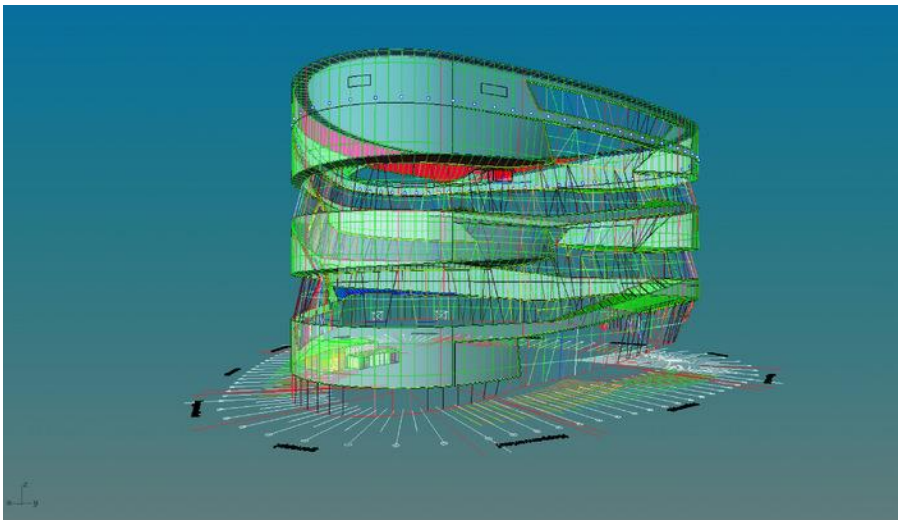
Yapının özel biçimi ve sirkülasyon sistemleri tasarlamak için UNStudio beton malzeme kullanımı tercih etmiştir. Özellikle iç mekânda araçlar ve sergilere dikkat çekebilmek için brüt beton kullanılmıştır (Şekil 60). Rampalar koyu renkli parkeler ile kaplanmıştır. Dış cephede ise taşıyıcılık ve güneş ışığının kullanımı için cam ve alüminyum paneller kullanılmıştır.

Büküm adı verilen salonlar kolon olmadan 33 metre açıklığı geçmektedir. Pencerelerin kenarları çelik profillere göre uyarlanmış dikey ve diyagonal trapez panellerden yapılmıştır. Camlar şeffaf, renksiz ve yalıtımlıdır. Üzerinde güneş ışığının etkisini azaltan damgalama noktaları vardı. Odaların ve rampaların çoğunda Güneş ışığı çok fazla kullanılır bu da büyük bir enerji tasarrufu sağlamaktadır (URL-58, 2022).



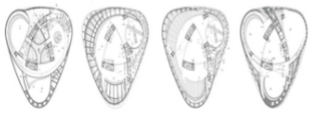
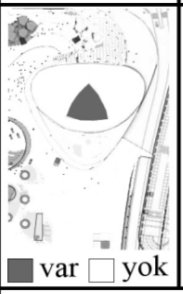
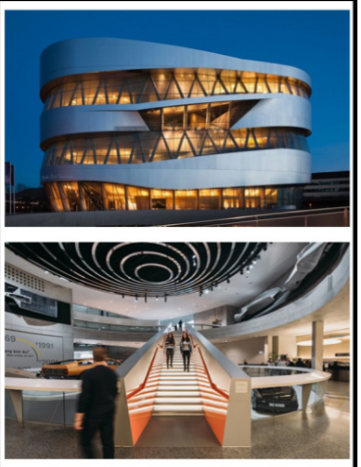
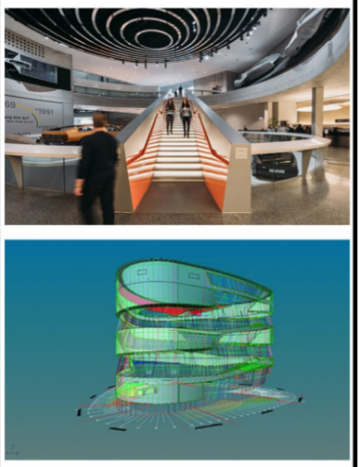
Şekil 60. Mercedes – Benz Müzesi Araç Koleksiyonu (URL-56, 2022)

Müzenin özel formunun ve strüktürünün ortaya çıkabilmesi için modern teknolojiler kullanılması gerekmiştir. 33 metreye varan açıklıkların geçilmesi de bunlardan birisidir. Bu yüzden mühendis ve yazılımcılardan binanın bir bütün olarak modellenmesi istendi. Bunun temel sebeplerinden biri yapı üzerinde yapılan değişikliklerin hızlı ve verimli olmasını sağlamaktır. Bu modelin üzerinde küçük bir değişikliğin bile forma, taşıyıcı sisteme nasıl bir etkisi olduğunun hemen görülmesini sağladı. Kullanılan parametrik yazılımlar ile yapının biçimi ve strüktür sistemi tasarlanmış ve kullanılan malzemenin çeşidi ve özellikleri belirlenmiştir (Şekil 61).



Şekil 61. Mercedes – Benz Müzesi Modellemesi (URL-59, 2022)

Tablo 11. Mercedes – Benz Müzesi Yapı Bilgi Kartı (Yazar tarafından oluşturulmuştur)

<table>
<tr><td colspan="5">YAPI BİLGİ KARTI</td></tr>
<tr><td>Tasarımcı</td><td colspan="2">UNStudio</td><td colspan="2">Mimari Çizim</td></tr>
<tr><td>Yapım Yeri</td><td colspan="2">Stuttgart, Almanya</td><td colspan="2" rowspan="3">  </td></tr>
<tr><td>Yapım Yılı</td><td colspan="2">2002- 2006</td></tr>
<tr><td>Yapı İşlevi</td><td colspan="2">Müze</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Biçimi Oluşturan Faktörler</td><td colspan="2" rowspan="2">Müzenin biçimi ortaya çıkarken sirkülasyon için yapılan rampalar önemli bir yer tutuyor. Rampaların yerleşimi yapının DNA biçimini ortayaçıkarıyor. Cephede bulunan alüminyum paneller ve camların yerleşimi DNA sarmalı biçimini ve rampaların yansımasını destekliyor.</td><td colspan="2">Geometrik Düzen</td></tr>
<tr><td>Düzenli</td><td>Düzensiz</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2"></td><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>Strüktür Sistemi ve Tasarım Anlayışı</td><td colspan="2">Yapının özel biçimini ve iç mekânda bulunan sergi alanları için strüktür sistemleri tasarlanmıştır. Bu çelik diagrid sistem ve betonarme kolonlar sayesinde 33 metreye varan açıklıklar geçilmiştir. Parametrik tasarımlar kullanılarak bilgisayar üzerinde bu sistem tasarlanmış.</td><td colspan="2">Yapı Görselleri</td></tr>
<tr><td>Kullanılan Malzemeler ve Malzeme Özellikleri</td><td colspan="2">Müzenin dış cephesinde içerideki sirkülasyon sistemini ve biçim için cam ve alüminyum paneller özellikle kullanılmıştır. İç mekânda ise özellikle brüt beton kullanılmıştır. Cam ve alüminyum kaplama malzeme haricinde bütün görünüm için derssiz bir zemin malzemesi tercih edilmiştir.</td><td colspan="2" rowspan="3"> 
 
</td></tr>
<tr><td colspan="3">Parametrik Tasarımların Kullanıldığı Temel Elemanlar</td></tr>
<tr><td>Dış Cephe</td><td>Çelik Strüktürel Sistem</td><td>Betonarme Strüktürel Sistem</td><td>Aerodinamik</td><td>HVAC</td></tr>
<tr><td>✓</td><td>✓</td><td>✓</td><td></td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Biçim</td><td>Akıllı Elemanlar</td><td>Enerji ve Su Sistemleri</td><td>Çatı</td><td>Gün Işığı</td></tr>
<tr><td>✓</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

3.6. Kanton Kulesi

Kanton Kulesi Information Based Architecture (IBA) firması tarafından dünyanın en yüksek TV kulesi olarak tasarlandı. 2004 yılında açılan yarışmayı Information Based Architecture firmasının baş mimarları Mark Hemel ve Barbara Kuit' in tasarımı kazandı ve kule 2010 yılında Çin' in Guangzhou kentin de ziyarete açıldı. Kule 2010 Asya oyunlarına ev sahipliği yapan şehir için önemli bir odak noktası olarak tasarlandı. Kanton kulesi 553 metre yüksekliğinde bulunan CN kulesini 600 metre yükseklik ile geçerek 2010 yılında en yüksek TV kulesi olmuştur.

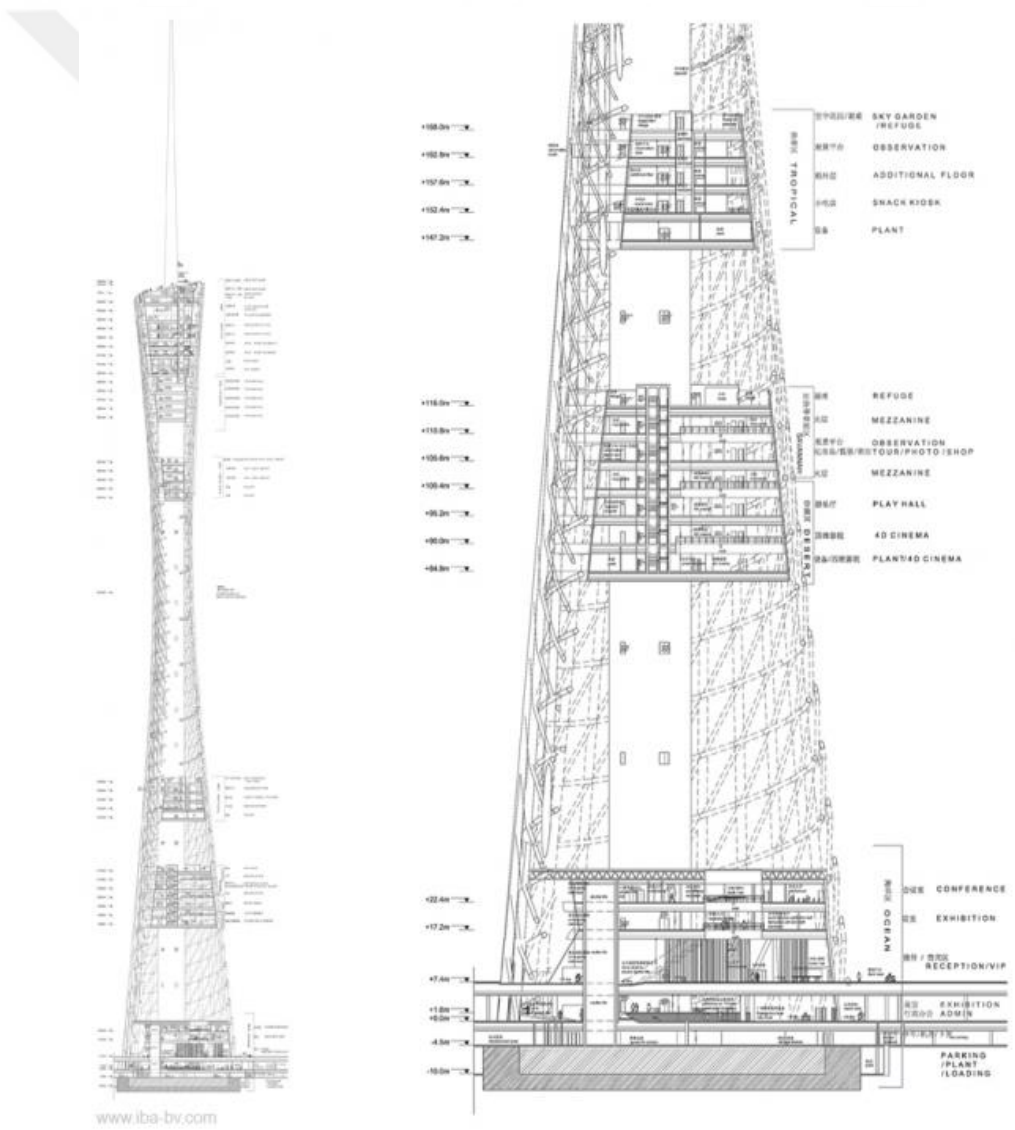


Şekil 62. Kanton Kulesi ve Çevresi ile İlişkisi (URL-60, 2022)

Kanton kulesinin biçimine bakıldığı zaman yapının gökdelen veya diğer kuleler gibi maskülen bir yapı yerine ince belli bir kadın figürüne benzediği görülmektedir (Şekil 62). Mark Hemel kulenin biçim tasarımını şu şekilde anlatmaktadır, ‘‘Çoğu gökdeleninin güçlü, dikdörtgen, düz, içe dönük gibi erkeksel özellikler taşıdığı yerde bu kuleyi karmaşık, şeffaf, kıvrımlı, zarif gibi kadınsal özellikler ile tasarlayarak dişil bir kule oluşturduk. Amacımız, Guangzhou'yu dinamik ve heyecan verici bir şehir olarak temsil eden, zengin ve insan benzeri bir kimliğe sahip serbest biçimli bir kule tasarlamaktı (URL-61,2022)."

Kulenin temel konsepti bu özellikler çerçevesinde oluşmuştur ve bu konsept sonucunda yapılar arasında onu tanımlayan ‘‘süper model’’ lakabını almıştır. 114.000 m2 proje alanı ve 17.4 hektar peyzaj alanına sahip yapı 37 kattan oluşup 146 metrelik anteni hariç 454 metredir.

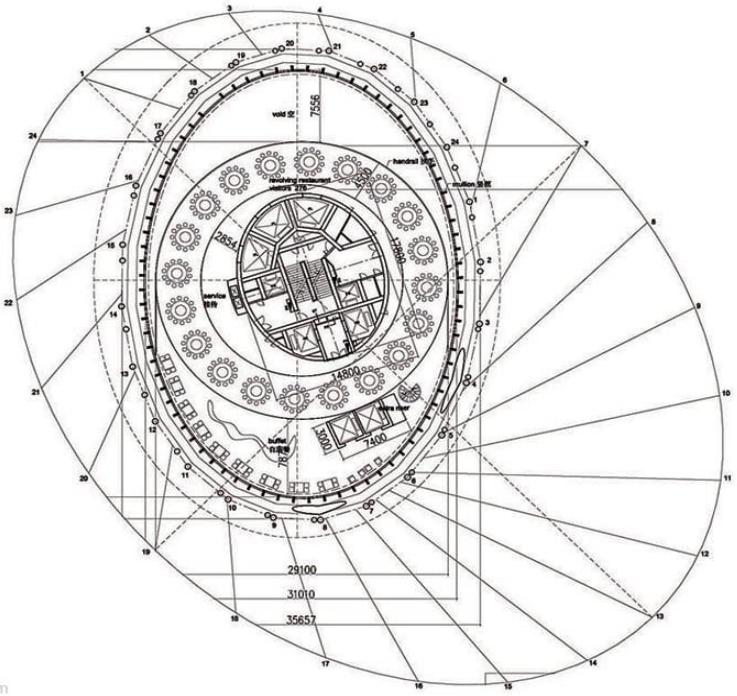
Kulenin dış kabuğunun formu için düşünce basit ama etkilidir. Form, biri temel seviyesinde ve diğeri 450 metrede yatay bir düzlemde olmak üzere iki elips tarafından oluşturulur. Bu iki elips diğerine göre döndürülür (URL-61,2022). İki elips arasındaki dönüşün orta katlarda neden olduğu sıkılaşma, ince bir kadın belini andıran bir biçim alır ve bu bölgede malzeme yoğunlaşır (Şekil 63).



Şekil 63. Kanton Kulesi Kesiti (URL-62, 2022)

Yapıyı yüksekliğine göre üç bölüme ayırabiliriz. Temel bölümünde metro ve otobüs istasyonlarının yanı sıra kulenin tüm altyapı hizmetlerini içerir. Giriş iki katlı olup, biri parka, diğeri ise yer altı ulaşımına ve 600 araçlık otoparka hizmet vermektedir. Bu bölümde ayrıca bir müze, yemek alanları, mağazalar, yavaş ve yüksek hızlı asansörleri içerir. 80 ve 170 metre arası ise orta bölümdür. Bu bölümde 4D sinema, oyun alanları, restoranlar, kafeler ve açık balkonlar bulunur. Üst bölgede ise damperler gibi teknik servis ve mekanik ekipmanları kapsamaktadır. Ayrıca iki katlı bir döner restoran ve bir gözlem güvertesi bulunmaktadır (URL-60, 2022).

Kule açık ve kapalı bahçeler, seyir terası, asma bahçeler, skywalk eğlence hizmeti ve 170 ile 350 metre aralığında açık merdiven bulunur. Bunlar yapının daha eğlenceli ve cesur olmasını sağlamıştır (Şekil 64).



Şekil 64. Kanton Kulesi Planı (URL-63, 2022)

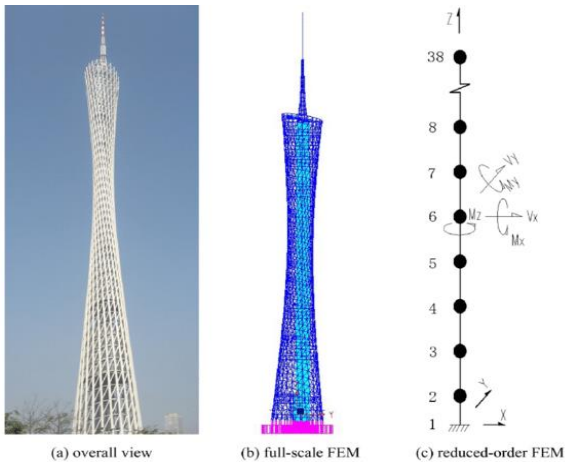
Kulenin istenen biçiminin elde edilmesi için üç boyutlu programlar ile çalışmalar yapılmıştır. Yapı 1100 çelik düğüm, 1100 halka ve desteklerden oluşmaktadır.

Genel olarak, ortaya çıkan yapı 3300 yapısal eleman ile oluşturulmuştur ve bu elemanları hepsi birbirinden farklı ve eşsizdir (URL-60, 2022).

Yapının biçiminden dolayı daralan bölümlerde sirkülasyon sistemlerini çözmekte tasarımcılar zorlanmış yapının iki tüp katmanının iç bölümünde betonarme kullanılarak bu sistemler çözülmüştür. Dış katmanda ise çelik sistem ile düğümler, halkalar, kolonlar ile oluşan bir ızgara bulunmaktadır.

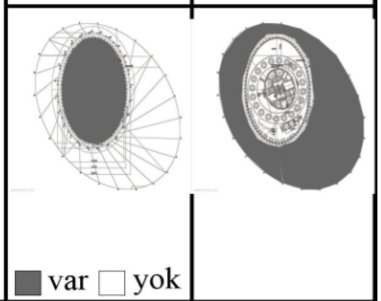
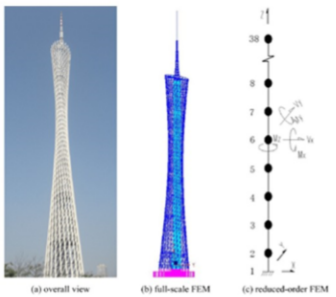
Betonla doldurulmuş 24 adet içi boş çelik direk vardır. Kule tabanında 2 metre çapı olan 50 mm kalınlığında çelik levha ile üretilmiş kolonlar bulunmaktadır. Üst katlara doğru ise 1,1 metre çapında 30 mm kalınlığında çelik levha ile üretilmiş kolonlar bulunmaktadır. 800 mm çapında olan köşegenler ise sütunlarla çapraz olarak kesişir. Halkalar sütunları ve köşegenleri düğümler aracılığıyla güçlendirmek için yapıda kullanıldı ve form için 15 derece eğildiler. Düğümler ise 1100 adet kullanıldı ve hepsi birbirinden farklı olarak tasarlandı (URL-60, 2022).

Kule'nin kavisli biçimi nedeniyle yapıda kullanılan taşıyıcı olan ve olmayan 10000 adet yapı malzemesinin neredeyse hiçbiri birbirinin aynısı değildir. Bu elemanlarının çoğunluğu fabrikalarda prefabrike olarak üretildi ve inşaat alanında montajı yapıldı. Bu kadar farklı malzemenin bir arada kullanabilmesi için yüksek doğruluk gerekmekteydi bu yüzden parametrik yazılımlar kullanıldı. Parametrik yazılımlar ile yapının daralan biçimi, yapı elemanlarının boyutları, şekilleri kullanılan malzemenin çeşidi ve özellikleri bilgisayar üzerinden denenerek tasarlandı (Şekil 65). Parametrik yazılımlar ve bilgisayar simülasyonlara sayesinde elemanların doğruluğu belirlendi ve üretimleri yapılıp, bu özel yapı ortaya çıkarılmıştır.



Şekil 65. Kanton Kulesi Modellenmesi (URL-60, 2022)

Tablo 12. Kanton Kulesi Yapı Bilgi Kartı (Yazar tarafından oluşturulmuştur)

YAPI BİLGİ KARTI		
Tasarımcı	Based Architecture (IBA)	Mimari Çizim
Yapım Yeri	Guangzhou, Çin	
Yapım Yılı	2010	
Yapı İşlevi	TV Kulesi	
Biçimi Oluşturan Faktörler	Kulenin biçimi oluşturulurken en önemli faktör zarif, estetik, kadınsı olmasıdır. Bu özellikleri ile diğer kulelerden ayrılıyor. Alt ve üst katlarda genişleyen orta katlarda daralan biçimi bu karmaşık yapıyı ortaya çıkarıyor. 2 adet elips formun birbiri üzerine döndürülmesi ile biçim oluşuyor.	Geometrik Düzen Düzenli / Düzensiz  var / yok
Strüktür Sistemi ve Tasarım Anlayışı	Bu yüksek yapıyı inanılmaz bir zariflik ile oluşturabilmek için özel bir çelik sisteme başvuruldu. Diagrid çelik sistem 1100 çelik düğüm, 1100 halka ve desteklerden oluşuyor. Biçim için çelik elemanlar 15 derece eğilmiştir ve hepsi birbirinden farklıdır. Bu farklı elemanların üretilmesi için parametrik tasarımlar kullanılmıştır.	Yapı Görselleri 
Kullanılan Malzemeler ve Malzeme Özellikleri	Yapının dış cephesinde hepsi birbirinden farklı çelik malzeme, cam ve alüminyum malzeme kullanılmıştır. Taşıyıcı sistem için aynı çeliklerde olduğu gibi prefabrike üretilmiş beton kullanıldı. İç mekânda ise bu malzemeler dışında prekast beton, farklı renk ve desenlerde taşlar kullanılmıştır.	

Parametrik Tasarımların Kullanıldığı Temel Elemanlar				
Dış Cephe	Çelik Strüktürel Sistem	Betonarme Strüktürel Sistem	Aerodinamik	HVAC
✓	✓	✓	✓	
Biçim	Akıllı Elemanlar	Enerji ve Su Sistemleri	Çatı	Gün Işığı
✓				

3.7. Pekin Ulusal Su Sporları Merkezi

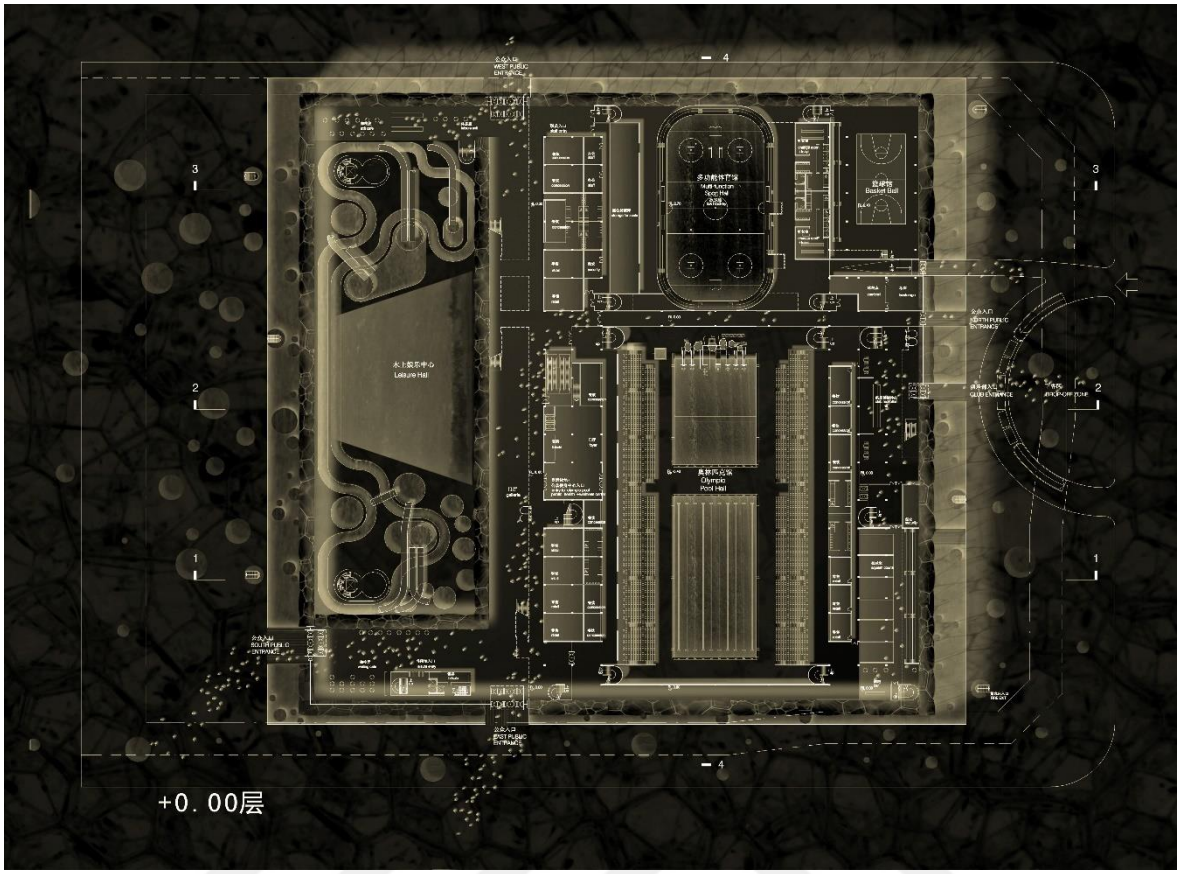
Yapı Çin'in Pekin kentinde düzenlenen olan 2008 Yaz Olimpiyatlarının su sporları yarışmalarına ev sahipliği yapması için inşa edilmiştir. 2003 yılında yapılan yarışma sonucunda Avustralyalı mimarlık firması PTW Architects'in tasarımı seçildi. 2003 yılının sonunda temeli atılan yapı, 2008 yılında kullanıma açıldı. Cephesinde kullanılan kaplama ve geometrik şekli ile ‘‘Su Küpü’’ ismiyle de anılır.



Şekil 66. Pekin Ulusal Su Sporları Merkezi Çevresi ile İlişkisi (URL-64, 2022)

Merkez 32.000 m_2 alana sahiptir oturduğu arazi ise 65.000 m2 alana sahiptir (Şekil 66). Olimpiyatlar oyunları esnasında 17.000 kişiye kadar hizmet verebilirken normal zamanlarda 6000 kişiye hizmet verebilir (URL-65, 2022). Merkez 178 metre x 178 metre ölçülerine ve 31 metre yüksekliğe sahiptir.

Yapının konseptinde suyun hem yapının içinde hem yapının dışında olduğunun çağrıştırılması istenmiştir. Hem bina içinde hem bina dışında su diyebiliriz. Cephede kullanılan kaplama sabun köpüğündeki kabarcıklara benzer bir tasarıma sahiptir. Merkezde oyunlar için beş adet yüzme havuzu, restoran ve seyirci alanları bulunmakta iken oyunlardan sonra bir bölümü su kaydırakları, alışveriş merkezi, kafeler, performans alanları, fitness alanlarına ayrılarak eğlence merkezi olarak kullanılmıştır (URL-66, 2022) (Şekil 67).



Şekil 67. Pekin Ulusal Su Sporları Merkezi Planı (URL-67, 2022)

Merkez çarpıcı tasarım konseptinin yanında, ekolojik olarak da çevre dostu bir yapı olmuştur. Gün ışığının çokça kullanılması iç alanlarının ısıtılması ve ısıtma enerjilerinin düşürülmesini sağlamıştır. Cephede ve çatıda bulunan kaplamanın yarı saydam olması sera etkisi gösterir ve binanın pasif ısıtımına büyük etkisi olur, bu etki bilgisayar programları ile simüle edilerek hesaplanmıştır. Su verimliliği ise yağmur suyu toplama, geri dönüşüm ve verimli filtreleme sistemleri ile sağlanmıştır. Yapıda kullanılan suyun %80'lik kısmı tekrar kullanılabilmektedir.

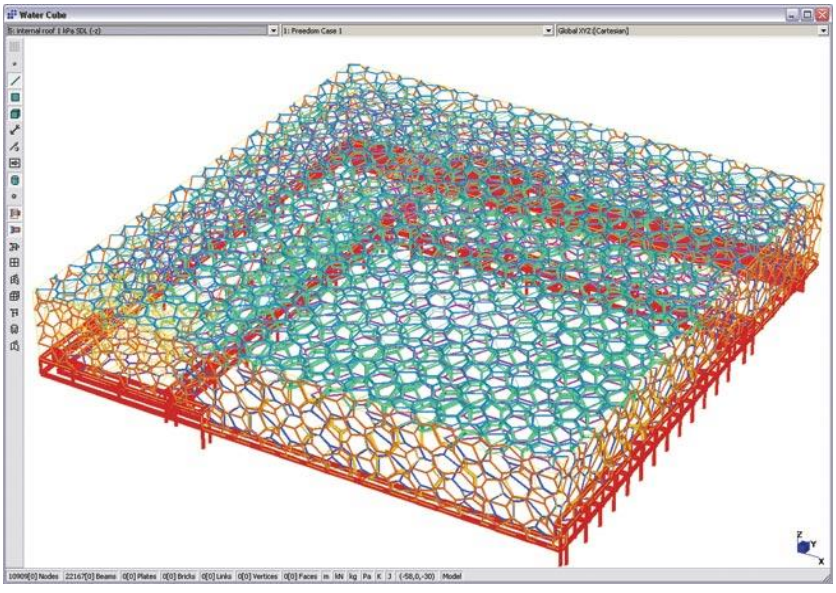
Yapının en önemli ayırıcı özelliği olan kabuğuna baktığımız zaman ise ETFE (etilen tetrafluroetilen) kaplama kullanılmıştır. Kaplamanın toplam kalınlığı sadece 0.2 mm'dir ve 100.000 m²' den fazla ETFE yastığı kullanılmıştır. ETFE aynı boyuttaki bir cam panelin yalnızca %1 ağırlığındadır. Kaplama Güneş ışınlarının %20'sini içinde hapseder. Yarı saydam kaplama havuz salonu için gereken aydınlatma enerjisinden %55'e varan tasarruf sağlar (URL-68, 2022).

Merkezin yapımında beton ve 6700 ton çelik kullanılmıştır. 22000 adet çelik eleman, 12000 düğüm bulunmaktadır. Bu elemanlar ile binanın yapısal analizini yapabilmek için

Arup tarafından bir bilgisayar programı geliştirildi. Bu program yapı üzerinden yapılan değişikliklerim hızlı ve doğru şekilde analiz edilebilmesini sağladı. Arup çelik elemanları 190 farklı yük durumu halinde test etmiş ve elemanlar için optimal çözümleri bulmuştur.

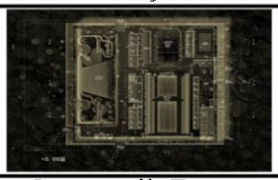
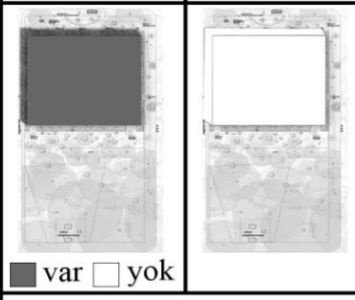
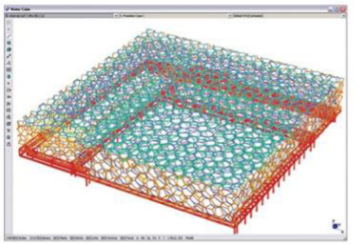
Cephede kullanılan özel ETFE kaplamalar için ise dda mühendislik ve ETFE üreticisi Vector Foiltec ortak olarak çalışarak sonuca ulaşılmıştır. Her bir yastık için basınçları belirlemek için programlar kullanıldı ve grafikler oluşturuldu. Rüzgâr tüneli kullanılarak ortaya çıkan sonuçlar ile yastıklar bilgisayar sistemleri üzerinde modellenerek kaplama kalınlığı belli edildi.

Bilgilere baktığımız zaman Pekin Ulusal Su Sporları Merkezi' nin özel biçimini ve strüktür sistemini tasarlarken parametrik yazılımlarının tercih edildiği ve ETFE malzemesi için de özel BIM programları kullanıldığı görülebilir. Strüktür sisteminde bulunan çelik malzeme mühendislik firmaları için farklı şartlar altında analiz edilmiş ve doğru çözümler bulunmuş ve malzemenin çeşidi ve boyutu seçilmiştir. Kaplama malzemesi bu kadar büyük bir alanda ilk kez kullanılacağı için parametrik yazılımlar ile bilgisayar üzerinden yapılan analizler daha büyük bir önem kazanmış, programlar sayesinde ETFE kaplaması doğru kalınlıkta ve doğru sistem ile ortaya çıkmıştır (Şekil 68).



Şekil 68. Pekin Ulusal Su Sporları Merkezi Modellenmesi (URL-68, 2022)

Tablo 13. Pekin Ulusal Su Sporları Merkezi Yapı Bilgi Kartı (Yazar tarafından oluşturulmuştur)

<table>
<tr><td colspan="3">YAPI BİLGİ KARTI</td></tr>
<tr><td>Tasarımcı</td><td>PTW Architects</td><td rowspan="4">Mimari Çizim
  </td></tr>
<tr><td>Yapım Yeri</td><td>Pekin , Çin</td></tr>
<tr><td>Yapım Yılı</td><td>2003-2008</td></tr>
<tr><td>Yapı İşlevi</td><td>Spor Merkezi</td></tr>
<tr><td>Biçimi Oluşturan Faktörler</td><td>Yapının biçimi bir su küpü olarak özetlenebilir. Küp biçimi dolayısıyla tamamen düzenli bir geometri kullanılmıştır. Merkezin biçimini oluşturan en önemli faktör ise cephesinde kullanılan ETFE yastık kaplamalardır. Bu kaplamalar ile merkezin işlevi ile biçimi arasında bir benzerlik yaratmaya çalışılmış.</td><td>Geometrik Düzen
Düzenli | Düzensiz
 
var yok</td></tr>
<tr><td>Strüktür Sistemi ve Tasarım Anlayışı</td><td>Yapının işlevi dolayısıyla iç mekânda kullanılacak olan havuz ve salonlar için büyük açıklıklar geçilmesine ihtiyaç duyuldu. 6700 ton çelik ve beton kullanılmıştır. 22000 adet çelik eleman ve 12000 adet düğüm bulunmaktadır. Parametrik tasarımlar ile bu sistem 190 farklı yük durumu altında test edilmiştir.</td><td rowspan="2">Yapı Görselleri
 
 
  </td></tr>
<tr><td>Kullanılan Malzemeler ve Malzeme Özellikleri</td><td>Yapının en önemli malzemesi ETFE yastıklardır. Bu yastıklar aydınlatma enerjisinden %55 tasarruf sağlarken aynı boyuttaki cam panelin %1'i ağırlıktadır. Ayrıca çelik, beton, farklı renk ve desenlerde taş malzeme kullanılmıştır.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Parametrik Tasarımların Kullanıldığı Temel Elemanlar</td></tr>
</table>

Dış Cephe	Çelik Strüktürel Sistem	Betonarme Strüktürel Sistem	Aerodinamik	HVAC
✓	✓	✓	✓	
Biçim	Akıllı Elemanlar	Enerji ve Su Sistemleri	Çatı	Gün Işığı
✓		✓		✓

3.8. Walt Disney Konser Salonu

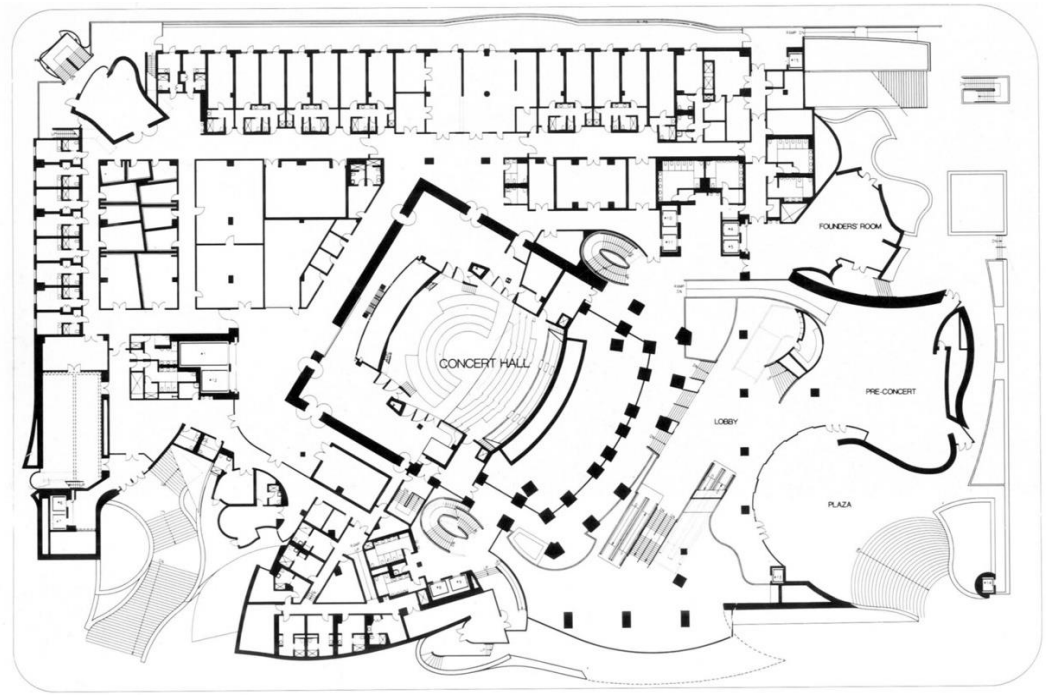
Walt Disney Konser Salonu' nun yapım fikri 1987 yılında Lilian Disney'in kocasını onurlandırmak için Los Angeles' de sanat aktivitelerine ev sahipliği yapan bir mekân tasarlanması için bağış yapması ile başladı. Çok sayıda mimarın katıldığı yarışma sonucunda Frank Gehry' in tasarım önerisi seçilmektedir. Politik sebeplerden dolayı yapımı çok uzun süren konser salonunun inşası 2003 yılında tamamlandı ve hizmete açıldı.



Şekil 69. Walt Disney Konser Salonu Çevresi ile İlişkisi (URL-69, 2022)

Yapı 18900 m²' lik bir alana sahiptir. Yapının biçimi Frank Gehry' nin mimari anlayışını desteklemektedir ve dekonstrüktivizm anlayışı ile tasarlanmıştır (Şekil 69). Gehry' nin tasarımı hayata ve bilgisayar üzerine geçirmeden önce yaptığı ve onun imzası olan eskizler ile gelişmiştir. Konser salonunun formu aşırıya kaçmış ve simetriye meydan okumaktadır. Yapının biçimi parçalanmış bir yelkenliyi de andırmaktadır. Gehry Walt Disney Konser Salonu' nu tasarladıktan sonra onu Los Angeles için bir eğitim merkezi ve bir kentin oturma odası olarak tanımladı ve tasarımını yaparken bu işlevleri karşılayan bir tasarım ortaya çıkarmıştır.

Salona caddeden yürüme yolları ile erişilebilir. Oradan konser salonunun çeşitli alanlarına ulaşılmaktadır. Zemin seviyesine 3.000 m2'lik sergi alanı, restoran ve servis alanları yer almaktadır. Bu bölümün kuzey bölgesinde, kurucular odası, salon ve kafeterya yer almaktadır. Oditoryumu oluşturan kutunun arkasında ve çevresinde destek alanları ve giyinme odaları bulunur. Güneye doğru, prizmatik uzatılmış bir hacim üzerinde ofisler yer almaktadır. Park, yaklaşık 2.200 araçlık bir kapasiteye sahiptir ve 7 seviyeye dağıtılmıştır. Buradan yürüyen merdivenlerle binanın iç kısmına doğrudan erişilebilmektedir. Kompleks içindeki en önemli alan 2265 kişilik oditoryumdur. Bu oda, akustik kalitede son derece dikkatli bir şekilde tasarlanmıştır. Bir gemi gövdesine benzeyen şekilde tasarlanan kavisli ahşap tavan, teknenin yelkenlerini çağrıştırmaktadır. Oditoryum, çatı pencereleri ve odanın arka tarafında geniş bir pencereden doğal ışık ile donatılmıştır. Seyirci orkestranın etrafına yerleştirilmiştir. Kompleksin bir diğer önemli alanı ise çok amaçlı salon Roy ve Edna Disney. 266 seyirci kapasiteli California Sanat Enstitüsü'ne yöneliktir. Kompleksin bodrum katında bulunan caddeden doğrudan erişime sahiptir (Şekil 70). Binada ayrıca iki amfi tiyatro bulunmaktadır. İlki 300 koltuklu ve çocuk gösterileri için kullanılmaktadır. İkincisi 120 seyirci kapasitelidir (URL-70, 2022) Tavanın kıvrımları ve iç mekânda kullanılan malzemeler ve sistemler ile akustik olarak çok başarılı bir yapı ortaya çıkmıştır.

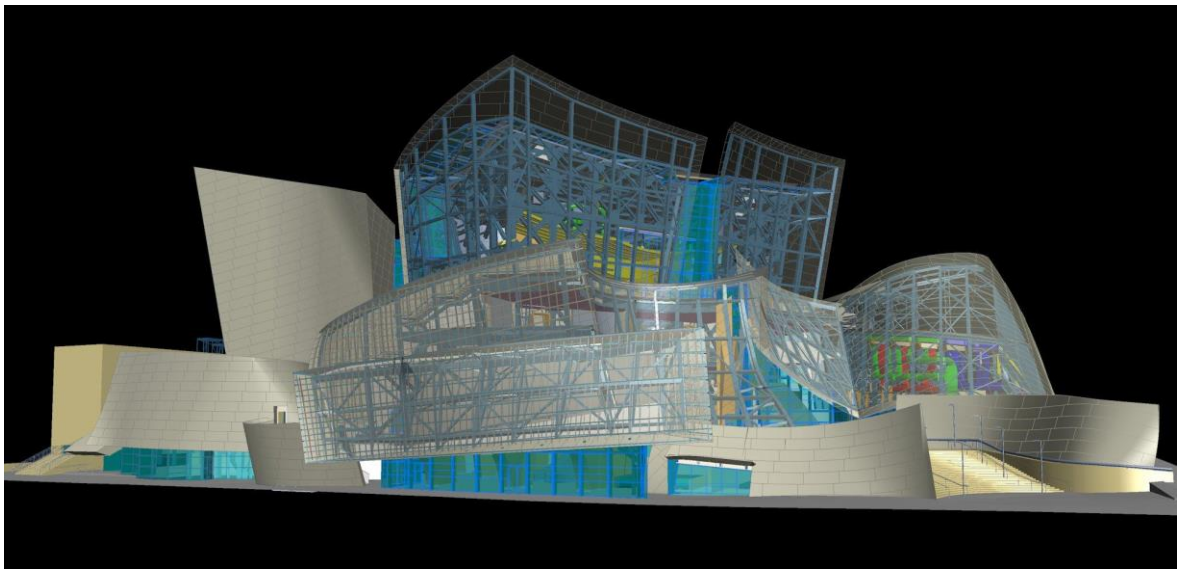


Şekil 70. Walt Disney Konser Salonu Orkestra Seviyesi Planı (URL-71, 2022)

Yapının biçimi Los Angeles' in hareketli yaşamını ve müzik ritmini yansıtmaktadır. Akustik çalışmalar için salonun 1/10 ölçeğinde maketi yapılmış ve bu maket üzerinden test edilmiştir. Yapının iç strüktürü ve dış cephesinin de bulunan kaplamanın yerleri Güneş ışığı için özenle ayarlanmış ve yapıya uygun görülen noktalardan Güneş ışığı alınmıştır. Yapının özel biçimini ortaya çıkarmak için özel strüktür sistemleri gerekmiştir. Yapı da taşıyıcı olarak çelik sistem kullanılırken yapının formundan dolayı 17 dereceye varan eğimli kolonlar kullanılmıştır. Bu çelik sistem ile 2265 kişilik oditoryum da herhangi bir taşıyıcı kolon kullanmaya gerek kalmamıştır.

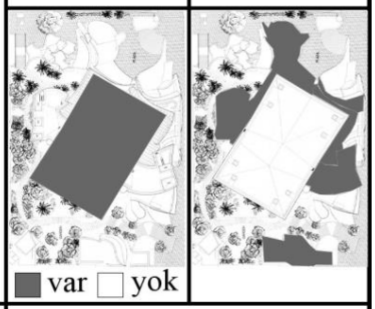
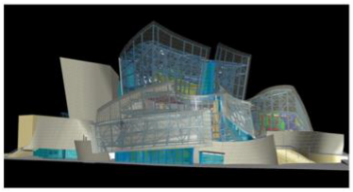
Yapıda 12500 adet paslanmaz çelik panel kullanılmıştır. Gehry başta salonun taş olarak çok güzel görüneceği düşünse de müteahhitlerin isteği ve Guggenheim Bilbao' nun cephesi ortaya çıktıktan sonra paslanmaz çelik paneller Walt Disney Konser Salonun' da kullanılmıştır.

Gehry bu yapıda da Guggenheim Bilbao Müzesine benzer şekilde parametrik yazılımlardan yararlanmıştır. Aynı şekilde daha önceden havacılık ve otomotiv sanayisinden kullanılan Catıa programı ile Gehry' nin tasarımı dijital ortama aktarılmıştır. Bu yapıda kullanılan 12500 panelin hiçbiri birbiri ile tamamen aynı şekle sahip değildir ve bu şekilleri doğru bir şekilde uygulamak için parametrik yazılımlar kullanılmıştır. CATIA programı ile yapı modellenmiş ve taşıyıcı sistemi ve dış kabukta kullanılan elemanlar buna göre tasarlanmıştır. Yapının biçimi için tasarlanan özel strüktürel sistem ve eğimli kolonlarda bu programlar ile analiz edilmiş ve doğru sonuca ulaşılmıştır (Şekil 71).



Şekil 71. Walt Disney Konser Salonu Modellenmesi (URL-72, 2022)

Tablo 14. Walt Disney Konser Salonu Yapı Bilgi Kartı (Yazar tarafından oluşturulmuştur)

<table>
<tr><td colspan="3">YAPI BİLGİ KARTI</td></tr>
<tr><td>Tasarımcı</td><td>Frank Gehry</td><td rowspan="4">Mimari Çizim
  </td></tr>
<tr><td>Yapım Yeri</td><td>Los Angeles, ABD</td></tr>
<tr><td>Yapım Yılı</td><td>2003</td></tr>
<tr><td>Yapı İşlevi</td><td>Konser Salonu</td></tr>
<tr><td>Biçimi Oluşturan Faktörler</td><td>Yapının biçimi oluştururken en önemli faktör olarak Gehry'nin dekonstrüktivist mimari anlayışı gösterilebilir. Bu anlayış dolayısıyla düzensiz biçimlerin daha fazla kullanıldığı söylenebilir. Parçalanmış bir yelkene benzeyen tasarım ile iç mekânda da akustik için uygun bir ortam yaratmayı amaçlamıştır.</td><td>Geometrik Düzen
Düzenli / Düzensiz
 
var yok</td></tr>
<tr><td>Strüktür Sistemi ve Tasarım Anlayışı</td><td>Dekonstrüktivist anlayışa göre tasarlanan yapının strüktür sistemini çözmek için CATIA programına başvuruldu. Çelik sistem çözülürken konser salonunun biçimini ortaya çıkarabilmek için 17 derece yatma açısına varan kolonlar tasarlanmıştır.</td><td>Yapı Görselleri
 
 
  </td></tr>
<tr><td>Kullanılan Malzemeler ve Malzeme Özellikleri</td><td>Yapının dış cephesinde istenilen biçimin oluşması için cam ve paslanmaz çelik paneller kullanılmıştır. 12500 adet çelik panelin hepsi birbirinden farklıdır. Bu farklı panellerinin tasarımını için parametrik tasarımlara başvurulmuştur (CATIA). İç mekânda ise akustik için büyük yoğunlukta ahşap kullanılmıştır. Beton ve taş ise diğer alanlarda kullanılmıştır.</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Parametrik Tasarımların Kullanıldığı Temel Elemanlar</td><td></td></tr>
</table>

Dış Cephe	Çelik Strüktürel Sistem	Betonarme Strüktürel Sistem	Aerodinamik	HVAC
✓	✓			
Biçim	Akıllı Elemanlar	Enerji ve Su Sistemleri	Çatı	Gün Işığı
✓				

3.9. Philharmonie de Paris

Philharmonie de Paris, yapılan yarışma sonucu Fransız mimar Jean Nouvel tarafından 2007 yılında tasarlanmıştır. 2010 yılında inşaatı başlayan yapı 2015 yılında kullanıma açılmıştır. Yapı Paris şehrinin kuzeydoğusunda bulunan Parc de la Villette'de yer almaktadır. 52 metre yüksekliği bulunan Philharmonie de Paris özellikle senfonik konserlere atanmış bir konser (müzik) salonudur (Şekil 72).



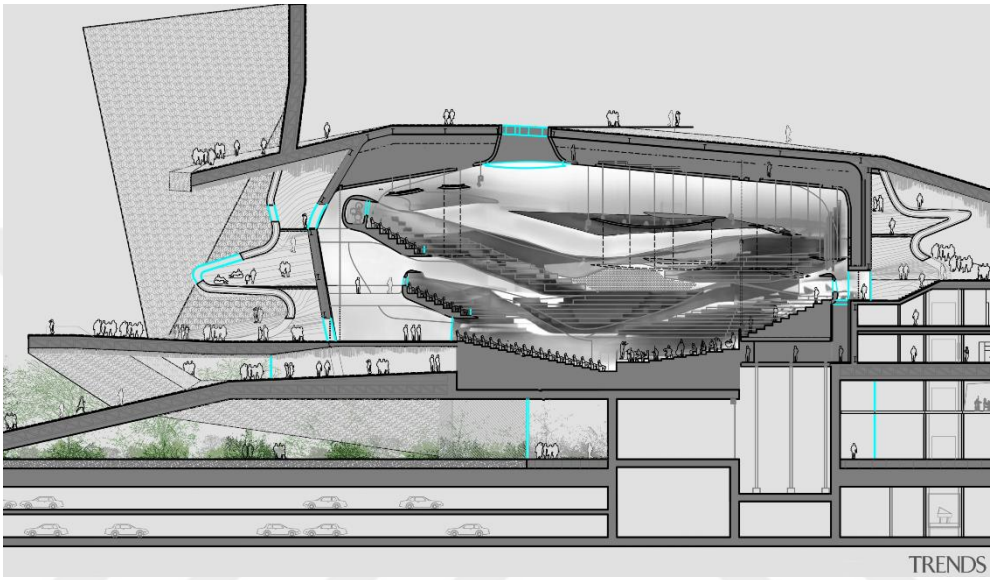
Şekil 72. Philharmonie de Paris Çevresi ile İlişkisi (URL-73, 2022)

Yapının konseptine ve biçimine bakıldığı zaman Jean Nouvel' in alışkın olduğumuz şekilde özel ve agresif çizgiler görülmektedir. Yapı hareketli ve karmaşıklığın bir düzen oluşturduğu bir biçime sahiptir. Bu hareketlilik ve karmaşıklığın oluşturduğu düzen aslında yapının hizmet ettiği işlevi bize işaret etmektedir. Yapının biçimi bize içeride bir müzik olduğunu çağrıştırmaktadır. Konser salonunu çevreleyen spiral şekilli parlak alüminyum ve gri renkteki kuş motifleri bir kontrast oluşturmaktadır. Yapıyı çevresi ile bağlayan çok sayıda yürüyüş yolu ve rampa bulunmaktadır.

19.600 m^2 alan üzerine kurulu yapı da büyük konser salonunun yanı sıra koridorlar, 6 prova odası, çeşitli orkestraların idari ofisleri, eğitim merkezi, sergi alanı, restoran, kafe ve lojistik için gerekli altyapıyı içermektedir. Kompleks, 850 araçlık iki yeraltı otoparkına

sahiptir. Halka açık sergilerin ve eğitimlerinin yapılabileceği çok amaçlı alanlar da bulunmaktadır.

Bu da yapının müziğin sanatsal, eğitimsel ve kültürel etkinliklere katkı da bulunma işlevini desteklemektedir. 37 metrede bulunan terasa çıkılarak bölgenin manzarası izlenebilir (Şekil 73).



Şekil 73. Philharmonie de Paris Kesiti (URL-74, 2022)

Konser salonunun kalbi ise 2400 koltuklu bir oditoryum olan senfoni salonudur. Tüm odalar bu salonun çevresine yerleştirilmiştir (Şekil 74). Dış cephedeki hareketli biçim burada da devam etmekte, balkonların çevreleyen malzemeler kavisli bir şekilde yukarı uzanarak biçimi desteklemektedir. Yüzen balkonlar ile bu algı güçlendirilmiş. Bu balkonların strüktürel tasarımı özel olarak düşünülmüş ve bağlantı noktaları minimal de tutulmuştur.

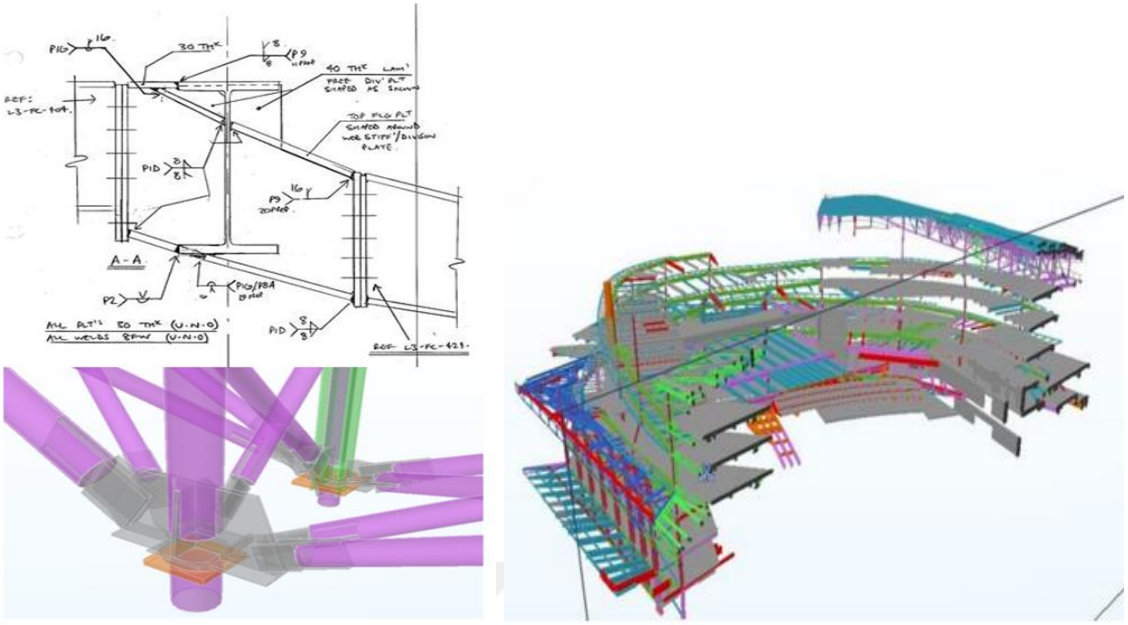


Şekil 74. Philharmonie de Paris Senfoni Salonu (URL-73, 2022)

Senfoni salonunda bulunan akustik elemanlar malzemeleri özel olarak seçilmiş ve biçimi yapının tümündeki hareketlilik ve karmaşıklığın getirdiği düzene uygun olarak tasarlanmıştır. Bu tasarımlar ortaya çıkarken testler yapılmış ve testlerin sonucu ile akustik sistem tamamlanmıştır. Binanın çatısı da özel olarak düşünülmüş ve ses bariyerleri kullanılarak izole bir ortam oluşturmaya çalışılmıştır. Yağmur suyu toplayan bir sistem kullanılarak daha ekolojik bir yapı ortaya koyulmuştur.

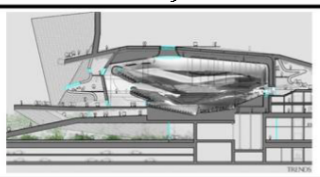
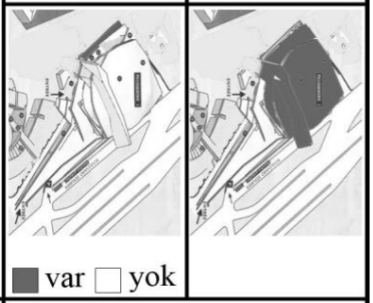
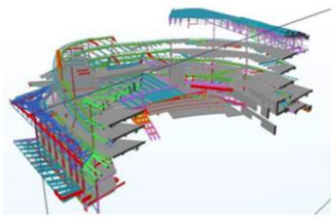
Konser salonunun yapımında 3500 ton çelik ve 50.000 m^3 beton kullanılmıştır. Cephede ise neredeyse tamamında alüminyum kullanılmıştır. Yapı karmaşık bir biçime sahip olduğu için strüktür sistemleri üzerinde de özel olarak çalışılmıştır. Sistemler de betonarme ve çelik beraber kullanılmıştır. Özellikle, açıklığı 60 metre ve çıkıntısı 25 metre olan benzersiz bir parça olan Ecran'ın inşa sürecinde olağandışı geometriler ve benzersiz çelik bağlantılar için farklı konfigürasyonlar denenmiş ve parametrik yazılımlar kullanılarak analiz edilmiştir.

Mühendisler Hergos ve Tekla modellerini ortaklaşa kullanarak yapının sistemini tamamladılar. Parametrik yazılımlar ve BIM programları Philharmonie de Paris istenen biçim de yapılabilmesini sağladı ve buna uygun strüktür sistemleri ve malzeme çeşitlerinin seçilmesine yardımcı oldu (Şekil 75).



Şekil 75. Philharmonie de Paris Tekla ve Hergos Üzerinden Modellenmesi (URL-75, 2022)

Tablo 15. Philharmonie de Paris Yapı Bilgi Kartı (Yazar tarafından oluşturulmuştur)

<table>
<tr><td colspan="3">YAPI BİLGİ KARTI</td></tr>
<tr><td>Tasarımcı</td><td>Jean Nouvel</td><td>Mimari Çizim</td></tr>
<tr><td>Yapım Yeri</td><td>Paris, Fransa</td><td rowspan="3">  </td></tr>
<tr><td>Yapım Yılı</td><td>2010-2015</td></tr>
<tr><td>Yapı İşlevi</td><td>Konser Salonu</td></tr>
<tr><td>Biçimi Oluşturan Faktörler</td><td>Salonun biçimine bakıldığında Nouvel'in karmaşık düzenli tasarım anlayışı görülebiliyor. Hareketli ve karmaşık bir biçim ortaya çıkmış. Bu biçim bize yapının işlevini (müzik) çağrıştırıyor. Bu karmaşıklığı ortaya çıkarabilmek için kullanılan paneller ve motifler kontrast bir görünüm oluşturuyor.</td><td>Geometrik Düzen
Düzenli | Düzensiz
 
var ☐ yok</td></tr>
<tr><td>Strüktür Sistemi ve Tasarım Anlayışı</td><td>Bu özel düzensiz biçimi ve büyük senfoni salonunu ortaya çıkarabilmek için parametrik tasarımlardan faydalanıldı. Hergos ve Tekla programı kullanılarak yapının sistemi tamamlandı. Yapı da 3500 ton çelik ve 50.000 m³ beton kullanılmıştır.</td><td rowspan="2">Yapı Görselleri
 
  </td></tr>
<tr><td>Kullanılan Malzemeler ve Malzeme Özellikleri</td><td>Yapının dış cephesinde alüminyum kullanılırken, kontrast oluşturmak adına bu alüminyumlar sade parlak bir görüntü ve kuş motifleri olarak iki farklı şekilde tasarlanmış. Alüminyumun yanında cam ve çelik yapının biçimini şekillendiriyor. İç mekanda ise ahşap yoğunlukta olmakla birlikte taş,cam ve beton malzeme kullanılmıştır.</td><td>  </td></tr>
<tr><td colspan="2">Parametrik Tasarımların Kullanıldığı Temel Elemanlar</td><td></td></tr>
</table>

Dış Cephe	Çelik Strüktürel Sistem	Betonarme Strüktürel Sistem	Aerodinamik	HVAC
✓	✓	✓		
Biçim	Akıllı Elemanlar	Enerji ve Su Sistemleri	Çatı	Gün Işığı
✓		✓	✓	

3.10. SAHMRI

Güney Avustralya Sağlık ve Tıbbi Araştırma Enstitüsü veya kısaltılmış adıyla SAHMRI Woods Bagot tarafından tasarlandı ve 2013 yılında hizmete açıldı. Avustralya' nın Adelaide kentinde bulunan yapı sağlık sektörü için yapılmıştır ve 700'e yakın araştırmacıyı da misafir edebilmektedir. Yapı 25000 m2' e yakın bir alana sahipken zemin kotundan yukarı yedi kattan oluşmaktadır (Şekil 76).

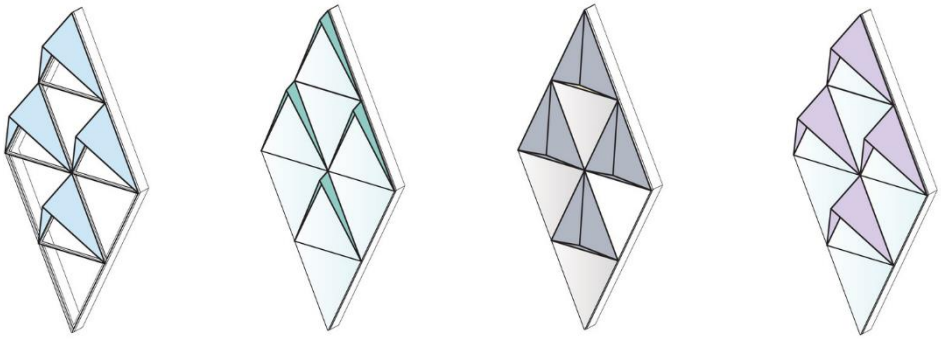


Şekil 76. SAHMRI ve Çevresi ile İlişkisi (URL-76, 2022)

SAHMRI yüksek teknolojiler ile donatılmış bir araştırma tesisidir. Yapıda yedi zemin üstü ve üç adet bodrum kat bulunmaktadır. Modern mimari ve iç mekanlar, ıslak ve kuru laboratuvarlar, bir vivaryum, bir siklotron ve ilgili ortak alanlar ve çalışma alanları, toplantı odaları ve yapı içinde bulunan insanlar için restoran, kafeterya vb. aktivite ve eğlence alanları bulunmaktadır.

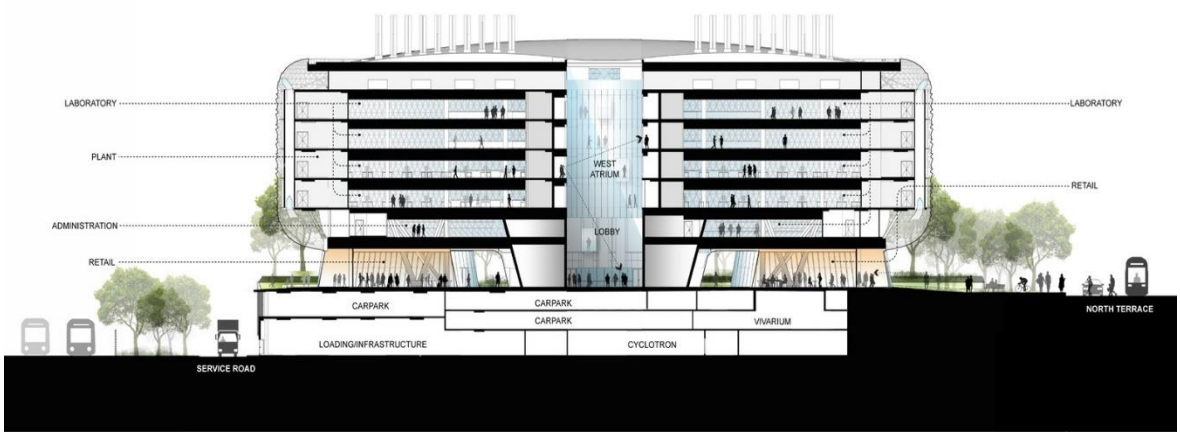
Yapıda bulunan spiral merdiven, cam bölmeler, açık atriyumlar ve köprüler gibi elemanlar ile insanlar arasındaki bağın kuvvetlenmesi ve iş birliğinin artması hedeflenmiştir (URL-77, 2022).

Binanın özel biçimi ve heykelsi yapısı kendi işlevine ilham vermek ve teşvik etmek için tasarlanmıştır. Şeffaf cephe, iki iç atriyumu gösterirken, binanın şekli, bir çam kozalağının kabuğundan ilham alan üçgen bir ızgara ile kaplanmış daha da benzersiz bir cephe ile ifade edilir (URL-77, 2022). Cephe de yapılan üçgen cam elemanlar ışığa göre ayarlanmış ve ışığın kontrollü bir şekilde kullanılmasını sağlamaktadır (Şekil 77).



Şekil 77. SAHMRI' nin özel cephe elemanları (URL-76, 2022)

Doğuda bulunan alanlara daha fazla ışık almaya yönelik düzenlenirken batıda bulunan laboratuvarlar için ise Güneş ışığının geçişi kısıtlanmıştır. Cephede bulunan elemanlar akıllı sistemler kullanılarak hava şartlarına canlı bir organizma gibi tepki verirler. Isı, parlama veya Güneş ışığının kontrolü bu elemanlar aracılığı ile sağlanır. Bu özel cephe tasarlanırken parametrik yazılımlar özellikle kullanılmış ve bu konuda Aurecon firması ile çalışılmış, yapılan analizler sonucu cephe ortaya çıkmıştır. Binanın cephesinde 6290 adet üçgen cam kullanıldı ve bu imalatın tamamlanması tam beş ay sürdü (URL-78, 2022). Üçgen cam paneller ve alüminyum paneller ile bu özel cephe ortaya çıktı.



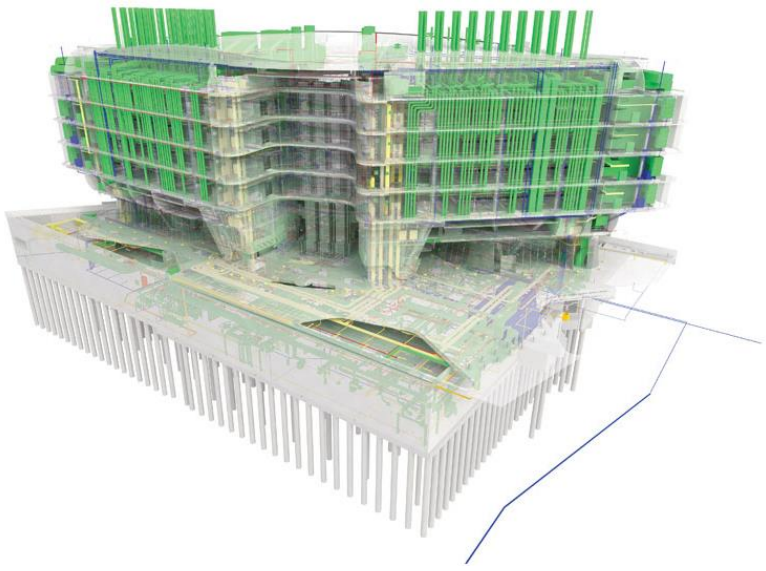
Şekil 78. SAHMRI kesiti (URL-76, 2022)

Strüktür sistemine baktığımız zaman ise çelik ve beton malzemenin kullanıldığı görülür. Taşıyıcı sistemde stadyumlarda kullanılan sistemlere benzer çelik sistemler kullanılmıştır.

Zemin katta 36 adet kullanılması gereken kolonlar özel bir taşıyıcı sistem ile 6 adete indirildi bu da yapının, açıklık ve insan etkişilimini arttırma hedeflerini sağlamasına yardımcı olmaktadır (Şekil 78).

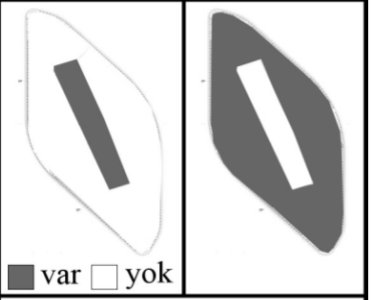
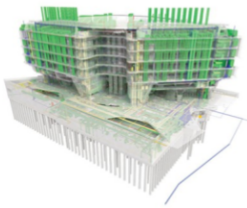
SAHMRI, sürdürebilirlik ve enerji tasarrufu için de özel olarak düşünüldü ve inşa edildi. Bu çalışmalar sonucunda LEED için altın sertifika kazandı. Çalışmalara Yüksek düzeyde dış hava beslemesi ile her çalışma alanına konforlu bir iç ortam sağlayan enerji verimli Isıtma, Havalandırma ve İklimlendirme (HVAC) sistemi, yağmur suyu hasadı ve işlenmiş suyun yeniden kullanımı dahil olmak üzere su verimli tasarım, binanın enerji ve su tüketiminin gerçek zamanlı ölçümünü sağlayan akıllı bir bütünleşmiş bina sistemi, toplu taşıma ile mükemmel bağlantılar ve Adelaide şehir merkezine yakınlık nedeniyle en aza indirilmiş otopark, 'ısı adası' etkisini en aza indiren şekilde tasarlanmış peyzaj ve kamusal plaza alanı, en az %80 inşaat atığı geri dönüşüm hedefi olan sahaya özel Çevre Yönetim Planı ve ışığa duyarlı akıllı cephe tasarımı örnek olarak verilebilir (URL- 78, 2022).

SAHMRI gibi büyük ölçekli bir yapı tasarlanırken tesiste kullanılan tüm hizmetleri birleştirip analiz edebilmek için parametrik yazılımlar kullanıldı. Parametrik yazılımlar, akıllı, özel biçime sahip olan cephe panelleri ve bu büyüklüğe göre ince olan çelik profillerin tasarımında önemli bir nokta tutmuştur. Zemin katta kullanılan ve özel olarak tasarlanıp açıklığı arttıran çiçek kolonların tasarımında, bilgisayar üzerinden analizler yapılmıştır (Şekil 79).



Şekil 79. SAHMRI enerji analizi için modellenmesi (URL-79, 2022)

Tablo 16. SAHMRI Yapı Bilgi Kartı (Yazar tarafından oluşturulmuştur)

<table>
<tr><td colspan="6">YAPI BİLGİ KARTI</td></tr>
<tr><td>Tasarımcı</td><td colspan="3">Woods Bagot</td><td colspan="2" rowspan="3">Mimari Çizim
  </td></tr>
<tr><td>Yapım Yeri</td><td colspan="3">Adelaide, Avustralya</td></tr>
<tr><td>Yapım Yılı</td><td colspan="3">2013</td></tr>
<tr><td>Yapı İşlevi</td><td colspan="3">Araştırma Enstitüsü</td><td colspan="2" rowspan="2">Geometrik Düzen
Düzenli | Düzensiz
 
var yok</td></tr>
<tr><td>Biçimi Oluşturan Faktörler</td><td colspan="3">Yapının biçimi çam kozalağının kabuğuna benzemektedir. Alüminyum ve cam paneller birbiri içinde hem çok iyi bir uyum hem de kontrast yakalamıştır. Paneller sayesine ışık oyunları oluşturulmuştur. Yapının hareketli biçimi davetkar bir enstitü ortaya çıkarıyor.</td></tr>
<tr><td>Strüktür Sistemi ve Tasarım Anlayışı</td><td colspan="3">Strüktür sistemi tasarlanırken çelik ve beton kullanılmıştır. İki veya dört kola ayrılan kolonlar sayesinde döşemede normal bir sistemle 36 adet kolon olması gerekirken 6 adet kolonla sistem çözülmüştür. Bu şekilde daha büyük açıklıklar elde edilmiştir. Bu özel sistem parametrik tasarımlar sayesinde hayata geçmiştir.</td><td colspan="2" rowspan="2">Yapı Görselleri
 
 
  </td></tr>
<tr><td>Kullanılan Malzemeler ve Malzeme Özellikleri</td><td colspan="3">Yapının biçimini ortaya çıkarabilmek için cephesinde üçgen cam ve alüminyum paneller kullanıldı. 6290 adet cam panel parametrik tasarımlar kullanılarak tasarlandı ve cam paneller akıllı elemanlar aracılığı ile gün ışığına göre açılıp kapanabiliyor. İç cephede alüminyum, beton, cam yoğunluktadır. Strüktür sisteminde ise beton ve çelik kullanılmıştır.</td></tr>
<tr><td colspan="6">Parametrik Tasarımların Kullanıldığı Temel Elemanlar</td></tr>
<tr><td>Dış Cephe</td><td>Çelik Strüktürel Sistem</td><td>Betonarme Strüktürel Sistem</td><td>Aerodinamik</td><td colspan="2">HVAC</td></tr>
<tr><td>✓</td><td>✓</td><td>✓</td><td></td><td colspan="2">✓</td></tr>
<tr><td>Biçim</td><td>Akıllı Elemanlar</td><td>Enerji ve Su Sistemleri</td><td>Çatı</td><td colspan="2">Gün Işığı</td></tr>
<tr><td>✓</td><td>✓</td><td>✓</td><td></td><td colspan="2">✓</td></tr>
</table>

3.11. Al Bahr Kuleleri

Al Bahr Kuleleri Birleşik Arap Emirlikleri'nin başkenti olan Abu Dabi' de bulunan 29 katlı ve 145 metre yüksekliğe sahip iki kuledir (Şekil 80). Abu Dabi Yatırım Konseyi' nin genel merkezinin tasarımı, yarışma sonucunda AHR Architects tarafından 2008 yılında tasarlanan yapının inşası 2009 yılında başlamış ve 2012 yılında sona ermiştir. 56.000 m² alana sahip yapının toplam arazi alanı ise 108.000 m²'dir.



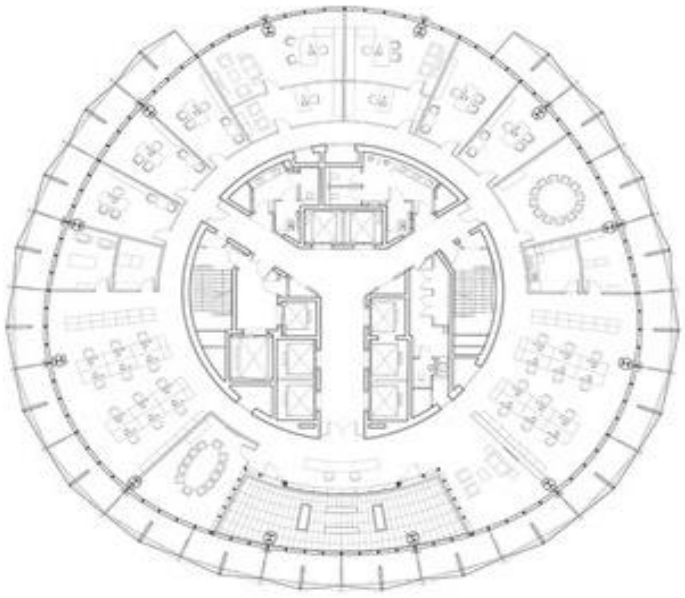
Şekil 80. Al Bahr Kuleleri (URL-80, 2022)

Yapının her bir kulesinde 1000 çalışan hizmet vermektedir. Bu yenilikçi yapı kültürel anlamda bulunduğu yere bağlanabilmek için İslam ve Arap dünyasında sıklıkla kullanılan müşrefiye adı verilen gölgeleme sistemleri örnek alınmıştır. Yapının özel biçimini de oluşturmaya yarayan bu cephe bölgenin zorlu iklim koşulları için tasarlanmıştır. Bu akıllı cephe Yıl boyunca Güneş ışınlarına ve ısı değişimlerine tepki vermiştir. Firmanın başkan yardımcısı Peter Oborn cephenin hareketini şu şekilde açıklamaktadır: ''Geceleri hepsi katlanacaklar, bu yüzden hepsi kapanacak, böylece cephenin daha fazlasını göreceksiniz. Sabah doğudan güneş doğarken, binanın doğusundaki müşrefiye kapanmaya başlayacak ve güneş binanın etrafında hareket ettikçe, o zaman tüm dikey müşrefiye şeridi güneşle birlikte hareket edecek.'' (URL-80, 2012). Bu cephe ve özel cam seçimi Güneş ışığının istenilen zamanda %50 daha fazla alınmasını istenilen zaman ise %50 oranında alınımın azaltılmasını

sağlanmaktadır. Bu da sıcaklık ve gün ışığı değişimlerinin çok fazla olduğu Abu Dabi kentinde yapı için çok büyük bir enerji tasarrufu sağlanmaktadır.

Bu çalışmalar ile Al Bahr Kuleleri sürdürülebilirlik konusunda da önemli bir adım atmıştır. Cephe de fotovoltaik paneller sayesinde yenilebilir enerji ile çalışmaktadır. Kulenin çatılarının bazı bölümlerinde su ısıtması için kullanılan fotovoltaik paneller vardır. Tüm yapılan yenilebilir enerji, sürdürülebilirlik ve cephe çalışmaları ile Al Bahr Kuleleri LEED için gümüş sertifika ve 2012 yüksek bina inovasyon ödülünü kazanmıştır.

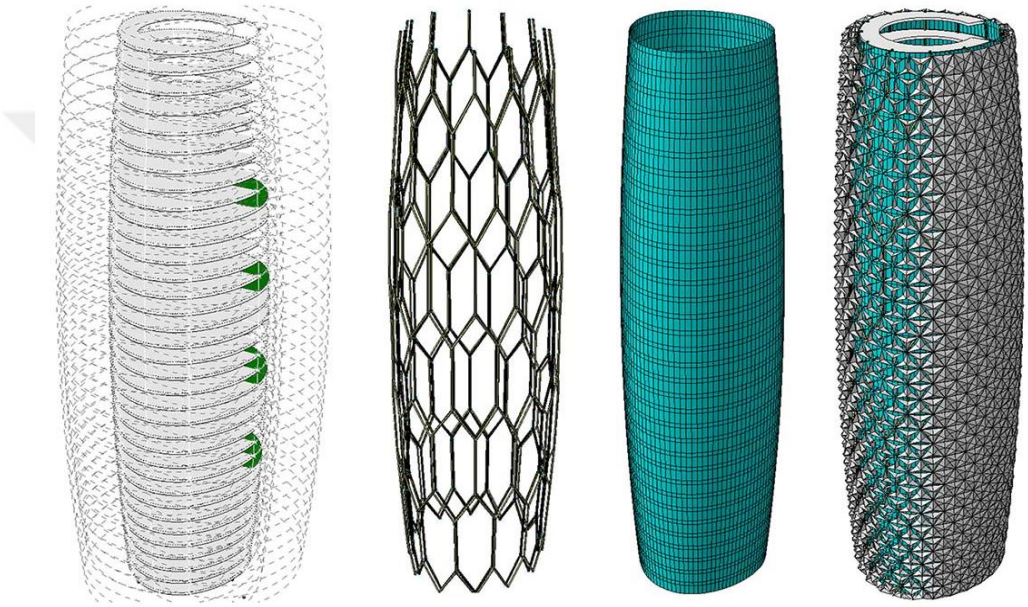
Kulelerin güney cephesi boyunca, gölgenin yanı sıra güneşe maruz kalmanın etkilerini hafifletmeye yardımcı olan iç açık hava bahçeleri vardır. Bu alanlar aynı zamanda toplantı ve mola alanlarını kullanan çalışanlara da hizmet vermektedir. Podyum, ibadet odaları, restoranlar ve bir oditoryum dahil olmak üzere çok çeşitli ortak tesislere ev sahipliği yaparken, bahçeden ayrı bir girişi kullanabilen halk, personel ve VIP kişiler de dahil olmak üzere çeşitli kullanıcı kategorileri için farklı erişime izin vermektedir. 80 araç kapasiteli iki yeraltı otopark katı ve personel için bir toplantı alanı olarak podyuma entegre edilmiş bir "asma kat" alanı bulunmaktadır (Şekil 81). En üst katta ise 120 metre yükseklikte halka açık bir seyir terası bulunmaktadır. (URL- 81, 2022).



Şekil 81. Al Bahr Kuleleri Planı (URL-48, 2022)

Cephede bulunan ve bilgisayar ile kontrol edilen özel elemanlar binanın giydirme cephesinden iki metre uzakta bulunur ve her üçgen parça mikro delikli cam elyafla kaplanmıştır. Toplamda 2098 dinamik ünite bulunmaktadır.

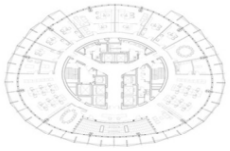
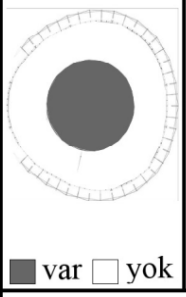
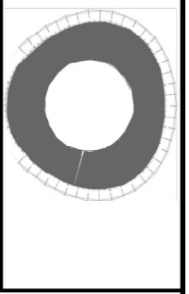
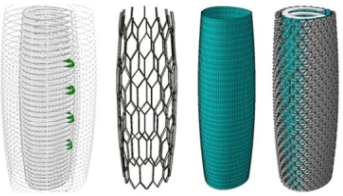
Her ünite bir dizi gerilmiş PTFE (politetrafloroetilen) panel içerir ve doğrudan güneş ışığından kaçınmak için hesaplanan önceden programlanmış bir sıraya yanıt olarak her gün bir kez kademeli olarak açılıp kapanan doğrusal bir modül tarafından çalıştırılır (URL-81, 2022).



Şekil 82. Al Bahr Kulelerinin Cephe Modellenmesi (URL-46, 2022)

Yapının konsepti uygulanırken taviz vermemek için parametrik tasarımlar kullanılmaya başlanmıştır. Yapının duvarları ve zemin arasındaki optimum oranı yakalayabilmesi için de parametrik yazılımlar kullanılmış ve biçimin en önemli noktası olan cephe için de özel çalışmalar yapılmıştır. Cephe hareketlerini detaylı olarak simüle edebilmek için javascript ve gelişmiş parametrik programlar kullanılarak özel olarak modelleme yapıldı (URL-46, 2022). Bu da yapı üzerinden yapılan çalışmaların devam edebilmesini, tüm çalışılan işlevler arasında veri alışverişi yapılabilmesini, enerji noktasında özel analizler yapılmasını sağladı (Şekil 82).

Tablo 17. Al Bahr Kuleleri Yapı Bilgi Kartı (Yazar tarafından oluşturulmuştur)

<table>
<tr><td colspan="6">YAPI BİLGİ KARTI</td></tr>
<tr><td>Tasarımcı</td><td colspan="3">AHR Architects</td><td colspan="2" rowspan="4">Mimari Çizim
  </td></tr>
<tr><td>Yapım Yeri</td><td colspan="3">Abu Dabi, BAE</td></tr>
<tr><td>Yapım Yılı</td><td colspan="3">2009- 2012</td></tr>
<tr><td>Yapı İşlevi</td><td colspan="3">Plaza</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Biçimi Oluşturan Faktörler</td><td colspan="3" rowspan="2">Bu ikiz kulelerin biçimi oluşturulurken en önemli faktör Abu Dabi’ nin iklim şartları olmuştur. Abu dabideki sıcaklık değişimleri ve aşırı sıcaktan az etkilenmek adına ‘‘müşrefiye’’ benzeri güneşle birlikte hareket eden akıllı cephe elemanları kullanılmıştır.</td><td colspan="2">Geometrik Düzen</td></tr>
<tr><td>Düzenli
 
var yok</td><td>Düzensiz
  </td></tr>
<tr><td>Strüktür Sistemi ve Tasarım Anlayışı</td><td colspan="3">Yapının strüktür sisteminde bu tip plaza yapılarında çokça kullanılan bir çelik sistem kullanılmıştır. Çelik ve beton malzeme kullanılarak sistem ortaya çıkmıştır. Dış cephede bulunan özel paneller için ayrı bir taşıyıcı sistem oluşturulmuş ve kulelere monte edilmiştir.</td><td colspan="2" rowspan="3">Yapı Görselleri
 
 
  </td></tr>
<tr><td>Kullanılan Malzemeler ve Malzeme Özellikleri</td><td colspan="3">Yapının en önemli özelliği cephesinde bulunan akıllı elemanlardır. Bu elemanlar PTFE panel içerir. Bu paneller ısı ve gün ışığının istenilen seviyede içeriye alınmasını sağlıyor. Ayrıca cephede sürdürülebilirlik için fotovoltaik paneller kullanılıyor. Dış mekânda çelik ve cam iç mekanda ise beton, ahşap ve taş malzemeler kullanılmıştır.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Parametrik Tasarımların Kullanıldığı Temel Elemanlar</td></tr>
<tr><td>Dış Cephe</td><td>Çelik Strüktürel Sistem</td><td>Betonarme Strüktürel Sistem</td><td>Aerodinamik</td><td>HVAC</td></tr>
<tr><td>✓</td><td>✓</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Biçim</td><td>Akıllı Elemanlar</td><td>Enerji ve Su Sistemleri</td><td>Çatı</td><td>Gün Işığı</td></tr>
<tr><td>✓</td><td>✓</td><td>✓</td><td></td><td>✓</td></tr>
</table>

3.12. 100 11th Avenue Apartmanı

100 11th Avenue Apartmanı ABD' nin New York kentinde bulunmaktadır. 23 katlı bu yapının tasarımı Fransız mimar Jean Nouvel tarafından yapıldı. 2005 yılında tasarımı yapılan projenin inşası 2006 yılında başladı ve 2010 yılında sona erdi. 13.400 m2'lik bir inşaat alanına sahip olan yapının göze çarpan en önemli özelliği ise cephesinde bulunan her camın ve çerçevesinin farklı bir açıyla eğilmiş olmasıdır (Şekil 83).



Şekil 83. 100 11th Avenue Apartmanı ve Çevresi ile İlişkisi (URL-25, 2022)

Yapı, Jean Nouvel tarafından bir görme makinesi olarak tanımlanırken, yapının dış cephesine bakıldığında farklı boyutlarda 1700 adet renksiz cam panelin her biri benzersiz açılarda bir araya gelerek pürüzsüz bir eğri oluşturmaktadır. De Stijl sanat akımının öncülerinden olan Piet Mondrian eserlerini andırmaktadır. Yapı 76 metre yüksekliğinde bir metal eğri ve cam duvar olarak özetlenebilen özel bir apartman tasarımıdır (URL-20, 2022).

Binaya giriş yapılırken 6 metre yüksekliğe sahip lobiden geçilir bu lobiden 72 daireye, kapalı ve açık teraslar, restoran, havuz ve spor salonuna ulaşılır (Şekil 84). Yedinci kata kadar bina, binanın ötesindeki yaşamın kısacık görüntülerini içi asma bahçeler ve süslemelerle dekore edilmiş camlara yansıtır. New York şehrinde eşi benzeri olmayan yarı kapalı bir atriyumu çevreleyen kristal mullion tarafından oluşturulan bir tür çift sokak cephesine sahiptir. Binanın güney cephesinden 4,57 m uzaklıkta ayrı bir "perde" cam

pertelüs yerleştirildi, cephede açığa çıkan mozaik deseni yakındaki çelik çerçevenin tekrarı ile oluşmaktadır.

Çok yönlü dış cam giydirme cephe ile perde arasında 7 kat yükselen, yarı kapalı bir atriyum caddesi oluşturan ve karmaşık bir çelik ızgara yapı içeren "Loggia" olarak adlandırılan mekân bulunmaktadır (URL-20, 2022).



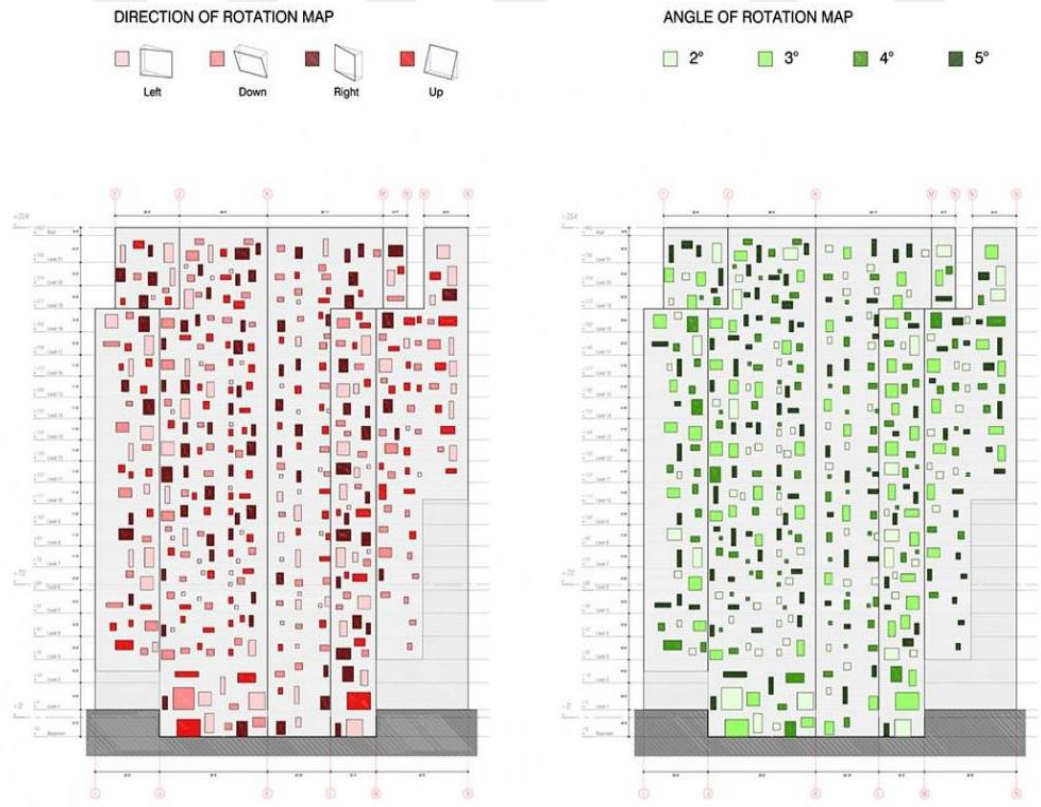
Şekil 84. 100 11th Avenue Apartmanı Kat Planı (URL-36, 2022)

Yapının özel giydirme cephesini tasarlamak için Çinli cephe üreticisi ile çalışıldı. 3 inç boyutunda çelik levhalar ve eğimi sürekli değişken olan panelleri özel olarak tasarladılar. Cephenin istenen yansıma ve renklerini oluşturabilmek için üç farklı cam kaplaması denenmiş ve kullanılmıştır. Strüktür sisteminde çağdaş sistemlere uygun olarak betonarme ve çelik kullanılmıştır. İç mekanlarda ise beton ve terrazzo, ahşap parke zeminler ve bazı mekanlarda ahşap tavanlar kullanılmıştır (Şekil 85).



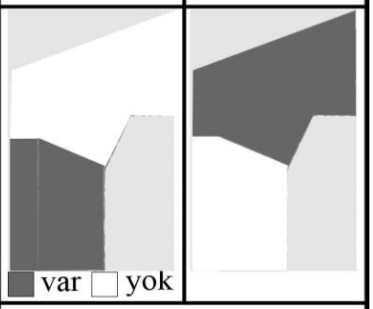
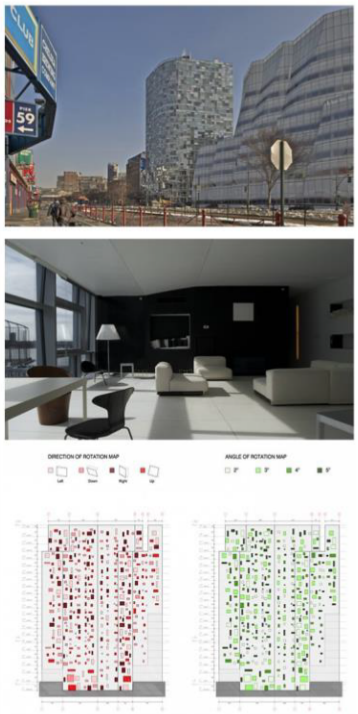
Şekil 85. 100 11th Avenue Apartmanı İç Mekânı (URL-25, 2022)

Yapıda parametrik tasarımlar strüktür sistemleri özelinden çok tasarımının kilit noktası olan panellerin ve çelik levhalarının açısının ayarlanmasında ve kullanılan kaplamaların ve malzemelerinin kalınlığının analiz edilmesinde kullanılmıştır. Böylelikle çok katlı konut yapıları arasında fark yaratan biçime sahip bir apartman dairesi ortaya çıkarılmıştır (Şekil 86).



Şekil 86. 100 11th Avenue Apartmanı Cephesinin Eğim Açıları (URL-25, 2022)

Tablo 18. 100 11th Avenue Apartmanı Yapı Bilgi Kartı (Yazar tarafından oluşturulmuştur)

<table>
<tr><td colspan="5">YAPI BİLGİ KARTI</td></tr>
<tr><td>Tasarımcı</td><td colspan="2">Jean Nouvel</td><td colspan="2" rowspan="4">Mimari Çizim
  </td></tr>
<tr><td>Yapım Yeri</td><td colspan="2">New York, ABD</td></tr>
<tr><td>Yapım Yılı</td><td colspan="2">2006- 2010</td></tr>
<tr><td>Yapı İşlevi</td><td colspan="2">Apartman</td></tr>
<tr><td>Biçimi Oluşturan Faktörler</td><td colspan="2">Apartmanın biçimine bakıldığında eğimli paneller ve çelik levhalar dikkat çekiyor. Bu eğimli levha ve paneller farklı açılarda ve farklı stillerde bulunuyor. Bu farklılaşma için parametrik tasarımlar kullanılıyor. Yapının bazı bölümleri düzenli bir geometriden oluşurken bazı bölümleri ise düzensiz ve eğrisel bir geometriden oluşuyor.</td><td colspan="2">Geometrik Düzen
Düzenli | Düzensiz
 
</td></tr>
<tr><td>Strüktür Sistemi ve Tasarım Anlayışı</td><td colspan="2">Yapının strüktür sisteminde çelik ve beton malzemeler kullanılmıştır. Sistem için özel bir çalışma yapılmasına gerek kalmamış. Cephede bulunan eğimli levhaların taşıtılması önemsenmiştir.</td><td colspan="2" rowspan="2">Yapı Görselleri
  </td></tr>
<tr><td>Kullanılan Malzemeler ve Malzeme Özellikleri</td><td colspan="2">Cephede çelik ve cam paneller özel açılar ve ölçülerde üretilmiştir. Cam paneller için üç farklı kaplama kullanılmıştır. İç mekanlarda ise bir konut yapısının gerekliliklerini karşılamak için ahşap, beton, terrazzo karo ve ahşap malzeme kullanılmıştır.</td></tr>
<tr><td colspan="5">Parametrik Tasarımların Kullanıldığı Temel Elemanlar</td></tr>
<tr><td>Dış Cephe</td><td>Çelik Strüktürel Sistem</td><td>Betonarme Strüktürel Sistem</td><td>Aerodinamik</td><td>HVAC</td></tr>
<tr><td>✓</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Biçim</td><td>Akıllı Elemanlar</td><td>Enerji ve Su Sistemleri</td><td>Çatı</td><td>Gün Işığı</td></tr>
<tr><td>✓</td><td></td><td></td><td></td><td>✓</td></tr>
</table>

3.13. Oodi Helsinki Merkez Kütüphanesi

Yapı Finlandiya'nın başkenti olan Helsinki'de bulunuyor. Kütüphane'nin tasarımı için 2012 yılında açılan yarışmada ALA Architects'in projesi seçilmiş ve yapımına başlanmıştır. 2018 yılında hizmete açılan kütüphane 17.000 m^2 bir inşa alanına sahiptir. Yapı zemin kotunun üstünde üç kata ve zemin kotunun altında bir adet bodrum kata sahiptir (Şekil 87).



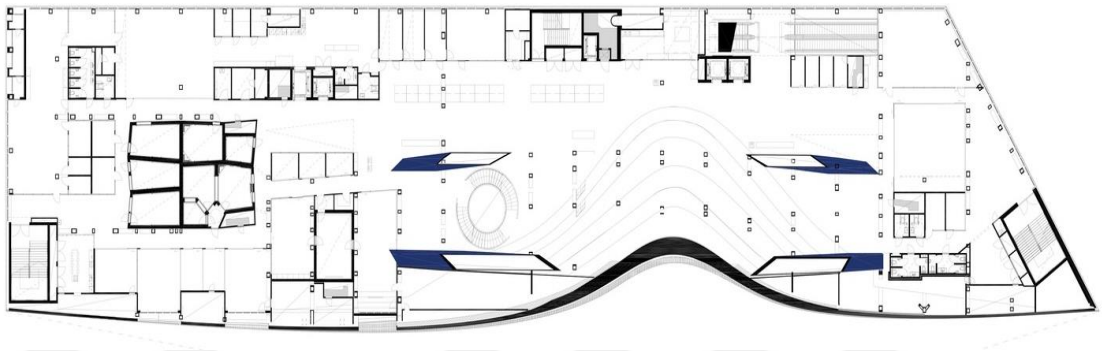
Şekil 87. Oodi Helsinki Merkez Kütüphanesi ve Çevresi ile İlişkisi (URL-40, 2022)

Kütüphanenin tasarım konsepti düşünülürken sadece kitap ödünç alınan bir mekân değil kamusal bir toplanma alanı ve farklı işlevlere sahip bir yapı tasarlanmıştır. Yapının önünde bulunan meydanda başlayan insanların bir araya gelmesi iç mekânda da devam etmektedir. Zemin katta hızlı ziyaretler için uygun yoğun bir alan bulunmaktadır (URL-37, 2022). Bu mekân klasik kütüphane kurgusundan uzaktır. Üst katlarda ise kütüphane işlevi için sessiz ve sakin alanlar bulunmaktadır.

Yapı temel olarak üç bölüme ayrılmıştır. Şehir meydanından gelerek yapıyla buluşulan zemin kat üst katta bulunan kütüphanenin işlevlerinin net olarak görüldüğü sinema salonu, kafe ve restoran bulunur.

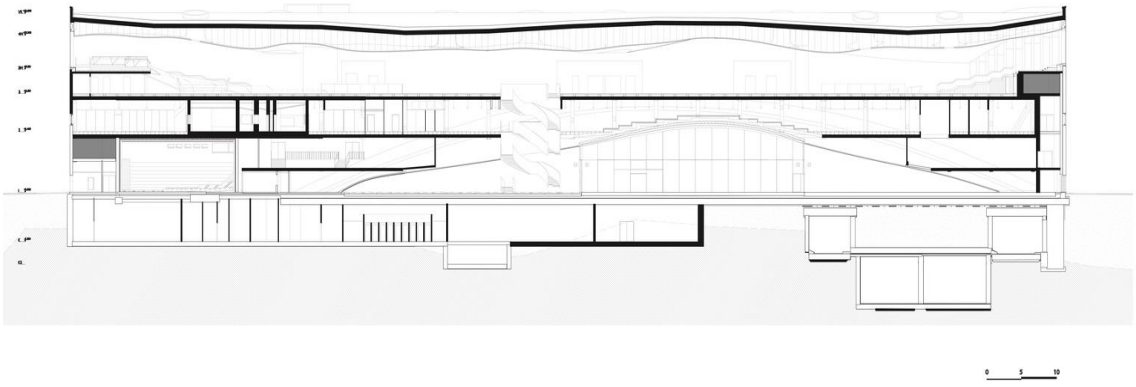
Yapının biçimi ve iç mekânda kullanılan sirkülasyon sistemlerinden dolayı ortaya çıkan orta kat ise köprü yapısının kafes kirişleri arasındaki boşluklarda yaşayan samimi köşe

ve köşeler etrafında düzenlenmiş esnek odalardan oluşmaktadır. Bu katta yaratma, kayıt stüdyoları, kentsel bir atölye, üretim laboratuvarları (müzik, tasarım vb.), bir oyun odası ve 180 koltuklu bir konferans alanı bulunmaktadır (URL-37, 2022) (Şekil 88).



Şekil 88. Oodi Helsinki Merkez Kütüphanesi Kat Planı (URL-37, 2022)

'Kitap Cenneti' olarak adlandırılan üst kat bulutsu bir biçime sahip olan tavan ve bu tavana dairesel ışıklıklar açılması ile özel bir sisteme sahiptir. Bu mekânda şehrin panoramik manzarası izlenebilirken, burada bulunan sakin atmosfer insanları okumaya ve araştırmaya sevk etmektedir. Ayrıca bu katta çocuk ve teras alanı da bulunmaktadır (URL-29, 2022).

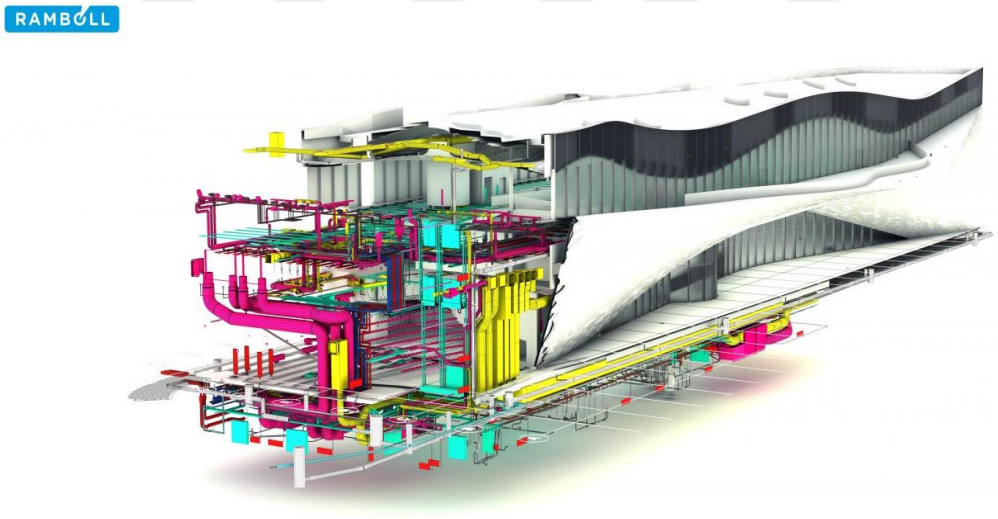


Şekil 89. Oodi Helsinki Merkez Kütüphanesi Kesiti (URL-37, 2022)

Kütüphanenin karmaşık yapısı ve biçimi teknik olarak mühendisler ve mimarlar için zorluklar ortaya çıkarmıştır. Mimari çözüm, betonarme döşemeyi destekleyen köprü şeklinde bir yapı oluşturmak için binanın omurgası olan ve 100 metreden fazla alanı kaplayan yaklaşık 800 tonluk bir çift çelik kemer kullanır. Bu şekilde mimarlar, halka açık

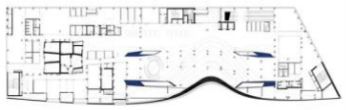
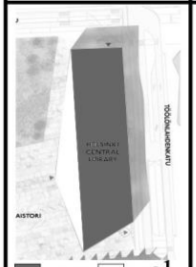
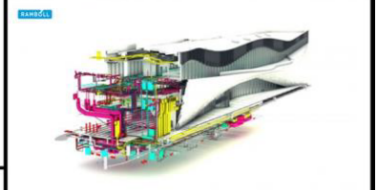
bir giriş olarak sütunsuz tamamen kapalı bir alan, yapının etrafında gruplandırılmış oda grupları ve en üstte okuma odası için açık bir alan yaratırlar (Şekil 89). İkincil çelik çerçeveler, bir balkon ve bir konsol çatının kemerlerden asimetrik olarak asılmasına izin verir (URL-37, 2022).

Yapı inşa edilirken yerel malzemelerin kullanımına dikkat edilmiştir. Kullanılan ahşap malzemeler Finlandiya' nın özel ahşaplarından üretilmiştir. Fin ladini özellikle kullanılmıştır. Ayrıca tavanlarda ahşap olarak köknar zeminde ise meşe kullanılmıştır. Yapının bütününde ahşap ve cam çokça bulunmaktadır. Strüktür sisteminde ise çelik ve betonarme kullanılmıştır. Yapının karmaşık yüzeylere sahip özel biçimi ve iç mekânda bulunan köprü şeklimdeki yapının tasarımı ve strüktür sistemi için parametrik yazılımlar kullanılmıştır. Parametrik tasarımlar sonucunda yapının tasarlanmak istenen biçimi ve bunu taşıyan strüktür sistemi ortaya çıkmıştır. Ayrıca yapının sahip olduğu havalandırma ve tesisat işlemleri de MagiCAD programı üzerinden modellenerek, bilgisayar üzerinden tasarımı yapılmıştır (Şekil 90).



Şekil 90. Oodi Helsinki Merkez Kütüphanesi MEP Sistemlerinin Modellenmesi (URL-29, 2022)

Tablo 19. Oodi Helsinki Merkez Kütüphanesi Yapı Bilgi Kartı (Yazar tarafından oluşturulmuştur)

<table>
<tr><td colspan="5">YAPI BİLGİ KARTI</td></tr>
<tr><td>Tasarımcı</td><td colspan="2">ALA Architects</td><td colspan="2">Mimari Çizim</td></tr>
<tr><td>Yapım Yeri</td><td colspan="2">Helsinki, Finlandiya</td><td colspan="2" rowspan="3">  </td></tr>
<tr><td>Yapım Yılı</td><td colspan="2">2018</td></tr>
<tr><td>Yapı İşlevi</td><td colspan="2">Kütüphane</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Biçimi Oluşturan Faktörler</td><td colspan="2" rowspan="2">Yapının biçimi oluşturulurken kamusal bir yapının davetkarlığını göstermesi istendi. Bu yüzden şeffaf ve yerel ahşap malzeme ile kaplamalar yapılmıştır. Çatıdaki dalgasal yapı ve dairesel ışıklıklar farkı bir kütüphane biçimi ortaya çıkarıyor.</td><td colspan="2">Geometrik Düzen</td></tr>
<tr><td>Düzenli</td><td>Düzensiz</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Strüktür Sistemi ve Tasarım Anlayışı</td><td colspan="2" rowspan="2">Yapının özel biçimini ve büyük açıklıklarını ortaya çıkarmak için çelik ve beton malzeme kullanılmıştır. Betonarme döşemeyi destekleyen köprü şeklinde bir yapı oluşturmak için binanın omurgası olan ve 100 metreden fazla alanı kaplayan yaklaşık 800 tonluk bir çift çelik kemer kullanıldı.</td><td rowspan="2"> 
var yok</td><td rowspan="2">Yapı Görselleri
 
 
  </td></tr>
<tr></tr>
<tr><td>Kullanılan Malzemeler ve Malzeme Özellikleri</td><td colspan="2">İç mekânda ve dış cephede en çok kullanılan malzeme ahşaptır. Bunun nedeni Finlandiya'nın yerel malzemeleri içinde ahşabın önemli bir yer tutmasıdır. Bunun yanında cam, alüminyum, taş, beton malzemeler kullanılmıştır. Parametrik tasarımlar enerji ve tesisat tasarımında da kullanılmıştır.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Parametrik Tasarımların Kullanıldığı Temel Elemanlar</td></tr>
<tr><td>Dış Cephe</td><td>Çelik Strüktürel Sistem</td><td>Betonarme Strüktürel Sistem</td><td>Aerodinamik</td><td>HVAC</td></tr>
<tr><td>✓</td><td>✓</td><td>✓</td><td></td><td>✓</td></tr>
<tr><td>Biçim</td><td>Akıllı Elemanlar</td><td>Enerji ve Su Sistemleri</td><td>Çatı</td><td>Gün Işığı</td></tr>
<tr><td>✓</td><td></td><td>✓</td><td>✓</td><td></td></tr>
</table>

3.14. Dünya Ticaret Merkezi İstasyonu

Dünya Ticaret Merkezi İstasyonu veya Oculus ABD' nin New York kentinde bulunan bir ulaşım merkezidir. 2004 yılında neo- fütürist İspanyol mimar Santiago Calatrava'nın tasarımı ile yapılmaya başlanan merkezin inşaatı 12 sene sürmüştür ve 2016 yılında hizmete açıldı. 106 * 35 metrelik bir oturma alanına sahip yapının yüksekliği ise 30 metredir ve 74000 m_2 lik bir inşaat alanına sahiptir (Şekil 91).

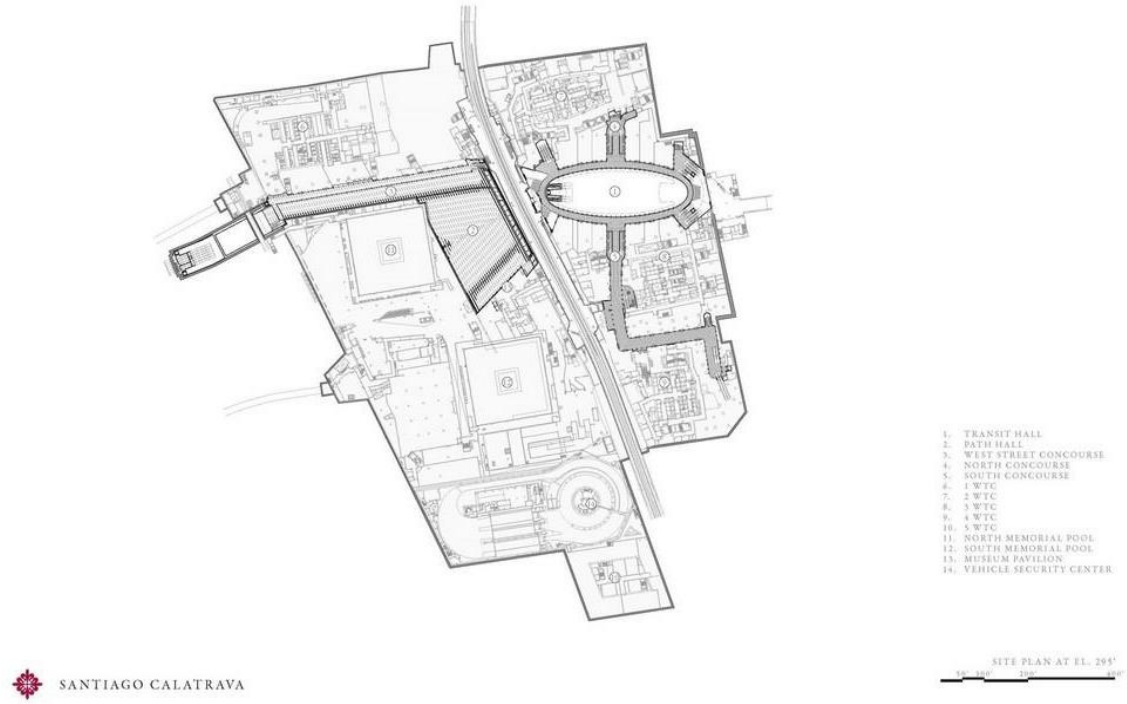


Şekil 91. Dünya Ticaret Merkezi İstasyonu ve Çevresi ile İlişkisi (URL-28, 2022)

İstasyon, 11 Eylül saldırılarında yıkılan PATH tren istasyonunun yerine inşa edilirken, New York için önemli bir ulaşım noktasında bulunmaktadır. Yapının konseptine baktığımız zaman doğadan ve tarihten çok fazla motif akla getirse de Santiago Calatrava biçimi bir çocuğun elinden kurtulmuş bir kuş olarak özetlemektedir.

Oculus'un girişi batı ve doğudaki iki girişten sağlanmıştır. Girişler gelenleri simetrik iki merdiven silindirik cam asansörlerle karşılamaktadır. Buradan yolcular, MTA 1, R ve E metrolarına, Dünya Ticaret Merkezi'nin 2, 3, 4. kulelerine ve çeşitli dükkanlara ulaşabilmektedirler (URL-18, 2022) (Şekil 92). Sirkülasyon sistemi ile ulaşımdan ayrı olarak 7000 m^2 lik ticaret alanlarına ulaşılmaktadır.

Birkaç katlı toplu taşıma salonu, büyük bir merkezi terminal stiline atıfta bulunmak için geliştirilmiştir ve alt lobi, balkonlu üst lobi, halka açık bekleme alanı ve perakende hizmetleri içermektedir. Bu lobi, sokak seviyesinin yaklaşık 10 m altında ve çatı penceresinin tepe noktasının 49 metre altındadır. Eliptik biçimde ve kolonsuz alan yaklaşık 107 metre uzunluğunda ve en geniş noktasında 35 metredir (URL-4, 2022). Yapı tasarımı ve bulunduğu konum ile New York kenti için bir odak noktası haline gelmiş ve kent sirkülasyonu için de önemli bir yer tutmaktadır. Metro ve tren istasyonlarının yanında sokak ile bağlantısıyla bir geçiş noktasıdır.



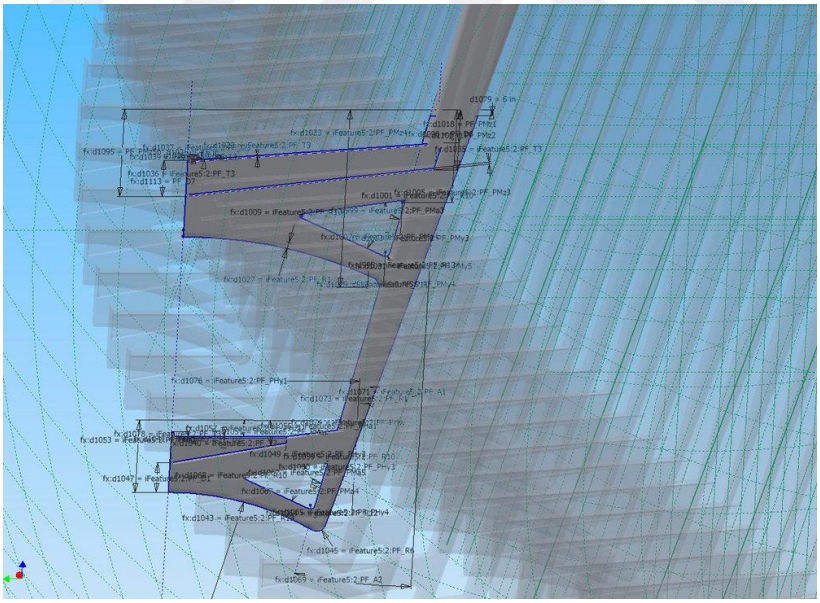
Şekil 92. Dünya Ticaret Merkezi İstasyonu Planı (URL-4, 2022)

İstasyona baktığımız zaman çelik strüktür sistemlerinin tekrarı ile yapının biçimi elde edilmiştir. Calatvara yapıyı tasarlarken doğal ışığın kullanımına özellikle dikkat etmiş bunun sonucu olarak istasyonun çoğu noktası Güneş ışığı ile aydınlatılmıştır. İstasyona baktığımız zaman beyaza boyanan çelik strüktürler ve camın birleşimi ile oluştuğu görülebilmektedir. Çelik strüktür ile lobi üzerindeki kubbe kolonlar olmadan taşınmaktadır.

Çelik Kirişler, projenin merkez eksenini çevreleyen 106,68 m'lik iki kemerden kaynaklanmaktadır. Kemerler arasında, 100.58 m'lik çalıştırılabilir bir tavan penceresi ise gökyüzüne açılmaktadır (URL-4, 2022).

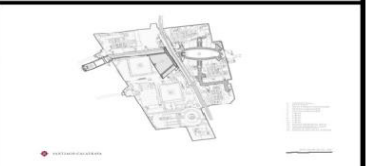
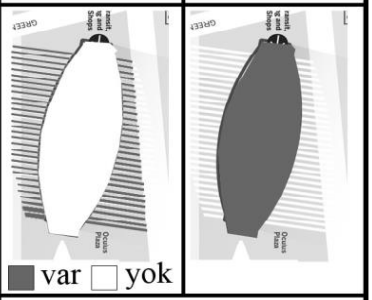
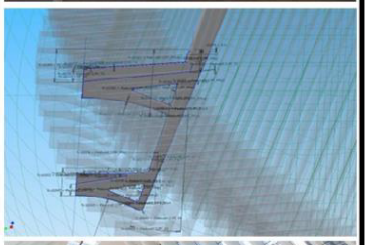
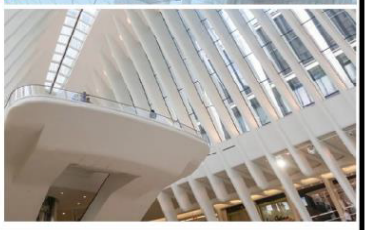
Yapı biçimi ve kullanılan malzemeler ile Calatvara' nın mimari anlayışını fazlasıyla yansıtmaktadır. Zemin kotunun 20 metre altına kadar inen yapının biçimini oluşturan kanatları oluşturulurken iç mekânda kullanıldığı gibi çelik ve cam malzemeden yararlanılmıştır. Yapının zeminleri ise genel konsept doğrultusunda ferahlığı destekleyen şekilde beyaz mermerden yapılmıştır.

Calatvara' nın neo – fütürist tasarımı yapılırken parametrik yazılımlalr kullanılmıştır. İstasyonun kanatları tasarlanırken matematiksel denklemler kullanılmıştır. Kanatlarının her bir bölümü için ayrı parametreler oluşturulmuş ve bu parametreler değiştirilerek yapı için uygun tasarım seçilmiştir ve en keskin değişiklikler bile hızlı bir şekilde yapılmıştır. Kanat yükseklikleri, kanat uzunlukları, kanat taban yükseklikleri, kanat konumları bu parametrelerden bazılarıdır (Şekil 93). Dış cepheyi etkileyen bu sistemin biçimi dışında strüktür sisteminin tasarımı da parametrik yazılımlar üzerinden yapıldı. İç mekânda taşıyıcı sistem için oluşturulan iki taşıyıcı kemer ve çelik kirişler de aynı şekilde parametreler belirlenerek bilgisayar üzerinden tasarlanmıştır.



Şekil 93. Dünya Ticaret Merkezi İstasyonu'nun Kanatlarının Parametrik Yazılımlar ile Modellenmesi (URL-3, 2022)

Tablo 20. Dünya Ticaret Merkezi İstasyonu Yapı Bilgi Kartı (Yazar tarafından oluşturulmuştur)

<table>
<tr><td colspan="3">YAPI BİLGİ KARTI</td></tr>
<tr><td>Tasarımcı</td><td>Santiago Calatrava</td><td>Mimari Çizim</td></tr>
<tr><td>Yapım Yeri</td><td>New York, ABD</td><td rowspan="3">  </td></tr>
<tr><td>Yapım Yılı</td><td>2004- 2016</td></tr>
<tr><td>Yapı İşlevi</td><td>İstasyon</td></tr>
<tr><td>Biçimi Oluşturan Faktörler</td><td>İstasyonun biçimi Calatrava’ nın tasarım anlayışını yansıtıyor. Calatvara yapının biçimini kurtulmaya çalışan bir kuş olarak özetliyor. Bu biçimi ortaya çıkaran en önemli faktör kanatlarıdır. Bu kanatlar parametrik tasarımlar ile hızlı değişikler yapılarak tasarlandı.</td><td>Geometrik Düzen
Düzenli | Düzensiz
 
var yok</td></tr>
<tr><td>Strüktür Sistemi ve Tasarım Anlayışı</td><td>Yapının strüktür sistemi oluşturulurken 106 m’lik çift kemerle oluşan salon ve kanatların taşınması için tasarımlar yapılmıştır. Tasarımlar da özel çelik ve betonarme sistem kullanılmıştır.</td><td rowspan="2">Yapı Görselleri
 
 
  </td></tr>
<tr><td>Kullanılan Malzemeler ve Malzeme Özellikleri</td><td>Yapıda kullanılan en önemli malzemeler cam ve prekast betondur. Bu malzemeler ile kanatlar ve cephe ortaya çıkmıştır. Kanatlar için malzemelerin şekli, açısı, yüksekliği, uzunluğu parametrik tasarımlar ile belirlenmiştir. Bunların yanında metal, alüminyum, taş malzemeler dekullanılmıştır.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Parametrik Tasarımların Kullanıldığı Temel Elemanlar</td></tr>
</table>

Dış Cephe	Çelik Strüktürel Sistem	Betonarme Strüktürel Sistem	Aerodinamik	HVAC
✓	✓	✓		
Biçim	Akıllı Elemanlar	Enerji ve Su Sistemleri	Çatı	Gün Işığı
✓				

3.15. 2016 Serpentine Pavyonu

Serpentine Pavyonu BIG Architects tarafından 2016 Serpentine Galerisi için tasarlanmıştır. Düz bir çizgiden başlayarak üç boyutlu bir hale getirilen pavyon gündüz ücretsiz olarak toplumsal etkinliklere ev sahipliği yaparken gece ise bir kafeye dönüşmektedir. Yapı aynı anda zıtlıkları bir araya getirerek ortaya çıkmaktadır. Hem opak hem saydam hem akışkan hem de katı bir biçim göstermektedir (Şekil 94).



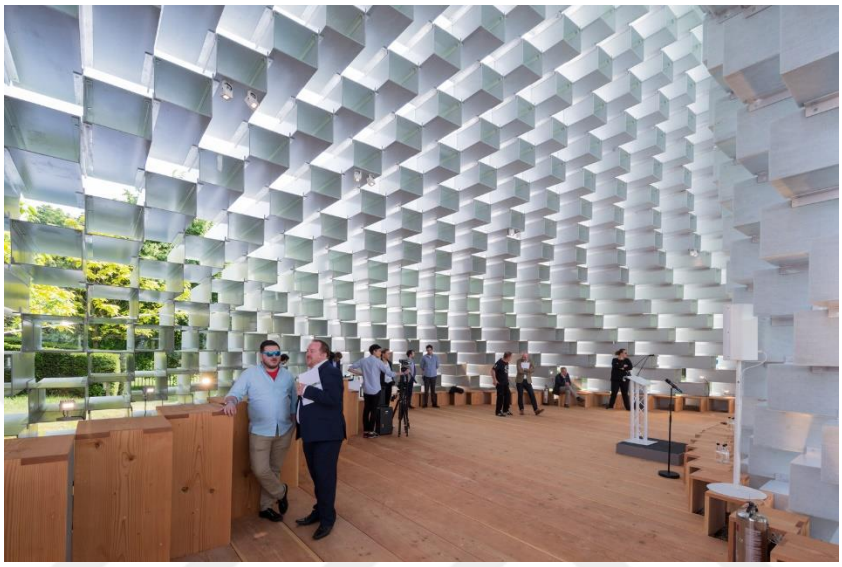
Şekil 94. Serpentine Pavyonu (URL-94, 2022)

Pavyonda kullanılan malzeme tuğla olarak belirlenmiş fakat sıradan kil tuğla yerine fiberglas ile üretilmiştir. Yapı fiberglas çerçeveler ile üretilmiş bir rafa benzemektedir. Zemininde ise ahşap malzeme kullanılmıştır (Şekil 95). Pavyonun tasarımcısı Bjerge İngels tasarımını şu şekilde açıklamaktadır:

“Mimarlığın en temel unsurlarından biri olan tuğla duvarla çalışmaya karar verdik. Bununla birlikte, duvar, kil tuğlalar veya taş bloklar yerine, üst üste istiflenmiş fiberglas çerçevelerden inşa edilmiştir. Daha sonra duvar, Pavyon programının olaylarını barındırmak için içinde bir boşluk oluşturmak üzere çekilir. Duvarın bu şekilde açılması, çizgiyi bir yüzeye, duvarı bir boşluğa dönüştürür. İçeride ve dışarıda çeşitli şekillerde keşfedilebilen ve deneyimlenebilen karmaşık bir üç boyutlu ortam yaratılır. Arketipik alanı tanımlayan bahçe duvarının bu basit manipülasyonu, Park'ta onun etrafında hareket edildikçe ve içinden geçildikçe değişen bir varlık yaratmaktadır. Pavyon mükemmel bir dikdörtgendir. Doğu-

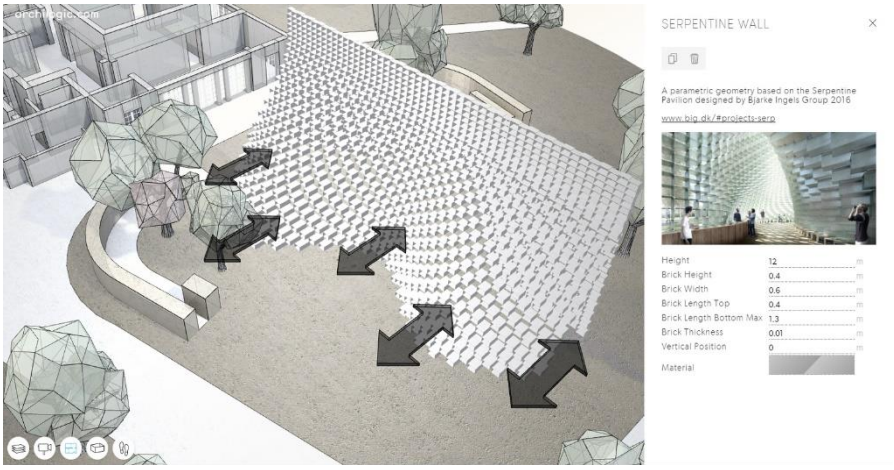
Batı cephesi dalgalı bir heykelsi silüettir. Doğu-Batı yönüne doğru, Pavyon tamamen opak ve maddeseldir.

Kuzey-Güney yönünde ise tamamen şeffaf ve pratik olarak önemsizdir. Yokluk olur, ortogonal eğrisel olur, yapı jest olur ve kutu damla olur. (URL-1, 2022)



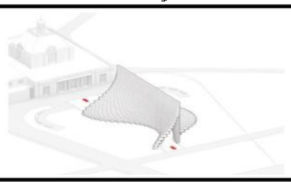
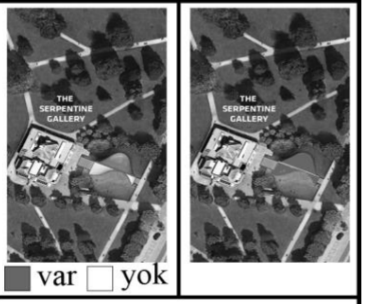
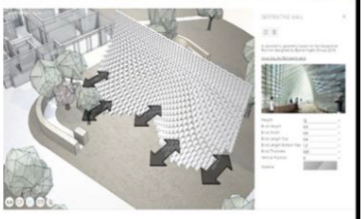
Şekil 95. Serpentine Pavyonu İç Mekânı (URL-2, 2022)

BIG Architects pavyonu tasarlarken parametrik yazılımlara başvurdu. Fiberglas çerçevelerin bulunduğu dikdörtgen duvar modellendikten sonra zıtlıklarla oluşan biçimi ortaya çıkarmak için bazı parametreler belirlenmiş ve bunlar değiştirilerek birkaç biçim denenerek yapının son hali ortaya çıkmıştır. Yapı yüksekliği, fiberglas tuğlanın uzunluğu, eni ve boyu, fiberglas tuğlanın kalınlığı ve düzleme yaptığı açılar ve kullanılan materyal bu parametrelerden bazılarıdır (Şekil 96). Bu modellenme ve değişen parametreler ile yapının özel biçimi tasarlanmış ve kullanılan malzemelerin seçimi yapılmıştır.



Şekil 96. Serpentine Pavyonu’ nun BIG Tarafından Modellenmesi (URL-2, 2022)

Tablo 21. 2016 Serpentine Pavyonu Yapı Bilgi Kartı (Yazar tarafından oluşturulmuştur)

<table>
<tr><td colspan="5">YAPI BİLGİ KARTI</td></tr>
<tr><td>Tasarımcı</td><td colspan="2">BIG Architects</td><td colspan="2" rowspan="4">Mimari Çizim
  </td></tr>
<tr><td>Yapım Yeri</td><td colspan="2">Londra, İngiltere</td></tr>
<tr><td>Yapım Yılı</td><td colspan="2">2016</td></tr>
<tr><td>Yapı İşlevi</td><td colspan="2">Pavyon</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Biçimi Oluşturan Faktörler</td><td colspan="2" rowspan="2">BIG bu pavyonun biçimini ortaya çıkarırken zıtlıkların bir araya gelmesini kullanmış. Hem opak ve saydam hem akışkan ve katı olmasını amaçlamıştır. Bu sebeple dikdörtgen fiberglas tuğlalar kullanarak akışkan ve düzensiz bir yapı tasarlamıştır.</td><td colspan="2">Geometrik Düzen
Düzenli / Düzensiz
 
var ☐ yok</td></tr>
<tr><td colspan="2">Yapı Görselleri
 
 
  </td></tr>
<tr><td>Strüktür Sistemi ve Tasarım Anlayışı</td><td colspan="2">Yapı fiberglas tuğlaların üst üste getirelerek çelik birleştirme elemanları ile kompleks oluşturması ile taşınıyor. Bu sistem de tuğlaların yerleri ve birleşme noktaları için parametrik tasarımlardan faydalanıldı.</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>Kullanılan Malzemeler ve Malzeme Özellikleri</td><td colspan="2">Pavyonun temel malzemesi fiberglas tuğladır. Tuğlaların içi boşaltılarak istenilen biçim elde edilmiştir. Tuğlaların yerleri, boyutları, kalınlığı programlar ile belirlenmiştir. Yapının zemin kaplaması olarak ahşap, birleşim malzemesi olarak ise çelik kullanılmıştır.</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="5">Parametrik Tasarımların Kullanıldığı Temel Elemanlar</td></tr>
<tr><td>Dış Cephe</td><td>Çelik Strüktürel Sistem</td><td>Betonarme Strüktürel Sistem</td><td>Aerodinamik</td><td>HVAC</td></tr>
<tr><td>✓</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Biçim</td><td>Akıllı Elemanlar</td><td>Enerji ve Su Sistemleri</td><td>Çatı</td><td>Gün Işığı</td></tr>
<tr><td>✓</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

4. İRDELEME VE TARTIŞMA

Tez çalışmasında parametrik yazılımlar ile tasarlanmış yapıların biçim, strüktür ve malzeme ile ilişkisi incelenmiştir. İnceleme yapılmadan önce parametrik tasarımlardan, parametrik tasarımların tarihsel gelişiminden ve mimaride kullanımından bahsedilmiştir. Biçim, strüktür, malzeme elemanlarının mimaride kullanımı ve tarihsel gelişimi incelenmiştir. Örneklem grubunda bulunan yapılar tezin sonunda bulunan karşılaştırmalı analiz tablosunda (Ek Tablo 1.1) biçim, strüktür ve malzeme için ayrım yapılarak irdelenmiştir. Tablonun içeriğine bakıldığı zaman yapı görselleri, yapı künyesi ve yapılarda kullanılan strüktür sistemleri, malzemeler ve biçim özellikleri belirtilmiştir.

Karşılaştırmalı analiz tablosunda da ortaya koyulmuş bilgiler ile örneklem grubunda bulunan yapılar üç ana başlık altında incelenmiştir.

Örneklem grubuna ait bulgular;

- Biçim Tasarım Kararlarının İrdelenmesi
- Strüktürel Tasarım Kararlarının İrdelenmesi
- Malzeme Tasarım Kararlarının İrdelenmesi başlıkları altında irdelenmiştir.

Başlıklar altında örneklem grubunda incelenen, parametrik yazılımlar kullanılarak ortaya çıkmış 15 adet yapı biçim, strüktür ve malzeme kararları özelinde değerlendirmesi yapılmaktadır. Genel değerlendirme sonucu ortaya çıkan eleman bilgileri verilmiştir.

4.1. Biçim Tasarım Kararlarının İrdelenmesi

Örneklem grubunda bulunan yapılara baktığımız zaman tasarlanmak istenen biçimleri parametrik tasarımların kullanımının çoğu zaman temel nedeni olarak gösterilebilir. Yapılarının biçimlerini ortaya koyulabilmesi için farklı kaynaklardan alınan plan, kesit ve yapı resimleri kullanılmıştır. Parametrik modellenmenin biçim üzerindeki etkisi gösterebilmek için de bilgisayar üzerindeki modelleme görüntülerinden faydalanılmıştır.

Parametrik tasarımlar dekonstrüktivizm akımını benimseyen mimarlar tarafından çokça kullanılmıştır. Dekonstrüktivizmin anlayışı olarak ortaya çıkan akışkan ve düz geometrilerden uzak biçimlerin tasarımı ve yapımının kolaylaşabilmesi ve için parametrik tasarımlara başvurmuşlardır.

Bu veriler ışığında ise Frank Gehry, Zaha Hadid ve Coop Himmelb(l)au gibi dekonstrüktivist mimarların tasarladığı Walt Disney Konser Salonu, Guggenheim Bilbao Müzesi, Londra Su Sporları Merkezi, Bmw Welt yapıları parametrik yazılımlar ile tasarlanmış ve biçimleri ile ön plana çıkan yapılar olmuştur. Santiago Calatrava gibi neo – fütürist mimarlarda parametrik tasarımlardan faydalanmıştır.

Gherkin binasının çapı tabanda 49 metre olarak başlayıp orta katlarda 56 metreye çıkarken en üst katlarda ise 26,5 metreye düşerek özel çam kozalağı biçimini ortaya çıkıyor. Bu biçim ortaya çıkmasında rüzgâr ve gün ışığının önemli bir etkisi bulunmaktadır. Guggenheim Bilbao Müzesinin biçimine bakıldığı zaman dekonstrüktivist mimari anlayışı göze çarpıyor. Fazla sayıda düzensiz geometriler kullanılmıştır. Bu düzensiz geometrilerin ortaya çıkarılabilmesi için hepsi birbirinden farklı paneller kullanılmıştır. Londra Su Sporları Merkezinde de Guggenheim Bilbao Müzesine benzer şekilde dekonstrüktivist mimari anlayış kullanılmıştır. Suyun akışını anlatan çatısı biçimi ortaya çıkaran en önemli etkendir. Bmw Welt müzesinde de dekonstrüktivist mimari anlayış göze çarpmaktadır. Düzensiz geometriler bolca kullanılmış ve özel tasarlanan çift konisi biçimi ortaya çıkarmıştır. Mercedes- Benz Müzesi'nin biçimi ortaya çıkarken yapının sirkülasyon sistemi ön planda tutulmuştur. Dna sarmalı biçimi, sirkülasyon sisteminin hem içeriden hem dışarıdan rahat bir şekilde algılanmasını sağlamıştır. Kanton Kulesinde zarif, estetik ve kadınsı bir biçim ortaya çıkarılmıştır. Bu istek kulenin orta katlarındaki çapının çok azalması anlamına gelmektedir. Biçim ortaya çıkarılırken iki adet elips form birbiri üzerine döndürülmüştür.

Pekin Ulusal Su Sporları Merkezinin biçimi oluşturulurken su küpüne benzetilmeye çalışılmıştır. Bu biçimi ortaya çıkarabilmek için özel ETFE cephe kaplamaları kullanılmıştır. Bu merkez örneklem grubunda bulunan yapıların çoğunun aksine düzenli bir geometri kullanılmıştır. Walt Disney Konser Salonunun biçimine bakıldığı zaman Gehry'nin dekonstrüktivist mimari anlayışı hemen göze çarpmaktadır. Düzensiz geometrilerin bolca kullanılmıştır. Philharmonie de Paris biçiminde Nouvel' in mimari anlayışının etkisini görülmektedir. Hareketli ve karmaşık bir biçim ortaya çıkmıştır. Düzensiz geometriler bolca kullanılmıştır. SAHMRI yapısının biçimi ortaya çıkarılırken gün ışığı önemli bir yer tutmuştur. Işığa göre hareket edebilen cephe panelleri yapının biçimini oluşturan önemli bir etkendir. Biçimi ise çam kozalağına benzemektedir.

Al Bahr Kulelerinde ise yerel motiflerden esinlenerek bir biçim ortaya çıkarılmıştır. Gökdelen formuna ek olarak cepheye eklenen sistem ile özel bir tasarım elde edilmiştir. Bu sistem Arap dünyasında ‘‘müşrefiye’’ adı verilen sisteme benzer bir akıllı cephe sistemidir.

100 11th Avenue Apartmanında ise cephede kullanılan açıları farklı camlar ve çerçeveler biçimi ortaya çıkaran en önemli faktördür. Bu cephe de ise karmaşıklığın bir düzene bağlandığı görüyoruz. Düzenli ve düzensiz geometriler eşit oranda birleşerek iddialı bir biçim elde edilmektedir.

Oodi Helsinki Merkez Kütüphanesin biçimi ortaya çıkarılırken kamusal ve davetkar bir yapı olması amaçlanmıştır. Çoğunlukla düzenli geometriler kullanılarak kamusal, cephe de yapılan ufak hareketler ile davetkar bir kütüphane tasarlanmıştır. Dünya Ticaret Merkezi İstasyonunun biçimi bir çocuğun elinden kurtulmaya çalışan kuş olarak tasvir edilebilir. Temiz ve saf bir yapı biçimi elde edilmeye çalışılmıştır. Malzemeler ve renk buna göre seçilmiştir. Yapıda düzensiz geometriler çokça kullanılmıştır. 2016 Serpentine Pavyonunda biçimin ortaya çıkması için zıtlıklar bir araya getirilmiştir. Hem opak ve saydam hem akışkan ve katı olması amaçlanmıştır.

Farklı biçimlerle yapılan tasarımlar, strüktür sistemlerinin ve malzemelerinde tasarıma özel olarak seçilmesini gerektirmektedir. Biçim, strüktür ve malzeme kendi içinde birbirini etkileyen ve değiştiren bir sistem oluşturuyor. Bu sistem kurulurken farklı disiplinler dijital sistemler üzerinden birlikte çalışmaktadır.

4.2. Strüktürel Tasarım Kararlarının İrdelenmesi

Özel biçimler ile üretilmiş yapılar için kendine ait strüktür sistemleri geliştirilmesi gerekmektedir. Bu sistemler geliştirilirken de parametrik yazılımlardan faydalanılmaktadır. Parametrik tasarımlar yapının taşıyıcı sisteminin, açılarını, elemanların boyutlarını, sistemin biçimini, kullanılan malzemeleri, sistem birleşimlerini vb. parametrelerin hızlıca değişebilmesini ve esnek olarak tasarlanabilmesini sağlamıştır.

Örneklem grubunda bulunan yapılara baktığımız zaman taşıyıcı sistem için kullanılan malzemelerin çoğunlukla çelik ve betonarmeden oluştuğu görülebilmektedir. Özellikle çelik profillerin tasarımları için modeller oluşturulmuş, çelik birleşimler tasarlanmıştır. Yüksek katlı yapılarda rüzgârın etkisinden dolayı modeller üzerinde aerodinamik çalışmalar yapılmış ve taşıyıcı sistemler bu sonuçlara göre değiştirilmiştir.

Tasarlanan tüm yapıların strüktür sistemleri için parametrik yazılımlar kullanılmıştır fakat bazı yapılar farklılık oluşturan sistemler ortaya koyulmuştur.

Gherkin yapısında özel diagrid çelik bir strüktür sistem kullanılmıştır. Guggenheim Bilbao Müzesinde CATIA yazılım programı ile tasarlanan ve üçgen ızgaralar oluşturarak taşıyıcı sistemi ortaya çıkaran metal çubuklar bulunmaktadır.

Londra Su Sporları Merkezinde özel biçime sahip çatının taşınması ve açıklığın geçilmesi için beton ayaklar ve çelik sistemli bir çatı kullanılmış ve parametrik yazılımlar ile hesaplaması yapılmıştır. BMW Welt' in çatısı için yapılan çalışmalar sonucunda ise sadece 11 ayak ile zemine bağlanılmış bu da geniş açıklıklar geçilerek ihtişamlı yapının ortaya çıkmasını sağlamıştır. Mercedes- Benz Müzesinde 33 metre açıklığı geçmek için tasarımlar yapılmıştır. Kanton Kulesinde ise biçiminden ötürü taşıyıcı sistemde kullanılan 3300 adet elemanların her biri eşsizdir bunun için modelleme yapılmıştır. Walt Disney Konser Salonunda eğik kolonların analizi yapılmıştır.

Philharmonie de Paris biçimini oluşturabilmek için benzersiz çelik bağlantılar için farklı tasarımlar denenmiş ve dijital ortamda analiz sonucunda uygun tasarım seçilmiştir. SAHMRI' de ise çiçek kolonlar analiz edilmiştir. Al Bahr Kulesi ve 100 11th Avenue Apartmanında ise betonarme ve çelik strüktür sistemlerin ve bu sistemlerin birleşiminin analizi yapılmıştır. Oodi Helsinki Merkez Kütüphanesi için ise özel bir taşıyıcı olan 800 tonluk çift çelik kemer modellenerek tasarımı ortaya çıkarılmıştır. Dünya Ticaret Merkezi İstasyonu projesinde ise çelik kemerlerin yanı sıra cephede bulunan kanatların strüktür sistemi de özel olarak tasarlanmıştır. 2016 Serpentine Pavyonunda ise fiberglas tuğlalarının üst üste yerleştirileceği açılar ve çelik montajları analiz edilmiştir.

4.3. Malzeme Tasarım Kararlarının İrdelenmesi

Örneklem grubunda biçimi ve strüktür sistemlerinin tasarımı ortaya çıkarken, tasarımlara, konuma, işleve göre malzeme seçimi değişmiştir. Malzeme seçimi yapılırken parametrik yazılımlar kullanılmıştır. Malzemenin çeşidi, eni, boyu, yüksekliği, et kalınlığı gibi parametreler değiştirilerek tasarıma uygun seçim yapılmıştır. Malzeme hem strüktür sisteminin oluşmasında hem de tasarlanan biçime ulaşılabilmesinde önemli bir yer tutmaktadır.

Strüktür sistemlerinin tasarımında büyük oranda çelik ve betonarme malzemeler seçilmiştir. Bu malzemeler beraber kullanıldığında hem dikey hem yatay kuvvetlere karşı çok iyi çalışabilmesi ve çelik malzeme ile yüksek açıklıklar geçilebilmesi önemli sebeplerdendir.

Yapılarda bolca sayıda cam panel kullanılmıştır. Bu modern yapılarda camlar hem gün ışığı hem de enerji tasarrufu için özel özelliklere sahiptir. Kaplamalarda ise her yapı tasarımcının istediği etkiyi yaratabilmek için özel malzemeler seçilmiştir.

Gherkin'de elmas şeklinde üç katmanlı özel bir cam kullanılmaktadır. Gehry'nin Guggenheim Bilbao Müzesinde Titanyum paneller ve kireçtaşı kullanılmıştır.

Bu paneller kıvrımlı yüzeylerin ortaya çıkabilmesi için önemli bir seçimdir. Walt Disney Konser Salonunda ise paslanmaz çelik paneller kullanılmıştır.

Londra Su Sporları Merkezinde ise sürdürülebilir bir beton ve çinko silikat malzeme kullanılırken, çatının kaplaması geri dönüştürülebilirdir. BMW Welt ise çelik ve camın estetik kullanıma iyi bir örnek oluşturmaktadır. BMW Welt sürdürülebilirlik konusunda da GES ve geri dönüşüm sistemleri ile önemli bir yapıdır. Mercedes – Benz Müzesi'nin brüt beton ve yalıtımlı camları özel malzeme tercihleridir. Kanton Kulesinde betonarme ve çeliğin kullanımı ile kadınsı özel biçim ve strüktür sistemi ortaya çıkmıştır. Pekin Ulusal Su Sporları Merkezi ise kullandığı ETFE kaplama ile Dünya üzerinde yapılan herhangi bir binadan ayrılmaktadır.

Philharmonie de Paris cephe kaplamasında alüminyum malzeme kullanılması farklılık oluşturmuştur. SAHMRI de ise özel hareketli cam paneller ve alüminyum panel kullanılmaktadır. Al Bahr Kuleleri ise mikro delikli cam elyafla kaplı üçgen panelleri ile malzeme konusunda farklılık oluşturmaktadır. 100 11th Avenue Apartmanı ise her birinin eğimi farklı renksiz cam ve çelik levhalardan oluşmaktadır. Oodi Helsinki Merkez Kütüphanesi cam ve ahşap malzeme çokça kullanılmıştır. Kütüphane de kullanılan bu ahşaplar yerel çevreden temin edilmiştir. Dünya Ticaret Merkezi İstasyonu temiz ve şeffaf tasarım anlayışını ortaya çıkarmak için beyaza boyanmış çelik taşıyıcılar, şeffaf cam sistemleri ve zemin kaplaması olarak beyaz mermer kullanılmıştır. 2016 Serpentine Pavyonu fiberglas tuğlaların parametreler özelinde değiştirilmesi ile ortaya çıkmıştır. İç mekân zemin kaplaması olarak da ahşap kullanılmıştır.

5. SONUÇLAR

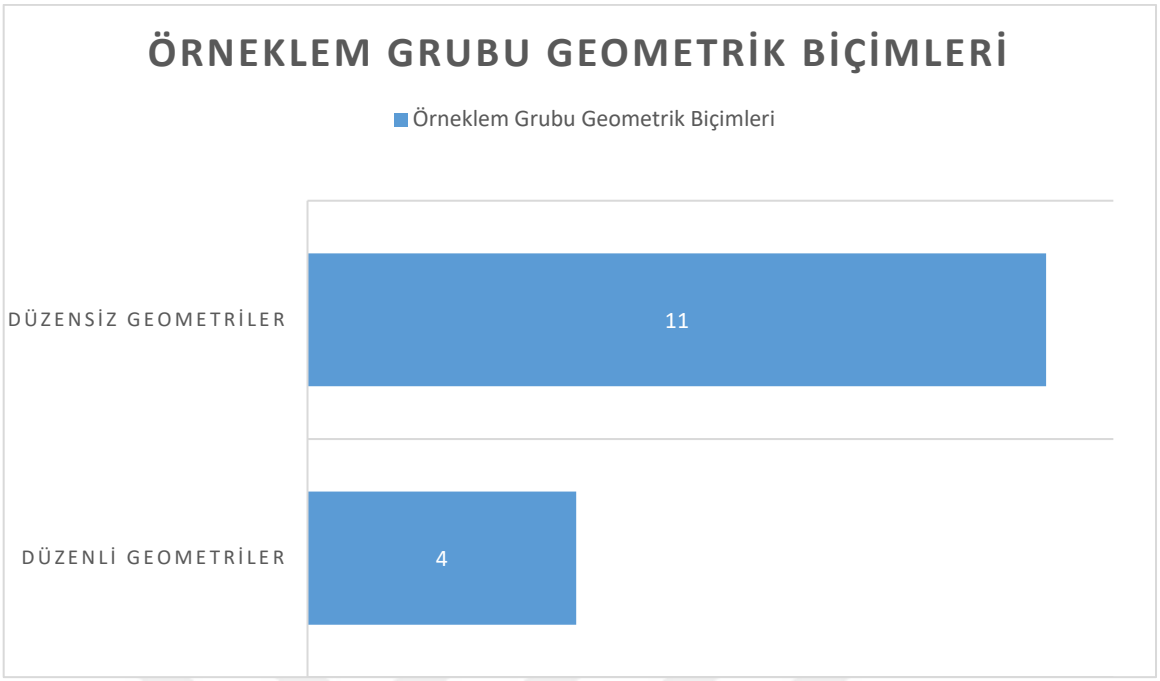
21. Yüzyıl ile mimarlık alanında sık şekilde kullanılmaya başlayan parametrik tasarımlar günümüz mimarlığında güncel bir yer tutmaktadır. Parametrik yazılımlar kullanılarak tasarlanan on beş adet yapı biçim, strüktür ve malzeme özelinde incelenmiş ve yapı bilgi kartları oluşturulmuştur.

Yapı bilgi kartları sayesinde yapının parametrik tasarımlar ile nasıl geliştiğini ve nasıl bir ilişkisi olduğu ortaya koyulmuştur. Yapı bilgi kartları ile ortaya koyulmuş bilgiler karşılaştırmalı analiz tablolarda özetlenirken örneklem grubunda kullanılan tüm malzemeler ayrıştırılmıştır. Bu sayede tüm örneklem grubunun parametrik tasarımları kullanım yöntemi, alanları ve tasarıma etkisi karşılaştırılabilmiştir.

Örneklem grubu üzerinde yapının üç adet temel elemanının analiz edilmesi tez çalışmasının geniş bir alana oturmasını sağlamıştır. Çalışma bu özellikleri ile literatürde farklı bir alana katkı sağlamıştır. Çalışmada genel olarak literatür taraması yapılmakla birlikte bu konu da yeni çalışmalar yapılmak istenirse örneklem grubunda bulunan bazı yapılarının mimari çizimleri ile parametrik eklentiler ve programlar kullanılarak dijital ortamda tasarımı yapılarak, parametrelerin yapıyı sayısal ortamda nasıl etkilediği ortaya koyulmuştur.

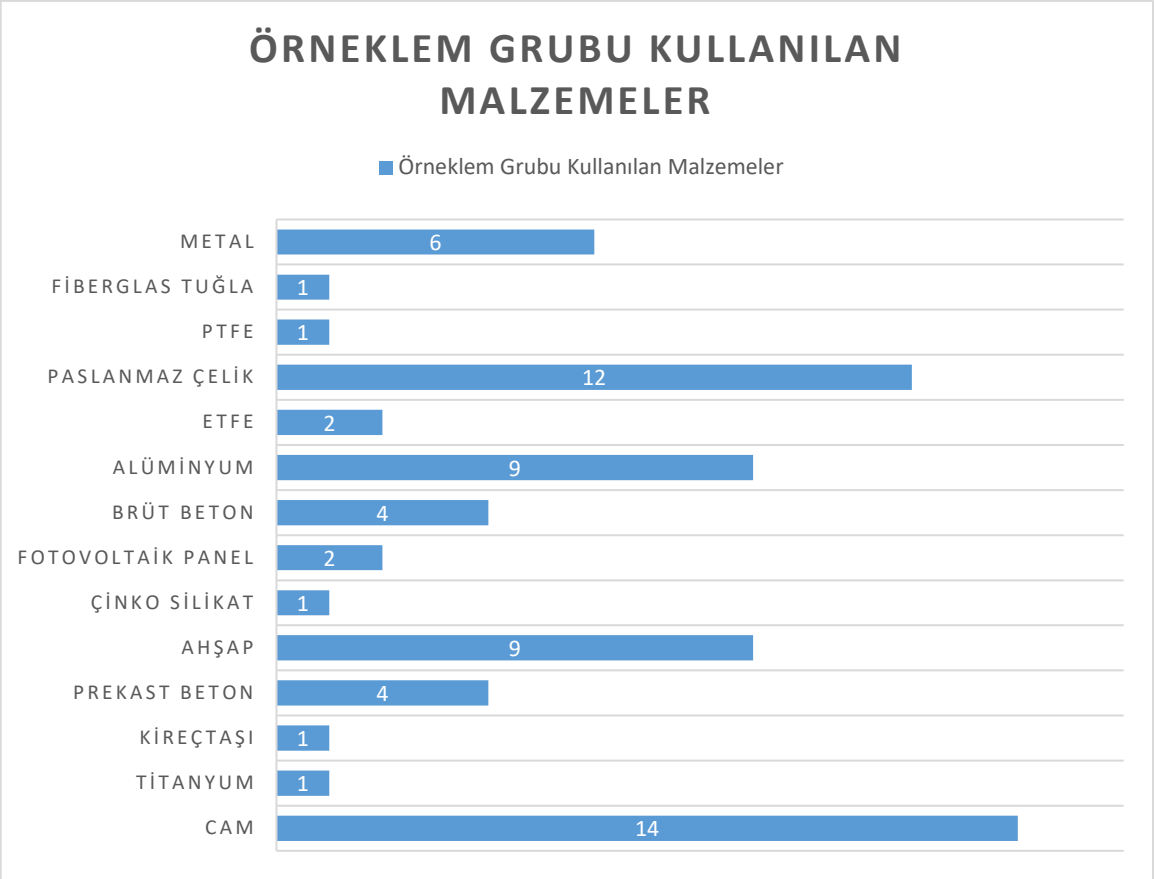
Yapılan çalışma ve analizler ışığında aşağıdaki sonuçlar ortaya çıkmıştır:

- Yapıların geometrik biçimlerinin genel olarak düzensiz geometrilerden oluştuğu görülmüştür. Örneklem grubundaki on beş adet yapının on bir adeti daha çok düzensiz geometrilere sahip iken dört adeti ise düzenli geometrilere sahiptir. Biçimde görülen bu farkın dekonstrüktivizm mimari akımı ile ortaya çıkan yapıların parametrik yazılımlar ile tasarlanması olarak görülmüştür.



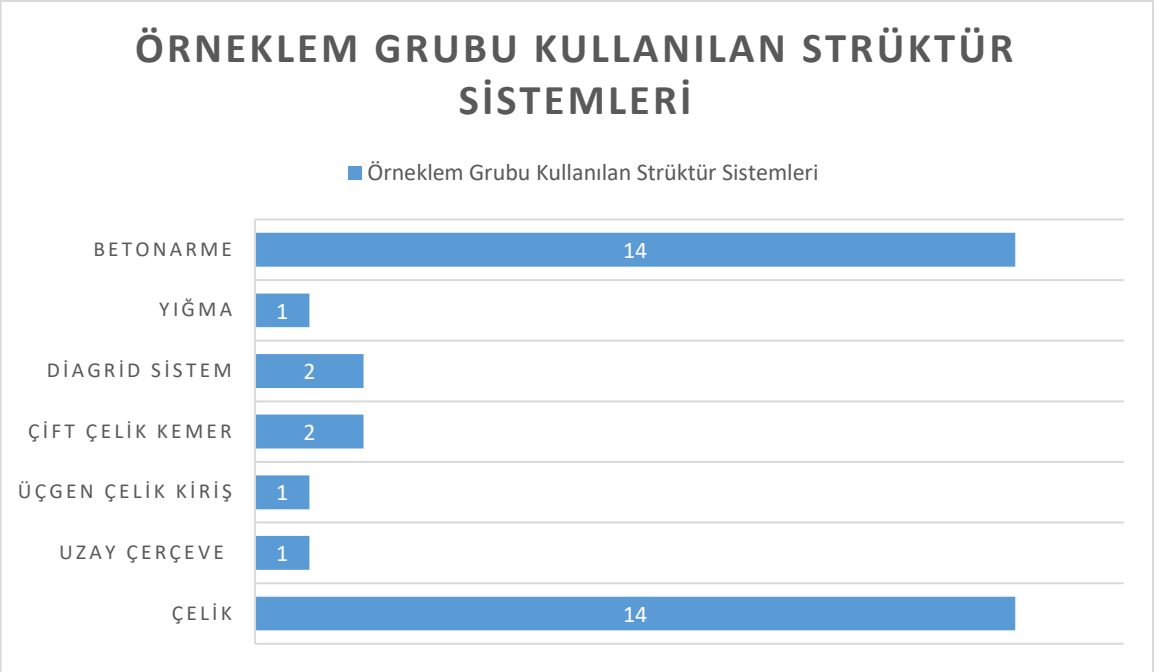
Şekil 97. Örneklem Grubu Geometrik Biçimleri (Yazar Tarafından Oluşturulmuştur)

- Modern malzemelerden özel camlı giydirme cephe on dört adet yapıda kullanılmıştır. Paslanmaz çelik ve alüminyum malzeme dokuz adet yapıda, prekast beton dört adet yapıda, metal malzeme altı adet yapıda, ETFE kaplama ve fotovoltaik paneller iki adet yapıda, titanyum, kireçtaşı, çinko silikat ve PTFE malzemeler ise birer adet yapıda kullanıldığı görülmüştür.
- Geleneksel malzemelerden ahşap malzeme dokuz adet yapıda, brüt beton dört adet yapıda ve tuğla bir adet yapıda kullanıldığı görülmüştür.
- Modern malzemelerinin daha fazla kullanılmasının sebebi düzensiz geometrilerin ortaya çıkabilmesi için yüksek esneklik ve performansa sahip malzemelere ihtiyaç duyulmasıdır. Bu yüzden modern malzemeler dış cephe ve biçimi etkileyen bölümlerde kullanılmıştır. Geleneksel malzemeler ise sıklıkla iç mekânda ve yaşam alanlarında kullanılmıştır.



Şekil 98. Örneklem Grubu Kullanılan Malzemeler (Yazar Tarafından Oluşturulmuştur)

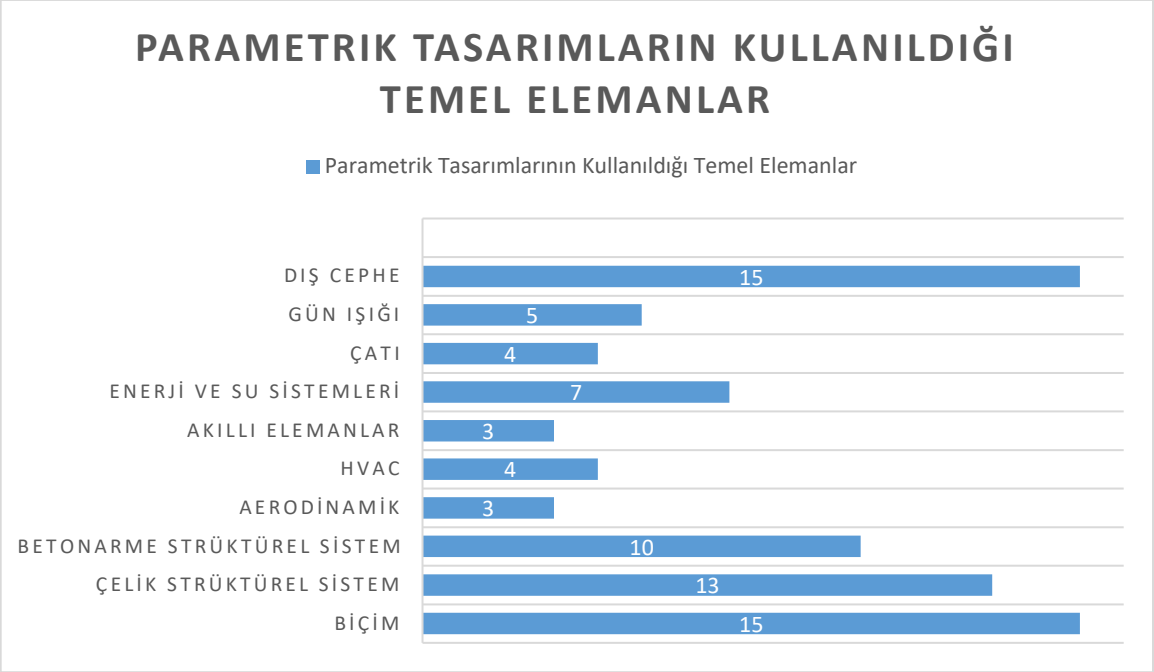
- Örneklem grubunda kullanılan strüktür sistemlerinde zaman modern dönem ile ortaya çıkan taşıyıcı sistemlerin kullanıldığı görülmüştür. Bir adet yapı yığma bir taşıyıcı sisteme sahip iken geri kalan on dört adet yapı betonarme ve çelik taşıyıcı sisteme sahiptir. Örneklem grubundaki yapıların yüksek kata sahip olması ve büyük açıklıklar geçmesi sebebiyle çelik ve beton malzemelerinin kullanıldığı görülmüştür.
- Örneklem grubundaki yapılara özel çelik sistemler üretildiği de görülmüştür. İki adet yapıda diagrid çelik sistem, iki adet yapıda çift çelik kemer, bir adet yapıda üçgen çelik kiriş, bir adet yapıda ise uzay çerçeve çelik sistemler özel olarak tasarlandığı görülmüştür. Bu özel sistemlerin, mevcut sistemlerinin gerekli açıklığı geçmek için yetersiz kaldığı durumlarda kullanıldığı görülmüştür.



Şekil 99. Örneklem Grubu Kullanılan Strüktür Sistemleri (Yazar Tarafından Oluşturulmuştur)

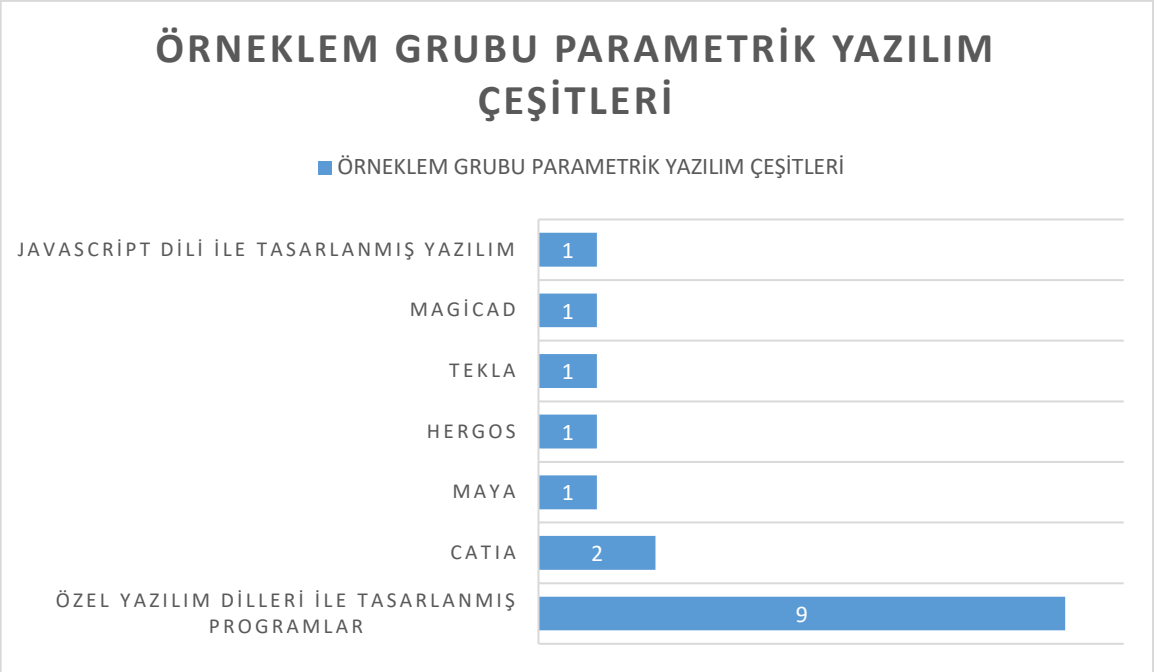
- Analiz tablolarında incelenen temel elemanlardan dış cephe ve biçim tüm yapılarda parametrik yazılım programları ile tasarlandığı görülmüştür. Düzensiz geometrilerin sıkça kullanılmasını bunu gerekli kılmıştır.
- Çelik strüktürel sistem on üç adet yapıda tasarlanmışken, betonarme strüktürel sistemin on adet yapıda tasarlandığı görülmüştür. Betonarme sistemlerin çoğunun standart olarak kullanılması ile bu fark ortaya koyulmuştur.
- Enerji ve su sistemleri yedi adet yapıda tasarlamıştır. Bu tasarımlar ışığında sürdürülebilirlik için önemli aşamalar kaydedilmiştir.
- Gün ışığı kullanan sistemler beş adet yapıda tasarlanmıştır. Gün ışığının kullanımı enerji ve ısınma konularında tasarruf sağlamıştır.
- Çatı sistemleri dört adet yapıda tasarlanmıştır. Tasarımlar yapıların özel kabuk biçimlerini ortaya çıkardığı görülmüştür.
- HVAC sistemlerde dört adet yapıda tasarlanmıştır. Bu tasarımlar ile mekanik sistemler için optimal çözümler bulunmuştur ve tasarruf sağlanmıştır.
- Aerodinamik ve akıllı elemanlar ise üç adet yapıda tasarlanmıştır. Aerodinamide kullanılan yazılımlar ile yüksek katlı yapılar ortaya çıkmış ve rüzgâr etkisi

kısıtlanmıştır. Akıllı elemanlar ile özellikle cephelerde gün ışığı ve sıcaklık kontrolü sağlamıştır.



Şekil 100. Parametrik Tasarımların Kullanıldığı Temel Elemanlar (Yazar Tarafından Oluşturulmuştur)

- Parametrik yazılımlar ile tasarlanan örneklem grubundaki yazılım çeşitlerinde dokuz adet yapıya özel yazılmış yazılımlar ile tasarım yapıldığı görülmüştür. Özel yazılımların kullanılmasın sebebi paket yazılımlarının standart tasarım dillerinin dışına çıkabilmektir. Gehry'nin iki adet yapısının da CATIA ile tasarlandığı görülmüştür. Maya, Tekla, Hergos gibi programlarda birer adet yapının strüktürel sistemlerinin tasarlandığı görülmüştür. Bir adet yapının da javascript dili ile tasarlanmış bir program ile tasarlandığı görülmüştür.



Şekil 101. Örneklem Grubu Parametrik Yazılım Çeşitleri (Yazar Tarafından Oluşturulmuştur)

- Bu çalışma, parametrik yazılım ile oluşturulan örneklem grubu üzerinde yapılan analizler ile elde edilen veriler ışığında, parametrik tasarımlar ile mimarlığın temel elemanları arasındaki ilişkiyi şekillendirebilen bir altlık oluşturmuştur. Literatür için on beş adet yapının geometrilerin, strüktür sistemlerinin, kullanılan malzemelerin, temel tasarım elemanlarının ve yazılım çeşitlerinin ortaya koyulmuş bir arşiv niteliğindedir. Tüm çalışma analiz karşılaştırmalı tabloları ile özetlenmiş ve sonuçları ortaya koyulmuştur.

6. KAYNAKLAR

Akipek, F. & İnceoğlu, N. (2007). Bilgisayar Destekli Tasarım ve Üretim Teknolojilerinin Mimarlıktaki Kullanımları. *Megaron / Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi E-Dergisi,* 2(4), 237-253.

Akın, T. (2016). Guggenheim Bilbao Müzesi Örneğinde Bilgisayar Teknolojilerinin Strüktür Tasarımı Bağlamında Kullanımı. *Tasarım + Kuram,* 21, 21-33.

Akman, S. M. (2003). Yapı Malzemelerinin Tarihsel Gelişimi. *Türkiye Mühendislik Haberleri,* 426, 30-36.

Assası, R. (2019). Parametric Design, A Historical and Theoretical Overview. *Proceedings of International Conference on Emerging Technologies In Architectural Design,* s. 1-7. Toronto.

Aymelek, Y. & Yıldırım, Ö. S. (2015.) Çağdaş Mimariyi Etkileyen İki Metafor: Form Fonksiyonu İzler ve Form Akışı İzler. *Beykent Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi,* 8(2), 33-60.

Aytem, M. N. (2005). *Mimari Mekanda Renk, Form ve Doku Değişkenlerinin Algılanması.* İ.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Baykara, M. (2011). *Mimarlıkta Parametrik Tasarım ve Arazide Kütle Yerleşimi İçin Bir Model Önerisi.* İ.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Çalık, D. M. (2003). *Yüksek Yapılarda Çelik Taşıyıcı Sistemler.* İ.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Cestel, E. & Çağdaş, G. (2011). Kavramsal Tasarım Sürecinde Lindenmayer Sistemlerin Kullanımı. *Mimarlıkta Sayısal Tasarım 2011 Ulusal Sempozyumu,* s.117-136. Kocaeli.

Çelenk, A. (2020). *21.Yüzyıl Mimarlığında Biyo – Dijital Tasarımla Form Analizi.* K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.

Çıltık, A. (2008). *Sayısal Tasarım Kavramları ve Algoritmik Düşüncenin Mimari Tasarıma Etkileri.* Y.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

I. Cvetković., B. Popkonstantinović., D. Cvetković., M. Stojičević., & R. Milićević. (2019). Historical Development of Computer-Aided Design (Cad) and Its Application in Education at Faculty of Mechanical Engineering in Belgrade. *Sinteza 2019-International Scientific Conference on Information Technology and Data Related Research,* s.59-63, Belgrad.

Frazer, J. (2016). Parametric Computation: History and Future. *International Journal of Architectural Design,* 86(2), 18-23

Gaucher, E. Ş. (2018). *Kentsel Ölçekli Tasarımlarda Esnek Çözümler İçin Parametrik Metotların Kullanımı*. Y.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Goldberg, S. A. (2006). Computational Design of Parametric Scripts for Digital Fabrication of Curved Structures. International Journal of Architectural Computing, 4(3), 99-117.

Kaçmaz, Ş. (2019). Parametrik Tasarım ve BIM. *Yapı Bilgi Modelleme,* 1(1), 3-9.

Karadağ, D. (2011). *Dijital Tasarım ve Üretim Araçları ile Mimaride Malzeme Kullanımının Dönüşümü.* Y.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Kavurmacıoğlu, Ö. & Arıdağ L. (2013). Strüktür Tasarımında Geometri ve Matematiksel Model İlişkisi. *Beykent Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 6(2), 59-76.

Malgıt, B. (2020). *Parametrik ve Üretken Tasarım Araçlarının Yapı Analizi Aşamasında Kullanılması*. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Mumcu, Ö. (1995). Mimarlıkta Dekonstrüktivizm: Mimari ürün ve felsefeleri. *Anadolu Sanat,* 04, 91-98.

Oktan, S. (2015). *Parametrisizm Manifestosu Bağlamında Parametrik Tasarım*. K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.

Özgür, B. S. (2021). Algoritmalar, Yapay Zeka, Makine Öğrenmesi, Derin Öğrenme ve Uygulamaları: Beşeri Fayda Üretiminin Yazılımlar Tarafından Karşılanması. *Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi,* 10(1), 1-29.

Öztürk, Ü. (2012). *Ekolojik ve High Tech Mimari Tasarım İlkeleri Bağlamında 2000 Yılı Sonrası Norman Foster Yapıları*. Maltepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Paşaoğlu, A. T. (2016). *Mimarlık ve Strüktür*. İ.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.

Say, N. F. (1998). *Çağdaş Yapılarda Strüktür Biçim İlişkisi*. Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir.

Schumacher, P. (2009). Parametricism- A New Global Style for Architecture and Urban Design. *AD Architectural Design- Digital Cities,* 79(4), 14-23.

Şekerci, C. & Yıldız, P. (2020). 20. ve 21. Yüzyıl Perspektifinden Parametrik Tasarım. *Hacettepe Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi Sanat Yazıları*, 43, 543-558.

Tarboush, R. & Akçay, A. (2019). Evaluation of curvilinear structural systems used by Zaha Hadid's architecture. *Amazonıa Investıga*, 8(23), 148-161.

Tavşan, C. (2000). *Mimari Form Analizi İçin Bir Yöntem Araştırması: Çağdaş Mimarlık Akımlarına Bağlı Son Dönem Müze Yapılarında Uygulanması*. K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Trabzon.

US, F. (2002). *Wright Mimarlığı – Doğa İlişkisi*. Mimar Sinan Üniversitesi., Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Yıldız, Ş. (2019). *Dekonstrüktivizm Örneğinde Mimaride Strüktür ve Malzeme*. K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.

Yıldız, Y. (2019). *Parametrik Tasarım Yaklaşımının Mimari Tasarım Sürecine Etkisi*. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

Yılmaz, Ç. M. & Aydın D. (2021). Mimaride Biçimin Görsel Etkisi; Tasarımcı Hedefi ve Kullanıcı Üzerinden Bir Araştırma. *Modul-ar.Journal*, 4(2), 152-171.

Yüksel, E. (2008). *Ekolojik Kapsamda Malzeme ve Mobilya Tasarımına Etkileri*. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

URL-1. (2022, Kasım 2). https://www.serpentinegalleries.org/whats-on/serpentine-pavilion-and-summer-houses-2016/ adresinden alınmıştır.

URL-2. (2022, Kasım 2). https://www.archdaily.com/789018/bigs-2016-serpentine-pavilion-opens-alongside-4-summerhouses adresinden alınmıştır.

URL-3. (2022, Kasım 1). https://www.verticalae.com/world-trade-center-transportation-hub/p0eu7dfpkt264upbd6i2mer4u1fd9g adresinden alınmıştır.

URL-4. (2022, Kasım 1). https://en.wikiarquitectura.com/building/oculus-world-trade-center-staation/ adresinden alınmıştır.

URL-5. (2022, Mayıs 16). https://marmaralife.com/2015/08/24/pantheondan-ayasofyaya-kubbelerin-oykusu/ adresinden alınmıştır.

URL-6. (2022, Mayıs 16). https://sagradafamilia.org/en/photo-gallery adresinden alınmıştır.

URL-7. (2022, Mayıs 16). https://www.angelfire.com/mech/lashout85/catia.htm adresinden alınmıştır.

URL-8. (2022, Mayıs 30). https://www.archdaily.com/789013/play-with-a-parametric-version-of-bigs-serpentine-pavilion-in-this-model adresinden alınmıştır.

URL-9. (2022, Mayıs 30). https://www.patrikschumacher.com/Texts/Parametricism%20-%20A%20New%20Global%20Style%20for%20Architecture%20and%20Urban%20Design.html adresinden alınmıştır.

URL-10. (2022, Temmuz 24). https://www.khanacademy.org/humanities/ap-art-history/global-contemporary-apah/20th-century-apah/a/gehry-bilbao adresinden alınmıştır.

URL-11. (2022, Temmuz 24). https://www.arkitektuel.com/guggenheim-bilbao-muzesi/ adresinden alınmıştır.

URL-12. (2022, Temmuz 24). https://en.wikiarquitectura.com/building/guggenheim-bilbao/ adresinden alınmıştır.

URL-13. (2022, Temmuz 24). https://www.archdaily.com/422470/ad-classics-the-guggenheim-museum-bilbao-frank-gehry adresinden alınmıştır.

URL-14. (2022, Temmuz 24). https://blog.ferrovial.com/en/2017/10/guggenheim-museum-construction/ adresinden alınmıştır.

URL-15. (2022, Temmuz 25). https://en.wikiarquitectura.com/building/30-st-mary-axe-the-gherkin/ adresinden alınmıştır.

URL-16. (2022, Temmuz 25). https://www.archdaily.com/928285/30-st-mary-axe-tower-foster-plus-partners adresinden alınmıştır.

URL-17. (2022, Temmuz 27). https://www.arch2o.com/london-aquatics-centre-zaha-hadid-architects/ adresinden alınmıştır.

URL-18. (2022, Kasım 1). https://www.arkitektuel.com/oculus/ adresinden alınmıştır.

URL-19. (2022, Mayıs 16). https://bimaplus.org/news/the-very-beginning-of-the-digital-representation-ivan-sutherland-sketchpad/ adresinden alınmıştır.

URL-20. (2022, Ekim 30). https://en.wikiarquitectura.com/building/100-11th-avenue-building/ adresinden alınmıştır.

URL-21. (2022, Haziran 3). https://theromanguy.com/italy-travel blog/rome/pantheon/story-of-the-pantheon-in-rome/ adresinden alınmıştır.

URL-22. (2022, Haziran 3). https://mediacat.com/tasarimin-evrensel-degeri-sidney-opera-evi/ adresinden alınmıştır.

URL-23. (2022, Haziran 3). https://www.architecture.org/learn/resources/architecture-dictionary/entry/louis-sullivan/ adresinden alınmıştır.

URL-24. (2022, Haziran 3). https://dokmimarlik.com/selale-evi-doganin-kalbi/ adresinden alınmıştır.

URL-25. (2022, Ekim 30). http://www.jeannouvel.com/en/projects/100-11th-avenue/ adresinden alınmıştır.

URL-26. (2022, Haziran 3). https://www.architecturaldigest.com/story/rem-koolhaas-buildings-article adresinden alınmıştır.

URL-27. (2022, Haziran 11). https://fikirturu.com/kultur-sanat/gobeklitepe-bilinenleri-hala-yanit-aranan-sorulari-ve-hayalleri/ adresinden alınmıştır.

URL-28. (2022, Kasım 1). https://www.archdaily.com/783965/world-trade-center-transportation-hub-santiago-calatrava adresinden alınmıştır.

URL-29. (2022, Ekim 31). https://www.magicad.com/en/case/oodi-helsinki/ adresinden alınmıştır.

URL-30. (2022, Haziran 11). https://www.history.com/topics/ancient-greece/parthenon adresinden alınmıştır.

URL-31. (2022, Haziran 11). https://www.bilgial.com/roma-mimarisi-pantheon-tapinagi-zeus-tapinagi-circus-maximus-bazilika/ adresinden alınmıştır.

URL-32. (2022, Haziran 11). https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=11566236 adresinden alınmıştır.

URL-33. (2022, Haziran 11). https://www.kampustenevar.com/kategori-kultur-ve-sanat/barok-doneminin-buyuleyici-sanat-yapiti-versay-sarayi adresinden alınmıştır.

URL-34. (2022, Haziran 20). https://yolcu360.com/blog/selimiye-camii-mimar-sinanin-edirneye-biraktigi-paha-bicilmez-emanet/ adresinden alınmıştır.

URL-35. (2022, Haziran 20). https://archi101.com/yapilar/kaldigi-yerden-kristal-saray/ adresinden alınmıştır.

URL-36. (2022, Ekim 30). https://www.dezeen.com/2010/05/28/100-11th-avenue-by-jean-nouvel-3/ adresinden alınmıştır.

URL-37. (2022, Ekim 31). https://www.archdaily.com/907675/oodi-helsinki-central-library-ala-architects adresinden alınmıştır.

URL-38. (2022, Haziran 20). https://www.youtube.com/watch?v=lflCmjW7RlI adresinden alınmıştır.

URL-39. (2022, Haziran 20). https://boardinginfo.com/yilin-en-iyi-havalimani-istanbul-sabiha-gokcen/ adresinden alınmıştır.

URL-40. (2022, Ekim 31). https://architizer.com/blog/projects/helsinki-central-library-oodi/ adresinden alınmıştır.

URL-41. (2022, Temmuz 2). https://www.arkitera.com/tanitim/vmzinc-titanyum-cinko-zeta-panel-interlocking-panel/ adresinden alınmıştır.

URL-42. (2022, Temmuz 2). https://www.archdaily.com/912782/redstone-house-atelier-100s-plus-1?ad_medium=gallery/ adresinden alınmıştır.

URL-43. (2022, Temmuz 2). https://www.turkchem.net/jean-nouvel-mimaride-farkli-bir-bakis-acisi.html adresinden alınmıştır.

URL-44. (2022, Temmuz 2). https://www.sahindogan.com/antik-yunan-mimarisi adresinden alınmıştır.

URL-45. (2022, Temmuz 2). http://structpedia.com/roma-mimarisi-kolezyum/ adresinden alınmıştır.

URL-46. (2022, Eylül 10). https://www.ahr.co.uk/Al-Bahr-Towers adresinden alınmıştır.

URL-47. (2022, Temmuz 20). https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Çifte_Minareli_Medrese.JPG adresinden alınmıştır.

URL-48. (2022, Eylül 10). http://yacoubianarchitects.com/m/project/6 adresinden alınmıştır.

URL-49. (2022, Temmuz 10). https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ironbridge002.JPG adresinden alınmıştır.

URL-50. (2022, Temmuz 20). https://sportsmatik.com/sports-corner/sports-venue/beijing-national-aquatics-center adresinden alınmıştır.

URL-51. (2022, Ağustos 1). https://www.arkitektuel.com/londra-su-sporlari-merkezi/ adresinden alınmıştır.

URL-52. (2022, Ağustos 4). https://okurdayazar.com/mimari/bir-tasarim-harikasi-bmw-welt adresinden alınmıştır.

URL-53. (2022, Ağustos 4). https://en.wikiarquitectura.com/building/bmw-welt/ adresinden alınmıştır.

URL-54. (2022, Ağustos 4). https://coop-himmelblau.at/projects/bmw-welt/ adresinden alınmıştır.

URL-55. (2022, Ağustos 4). https://www.world-architects.com/en/coop-himmelb-l-au-vienna/project/bmw-welt adresinden alınmıştır.

URL-56. (2022, Ağustos 15). https://www.arkitektuel.com/mercedes-benz-muzesi/ adresinden alınmıştır.

URL-57. (2022, Ağustos 15). https://www.archdaily.com/805982/mercedes-benz-museum-unstudio adresinden alınmıştır.

URL-58. (2022, Ağustos 15). https://en.wikiarquitectura.com/building/mercedes-benz-museum/ adresinden alınmıştır.

URL-59. (2022, Ağustos 15). https://www.unstudio.com/en/page/12482/mercedes-benz-museum adresinden alınmıştır.

URL-60. (2022, Ağustos 20). https://www.arch2o.com/case-study-parametric-twist-canton-tower/ adresinden alınmıştır.

URL-61. (2022, Ağustos 20). https://www.archdaily.com/89849/canton-tower-information-based-architecture adresinden alınmıştır.

URL-62. (2022, Ağustos 20). http://mimdap.org/2014/02/seksi-ve-kadynsy-bir-kule-kanton-kulesi-information-based-architecture adresinden alınmıştır.

URL-63. (2022, Ağustos 20). https://www.designboom.com/architecture/information-based-architecture-canton-tower/ adresinden alınmıştır.

URL-64. (2022, Ağustos 25). https://archello.com/project/watercube-beijing adresinden alınmıştır.

URL-65. (2022, Ağustos 25). https://www.arkitera.com/haber/su-kubu/ adresinden alınmıştır.

URL-66. (2022, Ağustos 25). https://en.wikipedia.org/wiki/Beijing_National_Aquatics_Centre adresinden alınmıştır.

URL-67. (2022, Ağustos 25). http://www.chrisbosse.de/watercube/ adresinden alınmıştır.

URL-68. (2022, Ağustos 25). https://yeswebim.wordpress.com/2015/04/13/bim-and-scripting-beijing-national-aquatics-center/ adresinden alınmıştır.

URL-69. (2022, Ağustos 29). https://www.arkitektuel.com/walt-disney-konser-salonu/ adresinden alınmıştır.

URL-70. (2022, Ağustos 29). https://en.wikiarquitectura.com/building/walt-disney-concert-hall/ adresinden alınmıştır.

URL-71. (2022, Ağustos 29). https://www.archdaily.com/441358/ad-classics-walt-disney-concert-hall-frank-gehry adresinden alınmıştır.

URL-72. (2022, Ağustos 29). https://d3.harvard.edu/platform-rctom/submission/from-paper-to-parametric-vectors-gehrys-transformation-of-architectural-modeling/ adresinden alınmıştır.

URL-73. (2022, Eylül 2). https://archello.com/project/philharmonie-de-paris-2 adresinden alınmıştır.

URL-74. (2022, Eylül 2). https://trendsideas.com/stories/philharmonie-de-paris-acoustics-acclaimed-by-audiences-and-musicians adresinden alınmıştır.

URL-75. (2022, Eylül 2). https://en.wikiarquitectura.com/building/philharmonie-de-paris/ adresinden alınmıştır.

URL-76. (2022, Eylül 8). https://www.archdaily.com/533388/south-australian-health-and-medical-research-institute-woods-bagot adresinden alınmıştır.

URL-77. (2022, Eylül 8). https://en.wikiarquitectura.com/building/sahmri-south-australian-health-and-medical-research-institute/ adresinden alınmıştır.

URL-78. (2022, Eylül 8). https://sahmri.org.au/about/visit-us/building-information adresinden alınmıştır.

URL-79. (2022, Eylül 8). https://www.tetratech.com/en/projects/south-australian-health-and-medical-research-institute adresinden alınmıştır.

URL-80. (2022, Eylül 10). https://www.archdaily.com/270592/al-bahar-towers-responsive-facade-aedas adresinden alınmıştır.

URL-81. (2022, Eylül 10). https://en.wikiarquitectura.com/building/al-bahar-towers/ adresinden alınmıştır.

7. EKLER

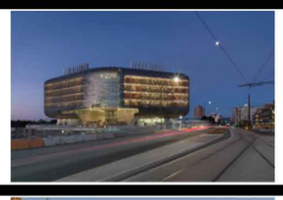
Ek Tablo 1. Karşılaştırmalı Analiz Tablosu (Yazar tarafından oluşturulmuştur.)

Yapı İsmi	Yapı Görseli	Kullanılan Malzemeler													Strüktür Sistemleri						Yapı Biçimi	Karşılaştırma
		Cam	Titanyum	Kireçtaşı	Prekast Beton	Ahşap	Çinko Silikat	Fotovoltaik Panel	Brüt Beton	Alüminyum	ETFE	Paslanmaz Çelik	PTFE	Fiberglas Tuğla	Metal	Betonarme	Çelik	Uzay Çerçeve	Üçgen Çelik Kiriş	Çift Çelik Kemer	Diagrid Sistem	
The Gherkin		●			●							●			●	●	●				●	Katların çapları Tabanda 49 metre, en geniş kısmında 56,5 metre olurken en üst katta ise 26,5 metreye daralır. Bu da özel çam kozalağı biçimini ortaya çıkarıyor.
Guggenheim Bilbao Müzesi		●	●	●					●			●				●	●					Bina organik formlardan oluşur ve Gehry'nin mimari anlayışını destekler. Bunun için kireçtaşı, titanyum ve camkaplı cephe özellikle insaedilmiştir.
Londra Su Sporları Merkezi		●			●	●	●			●						●	●	●				Suyun akışkanlığına benzer bir formda inşa edilmiş yapı Hadid'in mimari anlayışını destekler. Bu formu yaratırken özellikle parabolik bir çatı kullanılmıştır.
BMW Welt		●				●		●	●			●				●	●		●			Yapı dekonstrüktivizm anlayışına göre tasarlanmış. Çelik ve cam malzeme kullanılmıştır. Yüzer çatısı ve çift konisi bu dinamik ve düzensiz görünümde önemli bir yer tutuyor.
Mercedes-Benz Müzesi		●				●			●		●	●			●	●	●				●	DNA'ya benzeyen ve sirkülasyonu sağlayan sarmallar binanın temel biçimini oluşturuyor. Dış cephede paneller ve cam ile bu biçim destekleniyor.
Kanton Kulesi		●			●					●		●				●	●				●	Kulenin biçimi ortaya çıkarken kadınsı bir kule fikri belirleyici olmuştur. Bu yüzden çelik diagrid sistem orta katlarda incelerek bu özel biçimi ortaya çıkarmıştır.

Müze içinde sirkülasyonun sürekli sağlanabilmesi için tasarlanan sarmallar yapının temel biçimini oluşturmakta ve dış kabukta bunu devam ettirmektedir. Strüktür sistemi salonlarda 33 metre açıklık geçilmesine izin vermektedir. Sistemler parametrik tasarım ile tasarlanmıştır.

Kulenin biçimi ortaya çıkarken kadınsı, zarif, kıvrımlı, şeffaf özelliklere sahip olması istenmiştir. Biçim iki adet elipsin birbiri üzerine döndürülmesi ile oluşur. Böylelikle orta katlarda ince bir bölüm oluşturulur. Diagrid bir çelik sistem ve özel çelik düğümler kullanılmıştır. Bu sistemler ve aerodinamik sistemler için parametrik tasarımlara ihtiyaç duyumluştur.

Ek 1'in devamı

Yapı İsmi	Yapı Görseli	Kullanılan Malzemeler													Strüktür Sistemleri						Yapı Biçimi	Karşılaştırma
		Cam	Titanyum	Kireçtaşı	Prekast Beton	Ahşap	Çinko Silikat	Fotovoltaik Panel	Brüt Beton	Alüminyum	ETFE	Paslanmaz Çelik	PTFE	Fiberglas Tuğla	Metal	Betonarme	Çelik	Uzay Çerçeve	Üçgen Çelik Kiriş	Çift Çelik Kemer	Diagrid Sistem	
Pekin Ulusal Su Sporları Merkezi		●								●	●	●				●	●					Binanın temel formu küp olmakla beraber biçimini belirleyen en önemli özelliği cephede kullanılan ETFE özel kaplamadır.	Yapının tasarımı ortaya çıkarken herkes tarafından su olarak algılaması istendi. Bu yüzden cephesinde su kabarcıklarına benzeyen ETFE yastığı kullanıldı. Bu kaplama çok ince ve hafiftir. %55'e varan tasarruf sağlamaktadır. Yapıdaki büyük açıklıklarda çelik ve betonarme sistemler ile geçilmiştir. Bu sistem ve kaplamalar özel geliştirilen programlar ile tasarlandı.
Walt Disney Konser Salonu		●				●			●			●			●	●	●					Bina organik formlardan oluşur ve Gehry'nin mimari anlayışını destekler. Bu biçimi desteklemek için 12500 adet paslanmaz çelik panel kullanıldı.	Yapı Gehry'nin dekonstrüktivist mimari anlayışını destekliyor. Guggenheim Bilbao gibi bu yapıda da CATIA programı kullanıldı. Özel taşıyıcı sistem ve organik formlarla oluşmuş dış kütleler bu program ile tasarlandı.
Philharmonie de Paris		●				●				●		●				●	●					Jean Nouvel' in mimari anlayışına uygun olarak agresif ve iddialı çizgileri görebiliyoruz. Yapıyı çevreyelen kuş motifli paneller ile biçim ortaya çıkıyor.	Nouvel'in agresif çizgileri ile oluşan yapı hareketlilik ve karmaşıklığı çağrıştırıyor. Konser salonunu çevreleyen spiral şekilli parlak alüminyum ve gri renkteki kuş motifleri bir kontrast oluşturuyor. Organik formlardan dolayı çelik ve betonarme kullanılan strüktür sistemi de tekla ve hergos programları ile tasarlandı.
SAHMRI		●				●				●		●			●	●	●					Cephede kullanılan alüminyum üçgen kaplamalar ve üçgen cam paneller sonucunda yapının çam kozalağına benzer biçimi ortaya çıkıyor.	Yüksek teknolojiler kullanılarak yapılan enstitüde cephe de akıllı elemanlar kullanılmıştır. Bu akıllı elemanlar hava şartlarına göre açılıp kapanabiliyor. 6290 adet üçgen cam kullanılmıştır. Stadyumlara benzer bir strüktür sistemi kullanılmıştır. Bu özel sistemlerin analizi ve HVAC için modelleme yapılmıştır.
Al Bahr Kuleleri		●						●				●	●		●	●	●					Binanın biçimini özellikle belli eden elemanlar Arap dünyasında sıklıkla kullanılan müşrefiye adı verilen sistemlere benzer cephe sistemidir.	Kulenin cephesinde kullanılan müşrefiye sistemi örnek alındı. Bu sistem için PTFE elemanlar kullanıldı. Zorlu ve değişken iklim koşulları için 2098 adet ünite özel olarak üretildi. Sistem yapının biçimini ortaya çıkarırken tasarlanması için javascript ve gelişmiş parametrik programlar kullanıldı.
100 11th Avenue Apartmanı		●				●				●						●	●					Apartmanın biçimini ortaya çıkartan en önemli etken cephede bulunan ve her birinin açısı farklı olan camlar ve çerçevelerdir.	Camlar ve çerçeveleri bir araya gelerek pürüzsüz bir eğim oluşturur. Bu eğimi oluşturmak için açıları farklı 1700 adet renksiz cam panel kullanılmıştır. Strüktür sistemi olarak betonarme ve çelik sistemler kullanılmıştır. Strüktür sisteminin ve farklı camların analizi için parametrik tasarımlar kullanılmıştır.

Ek 1'in devamı

Yapı İsmi	Yapı Görseli	Kullanılan Malzemeler														Strüktür Sistemleri						Yapı Biçimi	Karşılaştırma
		Cam	Titanyum	Kireçtaşı	Prekast Beton	Ahşap	Çinko Silikat	Fotovoltaik Panel	Brüt Beton	Alüminyum	ETFE	Paslanmaz Çelik	PTFE	Fiberglas Tuğla	Metal	Betonarme	Çelik	Tuğla(Yığma)	Üçgen Çelik Kiriş	Çift Çelik Kemer	Diagrid Sistem		
Oodi Helsinki Merkez Kütüphanesi		●				●				●		●				●	●			●		Bina ortaya çıkarılırken geleneksel bir kütüphane tasarımından uzak ama yerel malzemeler kullanılacak bir tasarım yapılmıştır.	Bina tasarlanırken kamusal bir toplanma alanı olarak tasarlanmıştır. Bunun ışığında davetkar bir cephe anlayışı vardır. Çift kemerli çelik bir taşıyıcı sistem vardır ve bu yapının omurgasını oluşturur. Bu sayede davetkar cephe tamamen kolonsuz bir giriş ortaya çıkarır. Yerel ahşap malzemeler kullanılmıştır. Özel strüktür sistemi ve cephedeki oyunlar için parametrik modelleme kullanılmıştır.
Dünya Ticaret Merkezi İstasyonu		●			●					●		●			●	●	●			●		Binanın biçimi çelik strüktürlerin tekrarı ile oluşmuştur. Kanata benzeyen strüktürler yapının özel tasarımını oluşturuyor.	Yapı Calatrava' nın neo- futurist mimari anlayışını destekliyor. Calatrava yapıyı bir çocuğun elinden kurtulmuş kuş olarak tanımlıyor. Çelik strüktür sistemi dış cepheye taşmış ve biçimini oluşturmuş. Bukanatlar oluşturulurken gerekli parametreler için parametrik modelleme kullanılmıştır.
2016 Serpentine Pavyonu						●				●				●			●	●				BIG'ın tasarladığı pavyon hem opak hem saydam hem akışkan hem katı olmak için tasarlandı. Yapının biçimi zıtlıklarının bir araya gelmesi ile oluşuyor.	Yapı bazı yönlerden tamamen opak ve katı iken bazı yönlerden tamamen saydam ve akışkandır. Bunun yanında geleneksel ile modernin birleştirilmeye çalıştırılmıştır. Bununiçin fiberglas tuğla kullanılmıştır. Yapının özelbiçimi için tuğlaların boyutları ve şekilleri BIM programları üzerinden parametreler değiştirilerek tasarlanmıştır.

ÖZGEÇMİŞ

Liseyi memleketi olan Gümüşhane'de Gümüşhane Fen Lisesi'nde bitirmiştir. 2016 yılında Bursa Uludağ Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümünde başladığı lisans eğitimini 2020 yılında tamamladı. Aynı yıl içerisinde Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Bölümü Bina Bilgisi Anabilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı.

Yüksek lisans eğitimi devam ederken Gümüşhane 'de ortağı olduğu Ofis Anka firması ile mimarlık, mühendislik projeleri ve kamu ihaleleri üzerinde çalışmıştır. Yapmış olduğu çalışmalar devam etmektedir.