

**MİMARLIKTA DİJİTAL ORTAMIN GETİRDİĞİ TEKTONİK
DEĞİŞİM VE FORMDAKİ YANSIMALARI**

Hamide YİĞİT

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MİMARLIK**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TEMMUZ 2011
ANKARA**

**MİMARLIKTA DİJİTAL ORTAMIN GETİRDİĞİ TEKTONİK
DEĞİŞİM VE FORMDAKİ YANSIMALARI**

Hamide YİĞİT

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MİMARLIK**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TEMMUZ 2011
ANKARA**

Hamide YİĞİT tarafından hazırlanan “MİMARLIKTAKİ DİJİTAL ORTAMIN
GETİRDİĞİ TEKTONİK DEĞİŞİM VE FORMDAKİ YANSIMALARI “ adlı bu
tezin Yüksek Lisans olarak uygun olduğunu onaylarım.

Öğr. Gör. Adnan AKSU

Tez Danışmanı, Mimarlık Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Mimarlık Anabilim Dalında Yüksek
Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Nur ÇAĞLAR

Mimarlık Anabilim Dalı, T.O.B.B.

Öğr. Gör. Dr. Adnan AKSU

Mimarlık Anabilim Dalı, G.Ü.

Yrd. Doç. Dr. Tayfun YILDIRIM

Mimarlık Anabilim Dalı, G.Ü.

Tarih: 08/07/2011

Bu tez ile G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans / Doktora
derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Bilal TOKLU

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Hamide YİĞİT

MİMARLIKTAKİ DİJİTAL ORTAMIN GETİRDİĞİ TEKTONİK DEĞİŞİM VE FORMDAKİ YANSIMALARI

(Yüksek Lisans Tezi)

Hamide YİĞİT

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Temmuz 2011

ÖZET

Bu çalışma, 20.yy sonlarında başlayan, dijital araçların mimarlıkta tasarım sürecine girmesiyle sunduğu imkânlar sayesinde değişen tektoniğini ve bunun yansımaları olarak ortaya çıkan kompleks, eğrisel, özgür forma sahip ürünleri incelemektedir.

Dijital ortam tasarımcıya yeni bir bakış açısı getirmiştir. Dijital ortam ile yapılan tasarımda süreç, araçların diline hâkim olabilen tasarımcı ve araçlar ile kurduğu işbirliği sonucunda geleneksel yöntemlerden farklı ilerler. Örneğin tasarımcı yapının performansını, çevreye olan tepkisi önceden simüle edip denetleyebilir, üç boyutlu perspektifleri görerek içinde sanal olarak gezip mekânsal ve fiziksel deneyimleyebilir, ya da türetilen birçok alternatif arasından ortaya çıkan veriler doğrultusunda seçim yaparak tasarıma yön verebilir. Tasarım eş-zamanlı gelişen bütün aşamaları kapsayan bir ortam haline gelmektedir. Çünkü ürün, her aşamasına müdahil olan bir orkestra şefi rolündeki tasarımcının eseri olduğu kadar tasarım sürecinin ve yöntemlerinin de sonucudur. Öyle ki üretim aşamasında bile yapı bileşenleri dosyadan fabrikaya sistemiyle oluşturulabilmekte, yerleri kodlanmış bileşenler kolaylıkla monte edilebilmektedir. Dijital araçların sayısal ve üretmeye dayanan çalışma prensiplerini benimseyerek bu yolla düşünen tasarımcı için tasarım yapmak, bir strateji metot üretimi haline gelmiştir. Tasarım esnasında ise dijital araçların

sağladığı olanaklar tasarımcıya, doğadaki kendi kendini organize eden algoritmik, fraktal sistemler içeren ya da çekim gücüyle şekillenen izomorfik yüzeylerin oluşturduğu blob gibi her türlü öklid dışı geometrinin yapılabildiği, formun dinamikleştiği ve esnekleştiği alternatifleri sunmuştur.

Bu kapsamda araştırma içeriğinde dijital tabanlı tasarım teknikleri ve yöntemlerinin mimaride kullanımları incelenmiştir. Tasarımcıya yeni bir bakış açısı getiren dijital ortamda tasarlama anlayışıyla değişen arkitektonik, temsil şekli, kullanılan araçlar ve üretim biçimi üzerinde durulmuş, bu konuda yapılan dijital tasarım stüdyoları ve güncel çalışmalar irdelenmiştir.

Bilim Kodu	: 802.1.099
Anahtar Kelime	: dijital tasarım, dijital medya, kompleks geometrik özgür formlar, değişen arkitektonik
Sayfa Adedi	: 117
Tez Yöneticisi	: Öğr. Gör. Dr. Adnan Aksu

**CHANGING TECTONICS AND REFLECTIONS OF FORM BY DIGITAL
MEDIA IN ARCHITECTURE**

(M.Sc. Thesis)

Hamide YİĞİT

**GAZI UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

July 2011

ABSTRACT

This thesis is searching changing tectonics of architecture through to developing possibilities when digital tools integrated to design process in the late 20th century that affected from other industries and the reason that includes complex and curvilinear geometry characteristic which makes freer, flexible and various alternatives of form.

Digital media provides to designers a new and innovative perception and vision tool. The result of the collaboration between designer (who has knowledge) and digital tools, the designing process is advancing different from conventional methods. For example designer can control performance and reactions to environment effects, is able to experience spatial and physical by watching perspectives or makes a choice between a lot of creating alternatives. Designing is becoming a digital media that is including whole processes. Because the product is the result of designing process and methods as the designer's creation who works like a maestro. Such that even construction component can obtain by file to factory and assemble coded places easily. For designers who can adopt computational and based on derived working principle of digital tools, designing becomes generating strategy and method. During designing, possibilities that provides by computer shows to designers alternatives that any non-Euclidean geometric forms—like algorithmic, fractal geometry and

isomorphic surfaces-is able to produce and form is becoming dynamic and flexible.

In this content of research, digital designing technologies and methods used in architecture are studied. Developing a new architectural thinking by digitalmedia, it is emphasized that transformation of architectonic, representation style, tools and manufacturing type and examined digital designing studios and current applications related with this subject.

Science Code	: 802.1.099
Key Words	: digital design, digital media, complex geometric free forms, changing architectonics
Page Number	: 117
Adviser	: Dr. Adnan Aksu

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren ve her konuda bana yardımcı olan danışmanım Öğr. Gör. Dr. Adnan AKSU'ya, yine kıymetli tecrübelerinden ve değerlendirmelerinden faydalandığım hocam Prof. Dr. Nur ÇAĞLAR'a teşekkürü borç bilirim.

Bana her zaman kendi ayaklarımın üstünde durmayı öğreten babama ,manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan anneme, kardeşlerime, ve birlikte zaman geçiremediğim yeğenime teşekkür ederim.

Araştırma süreci boyunca yanımda olan değerli arkadaşlarım Funda BÖKE, Selin HOSANLI, Hale ILGAZ, Semra KÖSE, Özlem AYDOĞAN, Çağla KANOĞLU, Eray DEMİNER ve fikir ve yardımlarıyla hayatımın her anında destek olan Oğuz HAN'a çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	vi
ABSTRACT	viii
TEŞEKKÜR	x
İÇİNDEKİLER	xi
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xiii
RESİMLERİN LİSTESİ	xvi
KISALTMALAR	xviii
1. GİRİŞ	1
2. BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIMIN MİMARİYE GİRİŞİ	5
3. DİJİTAL ORTAMDA TASARIM	10
3.1. Dijital Tabanlı Tasarım Teknolojiler	10
3.1.1. Öklid dışı geometri	11
3.1.2. Nurbs	12
3.1.3. N-boyutlu geometri	13
3.1.4. Parametrik Geometri	15
3.2. Dijital Tabanlı Tasarım Yöntemleri	16
3.2.1. Parametrik tasarım	16
3.2.2. İzomorfik tasarım	19
3.2.3. Animasyona dayalı tasarım	21
3.2.4. Performansa dayalı tasarım	23
3.2.5. Metamorfik tasarım	26

3.2.6. Evrimsel sistemlere dayalı tasarım.....	27
4. DİJİTAL ORTAMIN GETİRDİĞİ TEKTONİK DEĞİŞİM	32
4.1. Tasarım Bilincinin ve Düşünme Şeklinin Değişmesi.....	32
4.2. Tasarım Sürecinin Değişmesi	34
4.2.1. Tasarlama modelleri.....	36
4.2.2. Üretim şeklinin değişmesi	44
4.3. Tasarım Araçlarının Gelişmesi	53
4.3.1. Dijital tasarım teknolojileri ve donanımları.....	55
4.3.2. Dijital ortamda geliştirilen malzeme	62
4.3.3. Dijital ortamda geliştirilen strüktür	72
4.4. Tasarım ifade etme şeklinin değişmesi.....	79
5. SONUÇ	82
KAYNAKLAR.....	87
EKLER.....	92
EK-1 Eğitim Alanında Dijital Tasarım Uygulamaları.....	93
EK-2 Kılıgısal Alanda Dijital Tasarım Uygulamaları	105
ÖZGEÇMİŞ.....	115

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Dijital ortamda yapılan 3B gemi konstrüksiyonu	8
Şekil 2.2. Dymaxion House plan, Fuller	9
Şekil 2.3. %100 dijital tasarımla yapılan Boeing 777	9
Şekil 3.1. Öklit ve öklit dışı geometri	11
Şekil 3.2. NURBS kontrol noktalarının kolayca manipüle edilmesi	12
Şekil 3.3. NURBS ile oluşturulan yüzeyin manipülasyonu	13
Şekil 3.4. Klein şişesi.....	14
Şekil 3.5. Möbius Şeridi.....	14
Şekil 3.6. Hiperküpin iki boyutlu ifadesi	14
Şekil 3.7. Nilüfer Kozikoğlu tasarımı Psikiyatri Kliniklerinin Boyutlandırılmasında olasılık açıklaması	15
Şekil 3.8. Damla Pavyonu Simülasyonu	20
Şekil 3.9. Form simülasyonu	20
Şekil 3.10. Dijital modelden uygulamaya, tasarım üretim süreci, Presbyterian Kilisesi	22
Şekil 3.11. Animasyon tekniğiyle tasarım sürecinde mekânın biçimlenişi ve mevcut fabrika binasına eklenen mekânlar	23
Şekil 3.12. Güneş ışığı açısına göre formun yönlenmesi	23
Şekil 3.13. Ekotect programıyüzeyde solar analiz ve gün ışığı analizi değerlendirmesi	24
Şekil 3.14. Future Systems mimari ofisi 1995 yılında gerçekleştirdiği ZED projesi ve kullanılan akışkan dinamiği programı(CFD)	24
Şekil 3.15. Bir dikdörtgenler prizmasının döndürülerek elde edilen form	27
Şekil 4.1. Dijital tasarım sürecinin grift ilişkili ifadesi	35

Şekil	Sayfa
Şekil 4.2. Genel Şema, Semboller, Sınırlar Ve Bağlantılar	38
Şekil 4.3. Kâğıt tabanlı tasarım	38
Şekil 4.4. Geleneksel CAD model	39
Şekil 4.5. Üretici Evrimsel Model	39
Şekil 4.6. Formasyon Modeli	40
Şekil 4.7. Üretici Model	41
Şekil 4.8. Performans tabanlı formasyon modeli	41
Şekil 4.9. Performans tabanlı üretici modeli	42
Şekil 4.10. Authority Otobüs Terminali, New York, 1997,G.Lynn	43
Şekil 4.11. Birleşik model	43
Şekil 4.12. Dijital ortamdan aktarılan veriyle CNC kesim işlemi yapılması	49
Şekil 4.13. Dijital ortamda hazırlanan objenin 3D yazıcı ile üretimi	52
Şekil 4.14. 3D scanning	53
Şekil 4.15. Emriyolojik Evi, Greg Lynn	55
Şekil 4.16. Guggenheim Museum(1997), Bilbao, Spain, Frank Gehry, Digital modeli.....	56
Şekil 4.17. 3B Modelleme Programlarında Yapılan Tasarım	58
Şekil 4.18. Panini Design Computition, Italy, Hamide Yiğit, 2007	58
Şekil 4.19. 3B fare kullanımı	58
Şekil 4.20. Arup Ofisi tarafından gerçekleştirilen çatı modelleri	61
Şekil 4.21. Dijital tasarlama tekniklerinde kullanılan 3B donanımlar ile oluşturulan mimari tasarım süreci	62
Şekil 4.22. Geleneksel mimari tasarım süreci	62
Şekil 4.23. Greg Lynn's Embryological House.....	69

Şekil	Sayfa
Şekil 4.24. Chromogenic Dwelling	70
Şekil 4.25. Szervita Meydanı, ZahaHadid, Budapeşte	75
Şekil 4.26. Eğrisel geometrik form strüktür çözümleri	75
Şekil 4.27. Yas Adası Marina Oteli Strüktür Modeli	76
Şekil 4.28. Konfigürasyon Ve Mesh Geliştirmeye Başlama.....	77
Şekil 4.29. Gehry, Bilbao, skeç ve program ile tasarımın ifade şeklinin karşılaştırılması	78
Şekil 4.30. Damjan Minovski (Studio Prix, University of Applied Arts, Vienna), Power Highrise, Vienna, 2009	80
Şekil 4.31. Zaha Hadid, Kraliyet koleksiyonu için yaptığı müzenin ifade şekli, Madrid, İspanya, 1999	81

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 2.1. Crystal Palace, 1851	5
Resim 2.2. Eyfel Kulesi, Paris, 1889	5
Resim 2.3. Dymaxion House, Fuller	9
Resim 3.1. Floriade World Exhibition Pavion, Haarlemmermeerpolder, Netherlands, 2002	17
Resim 3.2. Gaudi'nin Sagrada Famillia Kilisesinin tamamlanması çalışmaları; kolonların parametrik modellerle düzenlenmesi	18
Resim 3.3. Casa De Mila Exhibition, Sagrada Famillia strüktür modeli.....	18
Resim 3.4. İzomorfik mimarlık, Bernard Franken, BMW Damla Pavyonu, IAA 1999, Frankfurt / Almanya	19
Resim 3.5. The Muscle Body	25
Resim 3.6. Ustra Building Office	27
Resim 3.7. X-Phylum-Karl S. Chu's Genetic Space	28
Resim 3.8. Kendi kendini organize eden sistemlerin doğadaki örnekleri	29
Resim 3.9. eifFORM programı strüktür türetme kuralları ve uygulanan prototip (Hadid ve Schumacher, 2002)	30
Resim 3.10. EifFORM prototip uygulama	31
Resim 4.1. Yokohama International Port Terminal, Yokohama, 1995, Japan, Foreign Office	46
Resim 4.2. Fish sculpture(1992), Vila Olimpica, Barcelona, Spain, Frank Gehry	48
Resim 4.3. Dijital fabrikasyon uygulamaları.....	49
Resim 4.4. Beton panellerin kalıbı için köpüğün oyulması, Zollhof Towers in Dusseldorf, Almanya, Gehry, 1999	50
Resim 4.5. Hungerburgbahn, Innsbruck, Zaha Hadid	51

Resim	Sayfa
Resim 4.6. Experience Music Project (EMP), 2000,Seattle, USA, Frank Gehry	54
Resim 4.7. Guggenheim Museum (1997), Bilbao, Spain, Frank Gehry, Gerçeği	56
Resim 4.8. Dokunmatik ekran kullanımı	59
Resim 4.9. Çizim tableti	59
Resim 4.10. Sanal gerçeklikte HMD kullanarak oluşturulan simülasyon	60
Resim 4.11. Su Küpü	65
Resim 4.12. LiTraCon	66
Resim 4.13. Walt Disney Konse Salonu	66
Resim 4.14. Toyo Ito, Egg of the Winds, Tokyo, 1991	67
Resim 4.15. Aegis – Decoi	68
Resim 4.16. Central Signal Box, Basel,Herzog de Meuren ,1999	69
Resim 4.17. Federation Square	70
Resim 4.18. Young Museum San Francisco Herzog de Meuren	70
Resim 4.19. Sunset Boutique Facade, LosAngeles, Patterns, 2007	71
Resim 4.20. Neiman Marcus Store	72
Resim 4.21. Eğrisel yüzey segmentasyonu: soldan sağa: düz paneller (Mur- insel, Graz), tek taraflı eğrisel paneller (TGV Tren İstasyonu, Strasbourg), çift taraflı eğrisel paneller (St. Lazaire metro istasyonu, Paris)	74
Resim 4.22. Monte Edilmiş Pavilyon	77
Resim 4.23. Aquatic Center, Zaha Hadid, 2011, London	77
Resim 4.24. Aquatic Center, yapım aşaması fotoğrafları	78
Resim 4.25. Capital Gate, RMJM, Hyatt, Abu Dhabi, 2009	79

KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Kısaltmalar	Açıklama
3B	Üç boyut
BIM	Building Information Modeling
BOOM	Binocular Omni Orientation monitor
CAAD	Bilgisayar destekli mimari tasarım
CAB	Computer-Aided Building
CAD	Bilgisayar destekli çizim
CAM	Bilgisayar destekli mimari üretim
CAMP	Modeling and Prototyping
CATIA	Computer Aided Three-Dimensional Interactive Application
CFD	Computational Fluid Dynamics
Cm	Santimetre
CNC	Computerized Numerical Control
ETFE	Etilen tetraflorolelilen
FEM	Finite Element Method
ft	Feet
HMD	Head mounted display
m	Metre
NURBS	Non Uniform Rational Bezier Spline
SLA	Stereolithograph
SLS	Selective laser sintering

1. GİRİŞ

Teknolojinin gelişmesiyle, önceleri gemi, uçak, otomotiv endüstrisinde kullanılan bilgisayar destekli dijital tasarım ortamının 90'lı yıllardan itibaren mimariye entegre olmaya başlamasıyla mimariyi oluşturan öğelerin bilindik kavramların dışına çıktığı, değişik alternatifler ürettiği ve farklılaştığı görülmüştür. Dijital ortamın sağladığı olanaklar, tasarlama biçimini yönlendirmiş, hayalgücünün sınırlarını zorlayıp, her türlü veriyi tasarım girdisi olarak kabul edebilmiş bununla beraber kompleks, eğrisel, özgür formların üretim verilerinin oluşturulmasına cevap verebilmiştir.

Dijital ortamın sağladığı olanaklar ile tasarım anlayışı ve tektoniği değişmiş, bilgisayar tasarımın sadece tasarlanana aktarma vizyonu üstlenen bir araç olmaktan çıkmış, tasarımı yönlendiren ve diğer bütün aşamaların birbirinden geri beslenerek bütün bir süreç haline gelmesini sağlayan *dijital tasarım ortamı* haline gelmiştir. Artık tasarım, bilindik verilerin dışında dijitalin yön verdiği sistemler doğrultusunda, tasarımcının denetiminde, farklı etkilerle beslenip ilerlemektedir. Tasarım etkenlerinin arasında doğadan esinlenilerek kullanılan kendi kendini organize eden algoritmik sistemler, parametrelere bağlı değişken düzenler, interaktif yüzeyler, hacimlerin çekim gücü, dinamikler, öklit dışı geometriler gibi kavramlar yer almaya başlamıştır.

Gelişen teknoloji mimarlığın yapma biçimini, tasarım pratiğini, ifade tekniğini, alışkanlıklarını, sürecini etkilemiştir. Dijital araçlar yardımıyla, diğer disiplinlerden gelen verilerin hiyerarşik çalışma içinde geribeslemelerle tasarımın ilerlemesi, tasarım bilincini yönlendirmiştir. Tasarımcılar istedikleri özgür formları geridönüşlü veri transferiyle kolayca üretebilmektedirler.

Artık mimarlar, tasarımı ifade ederken ürünü plan, kesit görünüş olarak sunmanın yetersiz kaldığını ve tasarımın zaman, süreklilik, etkileşim gibi kavramlarla beraber oluştuğunu görmüşlerdir. AMO, B+U, ARUP, UNSTUDIO, ONL gibi tasarımcı grupların ve üniversitelerdeki çeşitlenen dijital tasarım stüdyolarının çalışma

sistemlerinde olduğu gibi; tasarlama biçimi de tasarlanan bir öge olarak ele alınmaya başlamıştır.

Mimariye entegre edilen üç boyut teknolojisiyle özgür form, her açısıyla, önceden görülebilen, etkisi anlaşılabilen bir tasarım ortamı oluşturma olanağı getirmiştir. Yapıların sanal gerçeklik teknolojisinden yararlanarak üç boyutlu olarak görselleştirilmesi algılamayı kolaylaştırmakta, içinde ya da çevresinde dolaşabilme ve tasarım hatalarını düzeltebilme olanaklarını zenginleştirmektedir. Bunun yanı sıra yapı simülasyon programları tasarımın performans analizi, malzeme, enerji, maliyet gibi her açıdan en uygun seçimi yapma imkanı sağlamaktadır. Bu programlar sayesinde bilgisayarla tasarım aşamasında üretilen bilgi ve verilerin imalat, montaj, işletme, yenileme gibi uygulamalara hatasız ve hızla aktarılması ve kolaylıkla müdahale ve kontrol olanağı sağlanmaktadır. Bu da dijital ortamın sağladığı bu hızlı ve simüle edilebilir ortam ile mimari üretim alternatiflerini de çoğaltmıştır. Ayrıca bu ortamda elde edilen veriler kullanılarak tasarımın her noktasının nasıl imal edileceği ve monte edileceği bilgisini içeren dijital fabrikasyon sistemiyle, CNC, 3B yazıcı gibi araçlar vasıtasıyla, tasarım tıpkı bir zanaatkârın elinden çıkan sanat eserinin oluşumu gibi tasarlama ve üretme eyleminin eş zamanlı ilerlediği bir süreçle gerçekleşmektedir.

Dijital ortamda yapılan tasarım, yapı içerisindeki işleve bağlı kalmadan özgürleşerek biçimlenmiştir. Form, kullanılan yeni yapı sistemi ve denenen malzeme performanslarıyla, geleneksel yöntemlerle yapılması zor olarak görülen biçimlerin dışına çıkabilmiş, şeffaf, akışkan, devingen, dinamik, dönen, kıvrılan, katlanan esnek şekillerde hacimlenmiştir. Form özgürleşerek yapının katmanı, kabuğu ya da derisi olmuştur.

Dijitalin mimari tasarım sürecine katılmasıyla tasarım kavramı ve işleyişi bu ortamın getirdiği sistemler ve zihnimizde yarattığı geniş ufuk ile geleneksel tasarım anlayışının dışına çıkmış , alternatifli ve özgün bir şekilde farklılaşmıştır. Bu da tasarımın yapma eyleminin yani tektoniğinin dönüştüğünün göstergesidir. Bu tezin amacı; dijital ortamın mimariye entegre olmasıyla sağladığı olanakların, düşünme

biçimi, araçlar, yöntemler, tasarım süreci, tasarım pratiği ve tasarlama biçiminde yani bir bütün olarak arkitektoniğinde getirdiği yenilikleri görmek ve bunun sonucunda formda meydana gelen dönüşümü ve yansımalarını inceleyip hangi noktaya geldiğini araştırmaktır.

Araştırma kapsamında öncelikle bilgi çağının ihtiyaçları doğrultusunda, bütün çalışma alanlarının birbiriyle veri transferinde bulunmasıyla beraber dijital tasarımın, diğer endüstrilerin üretim metotlarından etkilenecek mimarlığa tarihsel süreçte nasıl uyarlandığı üzerinde durulmuştur. Ardından üçüncü bölümde bu yönde dijital tasarım teknolojileri ve yöntemlerinin mimaride kullanımları incelenmiştir. Dijital ortam tasarım anlayışını bütün aşamalarıyla beraber etkilemiştir. Bu anlamda dördüncü bölümde tasarım tektoniğinin nasıl değiştiği ve bu süreçte ortaya çıkan değişen faktörler bütün yönleriyle irdelenmiştir. Örneğin dijital araçlar diliyle sistematik ve algoritmik düşünce anlayışının tasarım bilincini yenilediğinden bahsedilmiştir. Tasarım sürecinde oluşan etkileşimin tanımlandığı ve sınıflandırıldığı tasarım modellerine değinilmiş, geleneksel tasarım süreci ve dijital tasarım süreci karşılaştırılması yapılmıştır. Tasarım ve üretimin eş zamanlı gelişip ilerlediği dijital ortamda CNC, 3B yazıcı gibi araçlarla düşünceyi anında fiziksel modele çeviren dosyadan fabrikaya direk üretim olarak tanımlanan dijital fabrikasyondan bahsedilmiştir. Bilgisayar destekli tasarımda yazılım ve donanımların çalışma prensipleri, özellikleri, fonksiyonları, performansları incelenmiş, yapılan simülasyonlar izlenerek tasarım araçlarının gelişimi gözlenmiştir. Bunların dışında performansları ve kombinasyonları geliştirilen malzeme ve dijital ortamın imkanlarıyla rijitliği sağlanan özgün strüktür çözümleri incelenmiştir. Ek-1 de belirtilen Türkiye ve yurtdışındaki üniversitelerde dijital ortamın sağladığı olanaklarla yapılmış stüdyo çalışmaları, bunların amaçları, tasarlama süreçleri, ürünleri ve sonuçları ele alınmış, adaptasyon süreci izlenmiştir. Ek-2 de ise bilimsel araştırma ortamında tasarım pratiğine entegre edilmiş dijital tasarım stüdyolarının tasarlama süreçleri ve ürünlerinin yanında kılğısal alanda bu konuda araştırma bölümleri olan mimarlık ofislerinin uygulamalarıyla da tasarım tektoniğinin farklılaştığı somut bir şekilde örneklenmiştir.

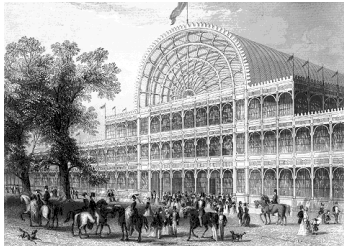
Araştırma esnasında bu konuda yayınlanmış süreli yayınlar, makale, deneme, tez, kitap, sergi ve konferans bildirilerinin incelenmesi yöntemleri izlenerek sonuç değeriendirilmesi yapılmıştır.

2. BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIMIN MİMARİYE GİRİŞİ

Gelişen teknolojiyle, gemi, uçak ve otomotiv endüstrisinin ardından, mimarlığın da içine girdiği dijital ortamda, tasarım araçları ve süreci kendine yeni bir yol çizmiştir. Bilgisayar destekli tasarım ortamıyla tasarım modeli ve dinamikleri artık çoklu parametrelerle, sayısız alternatif sunabilen, performansı önceden simüle edilebilen ve kontrol edilip denetlenebilen hale gelmiştir. Tasarımın somut kılıfı olan form elde edilen veriler doğrultusunda, hayalgücünün sınırlarını zorlamış, eskilerde inşa edilmesi çok güç görünebilen biçimler şimdilerde, bütün disiplinlerin hep bir arada çalışmasıyla, kısa sürede ve kolaylıkla yapılabilir hale gelmiştir. Dijital ortamın getirdiği imkânlarla, her türlü kompleks form yeni üretim teknikleriyle denenmektedir.

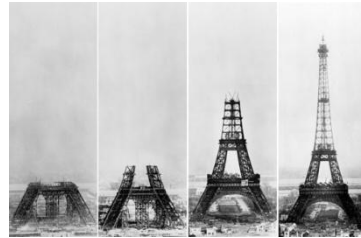
Branko Kolerevich ‘Architecture in Digital Age ’ adlı kitabında, dijital devrimin ilk örneklerini şu şekilde örneklemiştir:

Joseph Paxton’un Crystal Palace (1851) yapısı, taşıdığı endüstri çağının teknolojik ruhu ve kullanılan çelik ve camla geleceğin mimarlığının habercisi olmuştur. Gustave Eiffel’in Paris’teki Eiffel Kulesi (1889) döneminde yapılan yapılar arasında en fazla ne kadar ağırlığa ulaşabileceğini gösterdi. Bundan sonraki yüzyılda çelik ve cam gökdelenler, her metropolisin silüetini oluşturan en büyük parçası oldu. Son zamanlarda örneklere bakıldığında ise Frank Gehry’nin Bilbao’daki Guggenheim Müzesi dijital devrimi, bilgiçağı, öncesinde endüstri çağının gelişimini gösteren, sadece bir yapıyı nasıl tasarladığımız konusunda değil aynı zamanda nasıl yapıldığı ve inşa edildiği konusunda meydan okuyan bir örnek olmuştur [1].



Resim 2.1.Crystal_Palace, London,1851

[2]



Resim 2.2.Eyfel Kulesi, Paris, 1889 [3]

Tasarımın teknik ve ekonomik olanaklarla çeşitlenmesi, yerel özellikler değerlendirilmeden her yerde aynı stilin ‘modern’ adı altında uygulanma hızını düşürmüş, farklı alternatifler ortaya çıkarmıştır.

Le Corbusier’den Herzog de Meuron’e kadar, modernist mimarlık ağırlıklı olarak seri üretime dayalıdır. Artık güzellik, benzer elementlerin tekrarından değil, bunun aksine Morphosis ve Gehry gibi seri üretilmiş bileşenleri farklı kombinasyonlar kullanarak sıra dışı tasarımlar ortaya çıkarılmasıyla tanımlanıyor. Onlar yapıyı, döndürerek, üst üste getirerek, kolaj yaparak bileşenleri kişiselleştiriyorlar [4].

Yeni teknolojilerin getirdiği olanaklar üzerine yoğunlaşmak sağladığı avantajların yanı sıra, sayısal verileriyle ilgilenmek, parametreleri değerlendirmek, en yüksek konfor ve verim için optimum ürünü elde etmek için çaba sarfetmek zaman zaman tasarımın söyleminin, stiline, karakterinin arka plana atılmasına da yol açabiliyor. Ignasi de sola Morales bu konuda şöyle belirtmiştir:

“Modern zamanların mimarlığı -stil söylemini terk ederken- şimdinin yenilikçi yaklaşımları, bilim ve teknolojinin başarısı ve avantajlarının kapasitesi ile karakterize oluyor [1].”

Günümüz mimarisinde kullanılan bilgisayar destekli tasarım getirdiği olanaklarla ve eleştirilerle beraber tasarım anlayışına yeni bir kapı açmıştır. Bilgisayar destekli çizimden (CAD), bilgisayar destekli mimari tasarıma (CAAD) ve hesaplamalı tasarıma doğru bir dönüşüm ile bilgisayar artık sadece bir görselleştirme aracı olarak değil, sayısal tabanlı bir *tasarım ortamı* olarak ele alınmaktadır. Bu tasarım ortamı, öncesinde farklı endüstri dallarının kullandığı yöntemler esinlenilerek, mimaride de uygulanmaya başlamıştır.

Günümüzde yaşadığımız bilgi devrimi ya da William J. Mitchell’in deyimiyle “ikinci endüstri devrimi” ekonomik, sosyal ve kültürel yaşamın yeniden şekillenmesine yol açmaktadır. Özellikle yirminci yüzyılın ikinci yarısından sonra mekanik olandan elektronik ortama doğru bir yönelme gerçekleşmiştir. Bu süreçte, tanımlar, disiplinler ve kurumlar dönüşüme uğramakta, disiplinlerarası etkileşim ve kesişmeler ön plana

çıkılmaktadır. Teknoloji tasarım ortamını siberuzay ismi verilen sınırsız bir alana götürürken, mimari form kartezyen temellerini sorgulamaya başlamıştır. Parametrik algoritmalarla tanımlanmış karmaşık formdaki çağdaş mimarlık ürünü, günümüzde yazılım ve donanım katmanları ayrı ayrı tasarlanmış, çeşitli enformasyon ve iletişim araçları içeren ve otomasyon kullanılarak üretilen bir “*arayüz*”e dönüşmüştür. Bir başka deyişle, medya mekânlaşmıştır [6].Kolerevich, disiplinlerarası bu bilgi etkileşimini şöyle belirtmiştir [1].

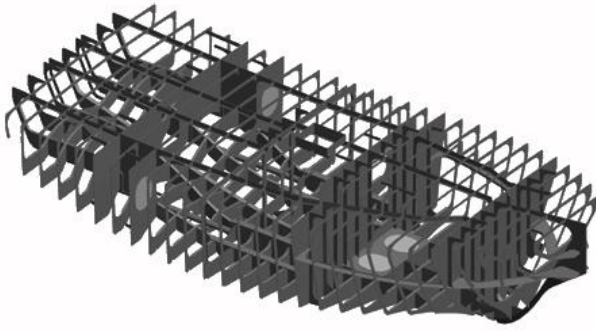
“Dijital teknolojiler, son zamanlarda, mimari pratikleri değişik yollarla etkileyip değiştiriyor. Öklid dışı geometri, kinetik ve dinamik sistemler, genetik algoritmalar teknolojik mimarlığın yerini alıyor. Dinamik, açık uçlu tanımlanmış üç boyutlu strüktürün tutarlı dönüşümü, yeni mimari imkânlarla ivme kazandırmıştır. Otomotiv, uçak ve gemi endüstrisi beraberinde üretici ve yaratıcı dijital medya mimarlığına yeni bir boyut kazandırdı.”

Bilgisayar destekli tasarım ve üretim teknolojileri, mimarlıktan önce endüstriyel tasarım, uçak ve gemi tasarımı gibi alanlarda, film ve müzik sektöründe kullanılmaya başlamıştır. 20. yy sonlarında bilişim teknolojisindeki gelişmelerin etkisiyle teknoloji transferleri yaygınlaşır ve tasarım alanları birbirinden beslenmeye başlar.

CAD-CAM sistemleri, tüketici ürün endüstrisi için geliştirilmiştir. Diğer endüstri teknoloji metotlarının mimarlıkta kullanılması her türlü yenilikten etkilenen mimarlık dalı için yadırganır bir tutum değildir. Mimarların kendi disiplini dışındaki uygun malzeme, metot, teknik ve aşamalarla ilgilenmesi bir ihtiyaçtır. Bu tür teknolojik transferler genleşen, gelişen yenilikçiliğin merkezidir [1].Gilles Deleuze ise bu bilgi alışverişini mimariye uyarlanması konusunda şöyle belirtmiştir [7]:

“Makineler teknik olmadan önce sosyaldirler. Dijital metotlarla adapte edilmiş tasarımlar daha kompleks etkiler yaratmıştır. 1990'ların başlarında, bazı mimarlar otomotiv, havacılık ve gemi endüstrisi gibi diğer disiplinlerden uygun yazılımları, yeni form üretme metotları için mimarlığa entegre etmişlerdir .”

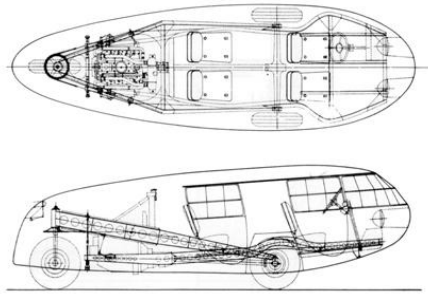
Bu teknolojik bilgi transferine örnek vermek gerekirse, gemi endüstrisiyle gelişen tasarım ve yapım aşamalarının koordinasyonu, fabrikasyon, monte etme, analiz ve tasarımdaki dijital teknolojinin yapı endüstrisine entegre olmasının bir göstergesidir. Gemiler, yapılar gibi kompleksliğin bir objesidir. Gemi yapımında, sadece yerçekimi, rüzgâr kuvveti değil bunların yanında itme gücü, hareket ve taşıdığı ekipmanların ağırlığı gibi kompleks diğer faktörlerden faydalanılarak tasarım yapılır. Gemi ve yapıların ikisi de, büyük kompleks sistemler içeren, tasarım, analiz ve üretim aşamaları ve metotlarının aynı olması yönünden benzerlik gösterir. Gemilerin yapım sürecinde de görülen bu benzerlik yapıların bileşenlerinin de aynı yöntemlerle oluşturulabileceğini akla getirmiştir [1].



Şekil 2.1. Dijital ortamda yapılan 3B gemi konstrüksiyonu [8]

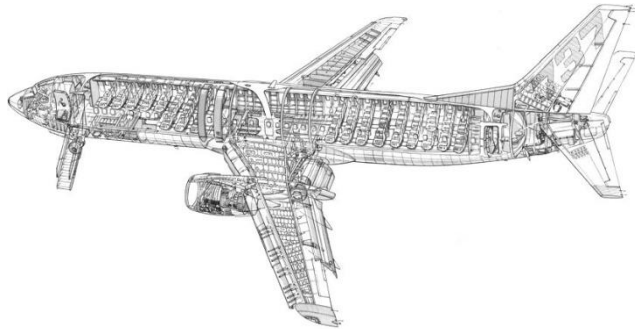
Palladio, Vicenza'daki *Piazza Dei Signore Bazilika*'sının gemi kaburgasının ters çevrilmiş hali şeklinde tasarladığı çatısını Venedik'teki gemi yapımcılarına yaptırmıştır [1].

Buckminster Fuller'in *Dymaxion House* uçak ve gemi endüstrisinden faydalanılarak yapılmıştır. *Dymaxion Car*, Bridgeport Connecticut'taki tersanede gemi yapımıyla olduğu gibi iskelet üzerine giydirilerek yapılmıştır.



Şekil 2.2. Dymaxion House plan, Resim 2.3. Dymaxion House, Fuller [9]
Fuller [1]

Benzer bir şekilde Future Systems tarafından tasarlanan Londra'daki *Nat West Media Centre*, Cornwall'da bir tersanede üretilmiştir. Daha sonra yerinde monte edilmiştir [9]. Aynı yöntemler otomotiv ve uçak endüstrisinde de kullanılmıştır. En çok bilinen örneklerden biri olan Boeing 777, %100 dijital tasarımla yapılan bir uçaktır.



Şekil 2.3. %100 dijital tasarımla yapılan Boeing 777 [1]

Bunların hepsi yapı endüstrisindeki gibi birçok farklı alt disiplinle beraber çok sayıdaki bileşenleri beraber yönetmeyi gerektirir.

Araba, uçak ve gemilerde, mimarlıkta olduğu gibi, artarak kullanılmaya başlanan kompleks, eğrisel geometrilere baktığımızda bu endüstriler arasındaki geçişin odak noktası olan üç boyutlu dijital model, mimarlık ve yapı endüstrisinin apaçık göz ardı edilemeyen imkânlarıdır [1].

Bugün, dijital tasarım ve üretim aşamalarının yenilikçi ve değişen mimari akışa adapte olması, bu endüstrilerde CAD-CAM kullanılmasının sonucudur.

3. DİJİTAL ORTAMDA TASARIM

3.1. Dijital Tabanlı Tasarım Teknolojileri

Mimari geometri yüzyıllar boyunca Euclid geometrisi ve Platon düşüncesi üzerinden kurgulandı. Dijital mimarlığın devrimi, kompleks, eğrisel formların mimarlığa girdiği bir akım oluşturdu. Mısır, Yunan ve Roma mimarlığının asıl formları olan silindir, piramit, küp, prizma ve küre gibi asal geometrik formlar bu akımla, dijital ortamda kontrol noktalarından tutulup genişletme, sündürme, döndürme, burkma, sıkıştırma gibi yöntemler kullanılarak bambaşka formlar haline dönüşmüştür. Sayısal ortamın sağladığı olanaklarla öklit geometrisinin tasarımı direk kullanımı azalsa da bu temel formlar kullandığımız katı modelleme programlarının birincil nesneleridir. Öklit dışı geometri mimarlara hiperbolik-parabolik yüzeyleri sistematik bir biçimde değiştirme ve dönüştürme imkânı tanıdı. Kartezyen uzayının 3 boyutludan 4 boyutluya geçen zaman ve mekân etkileşimi, diğer boyutlar ve konseptler mimari düşünceye yeni olanaklar sağladı. Çok boyutlu mekân, boyutların birbiriyle olan ilişkisinden etkilenecek, şekil ve formların manipülasyonuna doğru gitmektedir.

Geometrinin mimarlığın perspektifine getirdiği özgürlükçü yeniliği Uğur Tanyeli şöyle açıklamaktadır [9]:

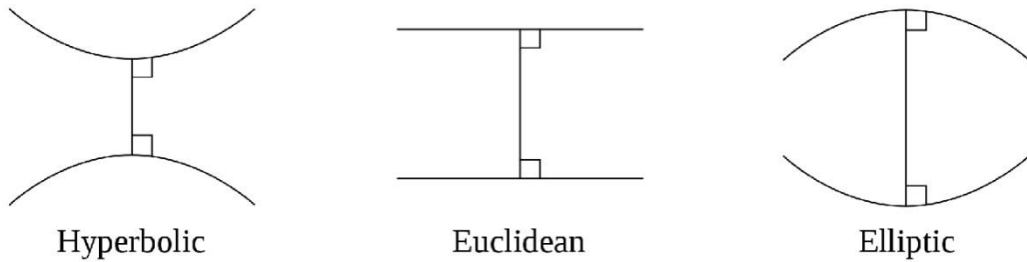
“Hiçbir geometrik önkabulle koşullanmamış, bir bulut kadar bile geleneksel geometrilere bağlı olmayan mimari evrenin yaratılmasını sağlıyor. Rönesans’tan başlayarak mimari evreni ve tüm doğal veya inşai mekanları en-boy-yükseklik triosuyla algılayan, böyle olunca da her şeyi bir kübün ortogonal geometrisinin türevleri olarak kurmaya alışık insanoğlunun ölümüdür. Gerek perspektif, gerek plan-kesit-görünüş, gerekse de tasarımı geometri dünyayı hep birbirine dik düzlemler bağlamında tahayyül etmeye yöneltiyordu. Oysa, önceki yüzyılların insanları bu tekniklerden yoksun oldukları için aynı saplantıdan uzaktılar. Şimdi insanlığın bu alan özelinde yeniden özgürleşmekte olduğu söylenebilir... Dijital teknoloji önerdiği geometri ve gerçekleştirdiği simülasyon ile bir kez daha perspektif öncesindeki gibi öznenin bakış noktasını tasfiye ediyor. Dijital ekranın sunduğu olanaklar sayesinde nesnenin altı, üstü yanı yok. Kavramak için önerilmiş bakış açısı, bakış noktası da yok.”

Smooth architecture olarak adlandırılan eğrisel formlardan oluşan akım, yuvarlatılmış çizgilerin hayatımıza girmesiyle başlamıştır. Diş macunlarından ekmek kızartma makinelerine, bilgisayarlardan araba ve uçaklara kadar bunların çizgilerinde barındırdığı eğriler mimarlık kültürünü de değiştirmeye başlamıştır. Asal geometriler dışındaki bu eğrisel yüzeyler temelinde bize bu sayısal veriyi sağlayan dijital teknolojilere dayanır. Mimaride biçimsel özgürlüğün ifadesi kompleks formlar dijital ortamda aşağıda belirtilen teknikler kullanılarak oluşturmaktadır.

3.1.1. Öklid dışı geometri

Öklit dışı geometri, herhangi n -ölçülü öklit sistemle çalışmayan, Riemann eğrisel tensorla sıfırlanmayan şekillerdir [10].Eukleides paralel doğruların kesişmeyecekleri teoremini öne sürmüştür fakat bu sadece düz yüzeyler için geçerlidir. Top ya da gezegen gibi kıvrımlı yüzeylerde Eukleides yasası geçerliliğini yitirmektedir.

Georg Friedrich Bernhard Riemann (1826–1866),eliptik geometri ya da Reimann geometrisi adında bir çeşit öklit olmayan geometri bulmuştur. Basit olarak küre gibi ifade edilen Reimann geometrisinde yüzeyle pozitif yönde eğimlidir. Bu geometride yüzey üzerinde bulunan hiçbir çizgi bir diğerine paralel değildir. Boylamların ekvatorunda paralel olarak başlayıp daha sonra kutuplarda kesişmesi bunun en açık kanıtıdır. Küresel geometrideki doğrular iki noktada kesişen büyük çemberlerdir. B.Riemann'ın kurduğu bu eliptik geometri geliştirdiği n -boyutlu eğri uzay kavramı yeni bir dönüm noktası olmuştur [11].



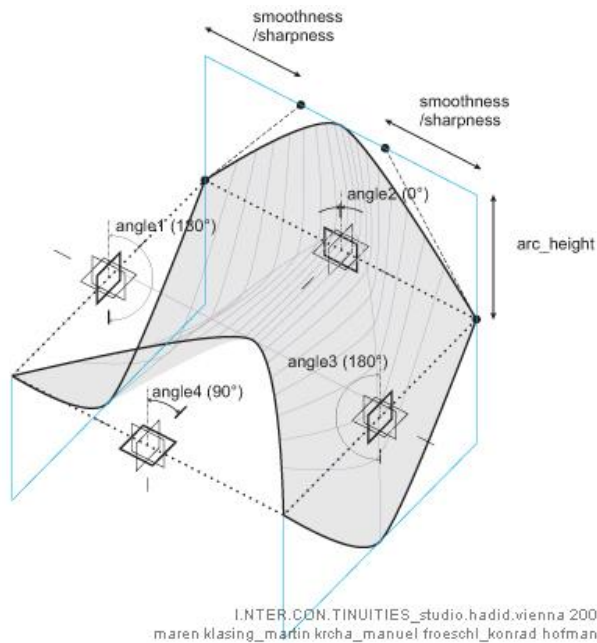
Şekil 3.1. Öklit ve öklit dışı geometri [10]

Öklit dışı geometrinin, öklit geometriden temel farkı paralel olmayan doğrulardır. Öklit olmayan geometriye örnek olarak bir kürenin ya da bir şişenin yüzeyini verebiliriz.

3.1.2. Nurbs

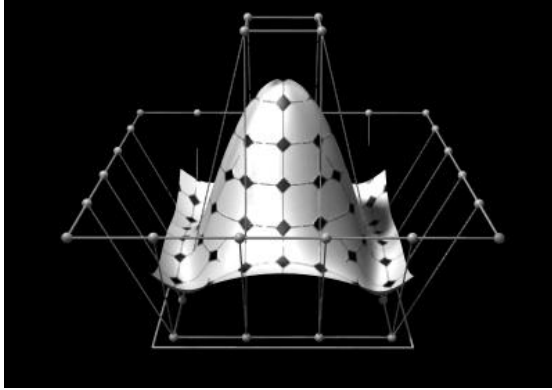
Dijital mimarlıkta üretilen objelerin geometrik bileşeni olan NURBS (Non-Uniform Rational B-Splines), bilgisayar ortamında esnek ve serbest şekillerden oluşan hassas eğri ve yüzeyler üretmek için kullanılan *düzgün olmayan eğri* olarak tanımlanan matematiksel modeldir [12].

NURBS ile eğri ve yüzeylerin, kontrol noktaları, ağırlık merkezi, düğüm noktalarının interaktif olarak manipüle edilebilmesi mümkündür. Her ana fonksiyon kontrol noktasının civarındaki eğri bölümünü etkiler ve bu bölümler ‘düğüm’ler ile sınırlandırılır. NURBS eğrisinin şeklini etkileyen diğer bir parametre ise açıdır. Açı, en yakın kontrol noktaları arasına yerleşen eğriyi tanımlar NURBS üzerinde bulunan segment sayısı da eğrinin devamlılığının bir göstergesidir.



Şekil 3.2. NURBS kontrol noktalarının kolayca manipüle edilmesi

NURBS ile düz çizgiden ve Platonik katılardan kompleks yüzeylere ve formlara geçilmiştir. Bu nedenle dijital model yapan programlar NURBS metodu üzerine kurulmuştur. NURBS yüzeyleri NURBS eğrilerinin uzantısıdır. Dolayısıyla NURBS yüzeyleri de eğrileri gibi aynı yollarla manipüle edilebilir.



Şekil 3.3. NURBS ile oluşturulan yüzeyin manipülasyonu

Bilgisayar ortamındaki bu yardımcı nesnenin diğer endüstrilerde fazlaca katkı sağladığını şuradan anlayabiliriz: NURBS, uçak gövdesi gemi iskeletinin ara kesitinde çizilen kompleks eğri ve *spline*'ların dijital eşdeğeridir. Bezier eğrileri, Fransız otomobil mühendisi olan Pierre Bezier tarafından keşfedilip isimlendirilen eğrilerdeki kontrol noktalarıyla ve eşit düğüm noktaları bulunan *spline*'dır [1].

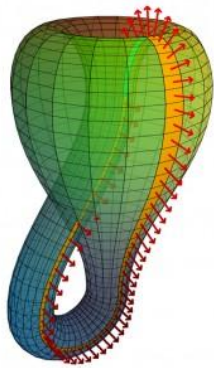
NURBS yazılımları; düzenli geometrik formların dışında kalan eğrisel, organik ve irrasyonel formların yaratılmasında kullanılmaktadır. Eğrisel formlar sürdürülerek form bozulmalarına uğratılabilir. NURBS yüzeyler, torus, küre gibi formları yaratmada, eğrisel yüzey alanı hesaplamalarında gerekli araçlar niteliğindedir.

3.1.3. N-boyutlu geometri

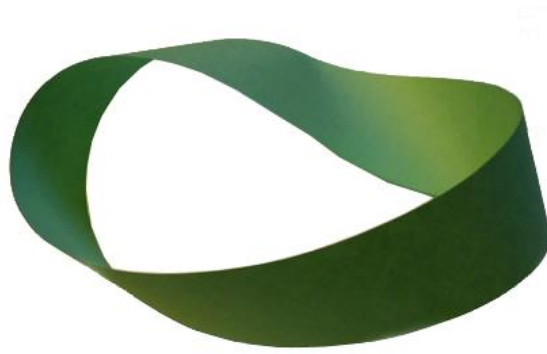
X, y ve z eksenleriyle ifade edilen 3 boyutlu geometrinin yanı sıra bunlara kuramsal olarak Kartezyen koordinat sisteminde ifadesi olmayan boyut eklemek mümkündür. Bu şekildeki nesneleri oluşturabilmek için hayalgücüne ihtiyaç vardır. Bu yöntemle oluşan Möbius Şeridi, içi dışı olmayan bir nesnedir. Yani içi ve dışı aynı yüzeydir. Bir diğer örnek ünlü Klein Şişesi, iki Möbius Şeridi'nin yapıştırılmasıyla elde edilir.

Klein Şişesi için yapıştırırken şişenin kendini kesmemesi gerektiği görülmektedir. 3 boyutlu ifadede kendini keser gibi görülür fakat algılaması zor olan bu durumu üç boyutlu uzayda göstermek olanaksızdır. Ancak 3B ortama izdüşüm olarak aktarılabilir. Klein şişesi dört boyutlu içi dışı olmayan bir nesnedir.

Asıl özelliği çok taraflı olabilen mobius sarmalı ve klein şişesi gibi içi ve dışının sınırları belirsizleşmiş topolojik şekiller mimarlıkta ‘iç’ ve ‘dış’ ayrımından kurtulmayı sağlamıştır [1].



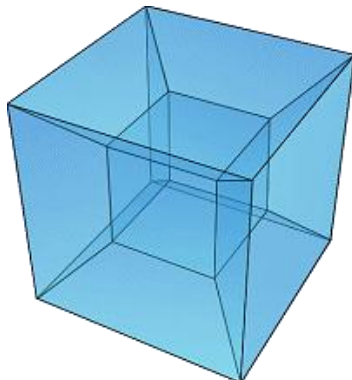
Şekil 3.4. Klein şişesi



Şekil 3.5. Möbius Şeridi

Bu formların dışında Arthur Cayley and Giuseppe Veronese n-boyutlu geometriler için ilk defa bir çalışma yapmıştır [11].

N-boyutlu geometriler üzerindeki çalışmalar 4 ya da daha fazla boyuta sahip hiper-geometrileri ortaya çıkarmıştır. En çok bilinen figürlerden biri, bütün üç boyuta dik olarak yükselen yüzeylerden üretilen hiperküptür.



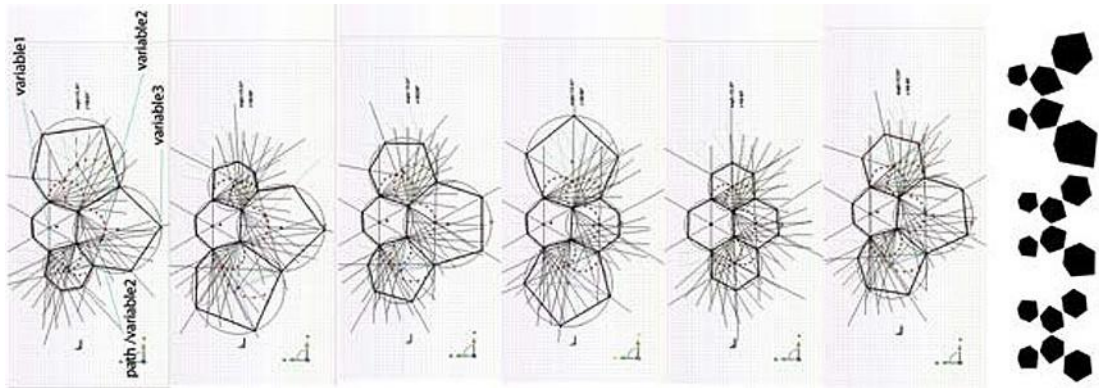
Şekil 3.6. Hiperküptün iki boyutlu ifadesi [13]

Hiperküp 1880’de Stringham and Schlegel 4 boyutlu hiper solidi 3 boyutta izdüşümünü oluşturarak modellediler ve bu büyük yankı yarattı.İki boyutlu bir ifade nasıl üç boyutlunun kalitesini yakalayamıyor, sadece izdüşümünden ve kesitinden üç boyutlu dünyayı görebiliyorsa, dört boyutlu obje de ancak üç boyutlunun izdüşümünden anlaşılır.

3.1.4. Parametrik geometri

Parametrikler, değişkenleri tekli ve çoklu yer değiştirip bir dizi olasılık üreterek form için birçok seçenek sunmaktadır. Parametriklerin kullanımıyla tasarımcılar bir objeden sayısız ürün elde edebilir.

Bridges, biçimlerin parametrik olarak tanımlanmasıyla sabit uzunluklarla çalışmak yerine, ölçülerin birbirine bağlı halde kurgulanmasının mümkün olduğunu belirtir. Böylece parametrik olarak tanımlanmış geometrik biçimin, bir bileşenindeki ölçü değiştirildiğinde ona bağlı bulunan diğer birimlerin nicelikleri de bu değişime göre yenilenir [13].



Şekil 3.7. Nilüfer Kozikoğlu tasarımı psikiyatri kliniklerinin boyutlandırılmasında olasılık ayıklaması [14]

Yukarıdaki şekilde görüldüğü üzere yapılan çalışmada 3 farklı değişkende verilen farklı değerler ve bunun sonucunda diğer bileşenlerle etkileşimi sonucu ortaya çıkan değişik varyasyonlar üretilmiştir.

3.2. Dijital Tabanlı Tasarım Yöntemleri

Bilgisayarın sayısal ve algoritmik yapısı tasarım stratejisinin oluşturulmasında, analiz aşamalarında, performans testlerinde ve tasarım sürecinde yeni olanaklar sunmaktadır. Bu bölümde dijital tabanlı yöntemlerin mimari tasarım sürecindeki kullanımları gruplanarak nasıl uygulandıklarına değinilmiştir. Bu sınıflandırma; parametrik tasarım, izomorfik tasarım, animasyona dayalı tasarım, performansa dayalı tasarım, metamorfik tasarım, evrimsel sistemlere dayalı tasarım yöntemlerini kapsamaktadır.

3.2.1. Parametrik tasarım

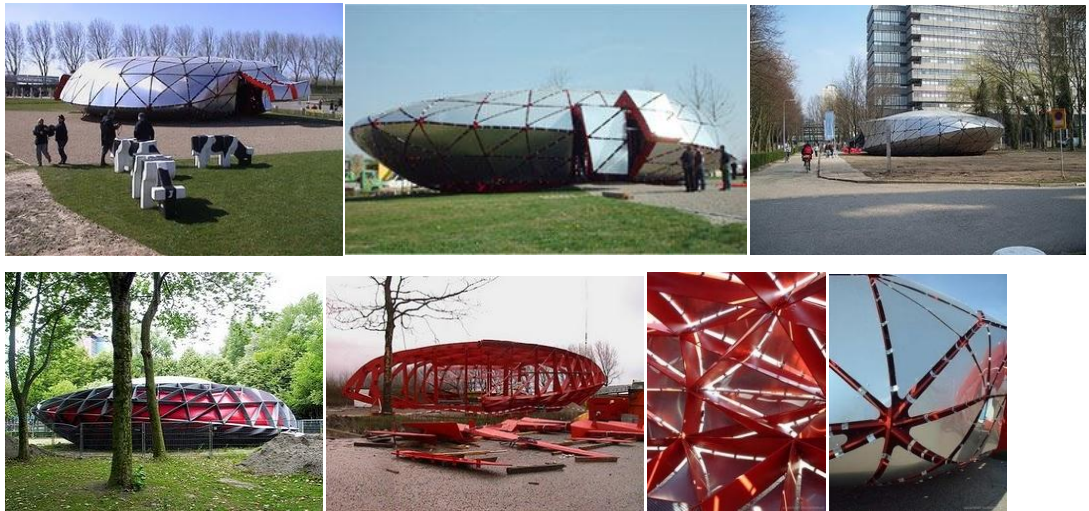
Parametre cebirde bir denklemin katsayılarına giren değişken nicelik olarak tanımlanır. Parametrik tasarım sürecinde tasarımı etkileyecek verilerin parametreler olarak belirlenmesi ve organizasyonu esastır.

Hangi verinin diğeriyle nasıl ilişkili olduğunun sayısal ve geometrik olarak tanımlandığı ve sınırlamaların belirtildiği bir tasarım stratejisi kurulur. Bu tür bir ilişki model bir kez kurulduğunda parametre değerleri değiştirilerek tüm olası durumları araştırılabilir ya da türetilir [15]. Parametrik tasarım sayısal mimari tasarım tekniklerinin birçoğunun temelini oluşturur. Şebnem Yalınay Çinici parametrik tasarımın sağladığı çeşitliliği şöyle belirtmiştir:

“Özgürleştirmeyi sağlamaya çalışırken herhangi bir soru sorulduğunda ona doğru ve tek bir cevap üretmek değil; çoklu, değişebilir koşullar, etkiler altında, birbirleriyle ilişki kurarak dönüşebilir bir cevap üretmek zorundayız.” [14]

Tasarım sürecinde, konseptin oluşumu, mekânın biçimlendirilmesi, uygulama detaylarının çözümlenmesi gibi çeşitli aşamalarda kullanılmaktadır. Parametrik bir sistemde değişiklik yapma kolaylığı ve parametre değerleri değiştirilerek birçok alternatifin denenebilmesi özelliği vardır. Tasarım aşamasında çevre verileri parametreleri oluşturur ve form şekillenmesini yönlendirir.

Örnek vermek gerekirse, Oosterhuis'in Floriade World Exhibition için tasarladığı sergi pavyonu üçgen prizmaların birleşiminden oluşan ve tek bir prensip detay çözümüne dayalı olarak tasarlanan bir bina kabuğudur. Tasarım sürecinde, üçgen prizmaların, konumlandığı noktadaki özelliklere göre açısını, ölçüsünü, yönünü değiştiren parametrik bir sistem kurulmuş ve bina kabuğu tek bir prensip detayın parametre değerlerinin değiştirilmesiyle elde edilen, her biri farklı ölçü, açı ve kalınlıkta üçgen birimlerden oluşturulmuştur. Bu üçgenlerin hiçbirisi bir diğeriyle aynı değildir. Tasarıma üç boyutlu modelleme ile başlanmış, autolisp ile üç boyutlu objelerin iki boyutlu açılımının yapılmasını sağlayan bir yazılım hazırlanmış ve çelik üretici firmaya *dosyadan fabrikaya* yöntemiyle gönderilmiştir. Oosterhuis parametrik tasarıma dayalı projesini 'tek bina tek detay' şeklinde yorumlar.



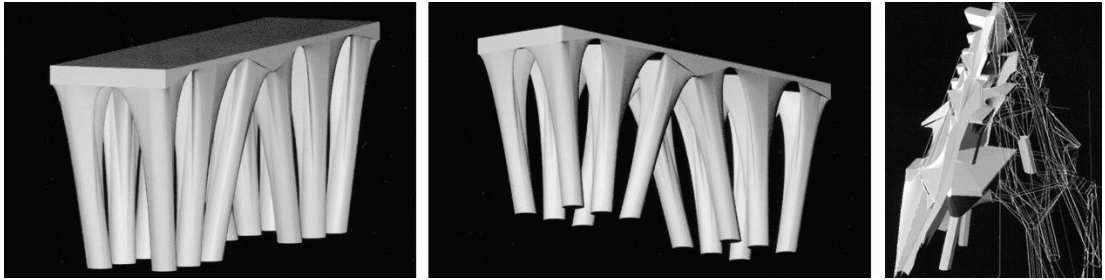
Resim3.1.Floriade World Exhibition Pavilion, Haarlemmermeerpolder, Netherlands,2002 [16]

Parametrelere dayalı olarak organize edilen değerler toplamından oluşan tasarım, parametrik geometri kullanılarak revize edilebilen modelleme yöntemiyle oluşturulur.

1979'dan beri Gaudi'nin Barselona'daki Sagrada Familia kilisesinin tamamlanması çalışmalarında danışman mimar olarak çalışan Burry, Gaudi'nin tekrarlara dayanmayan mimari dilini çözümlemek için parametrik modelleme tekniklerini kullanmıştır. Burry, parametrik tasarımda tasarlananın biçim değil, biçimi

düzenleyen parametreler olduğunu vurgular. Parametrik olarak oluşturulmuş bir modelin değerleri değiştirildiğinde biçimin tamamında değişiklikler otomatik olarak güncellenir ve bu işlemin grafiksel sonucu ekranda oluşur. 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 [17].

Gaudi'nin orijinal alçı maketlerinin üç boyutlu tarayıcı ile sayısallaştırılması, elde edilen veriye dayanarak karmaşık ve tekil geometrilerin parametrik olarak modellenmesi, hızlı prototipleme, şantiyenin Barselona'da, tasarım ofisinin ise Melbourne'de olması nedeniyle zorunlu olarak dijital işbirliği platformlarının kullanılması ve üretilen parçaların GPS aracılığıyla yerine yerleştirilmesi kullanılan tekniklerin ne kadar çeşitli olduğunu gösterir.



Resim 3.2. Gaudi'nin Sagrada Famillia Kilisesinin tamamlanması çalışmaları; kolonların parametrik modellerle düzenlenmesi [15]



Resim 3.3. Casa De Mila Exhibition, Sagrada Famillia strüktür modeli

Parametrik tasarım bir çeşit sistem tasarımı olarak düşünülebilir. Sistemin herhangi bir bileşeni revize edildiğinde bu değişim bütün tasarıma diğer bileşenlerle adapte

olarak aktarılır. Parametrik tasarım yöntemiyle, aynı temaya ve biçimsel dile ait olan ancak parametre değerleri değiştirilerek birbirinden küçük ayrımlarla farklılaşan bir serinin tasarımı ve üretimi sağlanabilir. Bu da tasarımda çeşitliliği artırır. Tekrar eden ancak birbirinden farklılaşabilen sistemler fikri günümüzde mimari cephelerin, kabukların, strüktürel elamanların ve dekoratif amaçlı doku yüzeylerinin tasarımı ve üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır.

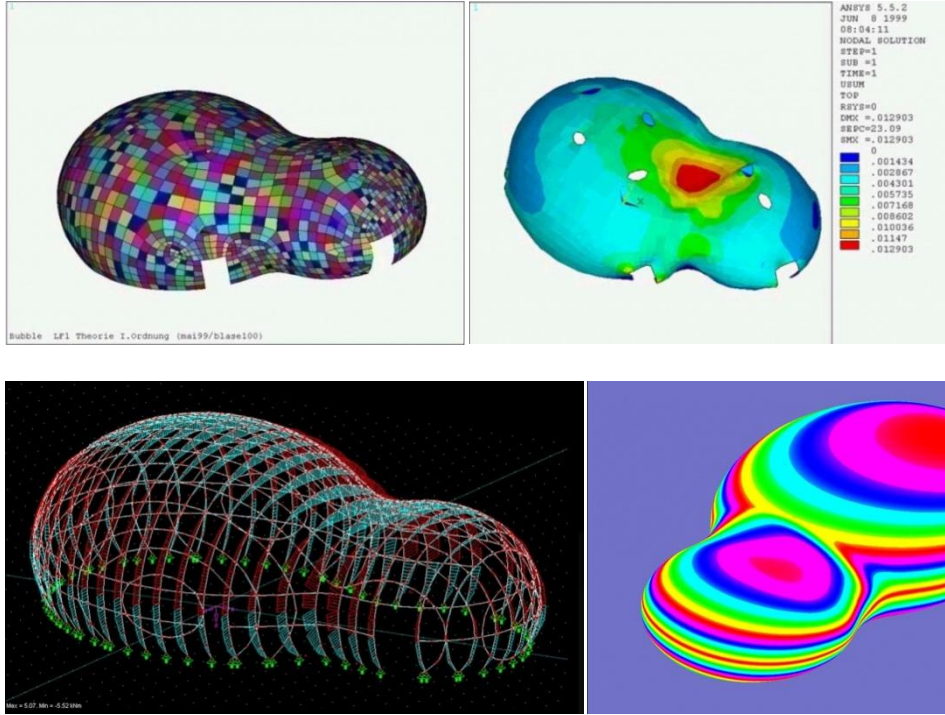
3.2.2. İzomorfik tasarım

İzomorfik tasarım, izomorfik çoklu yüzeylere dayanan, platonik katılar ve kartezyen uzayın bir ifadesidir. Blob¹ gibi izomorfik çoklu yüzeyler, parametrik bir objenin kütesinin birbiriyle etkileşim halinde olan çekim gücüyle aldığı amorf şekil olarak adlandırılır. Bu egzersiz bölgelerin ilave (pozitif) ya da eksilme (negatif) olması şeklinde etki yaratır. Bütünün yüzey sınırları, yer ve yoğunluğa göre etkilenip hareket eder.

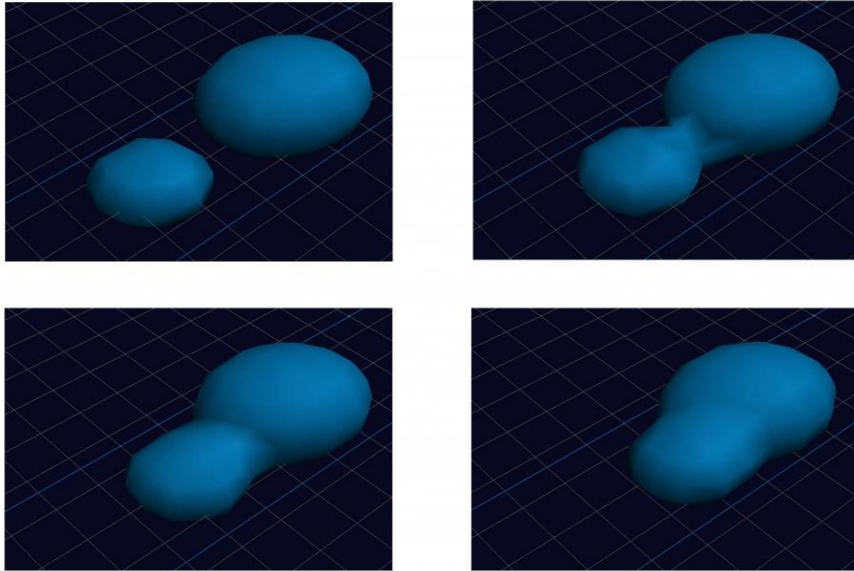


Resim 3.4. İzomorfik mimarlık, Bernard Franken, BMW Damla Pavyonu, IAA 1999, Frankfurt / Almanya [18]

¹ Blob, “binary large objects” sözcüklerinin baş harflerinden oluşan “ikili çift halinde büyük nesneler” anlamına gelen bir kısaltmadır.



Şekil 3.8. Damla Pavyonu Simülasyonu [18]



Şekil 3.9. Form simülasyonu [18]

İzomorfik tasarımda hareket; formu dönüştüren, güçlerin dinamiği olarak tanımlanır.

Lynn bir tartışmasında:

“Mekân, nötral vakumdan çok, çevresel güç ve hareketle oluşur.” ibaresini kullanmıştır [1].

Lynn'e göre fiziksel olarak form statik koordinatların tanımı olsa da, çevrenin gerçek güçleri tasarımın şekillenmesine katkıda bulunur. Bu yöntemle tasarım yapmayı geleneksel yöntemlerle karşılaştırdığında "pasif mekânın statik koordinatlarından, etkileşimin aktif mekânına" değerlendirmesini yapar. Bu yöntemin enstrümanı olarak, Lynn görselleştirmek için animasyon ve özel efekt yazılımları gibi dijital medya unsurlarını kullanır [1].

Thompson (1860–1948) doğadaki formlar ve formların değişimlerini 'güçlerin hareketi ve etkileri'ne bağlar. Lynn'e göre tasarım uzayı hep kartezyen koordinatları ile sınırlıyken günümüzde tasarım uzayı hareket ve güç alanlarının tanımladığı bir çevredir. Mekânı oluştururken objelerle etkileşim sistemi kullanmak, iki damlanın birleşiminden yeni bir biçim oluşması gibi farklı formlar ortaya çıkarmak, tasarımda çeşitlilik ve yeni imkânlar sağlamaktadır.

3.2.3. Animasyona Dayalı Tasarım

Tasarımı simüle etme tekniğinden biri olan animasyon, bilgisayar ortamında alınan görsellerin saniyede minimum 16 olmak üzere 25-30 kare ard arda getirilerek hareketli görüntü oluşturma yöntemidir. Bu yöntemle tasarım her yönden perspektifi sunularak zaman boyutuyla beraber sunulur.

Dijital animasyon teknikleri mimarlıkta bir temsil tekniği olarak kullanılırken, Greg Lynn'in öncülüğünü yaptığı çalışmalarla animasyon bir tasarım teknolojisi olarak kullanılmaya başlandı. Hareketin tasarıma katılması mekanik paradigmada hareket eden binalar ya da kinetik mimari anlamında kullanılırken, Lynn animasyonu tasarım sürecine zamanın, evrimin ve yaşam boyutunun katılması olarak açıklamaktadır.

Kalıcılık, zamansızlık ve ideal nötr boşlukla tariflenen bir mimari anlayışa karşılık Lynn yaşayan bir çevrede, yerçekiminden başka birçok etkili gücün bağlam olarak algılandığı aktif bir sanal çevrede biçimlenebilen, topolojik yüzeylerle oluşturulan bir mimariden bahseder. Lynn'e göre bilgisayar ortamında tasarım, temsil ortamında

tasarımdan üç önemli açıdan farklılaşmaktadır: topoloji, parametre ve zaman. Animasyon teknolojisi, kavramsal olarak zaman ve hareketin tasarıma katılmasını sağlar [19].

Animasyonun kullanım amaçları; tasarlanan mekânın her açısından görüp kompozisyonu üçüncü boyut yardımıyla yön ver vermenin yanında verimli yapı tasarlamak için güneş ışığı, gücü, açısı, rüzgâr kuvveti, yönü, yapının lokasyonu ya da yaya-araç akışları gibi faktörlerin formu nasıl etkilediği simüle edilen ortamda test edip karar vermektir.

New York Presbyterian Kilisesi, 1999 yılında mevcut yapının kiliseye dönüştürülmesi ve ek bir yapı ile geliştirilmesi projesidir; Lynn ve diğer proje müellifleri bu proje için animasyona dayalı bir tasarım stratejisi oluşturmuştur.

Mevcut fabrika binasıyla belirli bir dereceye kadar entegre olan, bir noktadan sonra da onu saran, içine alan bir yapının oluşturulması hedeflenmiştir. Mevcut yapının düşey etkisi ek mekânlarla yatay etkiye; yapının yönelişi, caddeye doğruyken kente doğru çevrilmiştir.

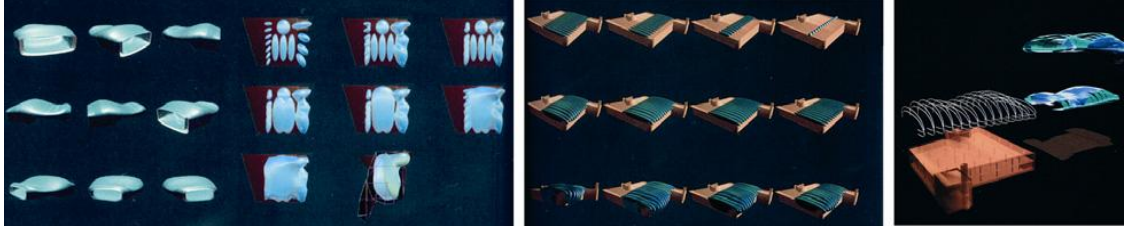


Şekil 3.10. Dijital modelden uygulamaya, tasarım üretim süreci, Presbyterian Kilisesi [15]

Geniş açıklıklı ibadet mekânında önce yumuşak hatlı hacimler oluşturulmuş (blob), sonra daha keskin hatlara dönüştürülerek optimize edilmiştir. Ek yapının strüktürel çözümleri ve mevcut yapının strüktürüyle ilişkisi için CAD çizimleri kullanılmıştır.

Film sektöründe kullanılan animasyon programları tasarımın form oluşturma aşamasında kullanılmıştır; mekân programlarını kapsayacak hacimlerin oluşturulmasında ve bunları istenilen biçimlere dönüştürülmesinde animasyon platformu kullanılmış, zaman içinde biçimlerin dönüşümü izlenmiş ve program

istenilen noktada durdurulmuştur. Tasarım yönteminin sonuç ürüne yansımaları açısından önemli bir örnektir.

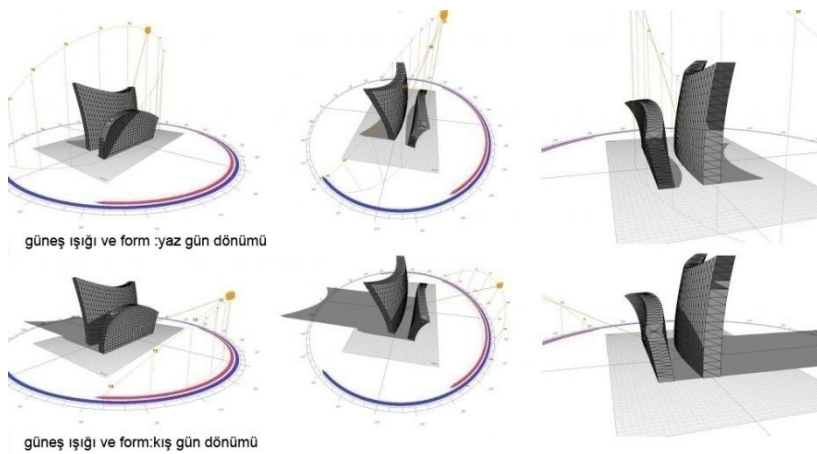


Şekil 3.11. Animasyon tekniğiyle tasarım sürecinde mekânın biçimlenişi ve mevcut fabrika binasına eklenen mekânlar [15]

3.2.4. Performansa dayalı tasarım

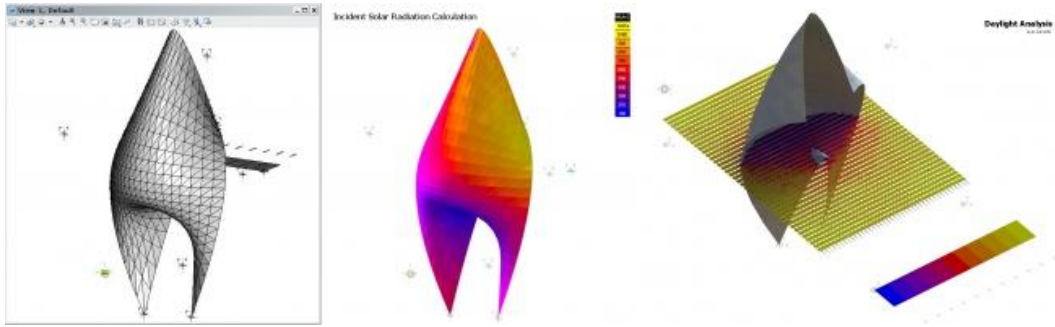
Performansa dayalı tasarım teknikleri, yapının birçok yönden performansını denetleyip simüle edebilen dijital ortamın sağladığı yöntemlerden biridir. Tasarımın performansı, yapının iklimsel, strüktürel, akustik veriler gibi teknik veriler açısından gösterdiği performansla ilgili olabildiği gibi tasarımcının mekândan beklediği çeşitli özelliklerle ilgili olabilir.

Performansa dayalı parametrelere göre alternatiflerinin türetilmesi tasarımın erken aşamalarında üretilen bir temel biçimin geliştirilmesini hatta biçime büyük oranda yön verir.



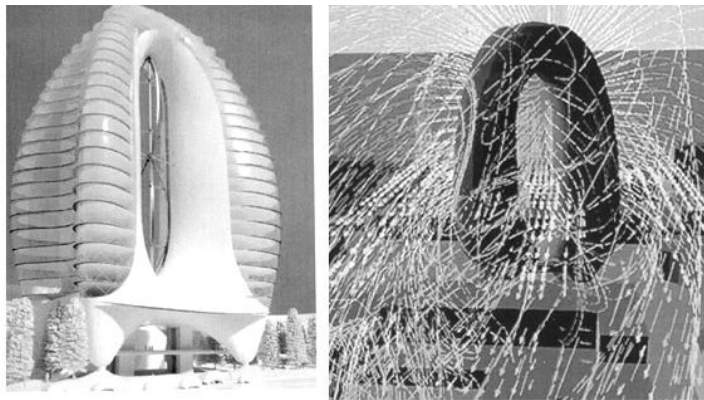
Şekil 3.12. Güneş ışığı açısına göre formun yönlenmesi

3D Max, 4D Cinema, Maya, Softimage, SketchUp, Ecotect gibi programlar sayesinde tasarım form oluşana kadar her aşamasında bütün problemleriyle gözlenir ve rüzgâr, güneş ışığı, verdiği vista gibi çevresel faktörlerin etkileri ile şekillenir.



Şekil 3.13. Ekotect programıyüzeyde solar analiz ve gün ışığı analizi değerlendirmesi [20]

Future Systems mimari ofisi 1995 yılında gerçekleştirdiği ZED projesinde çok amaçlı bir binada enerji kullanımı açısından sürdürülebilir bir sistem kurmak için, sayısal tabanlı akışkan dinamiği programını kullanmıştır. Cephedeki güneş kırıcılara yerleştirilen fotovoltaik birimler ve binanın merkezinde geniş bir boşluk açarak bir rüzgâr tribünü oluşturulması gibi kararlar performansa dayalı tasarım yöntemleriyle geliştirilmiştir. Cephenin eğrisel biçimlenişi binanın merkezindeki rüzgâr etkisini minimuma indirmiş ve açılan boşlukla rüzgâr kanallara ayrılmıştır. Bina kabuğunun uygun değer performansa uygun biçimlendirilmesi için performansa dayalı tasarım teknolojilerinin kullanımı önemlidir [1].



Şekil 3.14.Future Systems mimari ofisi 1995 yılında gerçekleştirdiği ZED projesi ve kullanılan akışkan dinamiği programı(CFD) [15]

Bir başka örnek de Oosterhuis'in tasarladığı *Muscle Body* projesidir. Kas Oosterhuis tarafından tanımlanan '*performansa dayalı mimarlık*' henüz gelişme aşamasında olmakla beraber, çok büyük olanaklar içermektedir. Bunlar dördüncü boyutta değişen kompleks geometrilerdir.

Kas Oosterhuis, programlanabilir yapılar üzerinde bir araştırma geliştirdi. ONL ve Hyperbody Research Group, *Muscle NSA* gibi projeler üzerinde ortaklaşa çalıştılar. Tasarımlar Paris'te '*Non-standard Architectures*' adında Pompidou Kültür Merkezi'nde sergilendi. *Muscle NSA*, sadece tepki veren bir sistem değil, aynı zamanda pro-aktif bir sistemdir. Nesne bütünleşik bir mimari beden olarak tasarlanıyor. İçindeki insan davranışlarına duyarlı sensörler ve vir-tools yazılımının desteğiyle nesne farklı tepkiler veriyor ve sürekli değişken bir deneyimi olanaklı kılıyor.



Resim 3.5. The Muscle Body [21]

Arup mühendislik firması temsilcisi Luebkehan, performans analizi yaparken rüzgâr, su akışlarının simülasyonlarında kullanılan akışkan dinamiği analizleri, strüktürel analizler, akustik modelleme, insan-yaya akışları simülasyonları, altyapı simülasyonları, strüktürel dinamik analizler, zemin etütleri gibi analiz programlarını kullandıklarını belirtmişlerdir [1]. Bu yöntemle tasarımın istenilen kriterlere ve çevreye olan uyumu denenip, biçimin gelişmesi ve farklı alternatiflerin görülmesi sağlanır.

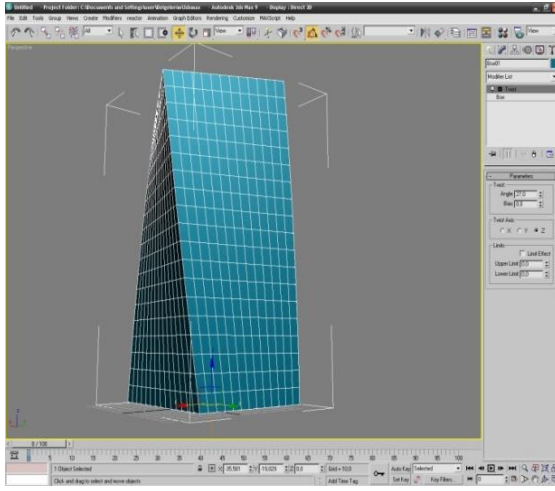
Performans analizlerinde kullanılan simülasyon programları, çeşitli çevresel faktörlerin mekâna etkilerinin olgusal olarak izlenebilmesini ve sayısal olarak hesaplanabilmesini sağlar. Örneğin rüzgâr kanallarının mekânda deformasyona neden olduğu bölgelerinin saptanmasında; mekâna etki eden yüklerin dağılımının ve gerilim bölgelerinin ortaya çıkarılmasında; yangında dumanın mekân içindeki yönlendirilmesinin ve insan kaçışlarının simüle edilmesinde; bir köprünün salınımının canlandırılması ve hesaplamalarının yapılmasında çeşitli simülasyon teknolojileri kullanılmaktadır. Performansa dayalı tasarım yaklaşımında bu tür analizler tasarımın erken aşamalarından itibaren kullanılır ve tasarımı yönlendirir. Dijital tasarım teknolojilerinin uygulamanın gerçekleriyle entegre olabileceği dijital platformların kurulması önemli bir gereksinimdir.

3.2.5. Metamorfik tasarım

Dijital modelleme yazılımı, önceden tasarlanmış geometrilerin potansiyellerini dönüşmesinden oluşan zengin bir yelpaze sunmuştur.

Metamorfik tasarım, modeli çevreleyen bir kutu, eğri, aks, yüzey ya da animasyon çizgisiyle objenin deformasyonu ile hareket etmesine dayanır [1]. Döndürmek ve bükme gibi basit, topolojik sabit dönüşümler, yeni yaratıcı alternatif morfolojiler için etkilidir. Deformasyon aşamasına dördüncü boyutun katılmasıyla, animasyon yazılımı, objenin metamorfozunun biçimi ve mekânı ifade etmek için imkân sağlar.

Formdaki metamorfik üretim tekniklerinden diğerleri; bir obje çevresinde sınırlayıcı bir kutu kullanarak, spline eğrisi, koordinat sistem aksı ya da yüzeyiyle mekânı deforme edilmesidir [1].



Şekil 3.15. Bir dikdörtgenler prizmasının döndürülerek elde edilen form



Resim 3.6. Ustra Building Office[22]

Gehry'nin, basit bir prizmanın dönerek biçimlenmesinden oluşan Hannover'deki Ustra Ofis Binası metamorfik tasarım örneklerinden biridir.

3.2.6. Evrimsel sistemlere dayalı tasarım

Evrimsel sistemlere dayalı tasarım, algoritma tabanlıdır. *Algoritma*, bir problemin sınırlı sayıda adımla çözüm sürecini ifade eder. Sistematik ve rasyonel düşünce örüntüleri gerektirmektedir [23].

Genetik algoritma, evrimsel mimari yaklaşımında temel bir alt kavramdır. Doğada, canlıların oluşumu ve biçimlenmesi kural dizili bir yapıya sahiptir ve bu sistem dijital ortamda algoritmik kodlar ile ifade edilir. Bu etkilenmeye örnek olarak Karl Chu, bir bitki büyüme sürecinin simülasyonun yapıldığından ve bunun program haline getirildiğinden bahseder. Sistem yeniden yazma kurallarına göre çalışır. Tanımlanan basit bir kurallar dizisine göre oluşturulan obje, yeniden yazma yöntemiyle çalışan geri beslemeli sistemde her defasında yerine yeni objeler koyarak karmaşık bir objeye dönüşür. Bu süreçlerde mimar, formun kaynağını, biçimlenme kurallarını oluşturan genetik kodu yazar. Farklı çoğalma işlemleriyle aynı aileye ait, küçük farkları olan biçimler türetilir. Bu yöntemlerle geleneksel tasarım ortamında mümkün olamayacak çeşitlilikte tasarım alternatifleri elde edilir [1].



Resim 3.7. X-Phylum-Karl S. Chu's Genetic Space [24]

Bir anlamda algoritmik düşünceyi kullanma, yeni geometrileri keşfetme ve geniş veri kümeleri kullanılarak türetilebilecek tasarımlarda öngörülemeyenleri kontrol edebilme anlamına gelmektedir. Frazer, *Evolutionary Architecture* isimli kitabında bu süreci şöyle tarif eder [25]:

“Mimari konseptler bir dizi üretim kuralı olarak tanımlanır, bu konseptlerin evrimi, gelişimi sayısal olarak şifrelenebilir. Bir dizi üretim kuralı, çok sayıda prototip biçim türetebilir. Bu ürünler benzeşik bir çevredeki performanslarına göre değerlendirilir. Sonuç genellikle beklenmediktir.”

Bu teknik ile tasarımcının ufkunu genişleten, geleneksel yöntemlerle elde edilemeyen çözümler üretilir. Bilgisayar destekli tasarımda, programlar algoritma mantığı ile çalışır. Araç olarak kullanılan bu yazılımlarda, belirli nesne ve fonksiyonlar hazır olarak sunulur. Tasarımcının bu verileri çözüme yönelik bir şekilde analiz edip çözüm üretmesi gerekmektedir. Bu aşamayı verimli kullanan tasarımcı bilgisayar dilinden anlıyor, tasarım yapma stratejisini bilgisayarın kodlama mantığıyla örtüştürüp birçok alternatifi görerek çözüme ulaşip ürün elde edebiliyor demektir. Birçok alternatif arasında tasarımcının seçim yapma özgürlüğünü kullanması, tasarımın dijital araçlar tarafından yönlendirilmesinin belli bir seviyeye kadar olduğunun göstergesidir.

Kendi kendini organize eden sistemler doğadaki biyolojik gelişimin tasarım modeli olarak kullanıldığı sistemlerdir. Grup davranışlarında karmaşık görünen sistemlerin

temeli, grup içindeki birimlerin basit kurallara uyması ve bu etkileşimin bir ağ şeklinde kendi kendini organize eden bir sisteme dönüşmesine dayanmaktadır. *Sürü akı* olarak adlandırılan bu teknik, merkezi olmayan kolektif davranış çalışmalarını içerir [26].

Bu tür sistemler, popülasyonun basit temsilcilerinin bir diğeriyle ve çevresiyle etkileşim halinde olmasından meydana gelir. Bu davranışlara tipik bir dikte etme merkezi olmamasına rağmen, temsilciler arasındaki bölgesel etkileşim global bir doku ortaya çıkarılmasını sağlar. Karınca kolonileri, kuş hareketleri, balarıları, bakteriler bu sistemin doğadaki örnekleri olarak verebiliriz.



Resim 3.8. Kendi kendini organize eden sistemlerin doğadaki örnekleri [26]

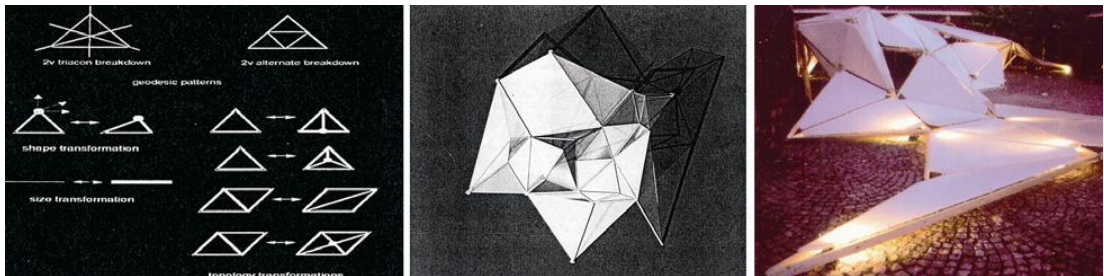
Doğadaki biyolojik gelişim gibi algoritma tabanlı evrimsel ve kendini organize eden sistemlere dayalı tasarımlarda, son çıkan ürün önceden tahmin edilemez. Belirli kurallar ile kendiliğinden gelişen süreç sonunda, genelde basit kuralların tekrarından doğan, kar tanesinin yapısı gibi fraktal¹ geometri benzeri, belirli bir düzen içinde

¹ **Fraktal** parçalanmış ya da kırılmış anlamına gelen Lâtince *fractuuss* kelimesinden gelmiştir. İlk olarak 1975'de Polonyaasılı matematikçi Benoit Mandelbrot tarafından ortaya atıldığı varsayılır. Kendi kendini tekrar eden ama sonsuza kadar küçülen şekilleri, kendine benzer bir cisimde cismi oluşturan parçalar ya da bileşenler cismin bütününcü inceler. Düzensiz ayrıntılar ya da desenler giderek küçülen ölçeklerde yinelenir ve tümüyle soyut nesnelerde sonsuza kadar sürebilir; tam tersi de her parçanın her bir parçası büyütüldüğünde, gene cismin bütününe benzemesi olayıdır. Eğrelti otu, kar taneleri, brokoli, kalın hamurlu pizza ve galaksilerin yapısı örnek olarak verilebilir. (bkz: <http://tr.wikipedia.org/wiki/Fraktal>)

karmaşık bir görüntüye sahip olan, geleneksel temsil teknikleriyle üretimi zor olan biçimler ortaya çıkar. Bu sistem daha çok, doğadan esinlenen, çevreye duyarlı tasarımların yapılırken strüktürel yapının oluşup çözümlenmesinde kullanılır.

Kristina Shea tarafından tasarlanan *eifForm* programı bu prensiplere ve kavramlara dayalı olarak kurgulanmıştır. Bu programla tasarlanan strüktürel sistem 2002 yılında Amsterdam'da Academie van Bouwkunst'un avlusunda bir sistem prototipi olarak uygulanmıştır [27].

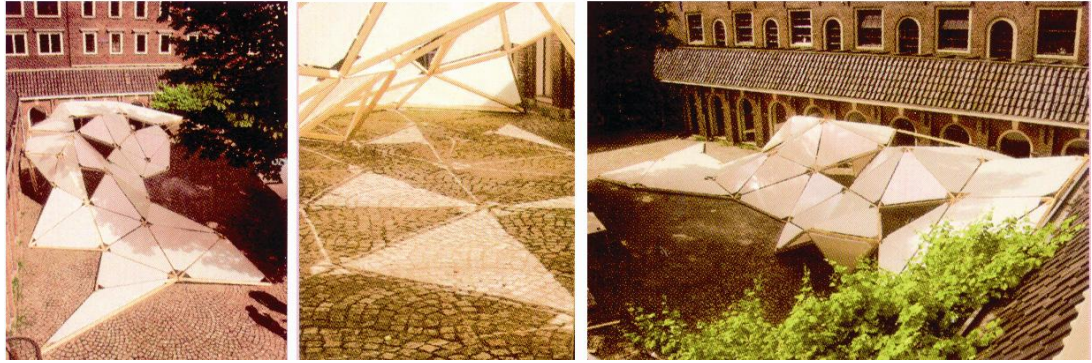
EifForm programı belirlenen kombinasyon ve dönüşüm kuralları doğrultusunda strüktürel kompozisyonlar türeten bir programdır. Düzlemsel çatı makaslarının uzay kafes sistemindeki gibi belirli mafsal noktalarıyla bir araya geldiği, açıklık geçebilen, kendini taşıyan ve biçimsel sürekliliğini koruyan bir taşıyıcı sistem modeli kurulmuştur. Tasarımcının belirlediği koordinatlara göre program, çeşitli strüktürel konfigürasyonlar üretir [19].



Resim 3.9. eifFORM programı strüktür türetme kuralları ve uygulanan prototip (Hadid ve Schumacher, 2002) [15]

Program rastgele düzensiz seçimlere dayalı yapısıyla her defasında birbirinden farklı konfigürasyonlar türetebilmektedir. Düzlemsel çatı makasları türetici sistemdeki başlangıç elemanı olarak belirlenmiştir; geçilen açıklık, destek noktaları, gerekli yükseklik, yer çekimi ve yükler gibi parametrelere ve topolojik kararlara göre bir araya gelme ve dönüşüm kuralları oluşturulmuştur; ancak bu kurallar belirli bir sırada uygulanmaz; program bu kurallar arasından düzensiz seçimler yaparak farklı biçimler türetebilir. Bu düzensiz seçimleri kontrol eden, hangi kuralın hangi koşullarda uygulanabileceğiyle ilgili sınırlandırmalarla yönlendirilen program, evrim

konseptine uygun şekilde kendi kendine gelişir ve tasarımcıya strüktürel kompozisyon alternatifleri sunar. Prototip ahşap dikmelerin mafsal noktalarında çelik bulon ve kancalarla birleştirilmesiyle oluşturulmuş ve strüktür plastik yüzeylerle kaplanmıştır.



Resim 3.10. EifFORM prototip uygulama [15]

Otomotiv ve havacılık sektörlerinde, strüktürel analizler ve strüktürel optimizasyonlardan elde edilen sonuçlar tasarımın erken aşamalarında kullanılan verilerdir ve tasarımda belirleyicidirler. Mimari tasarım süreçlerinde ise genellikle biçim kararları verildikten sonra strüktürel kararlar verilir. Mimarlıkta CAD/CAM teknolojilerine dayalı üretim sistemlerinin kullanılmaya başlaması, yeni malzeme araştırmalarının yapılması ve performans analizlerinin gelişmesi strüktürle biçim arasındaki ilişkiyi etkilemiştir. Shea, strüktür kararlarının formla entegre olarak geliştirildiği bir tasarım sürecinin artık mümkün olduğunu vurgular [27].

4.DİJİTAL ORTAMIN GETİRDİĞİ TEKTONİK DEĞİŞİM

Bugünün mimari pratiğinde, dijital ortamın sağladığı sayısal metotların adaptasyonu hızla yayılan bir biçimde yapı tasarımı ve uygulamasını değiştirmiştir. Mimaride dijital tabanlı yazılım araçlarının sağladığı olanaklar ile tasarım tektoniği değişmiş, bilgisayar tasarımın sadece tasarlanani temsil etme amaçlı bir aracı olmaktan çıkmış, kullandığı verilerle ve sürekli geribeslemelerle ilerleyen, tasarımı yönlendiren, türeten bir bütün süreç içeren *dijital tasarım ortamı* haline gelmiştir. Burada değişime uğrayan *tektonik*¹ tasarımın bütün bileşenlerini, sürecini, temsil etme şeklini, alışkanlıklarını, pratiğini, kavrama biçimini, bilincini, üretim şeklini yani yapma biçimi ifade etmektedir. Yani dijital ortam ile tasarımın kendisini tasarlama olanağı doğmuştur. Bu bölümde dijital ortam ile tasarım tektoniğinde meydana gelen değişim incelenmiştir.

4.1. Tasarım Bilincinin ve Düşünme Şeklinin Değişmesi

Dijital ortamda tasarım yapmak bilindik yöntemlerin dışında başka boyutlar kullanarak üretmeyi gerektirmektedir. Artık tasarım, yerin durumu, bağlantıları, yaklaşımı gibi fiziksel veri analizini yapmanın dışında, dijital ortamın desteklediği izomorfik yüzeyler,dinamik sistemler, genetik algoritma, parametrikler gibi yeni üretici sistemlerin sonucunda oluşmaktadır. Bu sürecin katkısıyla mimari karmaşık geometrilere sahip, eğrisel kompozisyonlardan oluşan farklı form alternatifleriyle tanışmıştır.

¹Latince mimarlık, architectonice'dir. Kelime techne ve architecton olarak ayrışır. "Techne" kelimesi Antik Yunan'da bilinen anlamda teknoloji değil, aynı zamanda yaratma (poiesis, creation) anlamına gelmektedir. "Architecton" orijin, prensip ve öncelik anlamına gelen "arche"ve marangoz veya zanaatkar anlamındaki "tecton"dan oluşur. Kelime Latince'de usta biri olarak tanımlanan bilgi donanımlı yaratıcı tarafından yaratılan, bir yapış (making) eylemi anlamındadır (Karatani, 1995).

Mark Balzar'ın, 'Mimarlığın Teknolojik Düşünme Biçimi' adlı yazısında tasarlama sürecinde geleneksel yöntemlerden, dijital ortam tekniklerine geçme aşamasını 1882 Friedrich Nietche'nin şu anlatımıyla özleştiriyor:

“Kullandığımız yazma aracı düşünce biçiminden etkilenmiştir. Bu el yazısının yerine daktilonun almasına benzer.”

Dijital ortamda kullanılan araçlar ile tasarlama bilinci de farklılaşmıştır. Örneğin bu bilinçle hareket eden Morphogenesis, sıradan biçimlendirme ya da farklı kompozisyon dışında dijital tabanlı üretici teknikler kullanılarak yapılan 'form bulma' ya da 'form oluşturma' süreciyle tasarım oluşturan bir kuşaktır. Dijital sistemler, tasarım, gerçekleştirme, üretim ve inşaatın bütün aşamalarına entegre olmuştur [28].

'Demonstrating Digital Architecture' kitabında yer alan röportajda Yu-Tung Liu bilgisayar destekli tasarım ortamı hakkında şöyle diyor:

“Bence bilgisayar baştan beri hem araç hem de bir medyadır. Bilgisayarla teorinin değiştiğinden bahsettiniz. Bu doğru, bilgisayar birçok yolla düşünmek için bir makine. Fakat biz üretirek deneyimledik. Üretici diyagramları oluşturuyoruz, fiziksel aşamaya geçip model yapıyoruz sonra tekrar dijital tasarım aşamasına dönüyoruz. Bu farklı ortamların birlikte çalıştığı bir oyun gibi. Bu ortamlar arasında gezmek bilgisayar ile tasarım yapma düşüncesinden fiziksel tasarıma yönelmeyi sağlayan faydalı bir etkileşimdir.”

Liu, bir üretim medyası olarak tanımladığı dijital ortamın sağladığı yaratıcı süreci tıpkı Picasso'nun 'ben yaratmıyorum sadece şeyleri buluyorum' sözündeki gibi her defasında bir keşif yapmak gibi algılıyor.

Dijital ortamın getirdiği tasarım dilindeki dönüşümü Peter Zellner [29];

“Mimarlık bir yazılım haline geliyor.” şeklinde tanımlıyor. Benzer bir ifade ile Bernard Cache ise;

“Objeler artık tasarlanmıyor, hesaplanıyor.” ifadesini kullanıyor [1].

Tasarım bu dille tek yönüyle değil her aşamasıyla dönüşüm geçirmiştir. Tasarımın yeni yüzü, normatif, statik ve tipolojik olmanın yerine farklı alternatiflerin denendiği, çeşitliliğin olduğu dinamik bir dönüşümdür. Bu yeni tasarım kültürü tasarım konseptlerini değiştiren geniş kapsamlı bir kültürel dönüşümdür [28].

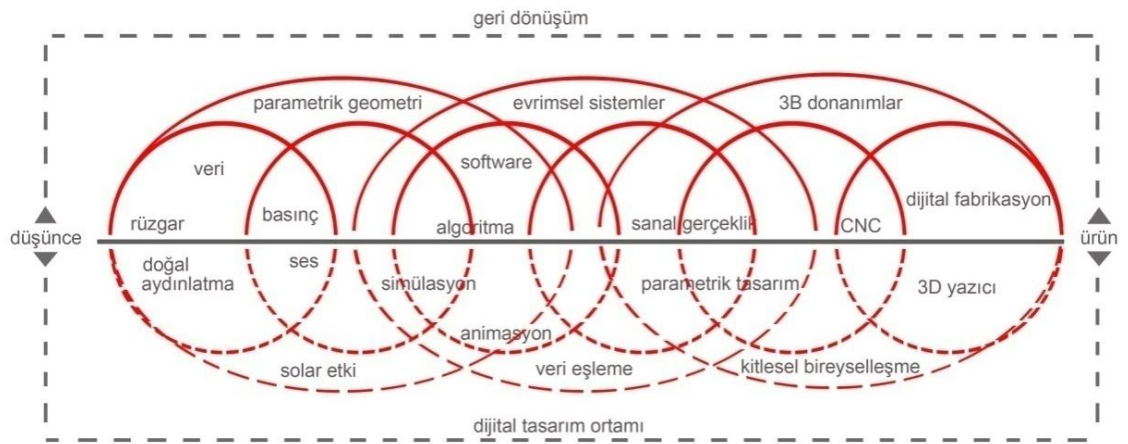
Mimarlıktaki dijital metot bilgisi, karmaşık ve beklenmeyen sonuçlarla bilindik tasarım pratiğine meydan okumaktadır. Bilgisayarın mimarlık disipline girmesinden sonra sadece içerik değişmekle kalmayıp, aslında ürünün her açıdan değiştiğini görmekteyiz. Manuel ve analog metotlar kullanılarak yapılan tasarım, bilgisayar destekli tasarımdan oldukça farklıdır. Yeni teknolojiler sonucunda, dijital teknikler – diğer adıyla yeni medya- mimari imajın epistemolojik ve ontolojik statüsünü değiştirmiştir. Böylece, mimari imajın düşünme biçimi ve bilgi alışverişi olduğunu sonucuna ulaşılır [7].

Burada belirtildiği gibi tasarım, yapı bileşenlerini hiyerarşik bir şekilde birleştirip bir ürün elde ederken veri alışverişleri sonucu ortaya çıkan, buna göre gelişip yön bulan bir bütün bir düşünme biçimi ve süreci haline gelmiştir. Tasarım pratiğindeki önemi giderek artan dijital tasarım kültürünün teorik söylemi tasarım ve mimarlık teorisi üzerinde esas etken olmaya başlamıştır. Bu gelişme beraberinde iki etkiyi getirmiştir. Birincisi tasarım sürecinde ve içeriğinde bir dönüşüm yaşanması, ikincisi ise bu dönüşüm sonucunda formun çeşitlenmesi ve eşsiz sonuçlar vermesidir. Dijital ortam tasarımında ortaya çıkan bu etkiler bu bölümde incelenmiştir.

4.2. Tasarım Sürecinin Değişmesi

Geleneksel mimari tasarım sürecinde mimar zihnindekilerini temsiller aracılığıyla görsel bir dile çevirir dolayısıyla bu dil aracılığıyla ve kapasitesinde düşünür. Fakat dijital tasarım ortamı, kâğıt üzerinde çizime ve maketlerle ifadeye dayalı geleneksel temsil ortamından farklı özelliklere sahiptir. Hesaplamaya, veriler arasındaki ilişkilerin tanımlandığı algoritmalara, kurallar ve sınırlamalar doğrultusunda yeni sonuçlar türetmeye dayalı, sayısal ve işlemsel bir teknolojidir. Bu sayısal-işlemsel sonuçlar program arayüzleri ile mimari düşüncenin dijital araçlar yardımıyla, görsel

temstillere ve grafik dile çevrilmesini sağlar. Tasarımcı bu süreçte, önceden öngörmediği durumlar, alternatifler, çeşitlilikle karşılaşır. Bu ortamın verileriyle oluşan yumuşak, bükülebilir ve esnek formlar sayesinde çevre ve tasarım arasında uyumlu bir süreklilik ilişkisi yaratılmaktadır. Tasarımcılar, yapılması zor görülen kompleks formları bile tasarım ve üretim safhalarını eşzamanlı geridönüşlü veri transferiyle üretebilmektedirler. Dolayısıyla dijital ortamda tasarım, veri transferleri ve diğer disiplinlerle kurulan hiyerarşi sonucu geribeslemelerle beraber ‘bitmemişlik’ durumuyla, son ürünü oluşturma biçiminde ilerler. Şekil 4.1’de görüldüğü üzere tasarım fikir aşamasından ürün aşamasına gelene kadar birçok disiplinin senkronize çalışmasıyla dijital ortamda kullanılan verilerle karmaşık, geridönüşlü, çok katmanlı bir etkileşim süreciyle tanımlanır. Grafikte belirtilen girdiler teknolojinin gelişmesiyle artabilir farklılaşabilir fakat değişmeyen tasarımın baştan sona bir etkileşim ürünü olma durumudur. İşte bu tasarım tektoniğindeki dönüşümün en belirgin özelliğidir.



Şekil 4.1. Dijital tasarım sürecinin grift ilişkili ifadesi

Dijital düşünme sistemiyle yapılan tasarım şeklinin yaygınlaşmasını Fulya Özsel şu şekilde belirtmiştir [15]:

“...Burada değişen sadece nesnenin özellikleri değil elbette. Tüm bu gelişmeler tasarım sürecini ve tasarımcının kullandığı tasarım araçlarını da değiştiriyor: dijital tasarım teknolojileri ilk dönemde parametrik tasarım, biçim gramerlerinin yorumlarına dayalı üretken sistemler, diyagramlara dayalı veri eşleme ve haritalama modelleri, genetik algoritmaları yorumlayan evrimsel sistemler, animasyon teknikleri ile tasarım olarak belirginleşirken bugün tasarım ve üretimi bütünleştiren kesme,

ekleme, çıkarma, biçimleme ya da bireye uyarlanmış yığinsal üretime dayalı entegre sistemler ön planda.“

4.2.1. Tasarlama modelleri

Mitchell'in 1990 'da yayınladığı araştırmanın amacı; tasarım aşamalarını ve bilincinin kriterlerini tanımlamak ve adlandırmaktır. Bu araştırmada dijital teknolojinin tasarıma dâhil edilmesiyle tasarım araştırma metodolojisinin kategorisi olarak formülize edilebilir olduğunu belirtmiştir [30].

Dijital teknoloji, medya ile etkileşiminin doğasına göre tasarımcının yeni roller edinmesine katkıda bulunmuştur. Tasarımcılar bugün, üretici ve performatif aşama ve mekanizmaların kontrolü ve yönetimiyle ilişki içinde olmuştur. Bilgi, tasarımcı için yeni bir malzeme olmuştur. Bu gelişmeler tasarımcının bir *araç yapımcısı* olarak tanımlanan yeni rolünü desteklemektedir. Tasarımcının rolündeki bu değişiklik, tasarımcının tasarımın alt aşamalarıyla olan etkileşimi tasarım modelleri olarak sembolize edilmiştir [28].

Rivka Oxman (2005) tarafından belirtilen teoriye göre [28]:

“Sunum, üretim, performans ve değerlendirme gibi tasarımın temel bileşenleri dijital teknolojinin etkisi ile tekrar tanımlandı. Geleneksel tasarım modelindeki temel değişiklikler ve modifikasyonlar tanımlandı ve yeni öneriler sunuldu. Şimdilerde tartışması sürmekte olan dijital tasarım anlayışı bu araştırmanın sınıflandırılmış halidir.”

Tasarımda kullanılan ifade tekniklerinin etkileşiminin rolü esas faktörlerden biridir. Tasarımın kapalı bir kutu olmadığı, tasarım süreçlerinin sistematik olarak açıklanabileceği belirtilmiştir. Etkileşim dijital modeller arasında anahtar görevini üstlenir. Tasarımcı ve ifade tarzının arasındaki etkileşime göre sınıflandırma yapılır. Etkileşim dışsal ve içsel olmak üzere ayrılır. Dışsal etkileşim, dijital çağda formlar üzerinden direk etkileşimdir. Bu etkileşim dijital çevre, sayısal süreç ya da mekanizma ile ilişkilidir. Etkileşim 4 sınıfa ayrılmıştır [31].

- *Serbest form sunumuyla etkileşim*

Bu tür etkileşim kâğıt bazlı tasarımdır. Tasarımcı tasarlarken direk skeç yaparak, çizerek maket yaparak oluşturur.

- *Dijital yapıyla etkileşim*

Bu tip etkileşim CAD tabanlı tasarımdır. Tasarımcı, dijital skeç, çizim ve modelle etkileşim halindedir.

- *Mekanizma tarafından üretilen dijital sunumla etkileşim*

Bu etkileşim üretici tasarım mekanizmalarıyla yapılan etkileşimdir.

- *Dijital sunum üreten dijital çevreyle etkileşim*

Bu tür etkileşim üretici mekanizmaların yönetilebilir yanlarıyla yapılan etkileşimdir.

S = sunum ve biçimsel içerik

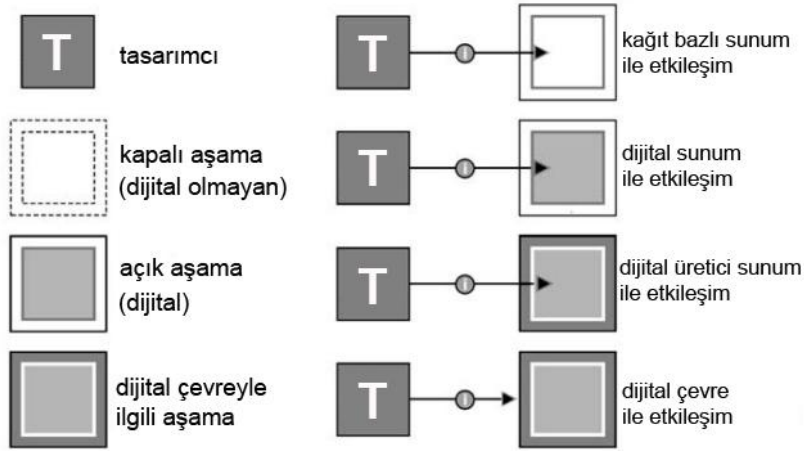
Ü = üretim

D = değerlendirme

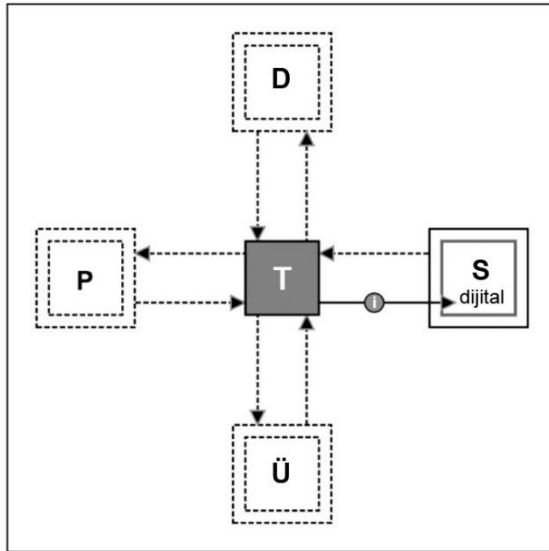
P = performans

Sunum, üretim, değerlendirme ve performans arasındaki bağlantı aşağıdaki şekilde şematize edilmiştir. Kapalı ve bilinmeyen ilişkideki bağlantılar nokta ile açık bağlantılar düz çizgi ile belirtilmiştir.



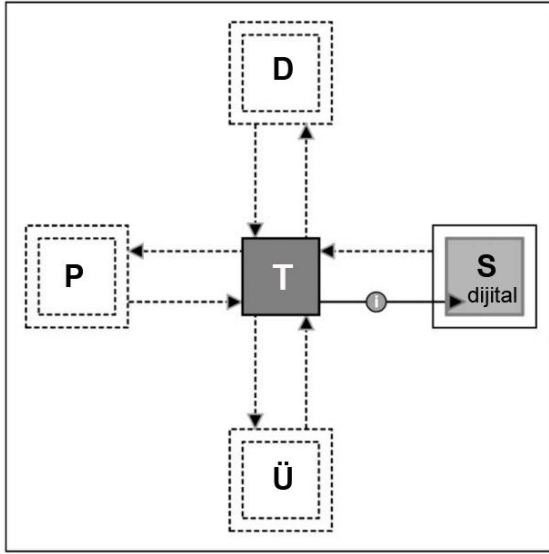


Şekil 4.2. Genel Şema, Semboller, Sınırlar Ve Bağlantılar [28]



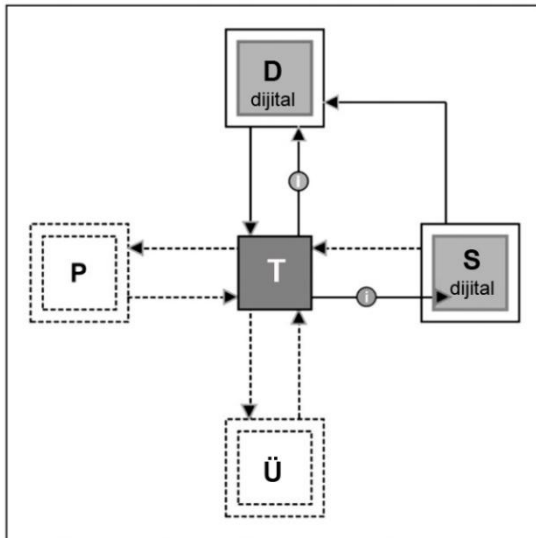
Şekil 4.3. Kâğıt tabanlı tasarım [28]

Tasarımcı, performativ gerekler, üretici ve değerlendirici prosedürlerle dolaylı olarak etkileşime geçerken biçimsel sunumla direk olarak etkileşime geçer.



Şekil 4.4. Geleneksel CAD model [28]

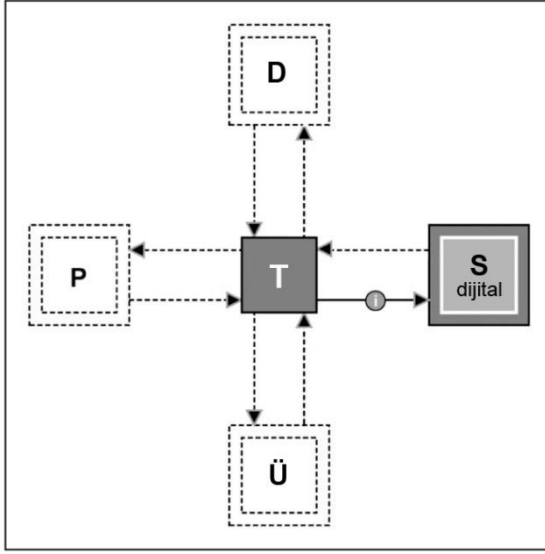
Çağdaş modelde, çeşitli malzeme aşaması teknikleri kullanılarak, dijital model desteklenmesiyle üretilir. Fiziksel modeller CAD yardımıyla dijitale aktarılabilmektedir.



Şekil 4.5. Üretici Evrimsel Model [28]

CAD de bu tip analitik değerlerin olduğu aşamalar, hesaplamalar, strüktürel davranışlar ve çevresel performans vb. faktörlerin birleşimidir. Bu modelde, diğer aşamalar kapalı iken, CAD sunumu ve değerlendirme aşaması açıktır. Dijital

sunumda değerlendirme yapılabilir. Herhangi bir değişiklik ya da modifikasyon, veritabanıyla entegre olarak tekrar değerlendirilebilir, strüktür bilgisiyle paylaşılabilir. CAD sistemleriyle tasarımcı strüktür verisiyle etkileşim halinde olur. Bu aşama, model üzerinde modifikasyon yapan tasarımcının tasarımda geridönüş yapmasını sağlar.

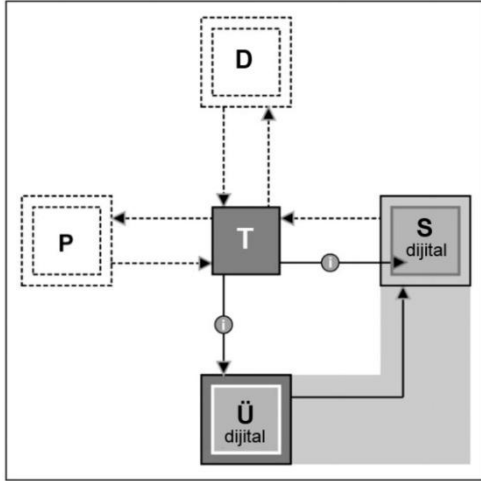


Şekil 4.6 Formasyon Modeli [28]

Dijital tasarım biçimi farklı ifade tekniklerinin kullanıldığı dinamik konseptleri yaratmaktadır. Gelişmiş dijital teknolojilerin yeni tasarım anlayışından oluşan ifade tarzının rolünü değiştirmesi kolay değildir. İfade, geleneksel mantıktan kurtularak, biçim konseptinin oluştuğu tasarım teorisine dönüşmüştür.

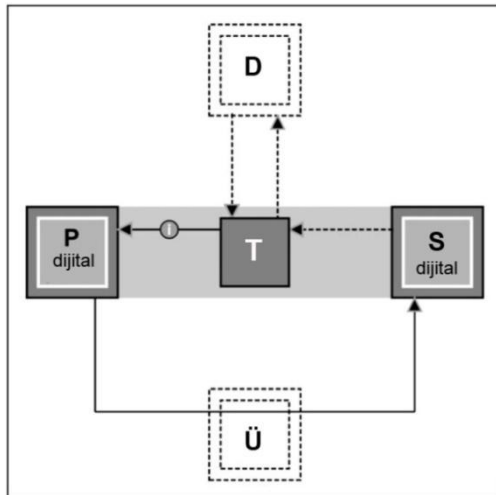
Şekillerin ve formların oluşumunu sağlayan dijital teknikler bu tasarım modelinin temelidir. Bu modele formasyon modeli denir. Formasyon modelinde strüktürel geometri ve biçimsel dijital süreçte tasarımcı dijital tekniklerle yüksek seviyede etkileşim halindedir. Bu etkileşim ve kontrolün seviyesi, dijital tasarımın olabilme performansını sağlamaktadır. Ancak teknolojinin karmaşıklığına ve performans seviyesine rağmen, grafiksel medyayla etkileşim, tasarımın biçimsel ve geometrik özelliklerinin vurgulanmasında önemlidir.

Sofistike hale gelen tasarım, tasarımcının bir zanaatkar gibi ‘*araç yapıcı*’ olarak tanımlandığı alan oluşturmuştur.



Şekil 4.7. Üretici Model [28]

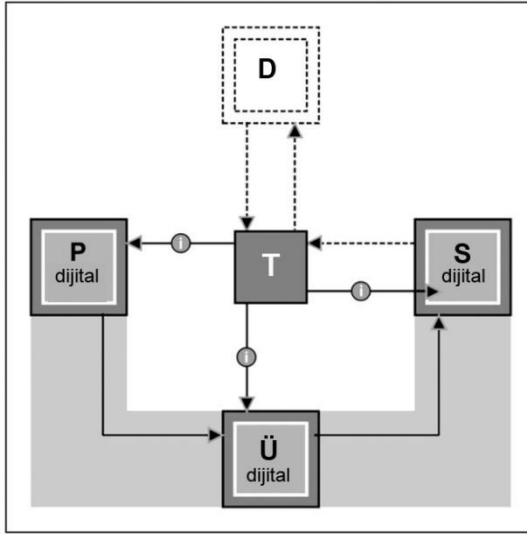
Dijital tasarımın üretici modelleri, sayısal mekanizmaların üretim aşamasının karşılığıdır. Bu çözümü zor fakat önemli bir ayrımdır. Formasyon modeliyle karşılaştırıldığında, tasarımcı üretici mekanizmalarla etkileşim halindedir. Üretici model, üretici kurallar ilişkiler ve ilkelerle oluşan formlarla ilgili kompleks mekanizmaların etkileşimidir. Tasarımda üretici tekniklerin yerine, tasarımcı için çözümü yönlendirebilecek seçim ve kontrolü sağlayan interaktif modüle ihtiyaç vardır.



Şekil 4.8. Performans tabanlı formasyon modeli [28]

Analiz simülasyon programlarında olduğu gibi performans tabanlı tekniklerle, eğrisel yüzeyler minimize edilirken enerji optimizasyonu ve akustik performans artırılmıştır. Foster & Partners tarafından 2004'te tasarlanan Swiss RE yapısı, doğal aydınlatma ve havalandırma yaparak binanın enerji tüketimini minimize eden çevresel performans teknikleriyle yapılmıştır. Ayrodinamik geometrik şekli, performans simülasyonunun spesifik kriterlerine cevap verecek şekilde biçimlenmiştir. Sonuç olarak bu tasarım metodu 180 m 40 katlı kuleyi, geleneksel yüksek katlı ofis binasına radikal bir yaklaşımla biçim, içsel organizasyon, performans ile ifade etmiştir.

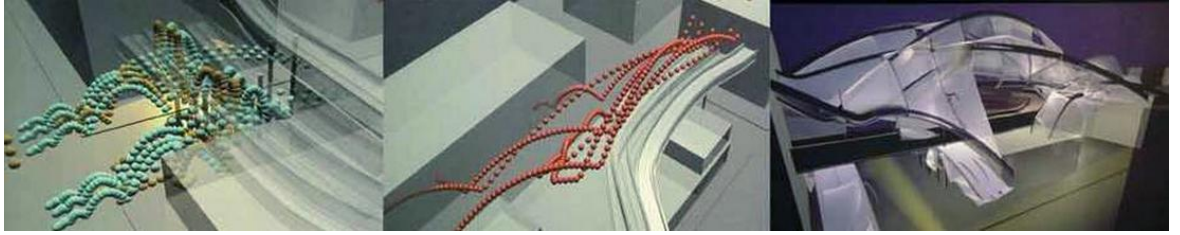
Tasarımda dışsal etkiler, deforme edilmiş ya da dönüştürülmüş modelin kompleks davranışlarını belirler. Bu da çevresel etkenler gibi kuvvetlerle dinamik simülasyonların hesaplandığı dinamik objelerle ilgilidir.



Şekil 4.9. Performans tabanlı üretici modeli [28]

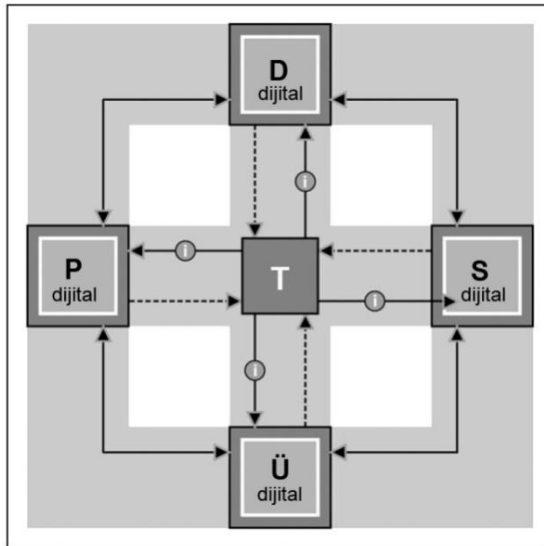
Performansa dayalı üretim tasarım araçlarının kullanıldığı sistemde, performans değerleri, davranış analizleri, optimizasyona entegre olmaktadır.

Lynn' in New York otobüs terminali projesi performansa dayalı animasyon ile dijital tasarımın birleştiği bir örnektir. Bu proje gradient etki yapan moleküler sistemin kullanıldığı ve arsada akan dokuyu oluşturan bir örnektir [28].



Şekil 4.10. Authority Otobüs Terminali, New York, 1997,G.Lynn [31]

Birleşik modeller, biçimlendirme, üretim, değerlendirme ve performans aşamalarını entegre olduğu modellerdir. Performans simülasyonu, üretim ve biçimlendirme aşmaları dijital ortam ile ilişkilenebilir. Bu tasarım modeli herhangi bir aktivite bilgisi ve birçok yönde bilgi akışıyla entegre olur.



Şekil 4.11. Birleşik model [28]

5 paradigmanın birbiriyle ilişkili olduğu bu şema dijital tasarımın tasarım sürecinin işleyişinin yorumudur. Bu birleşik model, büyüyen dijital tasarım ortamının karmaşıklığının, interaktif dijital medya fonksiyonu ve konsept aşamasından inşa aşamasına kadar geçen sürenin kısaldığını ve tasarımcının *araç-yapıcı* olarak rol oynadığının göstergesidir.

4.2.2. Üretim şeklinin değişmesi

Dijital tasarım ve onun büyüyen etkisi mimarın tasarlama sürecini, disiplinlerin birbiriyle etkileşimini, tasarımın çizgi üzerinden inşa durumuna geçmesini yani üretim sürecini de değiştirmiştir.

Enformasyon ve iletişim teknolojilerindeki gelişmeler, mimari tasarım aşamasında olduğu kadar uygulama aşamasında da analiz, simülasyon ve bilgisayar destekli imalatın (CAM) daha hassas, hızlı ve ucuz yapılabilmesini sağlamış, karmaşık geometrilerin hatasız hesaplanabilmesi ve ileri teknoloji ürünü malzemelerin, mekanik ve elektronik sistemlerin davranışlarının üretim aşamasından önce tamamen sanal ortamda simüle edilebilmesi yepyeni bir tasarım yöntemi ve anlayışını mimarlık disiplinine sokmuştur. Çağdaş mimari tasarım süreci, karmaşık malzeme ve robotik üretim teknolojilerinin etkisiyle endüstriyel tasarımda olduğu gibi bilgisayar destekli tasarım, üç boyutlu sayısallaştırma, bilgisayar destekli mekanik tasarım, sanal prototipleme, hızlı prototipleme, bilgisayar destekli mühendislik, bilgisayar destekli imalat ve üretim optimizasyonu gibi işlemleri içeren “*bilgisayar destekli endüstriyel ürün geliştirme süreci*”ne dönüşmüştür. Yazılım ve donanımın birlikte tasarlanması artık olağan bir durumdur. Yazılımcılar, bilgisayar ve enformasyon mimarları, besteciler, ses mühendisleri, bilgisayar destekli tasarım ve imalat uzmanları, çoklu ortam sanatçıları ve birçok disiplin mekân tasarımı sürecinde aktif olarak görev almaktadır [6].

Dijital ortamın sağladığı bu hızlı ve simüle edilebilir ortam ile mimari üretim alternatifleri de çoğalmıştır. Ayrıca bina simülasyon programları ile binanın performansının analiz ve malzeme, enerji, maliyet dâhil her açıdan optimize edilmesi açısından büyük yarar sağlamakta, bilgisayarla tasarım aşamasında üretilen bilgi ve verilerin imalat, montaj aşamalarına hatasız ve hızla aktarılmasını, tüm süreçlerin hızlanmasını ve yüksek oranda otomasyon olanağını sağlamaktadır. Öyle ki üretim sürecinde de bu ortamda elde edilen veriler kullanılarak tasarımın her noktasının nasıl imal edileceği ve monte edileceği bilgisine dahi ulaşılmaktadır. Yeni dijital tasarım ve üretim süreci sanal ortamlar, hızlı prototip üretimi ve bilgisayar destekli

üretim gibi teknolojiler sayesinde tasarım aşamasında üç boyutlu dijital modellerden hem küçük ölçekli çalışma maketleri, hem de 1:1 ölçekte yapı elemanları üretimini olası kılmaktadır.

Dijital ortamda geliştirdiğimiz tasarımın verilerinin diğer disiplinlerin de takip etmesi ve cevap vermesiyle kolay ve hızlı yoldan geridönüşlerle, CNC makineleri, 3B yazıcılar gibi üretim araçlarının katkılarıyla tasarım ve üretim eşzamanlı olarak gelişebilmekte birbiri içinde sınırsız, sıralamasız eriyip homojen bir süreç halinde ilerlemektedir.

Mitchell, endüstri modernizmini göstererek, kâğıt üzerinde yapılan çizimin yapı haline dönüşmesi artık dijital bilgiyle olduğunu öne sürüyor. Bu çalışma çerçevesinde yeni oluşan dijital çağ mimarlığı, arazi, program gibi konulara daha duyarlı bakabilen *komplekslik* olarak tanımlıyor. Bunun yanında dijital model yardımıyla, içeriksel ve performansa dayalı tasarımı destekleyen kavramsal bir tasarımda bile, tasarım ve üretimi birleştiriyor [32].

Tipolojik form dönüşüp farklılaşarak, mekânsal strüktürün evrimi, hiyerarşik olmayan organizasyon, kompleks ve hiper-konnektif mekânsal durumlar son zamanlardaki çalışmalarda öne çıkmaktadır. Foreign Office tarafından yapılan Yokohama International Port Terminal, *hiper-süreklilik* olarak tanımlanan ya da dijital tasarım olmadan imkânsız olan kompleks topografik modelleme yapılan bir örnektir. Bu örnek dijital tasarım teorisini ve metodunun evrimini gösteren periyotta üretilmiştir [28].



Resim 4.1.Yokohama International Port Terminal, Yokohama, 1995, Japan, Foreign Offices(a) İç Mekân (b) Genel Görünüm [33]

4.2.2.1.Dijital fabrikasyon

Dijital tasarımın getirdiği olanaklarla gelişen kompleks ve öklid dışı geometrilerin ve formların nasıl inşa edilebilir hale geleceği sorusu ortaya çıkmıştır. Yanıt yine aynı yöntemle yani dijital üretim araçlarıyla kolay ve hata olasılığı çok düşük bir şekilde, bilgisayarda tasarlanın aynısının inşa edilebilir seviyede çeşitli yöntemlerle yapıma hazırlandığını göstermiştir.

Yeni dijital süreç, teknolojiyle tasarımdan yapıma direk ilişkilidir. Yeni dijital destekli tasarım, fabrikasyon, yapım mimarlık ve onun üretim anlamı arasındaki tarihsel ilişkisi üzerine meydan okumaktadır [54].

NURBS olarak adlandırılan eğrisel özelliğe sahip bileşenlerden oluşan topolojik geometrilerin, her noktasının hesaplanabilir özelliğinin olması aynı zamanda sayısal kontrollü bilgisayar aracılığıyla kesme, çıkarma, ekleme ve biçimlendirmeye dayalı üretim süreci sonunda tasarlananın aynısı mükemmel bir şekilde imal edilebilmektedir.

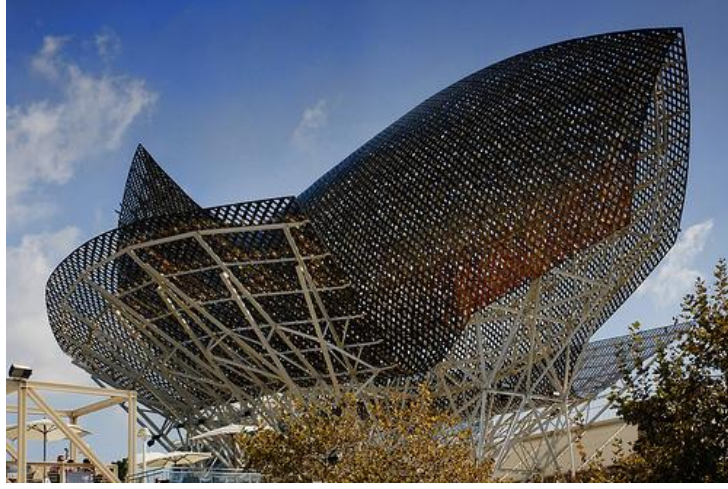
Tasarımın formu, boyutları, kullanım amacı, malzeme çeşidi gibi faktörlere bağlı olarak kullanılan tekniklerin tümü sayısal tabanlı tasarım bilgisinin üretim tezgâhına

aktarımı amacına yönelik çalışır. Bu tekniklerle kesilecek, kalıbı yapılacak, ısısal işlemlerle biçimlendirilecek ya da katman katman oluşturulacak malzemenin karmaşık bir biçime sahip olması ya da milimetrik hesaplara dayalı olması sayısal tabanlı üretim için zor değildir.

Bilgisayar destekli üretim teknolojilerinin mimari tasarım sürecine entegre olarak kullanımında öncü olan isim Frank O. Gehry'dir. Heykelsi binalarının projelendirme sürecindeki ihtiyaç üzerine mimari tasarım ve üretim sürecine bilgisayar destekli tasarım ve üretim teknolojilerini entegre eden Gehry, Fransız Dassault firması tarafından, uçak tasarımı, performans analizi ve otomatik üretim için geliştirilmiş olan CATIA yazılımının mimari tasarım sürecinde kullanımının önünü açmıştır. '*dosyadan fabrikaya*' olarak adlandırılan üretim biçimi, devrim yaratarak tasarımdan uygulamaya birçok sürecin yeniden tanımlanmasını sağlamıştır. CAD/CAM teknolojileri dijital mimarlık süreçlerinde tasarım ve üretimin önemli bir bileşeni haline gelmiştir.

Gehry'nin projelerinde bulunan geometrik formlarda olduğu gibi serbest formlarla zarflanan metal yüzeylerin oluşturulması uygulamalarında büyük katkı sağlar.

Ürün geliştirme süreci sırasında oluşan alternatiflerin fiziksel prototip üzerinde denenmesi yerine, bilgisayar ortamında sanal prototipleme uygulamalarından faydalanarak bu kontrollerin yapılabilmesi, ürün maliyetinin düşürülmesi ve tasarım sürecinin kısaltılmasını sağlamaktadır. Bu konuda özelleşmiş çeşitli yazılımlar sayesinde mukavemet, ısı transferi, manyetik alan etkileşimi gibi ürünün fiziksel niteliği ile ilgili analizlerin yanında, ürünü oluşturacak kalıbın iyileştirilmesi ve optimizasyonuna kadar uzanan çeşitli aşamalara yönelik analizleri gerçekleştirilebilir. Hesaplamalı akışkanlar dinamiği (CFD) uygulamaları sayesinde mekanik, kinematik analizler ve kalıp ile ilgili parametrelerin incelenmesi, bunların optimizasyonu ve üretim aşamasında ortaya çıkabilecek problemlerin önceden saptanması mümkündür [6].



Resim 4.2. Fish sculpture(1992),Vila Olimpica, Barcelona, Spain, Frank Gehry

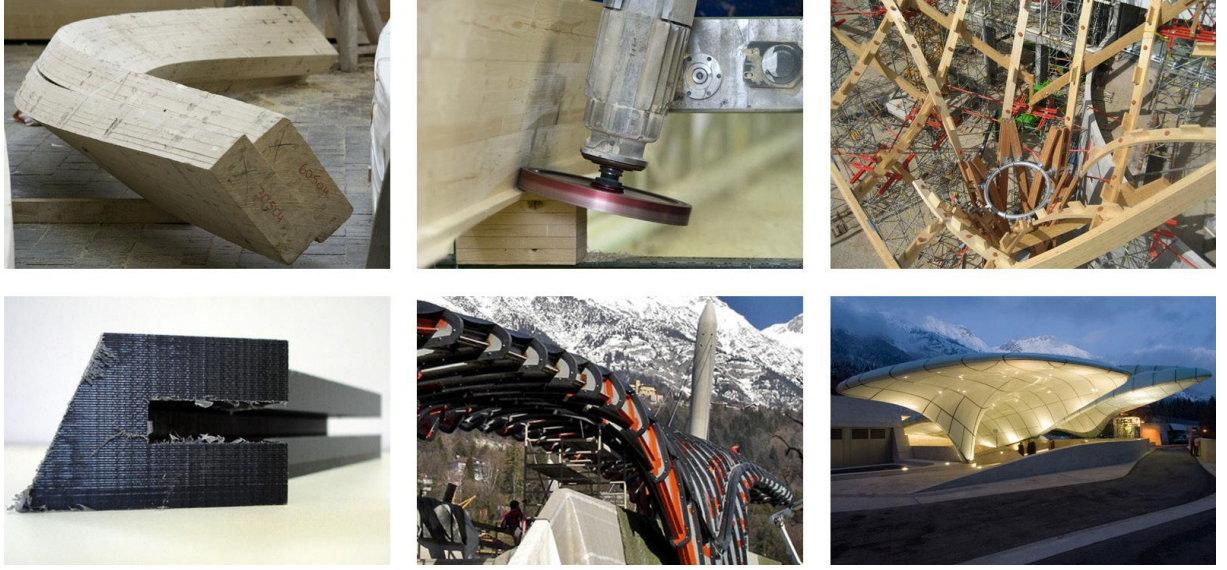
Frank Gehry'nin Barcelona'daki balık şeklindeki heykeli, CATIA (Computer Aided Three-Dimensional Interactive Application) aracılığıyla, kompleks geometrik strüktürünün dijitalden imalata geçebilen örneklerden biridir[34].

CAD/CAM teknolojileri, tasarım sürecinde, maket ve prototip üretimi için kullanılmaktadır. Bu sistemler aynı zamanda sayısal tabanlı tekniklerle tasarlanan mekânların uygulanmasında yapı malzemelerinin kesimi, biçimlendirilmesi, kalıpların oluşturulması, her noktasında değişen ölçü ve biçimlere sahip strüktürel elemanların üretimi gibi imkânlarıyla uygulama sürecine büyük katkı sağlamıştır. CAD /CAM teknolojisiyle elde edilebilen eğrisel kompleks geometrilerden meydana gelen tasarımların hayata geçmesi bunların yine aynı sayısal tabanlı teknolojiyi kullanarak '*dosyadan fabrikaya*' olarak adlandırılan sistemlerle mümkündür.

Dosyadan fabrikaya sürecinde sayısal kontrole dayalı üretim teknikleri kullanılır.

Kolarevic dijital üretim teknolojilerini 4 grupta inceler [1]:

- İki boyutlu üretim (CNC kesim işlemleri)
- Çıkarma işlemine dayalı üretim (katı objelerin frezelenmesi)
- Ekleme işlemine dayalı üretim (katmanlı üretim/ serbest biçimli katı obje üretimi/ hızlı prototipleme)
- Biçimlendirmeye dayalı üretim

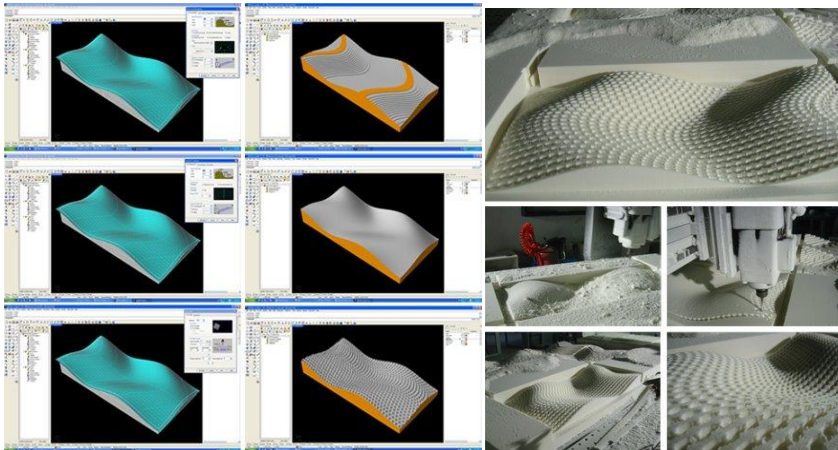


Resim 4.3. Dijital fabrikasyon uygulamaları

(a) Centre Pompidou Metz (Shigeru Ban) (üst); (b) gluelam sections before milling (üst sol); (c) 5-axis milling of gluelam girders (üst orta); (d) mounting of the girders on the building site (üst sağ); (e) Hungerburgbahn (Zaha Hadid Architects) (alt); (f) Th.Mayer (alt sağ) [34]

• *İki boyutlu üretim: CNC kesim işlemleri*

Sayısal kontrollü iki aks kullanılarak yapılan CNC kesim yöntemi en çok kullanılan üretim metotlarından biridir. Plazma-yay, lazer-ışınli ve su püskürtme gibi yöntemlerle kesim yapan bir başlık sayesinde saç materyalin iki eksenli hareketi ile sayısal ortamdan gelen verilere göre form üretilir.



Şekil 4.12. Dijital ortamdan aktarılan veriyle CNC kesim işlemi yapılması [35]

• *Çıkarma işleme dayalı üretim (katı objelerin frezelenmesi)*

İsminden de anlaşılacağı üzere, malzemenin elektro, kimyasal ya da mekanik olarak çok akslı yönlerden belirtilen hacminin çıkarılmasıyla form oluşturulur.

1990'larda New York'taki Saint John katedralinin taşları ve Sagrada Familie kilisesinin kolonları gibi bileşenler frezeleme yöntemiyle yapılmıştır [1].

Gehry'nin Conde Nast Cafeteria (2000) projesinde kompleks eğrisel geometriye sahip lamine cam panellerin yapımında CNC frezeleme yöntemi kullanılmıştır.

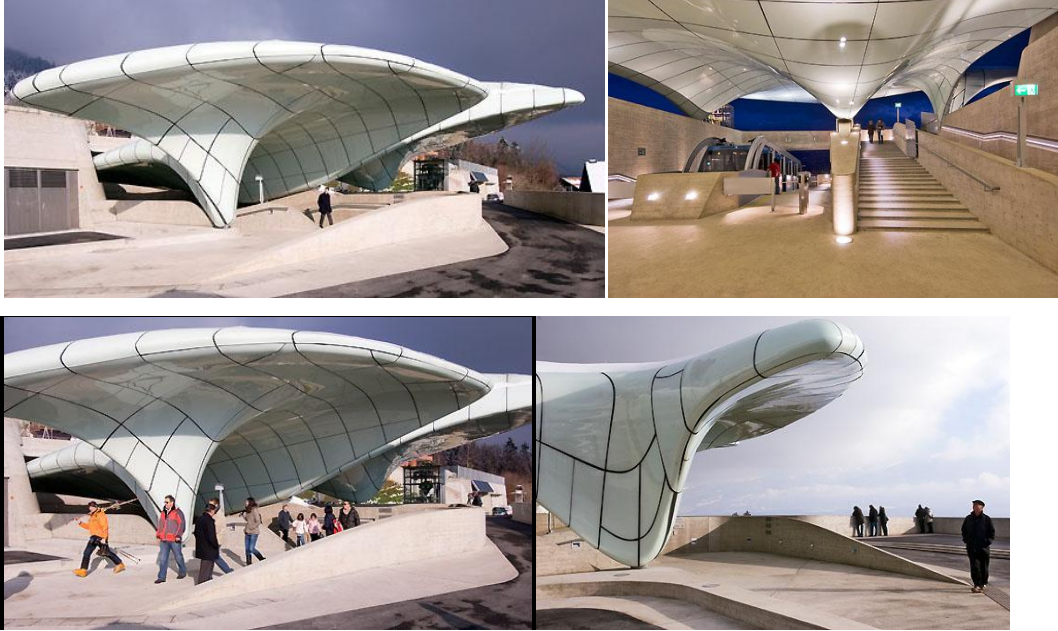
Gehry'nin Duesseldorf'taki Zollhof Towers projesinde, betonarmeden yapılan dış duvar panelleri CATIA ile çizilmiş, 355 farklı eğride hafif polistren kalıptan oluşan CNC frezeleme yöntemiyle üretilmiştir [1].



Resim 4.4. Beton panellerin kalıbı için köpüğün oyulması, Zollhof Towers in Dusseldorf, Almanya, Gehry, 1999 [36]

1994 yılında tasarımına başlanan Zollhof Kompleksi'nin erken tasarım aşamasında mimari programa ilişkin verileri temsil eden değişik maket kütleler birleştirilerek üst üste yığılmış ve değişik kombinasyonlar denenmiştir. Her deneme aşamasında üç boyutlu sayısallaştırıcılar kullanılarak yapının işlenmesi sağlanarak sanal prototipleme yapılmıştır. Daha sonra kalıp tasarımı ve üretim optimizasyonu sürecinde sanal prototip uygun büyüklükte dilimlere bölünerek kodlanmış ve üretimi yapacak araca uyarlanmıştır. Bu aşamadan sonra çok eksenli freze araçları kullanılarak 1/1 ölçekli kalıp üretimi yapılmıştır. Son olarak ana taşıyıcı sistem şantiye alanında inşa edilirken, fabrikada kalıplara yüksek kaliteli beton dökülerek

karmaşık duvar parçaları hatasız şekilde üretilmiş ve bir bulmacanın parçaları gibi kod bilgileri kullanılarak şantiyede montajı tamamlanmıştır [6].



Resim 4.5. Hungerburgbahn, Innsbruck, Zaha Hadid [37]

Zaha Hadid'in Hungerburgbahn projesi, yapının strüktürünün üzeri zarflanarak serbest biçim elde edildiğini gösterir. Özel olarak oyulmuş polietilen çelik çerçeve kirişler ve strüktür arasındaki boşlukları serbest formlu cam doldurur [34].

• *Ekleme işlemine dayalı üretim*

(*katmanlı üretim/ serbest biçimli katı obje üretimi/ hızlı prototipleme*)

Bu yöntem, frezeleme işleminin aksine, genelde katmanlı üretim, katı serbest formlu fabrikasyon veya hızlı prototipleme olarak adlandırılan fabrikasyon işlemleri ile katman-katman materyal eklemeyeyle form oluşmasını sağlar.

Ekleme işleminin yapıldığı bazı yöntemler şöyle sınıflandırılmıştır [1]:

- Stereolithograph (SLA), lazer ışığı değdiğinde katılaştıran bir sıvı polimer malzemeye formu oluşturur.

- SLS (selective laser sintering) yöntemiyle lazer ışığı metali katman katman eritip katı malzemeyi oluşturur.
- 3 boyutlu yazıcıda seramik tozu katmanlarının yapışmasıyla form elde edilir.

Ekleme işlemine dayalı bu yöntemler yapı formu elde etmekte sınırlı boyuttan dolayı çok nadir kullanırken, daha küçük ölçekteki, örneğin ışıklığın çelik elemanları gibi yapının bileşenlerini oluşturmakta kullanılır.

Ancak son zamanlarda, püskürtme betona dayalı çeşitli deneysel teknikler dijital veriyle doğrudan büyük ölçekli yapı elemanları üretimi için kullanılmaya başlanmıştır.



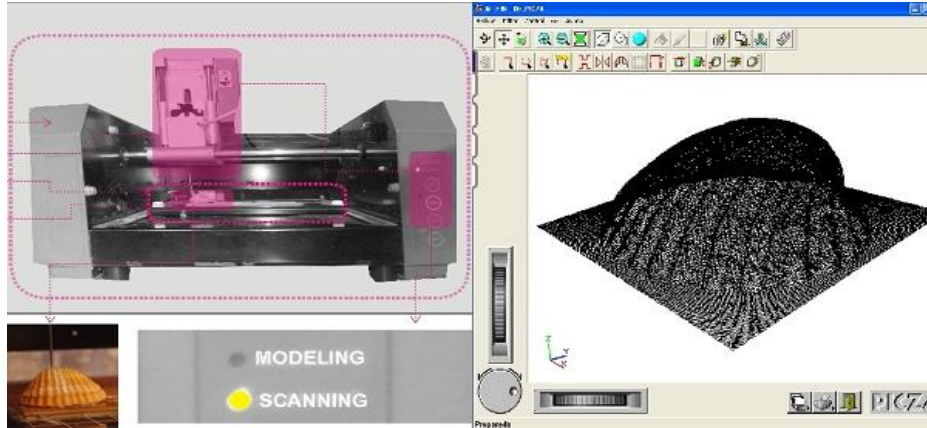
Şekil 4.13. Dijital ortamda hazırlanan objenin 3D yazıcı ile üretimi [38]

• Biçimlendirmeye dayalı üretim

Malzeme üzerine biçimlendirici fabrikasyon mekanik kuvvetler, kısıtlayıcı formlar, ısı ya da buhar uygulanır, böylece eksensel veya yüzey deformasyonu veya yeniden şekillendirme yoluyla istenilen forma sokulur.

Bilgisayardan üretim araçlarına aktarılan yöntemlerin tersine bir de var olan modeli dijital ortama sayısal verilerle aktaran ‘3D scanning’ yöntemi mevcuttur. Lazer ile okunan uzaklık tespit etme yoluyla çıkarılan noktaların birleşmesiyle tasarım üç boyutlu dijital olarak elde edilir.

Lazer tarama teknolojisi var olan objeyi mükemmel bir şekilde üç boyutlu hale getirebilir [1].



Şekil 4.14. 3D scanning

Montaj

Bütün bileşenler dijital olarak üretildikten sonra, arazide kolaylıkla monte edilebilir. Dijital üç boyutlu modeller her bileşeni kendi yerine taşımak ve en sonunda da her bileşeni kendi yerlerine tam olarak yerleştirmek amacıyla bileşenlerin konumunu belirlemede kullanılır.

Elektronik ölçme ve lazer konumlandırma gibi yeni dijital tabanlı teknolojiler yapı sistemleri üstünde yapı elemanlarının yerini tam olarak belirlemek için dünya çapında giderek yaygınlaşıyor. Örnek verirsek, Annette LeCuyer (1997)'ın açıklamasına göre; Bilbao'daki Frank Gehry'nin Guggenheim Müzesi düz ölçü verilmeden inşa edilmiştir. Yapım aşamasında, her bir yapısal bileşen yapının bitişik katmanları ile kesişim düğümleri ile işaretlenmiş ve barkodlanmıştır. CATIA modelinde her bir parçanın koordinatlarını göstermek için barkodlar geçirilmiştir [1].

CATIA ile bağlantılı Lazer ölçme donanımları her parçanın bilgisayar modeliyle belirlenmiş kendi yerine tam olarak yerleştirilmesine olanak sağlamış. Benzer süreçler Seattle'daki EMP projesi üzerinde kullanılmıştır. Frank Gery'nin 21 000

farklı şekildeki metal parçadan oluşan Seattle'daki Experience Music Project (EMP) yapısının dijital ortamda tasarlanan geometrisinin direk olarak kesim makineleriyle üretilmesi, hem zamanında hem de belirlenen bir bütçe çerçevesinde aksama olmadan inşa edilmesi dijital fabrikasyonun getirdiği olanaklardandır.

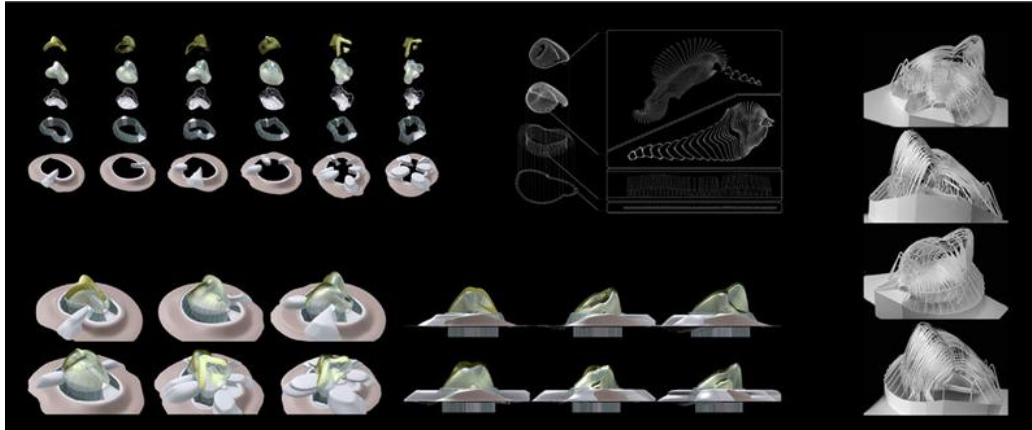


Resim 4.6. Experience Music Project (EMP), 2000, Seattle, USA, Frank Gehry [39]

4.2.2.2 Kitlesele bireyselleşme

Türetici ürün sanayisinde kullanılan kitlesele bireyselleştirme mimaride de üretime katkıda bulunmaktadır. Örneğin cep telefonu ,otomobil şirketleri tüketicilerine kendi istedikleri bileşenlerden oluşan birçok kombinasyonun mümkün olduğu seçenek sunmaktadır. Mimari üretim süreci açısından bu teknolojilere bakıldığında, mevcut paradigma olan standartlaşmaya karşıt olarak kitlesele bireyselleştirme kavramı öne çıkmaktadır. Kitlesele bireyselleştirmeye dayalı seri üretim, tekrar eden standartlaşmamış yapı elemanlarının sayısal olarak kontrol edilen çeşitlemeler ve seri farklılaştırma yöntemleriyle üretilmesine olanak verir. Tasarlanan geometriler hassas olarak tanımlanabilir ve sayısal olarak kontrol edilen (CNC) üretim süreçleri sayesinde üretilebilirler. Eşit olmayan şekil ve ölçüdeki farklı yapı bileşenlerinin üretilmesinde, farklı pencere boyutlarının oluşturulması gibi yerlerde kullanılır.

Greg Lynn'in Emriyolojik Evi lineer olmayan dinamik süreçte parametrik varyasyonlar içeren ve kitlesele bireyselleşme ile üretilen örnektir.



Şekil 4.15. Emriyolojik Evi, Greg Lynn [40]

4.3. Tasarım Araçlarının Gelişmesi

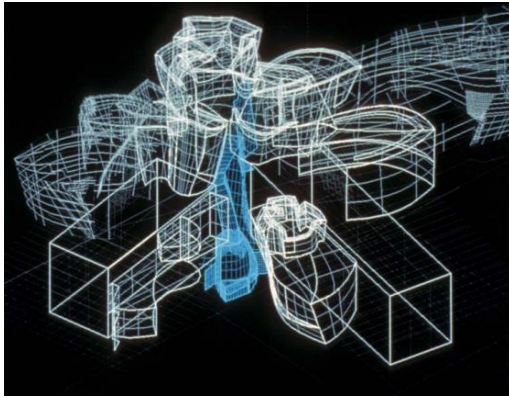
Mimari tasarım sürecinde, bilgisayar desteğinin kullanılmaya başlamasıyla değişen süreçte, tasarımcı kullanılan araçlar vasıtasıyla oluşturduğu tasarımı, değişik bir bakış açısı ile görmeye başlamıştır.

4.3.1. Dijital tasarım teknolojileri ve donanımları

Dijital tasarım teknolojilerinde kullanılan donanım ve yazılımların, düşünce için bir araç olarak kullanılması, tasarımcıya birçok tasarım problemi çözümünü hızlı bir şekilde sunmanın yanı sıra, mekânı, formu yeni bir yaklaşımla görmesini sağlamıştır. Bilgisayar destekli mimari tasarım yazılımları ile tasarım, bilgisayar ortamında minimum hata payı ile oluşturulabilmekte, test edilebilmekte ve hatta sanal gerçeklik ile içinde dolaşılabilir. Tasarımın her aşamasına entegre olmaya başlayan bu donanımlar, tasarımcıya zaman açısından kolaylıklar sağlamaktadır.

Tasarımcıların, tasarımlarını oluşturduğu süreçte, tasarımı daha iyi ve kolay kavrayabilmesi için çalıştıkları arayüzler ve donanımlar ile entegrasyonu önem kazanmaktadır. Dijital tasarım teknolojileri ve donanımları mimarlara tasarım problemi ile gerçekleştireceği mekânı ifade etme sürecinde aracılık etmektedir. Temsil teknolojileri ve teknolojik donanım araçları, tasarımcıya aktarabildikleri seviyede mimari tasarımı etkiler.

3B dijital modelleme yazılımı geniş kapsamlı olarak uçak yapımı endüstrisinde kullanılmaktaydı. Bunun yapı endüstrisine adapte olması CATIA (Computer–Aided Three Dimensional Interactive Application) adlı maket verilerini doğrudan imalata aktaran yazılımı mimari tasarım sürecine taşıyarak Gehry’nin ofisinde kullanılmasıyla olmuştur. 3B elektronik modelleme ile tasarımı uygulamaya kolaylıkla dönüştürebilen ve inşaat aşamasına yönelik çizimlerinin atlanmasını sağlayan yazılım ilk olarak Bilbao’daki Guggenheim Müzesinde kullanılmıştır. Püskürtme beton üzerine 21.000 adet birbirinden farklı boyut ve eğrisel yüzeylerde parçadan oluşan titanyum kaplama, maketteki verilerin CATIA ile aktarılmasıyla yönlendirilen lazerler tarafından kesilerek hazırlanmıştır.



Şekil 4.16. Guggenheim Museum (1997), Bilbao, Spain, Frank Gehry, Digital modeli



Resim 4.7. Guggenheim Museum (1997), Bilbao, Spain, Frank Gehry, Gerçeği [41]

3 boyutlu modelleme yazılımı, NURBS parametrik eğriler ve yüzeyler gibi bileşenlerden oluşan CAD-CAM teknolojilerini ortaya çıkmasıyla kompleks formlardan oluşan tasarımları ön plana çıkardı. Dijital araçların gelişmesiyle ileri geometrilerin de mimarlıkta kullanım alanları hızla yaygınlaşmaya ve genişlemeye devam ediyor.

Bugün endüstriyel tasarım mimarlığa, dijital tarama için CATIA ve dijital fabrikasyon için ‘CNC milling’ gibi birçok metot ve yazılım sunmuştur. Santa Monica'daki Morphosis grubu gibi mimarlık firmaları 3B model programlarını

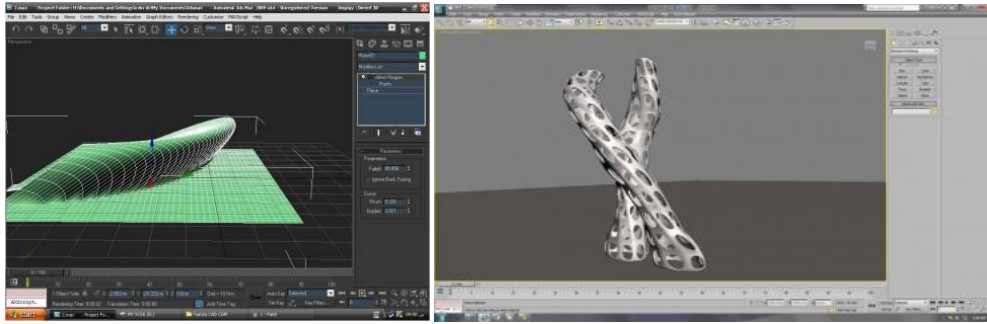
kullanmaktadır. Son zamanlarda Renzo Piano, FutureSystems, Coop Himmelblau gibi mimarlar bilgisayar kullanımı olmadan gerçekleştirilemeyecek tasarım ve yapım metotları kullanmaktadır [7].

Dijital tasarım teknolojisi yazılımları öklit dışı, kartezyan koordinat sistemiyle ifade edilemeyen fakat dijital ortamda ifade edilebilen formlar da oluşturabilir hale gelmiştir. Örneğin torus, mobius sarmalı, klein şişesi formları, UN Studio'nun *Mobius House*, Preston Scott Cohen'in *Torus House* örnekleriyle mimarlıkta yer almaya başlamıştır [1].

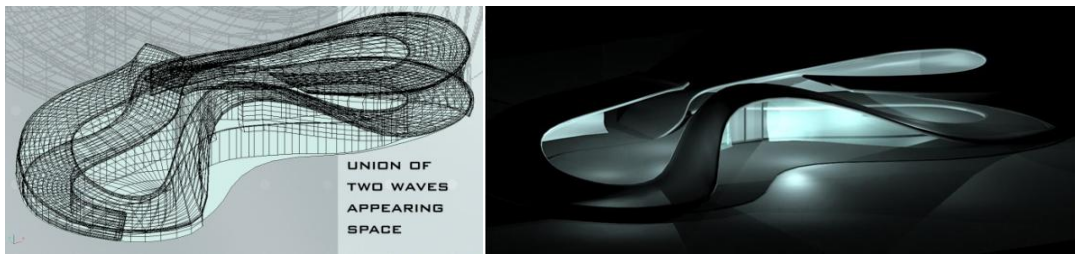
Çağdaş mimari tasarımda, dijital ortam görsellik için sunum aracı olarak ve formu dönüştürmek ve üretmek içinde üretim aracı olmuştur. Dijital üretim aşaması, formun yeni ve adapte olabilen özelliğine dayanan mimari morfolojinin yeniden kavramsal, biçimsel ifade edilmesini sağlamıştır. Dijital kaynaklı yeni teknolojinin getirdikleri ile 'form yapma' nın yerini 'form bulma' almıştır. Formun stabil hali değişkenlikle, tek hali çeşitlilikle yer değiştirmiştir [1].

Dokunma duyusunun el-göz-zihin sürekliliğindeki rolü ve mimarlığın malzeme ile yakın ilişkisi, tasarım sürecindeki etkinliğini ve temsiliyetini önemli kılmaktadır. Sanal gerçeklikte 3B ile üretilen model, 3B donanımlar yardımı ile tasarımcıya mekânı görsel ve işitsel deneyimleme yaşatmaktadır.

3D Studio Max, AutoCAD, SolidWorks, Cinema 4D, CATIA gibi 3B modelleme yazılımlarının yanı sıra 3B donanımlar ve sanal gerçeklik donanımları da tasarlama sürecine büyük katkıda bulunur.

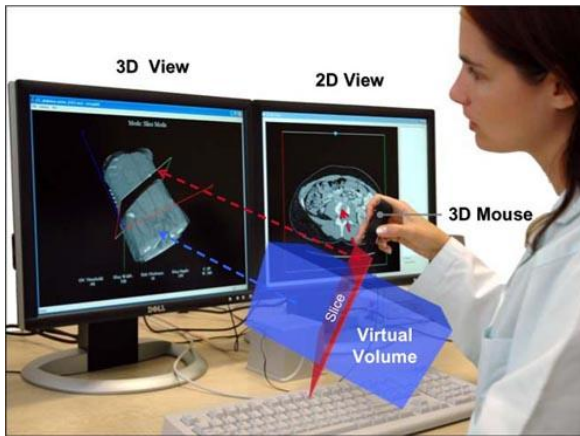


Şekil 4.17.3B Modelleme Programlarında Yapılan Tasarım [42]



Şekil 4.18. Panini Design Computation, Italy, Hamide Yiğit, 2007

3B Fareler



Şekil 4.19. 3B fare kullanımı [43]

3B fareler, tasarımcı çizim ve modelleme yaparken, sahnelerde rahatlıkla pan, zoom ve döndürme yapılabilir. Bu donanımlarda bulunan uyarlamalı algılama teknolojisi, kullanıcının hangi tasarım- uygulama modunda olduğunu algılar ve kullanılabilir işlevleri otomatik olarak kolay okunur bir LCD ekranda görüntülenir. Gezinmeye daha az, düzenlemeye daha fazla zaman ayırmayı sağlayacak elverişli tek dokunmalı erişim için, sık kullanılan komutlar hızlı tuşa kaydedilebilir.

Dokunmatik Ekranlar



Resim 4.8. Dokunmatik ekran kullanımı [44].

Bu teknoloji dokunmaya duyarlı bir ekranın üzerine herhangi bir araç kullanmadan komut verebilme imkânı sağlayan bir donanımdır. Dokunmatik ekranlar ile butonlar, pencereler arasında rahat geçiş yapmak, el yazısı ile metin girdisi veya grafik programları ile hızlı çizimler yapmak mümkündür. Sanal klavyesiyle ile ekrana çıkan klavyeye dokunarak, normal tuşlu klavye ile yapılan tüm işlemler rahatlıkla ve hızlı bir şekilde yapılabilmektedir.

Çizim Tabletleri



Resim 4.9. Çizim tableti [45]

Diğer adıyla dijitalleştirme tableti, grafik pad, sayısallaştırıcı tablet olarak adlandırılan, fare, iztopu ve diğer giriş cihazlarıyla birlikte veya onların yerine kullanılacak donanımdır. Birbirine bağlı, çizim için düzgün bir alandan oluşan tablet ve entegre çalışan programlanmış kaleminden oluşur. Çubuk, tablet üzerinde kalem gibi hareket ettirilerek bilgisayar ekranında çizim yapmak için kullanılır.

Sanal gerçeklik donanımları

Dokunma hisli donanımlar, sanal kasklar(HMD), BOOM (Binocular Omni Orientation monitor), CAVE, stereoskopik görüntüleme araçları gibi sanal gerçeklik donanımları da tasarımcıya gerçeğe yakın veri sağlaması nedeniyle tasarımı deneyimleme imkânı sağlamaktadır.



Resim 4.10. Sanal gerçeklikte HMD kullanarak oluşturulan simülasyon [44]

3B Yazıcılar

3B yazıcılar, mimarlıkta fiziksel model yapımında hızlı oldukları ve karmaşık geometrik modelleri kolaylıkla oluşturabilme yeteneğine sahiptir. Bu araç yardımıyla tasarımda geliştirilecek yönler belirlenerek, fiziksel modeller tekrar oluşturulabilir. Birçok malzeme seçeneği ile ürün verebilen 3B yazıcılar ile görsellik açısından zengin modeller oluşturulabilir. Birkaç malzemeyi aynı anda kullanabilme özelliği de

bu vizyonu genişletebilir. Mimari modelleme yazılımları ile olan uyumu da mimarlar tarafından tercih edilmesinin önemli bir sebebidir.



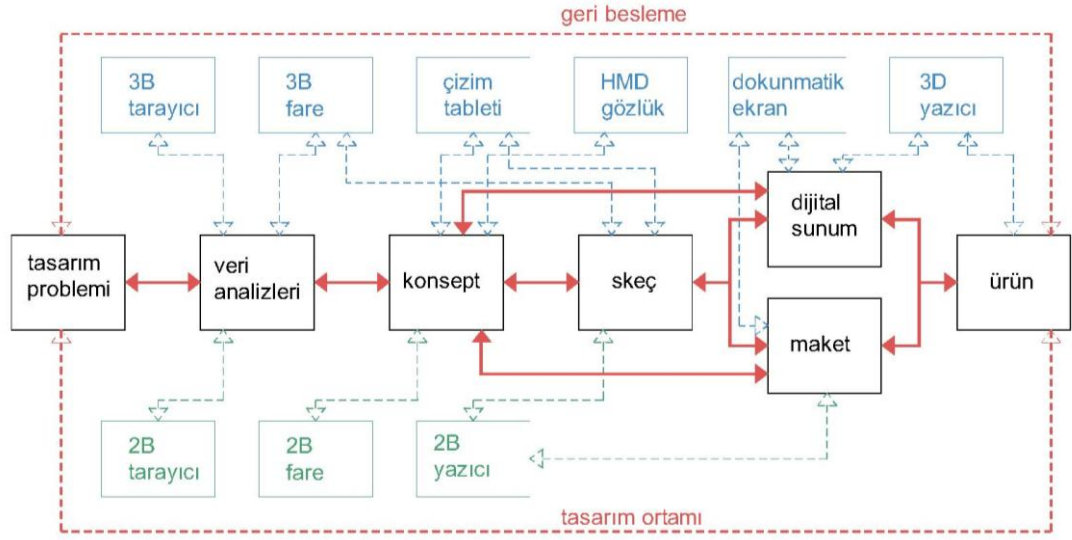
Şekil 4.20. Arup Ofisi tarafından gerçekleştirilen çatı modelleri [44]

3B Tarayıcılar

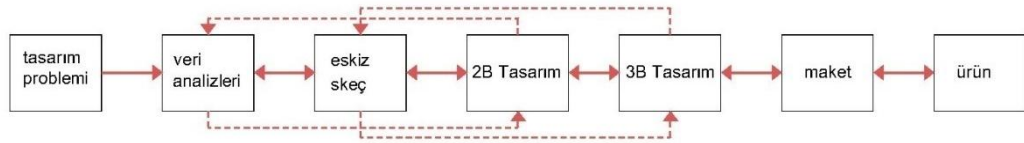
Bir modeli 3B tarama teknikleriyle dijital ortama aktarmak bilgisayar tabanlı üretimin ters kullanıldığı bir yöntemdir. Bu tarama işlemi sonucunda, maketin geometrik verileri nokta bulutu şeklinde belirir. Bu noktalar NURBS eğrilerini ve yüzeylerini oluşturur.

3B tarayıcıların mimarlıkta, belgeleme ve fotogrametrik rölöve, CAD ortamında tarihi ve kültürel mirasın 3B modellenmesi, 3B verinin görselleştirilmesi, elde edilen verilerin yönetilmesi ve CBS ortamına aktarılarak bu verilerin sorgulanması gibi birçok uygulamada kullanılmaktadır.

Son yıllarda kullanılan 3B tarayıcılar ile obje yüzeyinde kısa zaman aralığında yüksek doğruluklu çok yoğun 3B nokta kaydı olanaklı hale gelmiştir. Bu noktalar kullanılarak sayısal veriler üretilebilmekte, 3B modelleme ve görselleştirme yapılabilmektedir. Fotogrametrik yöntemle çizimi ve modellenmesi güç olan objelerde, lazer tarayıcılar önemli kolaylıklar sağlamaktadır.



Şekil 4.21. Dijital tasarlama tekniklerinde kullanılan 3B donanımlar ile oluşturulan mimari tasarım süreci



Şekil 4.22. Geleneksel mimari tasarım süreci

4.3.2. Dijital ortamda geliştirilen malzeme

Bilgisayar teknolojisinin gelişmesiyle, tasarım bilgisayar ortamına taşınmış, yapıyı oluşturan malzeme, yapı sistemi gibi bütün öğeler bu gelişimden etkilenmiştir. Dijital ortamın geliştirdiği olanaklarla günümüz mimarisinde sıra dışı biçimler elde edilebilen yapılarda kullanılan araçlar üzerinde bu esnekliğe izin verebilecek şekilde üreilmeye başlanmış, istenilen formu üretebilmek için malzeme performansları test edilip, çeşitli aşamalardan geçirilip, farklı kompozit birleşimlerle denenip, tasarımın konseptine en yakın biçimsel yansımayı ortaya çıkarabilmek için bilimsel olarak çalışılmaya başlanmıştır.

Formun ana maddesi olan malzemenin sağladığı olanaklar da formun şekil almasında büyük rol oynamıştır. Gelişmiş üretim teknikleri yeni plastikler, metaller ve kompozit malzemeler ile birlikte mimari üretim tekniklerinin dünyasında kendilerine

bir yer açmakta ve bizim prefabrik ya da standartlaşmış yapı elemanları konusundaki fikirlerimizi değiştirmektedir. Günümüzde yeni, çoğunlukla sayısal olarak yönetilen ve yalnızca yapım süreçlerini değil, yapı elemanlarının doğasını, biraraya gelişlerini ve birbirleriyle olan ilişkilerini de değiştiren üretim tekniklerine artan bir ilgi vardır. Mimari ifadede yeni form, yeni malzeme üretimi gelişen malzeme bilimi mimari düşünme tarzını da değiştirdi [46].

Birbirinden farklı özellikteki malzemelerin özelliklerinin bir araya getirildiği kompozit malzemeler, çevresel faktörleri algılayan, tepki veren akıllı malzemeler, ya da çevredeki değişimlere uyum gösterecek şekilde kendini yenileyen malzemeler geliştirilmektedir. Malzeme katmanlarına yerleştirilen optik kablolar ve diğer dijital sistemler malzemeleri bilgi tabanlı sistemlerle entegre edebilmekte ve yapı malzemesi geleceğin önemli bir araştırma alanı olarak gelişmektedir.

Otomotiv, havacılık, gemi ve diğer endüstrilerde de kullanılan kompozit, katmanlı malzemeler, emsalsiz bir formüle edilmiş malzeme özelliği olan dijital kontrollü üretim ile mimari uygulamalar için araştırılıyor [46].

Malzeme bileşenleri üzerine yapılan araştırmalar kimyasal ve fiziksel olarak daha dirençli ve dayanıklı, formu düzenlenebilen, kalıba giren hale getirmiş malzeme performanslarını yükseltmiştir. Bu deneylere örnek olarak alüminyum ile çift eğimli strüktürel kabuklu yeni yollar uygulanmaktadır Londra'daki Future Systems'in yaptığı kıvrımlı hatlara sahip Medya Merkezi, otomotiv havacılık ve gemi üretiminde kullanılan 'gerilmiş deri' yi çağrışım yaptıran alüminyum kabuktan oluşmaktadır.

Fiberglas ise polimerler ve köpükler gibi yapı endüstrisinde nadir kullanılan malzemeler, birçok tipik malzemeden daha avantajlı olduğu için irdeleniyor. Fiberglasın fiziksel karakteristiği kompleks formların elde edilmesi için uygundur. Akışkan mekânları oluşturmak için yumuşak yüzeylerin üretilmesinde kalıp olarak kullanılır [46].

Malzemelerin çeşitli kombinasyonları mimarlık için bütünüyle yeni malzeme açılımları ve tektonik olanaklar sağlamıştır. Cam yüzeyler ve taşıyıcı sistem kolaylıkla modüle edilebilir hale gelmiştir. Örneğin strüktürel poliüretan köpüğün kalıba enjekte edilmesiyle yüksek yoğunluklu rijit paneller elde edilebilmektedir [47]. Son teknikler sadece mimari formları yönlendirmeyi değil aynı zamanda dijital malzemenin heterojen yapısını da ortaya çıkarmıştır. Manuel Delanda'ya göre [7]:

“Form artık solid modellemenin asimile ettiği, strüktürden etkilenen statik bir şey değildir. Dijital malzeme gibi araçların özelliklerinden etkilenmiştir. Etkileşim, modifiye edilebilirlik ve prensiplerin devrimi ile ilişkili olarak üretim aşaması ve olasılıkları gelişmiştir.”

Elektronik ve bilgisayar teknolojisi ortak paydasında buluşan dijital mimari eğilimler mimarlık gündemini yenilemektedir. Parametrik algoritmalarla tanımlanmış karmaşık formlardan oluşan, yazılım ve donanım katmanları ayrı ayrı tasarlanan, çeşitli enformasyon ve iletişim araçları içeren otomasyon kullanılarak üretimi planlanan tasarımlar mimarinin biçimlenmesine yeni bir boyut kazandırmıştır. Dolayısıyla formu oluşturan malzeme bileşeni de bu gelişmeler doğrultusunda ihtiyaçlara cevap vererek çeşitlenmiştir.

Mimarlığın teknolojik gelişmelerle olan ilişkisi değerlendirildiğinde belirli akımlara ya da gruplara ayrılamayacak kadar birbirinin içine giren, pek çok eğilimin homojen olarak bir arada olduğunu görmekteyiz. Bu çoğulcu ortamda, yapım sistemlerinde etkili olan taşıyıcı sistemden malzemeye bir dizi yapı bileşeninin dönüşümü ve sunduğu alternatiflerin yanında farklı alanlardaki teknolojilerin bilgisayar ortamıyla bir arada geliştirdiği sistemlerle beraber tasarlamak eylemi farklı yaklaşımlarla işlenmeye başlamıştır.

Disiplinler arası ilişkiler sayesinde özgür formlar uygulama olanağı bulmakta, geçmişte ütöpik olarak değerlendirilen yapılar gerçeğe dönüşmekte, yeni malzemeler ve teknolojilerle yapı adeta yaşayan bir organizma olarak tasarlanabilmektedir.

Bu çerçevede günümüz çağdaş mimarisinin teknolojiden faydalanan ve dijital ortam katkısıyla geliştirilen malzeme alternatifleri irdelenmiştir.

ETFE

2008 Bejing olimpiyatları için PTW mimarlık firması tarafından tasarlananan *Su K   * adlı,  elik uzay kafes str  kt  r  su kabacıklarının geometrisiyle oynanarak kristalize edilmiş, masif bir dikdörtgen formdan oluşan yapıdadır. *Weaire-Phelan* olarak isimlendirilen, düzensiz 12 be gen ve 2 altıgendenden olmak üzere iki çeşit hücreden oluşan str  kt  r ile mek nsalla mı tır. Str  kt  rel elamanlar arasında kalan boşlukta dış ve i  mekân arasında etilen tetra flor etilen (ETFE) yastık gibi  i irilmiş bir plastik malzeme ile doldurulmuştur. Yapıya etkin bir sera özelliği kazandıran kaplama doğal gün ı ı ının yapıya yüksek oranlarda girmesine ve havuz suyunun ısıtılmasında güneş enerjisinin yararlanılmasına olanak tanımaktadır. Aynı malzeme Alienz Arena’da da kullanılmıştır.



Resim 4.11. Su K    [48]

LiTraCon

Aran Losconzi tarafından keşfedilen yarısaydam beton LiTraCon (Light Transmitting Concrete) betonun içine optik cam liflerinin aynen bir agrega gibi yerleştirilmesiyle oluşmaktadır. Çeşitli ebatlarda bloklar şeklinde üretilen ve ısı yalıtımı da uygulanabilen duvarlar 20 cm ye kadar ı ı ın oranında hiçbir azalmaya neden olmadan ı ı ı geçirebilmekte, basıncı dayanımı betona e de er olduğundan taşıyıcı olarak da kullanılabilmektedir.

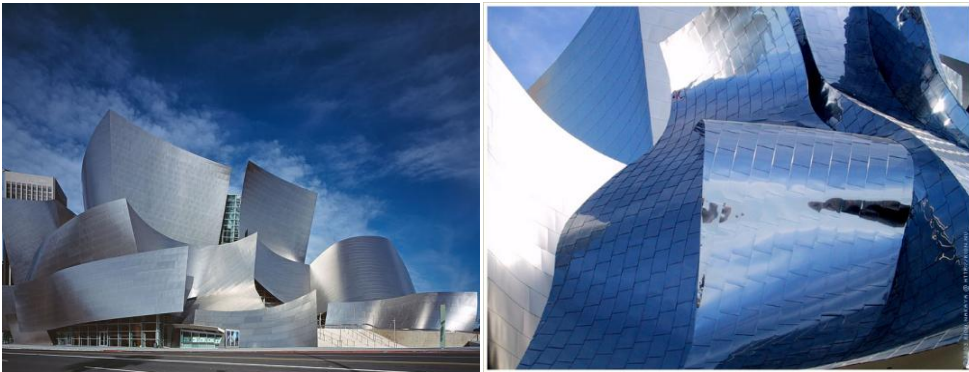


Resim 4.12. LiTraCon [49]

Beton, metal ve ahşap opaklığını yitiriyor. Son birkaç yılda LiTraCon tarafından geliştirilmiş transparan beton ve 3form Inc. Tarafından geliştirilmiş metal ve ahşap paneller görüyoruz. Bu da malzemelerin kimyasal özelliklerini kullanarak davranış kapasitelerini test edip malzemelerin tanıdığımız sınırların dışında yeni etkilerle kullanılabilir olduğunu göstermektedir.

Titanyum

Çelikten daha sağlam, ancak hafif, korozyon dayanımı yüksek bir metal olan ve endüstriyel alanda sıklıkla kullanılan titanyum, mimarlıkta 20 yüzyılın sonlarında iç mekân dekorasyonlarında, çatılarda kullanılmakla birlikte mimarlık gündemine Frank Gehry'nin tasarladığı Bilbao Guggenheim Müzesi ile gelmiştir. Bilgisayar teknolojisi sayesinde kurgulanan strüktürel ağ ve üzerine kaplanan titanyumla oluşturulan organik kabuk, Gehry'nin kendine özgü bir mimari dil kurmasına yardımcı olmuştur.



Resim 4.13. Walt Disney Konse Salonu [50]

Immateryalite

Mekanik paradigmadan elektronik paradigmaya geçiş ile mimarlığa giren yeni bir kavram olan immateryalitedir. Çoklu medyanın, sesin, imajın, metnin mimariye entegrasyonu ve bir reklam panosu şeklinde tasarlanan yapılar, yani dijital imaj giydirilmiş cepheler bu kavramı temsil eder. Film, televizyon, video ve bilgisayar ekranları, ışık, hareket ve bilgiye karşı bir duyarlılık gösteren postmodern toplumda elektronik medyanın güncel strüktürle ve mimarlıkla beraber çalışması, bina kabuğunun bir dönüşümü ile sonuçlanabilmekte ve kabuk gerçek bir projeksiyon ekranına dönüşebilmektedir [49].



Resim 4.14. Toyo Ito, Egg of the Winds, Tokyo, 1991 [49]

Aegis Yüzeyi

Aegis, akışkan bir yüzey elde etmek adına 3B ekranların fiziksel hareketlerinden oluşan, uygulamalı olarak bilgi sistemlerinin yüzeyde dinamik değişkenliklere dönüşmesiyle sınırsız çeşitlilik sağlayan esnek bir mimari yüzeydir. Sistem, kk metal plakalar, elektronik verilerle etkileşime giren kontrollü bileşenlerden oluşur. Yüzey son derece dışa vurumcu bir yaklaşımla tasarlanmış ve organik bir görüntüye sahiptir.



Resim 4.15. Aegis – Decoi [51]

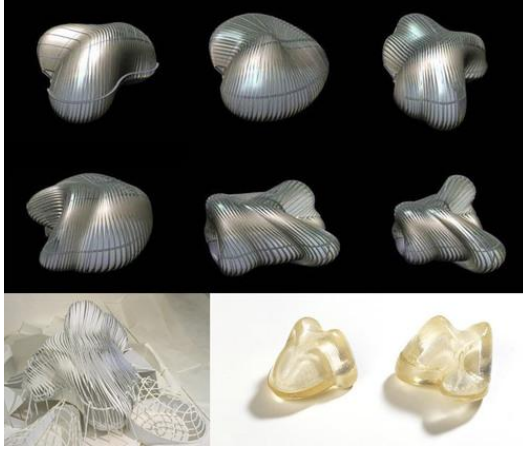
Etkileşimli sistemlerin mekânsal yapılandırma için kullanıldıkları yüzey, 3 boyutlu motiflerin ritm ve grafik olarak yayılması ile yüzeyi 2. boyuttan 3. boyuta geçirmesi ile geçici bir medya aracı olmasını sağlar. Sistem gelişmiş prototipleriyle geniş bir matris olanağı sunar, bilgiyi forma dönüştürür.

Sistem, üretken algoritmik programlar kullanılarak 3 boyutlu birtakım şablonların kopyalanması ile girdilerin grafik ve video görseline dönüşümünü sağlar. Hareket ve ses ile etkileşime geçen ve sayısız kombinasyon ile akışkanlık yaratan bu dijital deniz, aynı zamanda görsel bir enstrüman olarak da kullanılıyor [51].

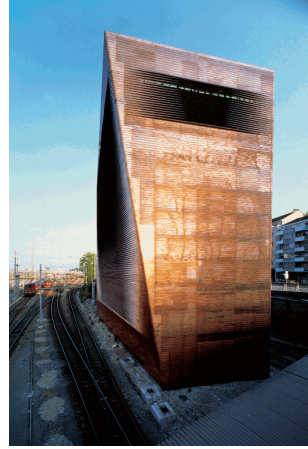
Kabuk Uygulamaları

1990'ların ortalarında kompleks geometriye duyulan hayranlık, yerini kompleks doku ve kalıba dayanan işlenmiş düzensiz yüzey etkilerine bıraktı.

Greg Lynn, binaya ışık ve hava almak için ihtiyaçları karşılayacak şekilde eğimli yüzey üzerinde 'dilimleme' yöntemini kullanarak çeşitli stratejiler geliştirdi. Çizilmiş, dilimlenmiş yüzeyler yumuşak bir ritim, doku, dolu ve boşluklar meydana getiriyor. Herzog& de Meuron'un İsviçre'de Signal Box yapısında olduğu gibi dönen 'dilimlenmiş' kabuk yapısı izleyicinin değişen bakış açısından dolayı dinamik bir efekt sağlamıştır [46].



Şekil 4.23. Greg Lynn's Embryological House



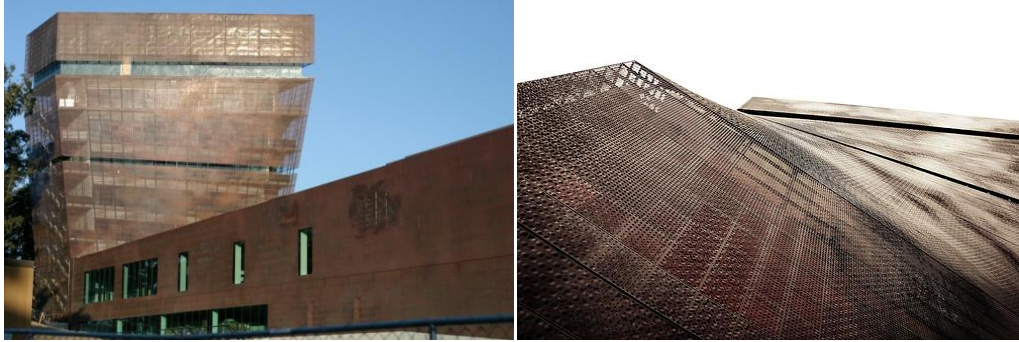
Resim 4.16. Central Signal Box, Basel, Herzog de Meuron, 1999 [22]

LAB Architecture Studio tarafından tasarlanmış *Federation Square* yapısının yüzeyi çarkıfelek bölümlendirilmesindeki gibi farklı ölçeklerde aynı dokuya sahiptir. Kompleks geometrisinden dolayı bilgisayar olmadan tasarlanması mümkün olmayan bir projedir [56].



Resim 4.17. Federation Square [57]

Dijital tasarımın ve kabuğa perforasyonla dokusunu veren dijital tasarımın çağdaş uygulamalardan biri Herzog&de Meuron ve A.Zahner Company işbirliği ile tasarlanan San Francisco'daki Young Museum yapısının 7000 farklı bakır panelden oluşan yüzeyidir [46].



Resim 4.18. Young Museum, San Francisco, Herzog de Meuren [54]

Thorn Faulders tarafından San Francisco'daki 'Boulevard Housing' yarışmasında *Chromogenic Dwelling* önerisinde ise birbirine bağlanmış kristal cam paneller hesaplanarak kontrol ediliyor ve farklı şeffaf ve opak çok çeşitli dokular oluşturulabiliyor. Elektrokromik cam, masif ve boşluk olan dokuyu bina kullanıcıları tarafından iklim, ışık efekti ve özel ihtiyaçlarına göre opak ve saydamlığını değiştirmek için kullanılması düşünülmüştür.



Şekil 4.24. Chromogenic Dwelling [55]

Özet olarak, tasarımcılar ve araştırmacılar, yapılar çevresel durumlara cevap verebilsin diye, yeni malzeme ve yeni davranışlar keşfetmek için doğadan esinleniyorlar [46].

Yarısaydam Metal Paneller

Los Angeles'daki *Sunset Boutique* yapısının Patterns ve 3 Form işbirliği ile tasarlanan cephesi panel fabrikasyonu sıcaklıkla form verme, strüktürel tasarım, üretim ve destek sistemlerle montajı modele bağlıdır.

Yapının tasarım aşaması şöyle anlatılıyor:Proje orjinalinde üretilmiş monolitik metal panellerle tasarlanmıştır. Metalik görünüş sağlayabilen paneller düşülmüştür ve fabrikasyon paneller için laminasyon, baskı ve kaplama gibi teknolojiler kullanan *3form* ile çalışıldı. Gerçek metal görünüşü sağlamak için kalıptan çıkarılma aşamasında panellerin içine alüminyum madde katılmıştır. Bir sonraki aşama ise yapının ışık geçirme ihtiyacına göre pigmentasyonunu tanımlamak oldu. Metal solüsyon yandığında transparan, yanmadığı zaman metal görünümlü oluyor [46].



Resim 4.19. Sunset Boutique Facade, LosAngeles, Patterns, 2007 [58]

Sunset Boutique projesi *3form* ‘un sadece tasarım sürecinde işbirliği yaparak değil, bunun yanında projenin cephesinin dijital olarak üretilmesinde, araziye götürülmesi, takılması aşamasına dâhil olduğu yenilikçi bir projelerdir [46].

Rosetta Paneli

Elkus Manfredi tarafından, 2007 yılında Massachusetts’de tasarlanan Neiman Marcus Mağazası, bir kutu üzerine kadın eşarbyı sarma fikrinden ortaya çıkmıştır. Pro-Engineer programı kullanılarak parametrik model oluşturulmuştur. Program, malzemedeki eğimin bir diğeriyle olan ilişkisini ve farklı açıdaki alanları göstermiştir.



Resim 4.20. Neiman Marcus Store [46]

Yapının etrafını saran metal şerit 410 ft (124.96 m)uzunluğunda ve 40 ft (12.19 m) yüksekliğindedir. Bu metal paneller yapının etrafını saracak şekilde 70adet 9ft (2.74) uzunluğunda 40 ft yüksekliğinde yerleştirilmiştir. Her birinin imalatı farklı olan ‘Rosetta’ paneli algoritma kullanılarak üretilmiştir [46].

Malzemenin davranışı önemli bir faktördür. Metal yüzeyi eğimli şekillendirilirken, metalin anisotropik özelliğinden dolayı, bir kâğıt şeridi gibi şekillendirilemez. Metal şeridi önce ısıtma daha sonra da soğutma işlemi yapılarak şekil verilir. Metalin hangi şekli alacağı her zaman tahmin edilemeyebilir. Paneller yerleştirilirken sabitlendiği noktaları tam olarak uygulamak için 3 boyutlu model üzerindeki x, y, z koordinatlarından belirlenmiştir [46].

4.3.3. Dijital ortamda geliştirilen strüktür

Gelişen teknolojiyle, dijital ortamda tasarlanan sıra dışı özgür formlar, yeni yapım sistemleriyle artık yapılabilir hale gelmiştir. Taşıyıcı sistem, ilk olarak Le Corbusier ‘in serbest plan kavramıyla plan kurgusundan ayrı çalışmaya başlamıştır. Çağdaş mimaride ise yapı strüktürü özgün kabukla özdeşleşerek hem taşıyıcı hem de sıra dışı form üreterek bir adım daha ileri gitmiştir. Geniş açıklıklar, özgün strüktür çerçeveleri, sayısal ortamın sağladığı hesaplamalar sayesinde, rijit bir şekilde inşa edilebilir şekilde çözülebilmektedir. Yapı strüktürü, çeliğin ve betonarmenin sağladığı esneklik ile hesaplamalar doğrultusunda gerekli kalınlık ve ebatlarda oluşturulabilmektedir. Yapı kabuğu strüktürden bağımsız değil, hem taşıyıcı hem de yapıyı oluşturan bir karakterde tasarlanmaktadır.

Geçen on yıldır mimarlıkta kompleks formlar, karmaşık eklemlenmiş yüzeyler ve ancak dijital teknolojinin olanaklarıyla yapılması mümkün olan strüktürler görüyoruz. Dijital teknolojinin tasarım, analiz ve üretime getirdiği avantajlar, sadece mimarlığın disiplin ve pratiğinde değil, yapı endüstrisinin bütün disiplinlerinde ve profesyonel strüktürde gözle görülür bir etki yaratmıştır [46].

Dijital ortamın sağladığı imkânlarla hesaplamalar sonucu kompleks, eğrisel, formların da inşa edilebilir olduğu görülmüş bu da tasarıma yeni kapılar açmıştır. Formun ayakta durmasını sağlayan yapı sistemi gelişen mühendislik teknolojisiyle hayal gücümüzün sınırlarını genişletmiş, biçimin sonsuz alternatifle var olabileceğini bize göstermiştir.

Oluşan kompleks form, doku, yüzey ve strüktürün sayısal potansiyeli tükenmez olduğu görülüyor. Malzeme, şekil ve formun kompleksliğine saygı duyarak fabrikasyon teknolojilerinin dijital ifadesinin kusursuzluğu giderek artıyor. Standardizasyondan kurtulmak sadece yeni limitlerin ne olacağı değil aynı zamanda bu yeni form ve malzeme anlayışının yarattığı etkilerin nerde son bulacağı sorusunu da ortaya çıkarmaktadır [46].

Brookes strüktür analizinde dijital ortam gerekliliğini şöyle belirtmiştir [56]:

“... insan her zaman inşa biçimine doğru karar veremez. Bu nedenle erken aşamada bilgisayar analizlerine başvurmak gerekir.”

Dijital ortamın strüktür tasarımı açısından avantaj sağladığı noktalar:

- Strüktür şeklini üretir.
- Strüktürün değişen ortam koşullarında davranışlarını test eder.
- Her bir bileşenin geometrisini tanımlayıp üreten ve diğer bileşenlerle montajını doğru şekilde olmasını sağlar.

Bilgisayar teknolojisindeki en büyük uygulama strüktürel analizde olmuştur. Mühendisler ve mimarlar tasarımın detaylarını ve birleşim yerlerini modelleyebiliyorlar böylece fiziksel olarak tasarımın ne olduğu görülebiliyor.

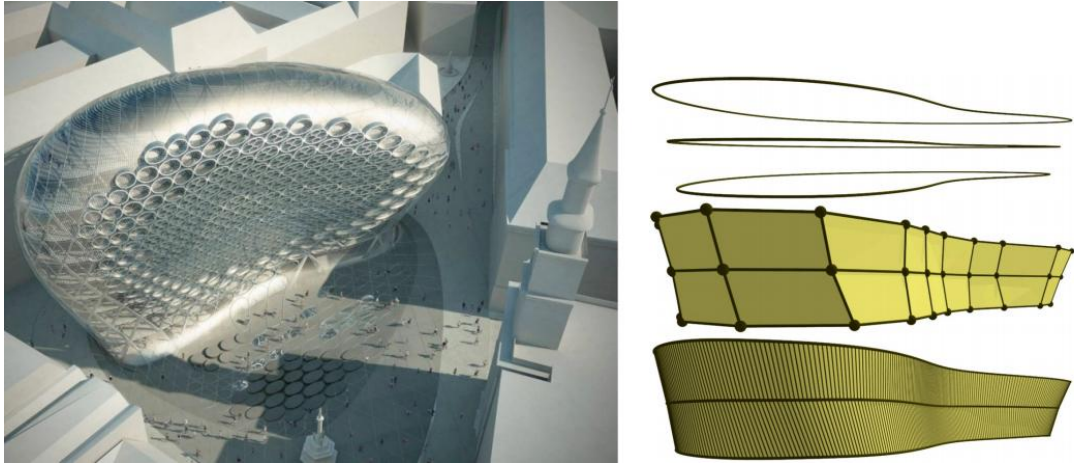
Sisteme yüklenecek ve otomatik olarak analitik çıktı sağlayan strüktür analizi için eşitlikler gerekir. Yer değiştirme, yükler, kesme mukavemeti ve momentler bunlardan birkaç tanesidir. Bilgisayar teknolojisi tüm bu verileri kullanarak hesaplamalar sonucunda hiçbir risk faktörü olmaksızın her türlü kompleks formu ve karmaşık strüktürü gerçekleştirebilme olanağına sahiptir [56].

Frank Gehry'nin öncülük ettiği, otomotiv ve uçak endüstrisinde kullanılan dijital teknoloji mimari tasarım ve konstrüksiyona da yön vermiştir. Mimari uygulama, estetik, statik ve üretim teknolojileri endüstrilerini geliştirmiştir. Metal ile bir araba iskeletine şekil verebilebildiğini görmek, mimari tasarımda da kompleks geometrik serbest formların yapılabileceğini göstermiştir.

Dijital tabanlı teknoloji ve teknikler mimarlıkta yeni mekânsal ve formsal olanaklarla tanıştı. Bu dijital teknoloji çağdaş mimarlıkta yeni araştırma alanlarına yönlendirdi. Amaçlardan biri kıvrımlı yüzeyleri tek seferde oluşturabilmek, ikincisi dijital sanatla oluşturulan düzensiz iki ve üç boyutlu kalıp ve dokunun ürün haline gelmesi üçüncüsü ise kabuk, strüktür ve dokunun birimini bulmaktır [46].



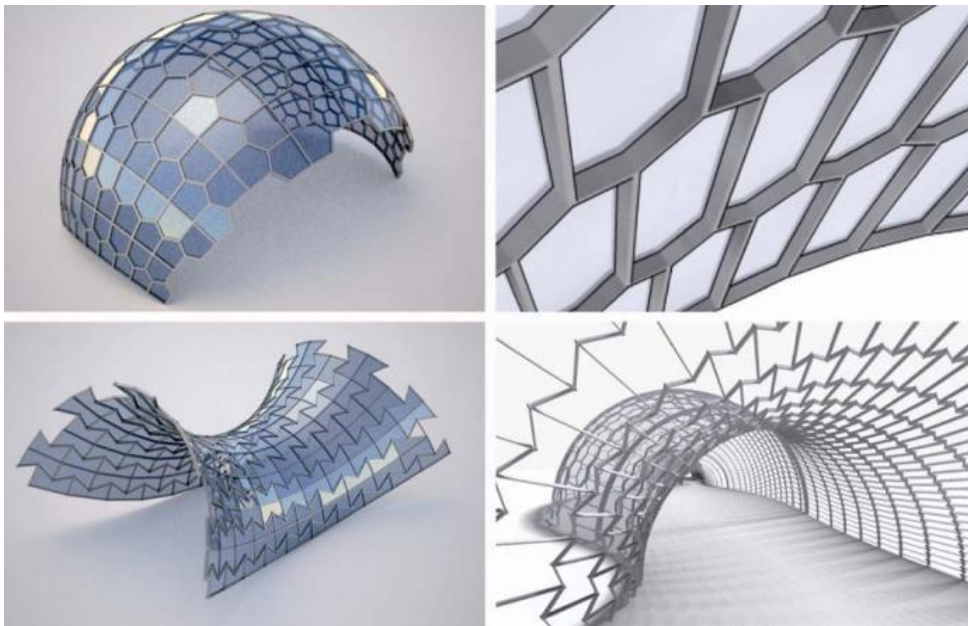
Resim 4.21. Eğrisel yüzey segmentasyonu: soldan sağa: düz paneller (Mur- insel, Graz), tek taraflı eğrisel paneller (TGV Tren İstasyonu, Strasbourg), çift taraflı eğrisel paneller (St. Lazaire metro istasyonu, Paris) [59]



Şekil 4.25. Szervita Meydanı, ZahaHadid, Budapeşte [59]

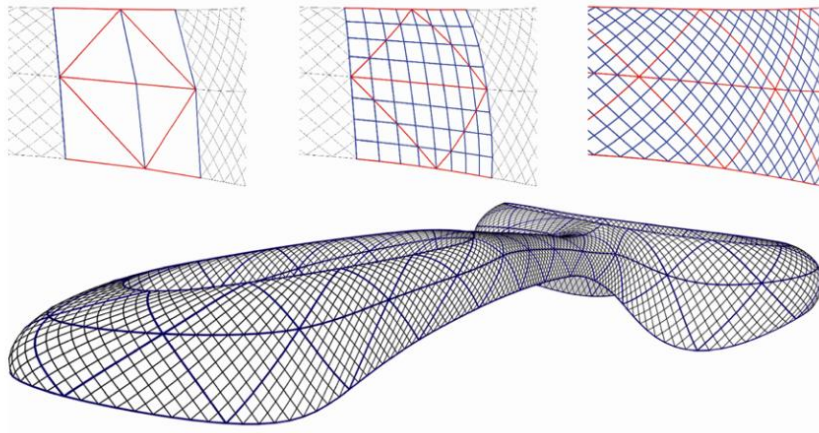
Zaha Hadid Architects tarafından Budapeşte’de tasarlanan Szervita Meydanı modelleme programında hazırlanan kesitlerinde görüldüğü üzere 3 kat düzlemi için oluşturulan izi saran D-şerit modelinden oluşan kabukla şekillenmiştir.

D-şerit sarma modelinin inşa edilebilmesi için karma çok katmanlı yapım sistemi kullanılır. Program vasıtasıyla yapılan mesh model yapının basit strüktürünü ortaya çıkarır. Bunun üzerine gelen diğer katmanlar kabuğu oluşturur.



Şekil 4.26. Eğrisel geometrik form strüktür çözümleri [60]

Dijital araçlar tasarım ve yapım arasında köprü vazifesi görüp hesaplamalar ve sayısal verilerle uygulanabilir hale gelmiştir. Özellikle büyük yüzeyler için doku panellerinin üretiminde sadece estetik değil aynı zamanda malzeme ve üretim kısıtlamaları da etkilidir. İlk defa Buckminster-Fuller'in geodezik domunda kullanılan segmentasyon algoritmaları, tasarımı hayata geçirirken strüktür için geometrik çözümün bir parçası olmuştur.

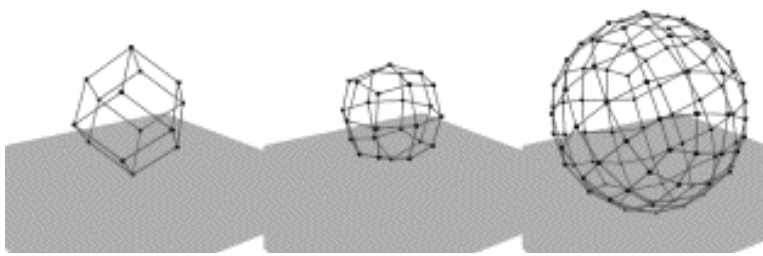


Şekil 4.27. Yas Adası Marina Oteli Strüktür Modeli [60]

Yas Adası Marina Oteli için (Asymptote Architecture, Abu Dhabi, yarışma,2009) düşünülen strüktürü gensel bir makro strüktürdür. Kirişlerin geometrik hesaplamaları ve optimizasyonu Evolute, Gehry Technologies and Waagner Biro tarafından geliştirilen tasarım için şu yollar izlenmiştir: segmentasyon için dörtgen bir mesh oluşturulmuştur, daha sonra bu mesh diyagonal yerleşim ile üçgensel makrostrüktür içine tüm yüzeyi kapatacak şekilde yerleştirilmiştir.

Dijital ortam vasıtasıyla yapı strüktüründeki gelişmelerin mimaride hangi aşamaya geldiğini örneklerle açıklamak gerekirse Swissbau Pavyonu bunlardan biri sayılabilir. CAAD grubu tarafından 2005 yılında Zürih'te sergi için yapılmıştır. Yüzeyine dik yerleştirilmiş 320 çerçeve içeren 4 m çapındaki küre formundan oluşmaktadır. Bu uyarlanabilir geometriyi üretmek, küre üzerinde şu basit kuralları takip etmeyi gerektirir. Her çerçeve kendi genişlik ve açısını optimize ederken kenarların açıklıklara hizalanması denenir.

Üretim için, geometri, bütün çerçevelerin ve bağlantı yerlerinin detayının en ince ayrıntısına kadar kodlandığı, CAD modele aktarıldı. Bütün bileşenler otomatik olarak numaralandırıldı, frezeleme yapılan OSB üzerinde belirlendi. Bütün parçaların CNC–frezeleme ile üretimini kontrol eden G_Kodu bütün panolar için üretildi. Bu kod panolar üzerinde eşit olmayan deliklerin açılmasını tanımlamak için gereken bilgiyi içermektedir.



Şekil 4.28. Konfigürasyon ve Mesh Geliştirmeye Başlama



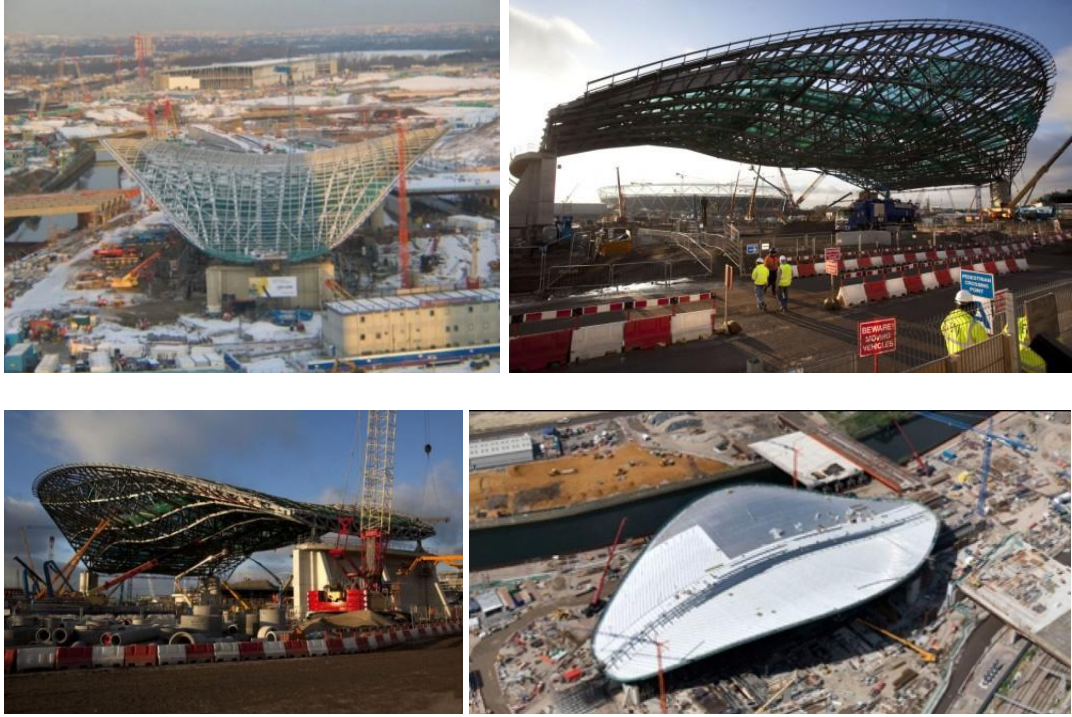
Resim 4.22. Monte Edilmiş Pavilyon [61]



Resim 4.23. Aquatic Center, Zaha Hadid, 2011, London [62]

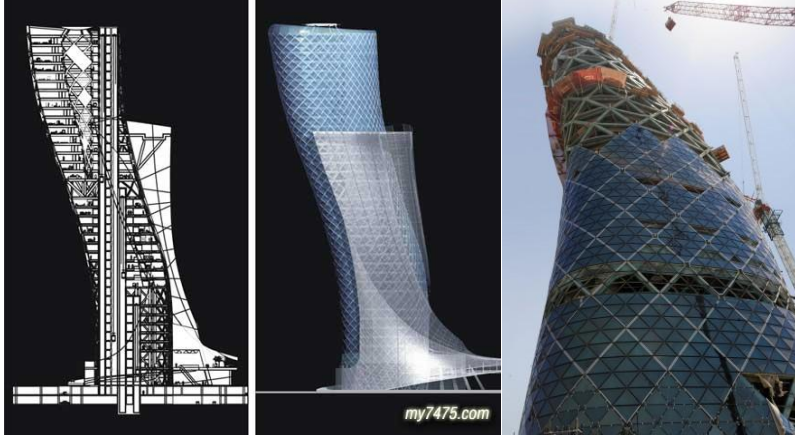
Halen yapılmakta olan ve 2011 de bitmesi planlanan, Zaha Hadid tarafından tasarlanan, Londra Olimpik Park'taki *Aquatic Center*, 160 m dalga biçimindeki çatı strüktürüyle, kompleks mühendislik ve konstrüksiyonuyla meydan okuyan bir karakterdedir. Su sporlarına ev sahipliği yapacak olan tasarım suyun dalga hareketinden esinlenilerek tasarlanmıştır. Londra 2012 Olimpiyat oyunları için hazırlanacak olan *Aquatic Center* havuz üzeri aynı aksta devam eden bir çatıyla kapatılmıştır. Formu izleyicilerinin görüş açılarına göre şekillenmiştir. Parabolik arkların strüktürünü oluşturmak için çift yönlü eğimli geometri kullanılarak eşsiz karakterdeki çatı üretilmiştir. Bu ancak dijital araçların yardımıyla hesaplanabilir bir durumdur. 3000 ton ağırlığındaki devasa çelik kafesler, yarış ve dalış havuzlarının

aktivitelerine olanak sağlayan mekân oluşturmak için, sadece 3 betonarme destek üzerine oturtulmuştur [63].



Resim 4.24. Aquatic Center, yapım aşaması fotoğrafları [62]

RMJM grubu tarafından tasarlanan, 18 derece batı yönünde eğikliğe sahip, Abu Dhabi’de yapım aşamasının yarısında olan Capital Gate, 2010’da insan eliyle yapılan en yüksek eğikliğe sahip yapı olarak Guinness rekorlar kitabına girmiştir. Bu eğimi sağlamak için merkez çekirdek etrafında zıt yönde eğim verilmiştir. Kısmen ön gerilmeli eliptik beton çekirdek etrafına diagrid çelik konstrüksiyonlu kabuk yapılmıştır. Yekpare eşmerkezli olmayan ölü ağırlığa sahiptir.



Resim 4.25. Capital Gate, RMJM, Hyatt, Abu Dhabi, 2009 [64]

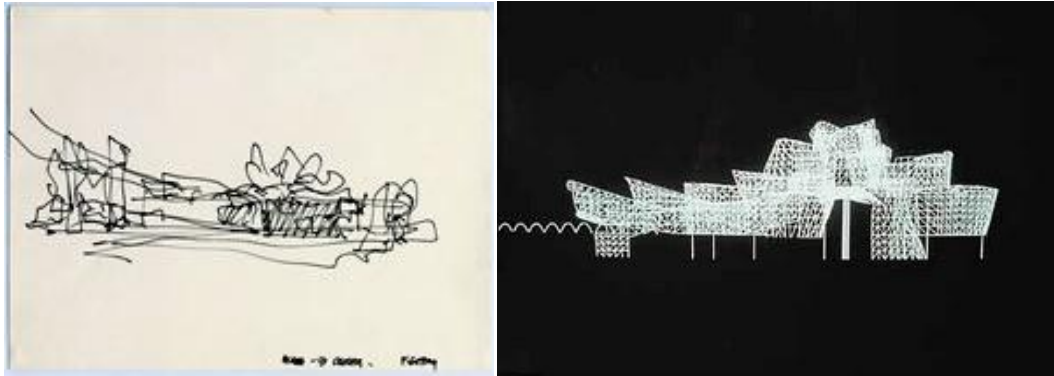
Strüktür tasarımında hızlı ve güvenli sonuç almak için TeklaStructures adında bir çeşit taşıyıcı modelleme programı kullanılmıştır. Yapının amacına ulaşması için ETABS ve DIANA içeren yazılımlar kullanan analiz uzmanları şu konularda çalışmışlardır:

- Kulenin her kat için çekme- gerilme kuvvetlerinin analizini içeren FE modelinin geliştirilmesi
- 3B dışbükey geometrisinin hesaplanması-kritik noktaların özellikle de asansörlerin gözden geçirilmesi
- Olabilecek çatlama ve parçalanmayı kontrol etmek için beton çekirdeğin dikey geriliminin tasarlanması
- Konstrüksiyon simülasyonunu oluşturmak için yüksek seviyede veri sağlayan yazılımların geliştirilmesi

4.4. Tasarım İfade Etme Şeklinin Değişmesi

Zihindeki kavramsal düşünceyi somutlaştırma aşamasına gelindiğinde ifade teknikleri devreye girer. Bunun için çeşitli görsel anlatım teknikleri kullanılır. Düşünüleni çizim olarak aktarmak görselleştirerek somutlaştırmanın bir yoludur. Bu yolla tasarımcı, zihnindekileri ve tasarım süreci içinde değişime uğrayan fikirleri ortaya koyar.

Geleneksel tasarımda el ile çizim ya da tasarımı iki boyutlu olarak ifade etmenin yerini, kendimizi içinde hissedebilecek kadar gerçekçi simüle edilebilen görselleştirme ortamına bırakmıştır. Artık mimarlar, tasarımı ifade ederken ürünü, plan, kesit, ön arka yan görünüşler olarak iki boyutlu sunmanın yetersiz kaldığını ve tasarımın zaman, süreklilik, etki gibi kavramlarla beraber oluştuğunu görmüşlerdir.

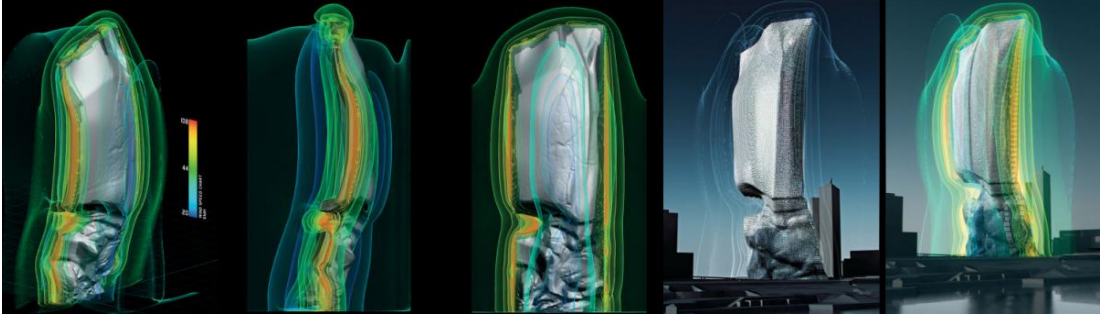


Şekil 4.29. Gehry, Bilbao, skeç ve program ile tasarımın ifade şeklinin karşılaştırılması [65]

Mimariye entegre edilen üç boyut teknolojisiyle tasarlanan form gerçekçilik ve hassaslıkla her açısıyla, önceden görülebilen, etkisi anlaşılabilen bir tasarım ortamı oluşturma olanağı getirmiştir. Dijital görselleştirme teknikleri, üç boyut ifadesi ile mekân algısı, ölçek, doku, gölge, yansıma, ışık gibi gerçekçi girdileri ifade etmede daha başarılı sonuçlar vermekte ve daha fazla bilginin interaktif olarak edinilmesi sağlanmaktadır. Mimari imaj, iki boyutlu statik sunum tarzından üç boyutlu çok yönlü yapım tarzına doğru yönelmiştir [7].

Yapıların sanal gerçeklik teknolojisinden yararlanarak üç boyutlu olarak görselleştirilmesi, zaman boyutunun tasarıma katılarak animasyon ile ifade edilmesi, algılamayı kolaylaştırmakta, içinde ya da çevresinde dolaşabilme ve tasarım hatalarını simüle edilen ortamda fark edip düzeltebilme olanaklarını zenginleştirmektedir. Sayısal tasarım teknolojileri ile geliştirilen tasarımın 3B modeli hızlı prototipleme teknikleriyle kısa bir sürede üretilebilmektedir. Ayrıca bilgisayar yardımıyla yapılan gün ışığı, enerji, strüktürel yükler gibi teknik konulardaki canlandırmalarla tasarımla ilgili öngörüş kazanılmaktadır. Simülasyon yazılımları

yardımıyla tasarımların işlerliğini boyutlar, ısı, akustik, ışık gibi çevre faktörlerine göre değerlendirme yapma olanağı getirmiştir. Dolayısıyla dijital ortam sadece görsel sunumu desteklemek amacıyla değil formların gelişimi ve dönüşümünü sağlayan bir araç olarak kullanılmaktadır.



Şekil 4.30. Damjan Minovski (Studio Prix, University of Applied Arts, Vienna), Power Highrise, Vienna, 2009 [66]

Viyana’da Wolf Prix,in öğrencileri tarafından tasarlanan bu yüksek rijit plaka yapının etrafından elde edilen farklı veri katmanlarıyla dönüşüme uğramıştır. Rüzgâr hızı ve bina yüzeyindeki türbülansı, strüktürel yük, güneş etkisi gibi veriler imaj formatında depolanmış ve piksel tabanlı operasyonlarla filtrelenmiştir. Yapılan geridönüşlerle parametre ve sonuçların değişmesiyle, toplanan veriler yapının son şeklini tanımlamaktadır [66].

Zaha Hadid’in şekilde gösterilen proje sunumu da ifade şeklinin gösterdiği dönüşümü yansıtmaktadır.



Şekil 4.31. Zaha Hadid, Kraliyet koleksiyonu için yaptığı müzenin ifade şekli, Madrid, İspanya, 1999 [67]

5. SONUÇ

Her türlü etkileşime açık olan,kendini sürekli yenileyip dönüştüren mimarlık şimdilerde nereye gidiyor sorusunu yönelttiğimizde cevap elbette ki bilgi çağının getirdiği gelişen teknoloji ile dijital tasarım ortamını akla getirir. Artık mimarlık sınırlarını zorlayarak, her alanda üretilen verileri kullanarak sınırlarının nereye varacağı belli olmayan bir tarafa yönelmiştir. Bilgisayar destekli tasarım ve yazılım araçları, tasarım tektoniği yani yapma şekli açısından bir kırılma noktası olmuş, tasarlama eylemi farklı boyutlar kazanmıştır. Dik açılar, asal geometrik formlar, oran, stil, tip gibi klasik mimari anlayışı yerini son yirmi yıldır bilgisayar sistematığının bize öğrettiği algoritma, parametrik tasarım, performans, kompleks geometri, blob, evrimsel sistemler ve dijital teknoloji ile gerçekleştirebilecek akıcı, dinamik, interaktif, arayüz gibi kavramlara bırakmıştır.

“Blob

Enerji: hesaplama, matematikve teorinin avantajlarını kullanmak

Hareket: akıcılık, asimetri, biyomorfizm, strüktürel dinamikler, çeşitlilik

Box

Enerji: ortogonalliğin sezgiselliğinden yararlanma

Hareket: oran, altın oran, evrensellik, kesinlik

Blob kazanır çünkü güçlüdür.

...yapmak istediği gibi. O istediği ne varsa elde eder çünkü dijital gerçeklikte yaşıyor [68].”

OMA'nın *Content* adlı kitabından alınan bu bölüm, dijitalin hayatımıza ve mimarlığa kendi gücüyle nasıl yön verdiği ve bize yeni bir pencereden bakmayı öğrettiğinin göstergesidir. Dijital ortam her anlamda olduğu gibi mimarlıkta da yer edinmiştir. Artık mimarlar tasarımlarını el çizimiyle kâğıt kalem kullanarak değil bilgisayar ekranı üzerinden veri değerlendirerek yapmaktadır.Yani dijital, mimarlığın tasarım anlayışını ve tektoniğini eski düzeninden kopararak onu dönüştürmüştür.

Mimaride dijital tabanlı yazılım araçlarının sağladığı olanaklar ile tasarım yapma şekli yani tektoniği değişmiştir. Şimdiye kadar zihnimizde yer eden tasarım anlayışı ve kavrama biçimi farklılaşmıştır. Araştırma içinde verilen örneklerde görüldüğü gibi

değişen bu anlayış bir '*temsil aracı*' olarak görülen dijital aygıtların, günümüzde '*tasarım ortamı*' olarak değerlendirildiğini göstermektedir. Dijital tasarım ve üretim imkânları, mimarlara yeni bir algılama ve kavrama şekli, tasarım ortamı ve üretim modeli oluşturmuştur. Tasarım normatif ve statik olmanın yerine farklı alternatiflerin denendiği, çeşitliliğin olduğu dinamik bir dönüşüm geçirmiştir. Bu dönüşüm tasarımın her aşamasında gelişen geniş kapsamlı bir harekettir.

Tasarım sürecinde diğer alanlarla organize olma durumu gelişmiş, tasarım artık disiplinlerarası senkronize gelişen karma bir etkileşim ürünü olmuştur. Bu, dijital bilgi dünyasında '*çizgisel olmayan*' (non-linear) olarak tanımladığımız şeyi oluşturur. Tasarım ve üretim süreci tıpkı zanaatkarın tasarlama sürecinde olduğu gibi birlikte ilerleyip eşzamanlı gelişmektedir.

Dijital ortamda yapılan tasarımda, standart CAD çizim programlarının yanı sıra endüstriyel tasarım, film endüstrisi, gemi ve uçak tasarımı gibi sektörlerde kullanılan programlar ve üretim sistemleri model alınmakta; mimari tasarımın alt disiplinleriyle etkileşiminin artmasının yanında diğer tasarım alanlarıyla da ilişkilendiği gözlenmektedir. Böylece tasarım her türlü verinin kullanılmasıyla çok katmanlı hale gelmiştir.

Bilgisayarın sayısal ve algoritmik yapısı tasarım stratejisinin oluşturulmasında, analiz aşamalarında, performans testlerinde ve tasarım sürecinde yeni olanaklar sunmaktadır. Dijital teknolojiler, mimari tasarım, parametrik tasarım, izomorfik tasarım, animasyona dayalı tasarım, performans dayalı tasarım, metamorfik tasarım, evrimsel sistemlere dayalı tasarım gibi yöntemleri kapsayan üretim stratejisi olarak tanımlanmasını sağlamıştır.

Dijital ortamda temsil, tasarım ve üretim imkânları mimarlara yeni bir görme aracı, tasarım ortamı ve üretim modeli sunmaktadır. Tasarım öncelikle zihinde düşünme, fikir edinme, kurgu oluşturma ile başlar. Tasarım sürecinde mimar zihnindekileri temsiller aracılığıyla görsel bir dile çevirir ve bu dil aracılığıyla düşünür. Bu kavramsal süreçte dijital tasarım araçları sadece temsil etme görevinde değil sayısal

sistematik dili ile tasarıma yön veren bir pozisyonudur. Bu dili kavrayan tasarımcının zihninde oluşan kurgu geleneksel tasarım yöntemini kullanan tasarımcıya göre çok daha farklı ve alternatiflidir.

Dijital ortamın sağladığı olanaklar, getirdiği yeni tasarlama biçimiyle beraber alternatifli tasarım ve yüksek performanslı tasarım üretmenin yanı sıra en belirgin olarak tasarımın görünen yüzü formda kendini göstermiştir. Öklid geometrisinin dışına çıkılabilmiş, NURBS ile eğrisel, kompleks her türlü geometrinin verileri tasarıma katılması sağlanabilmektedir. Topolojik, eğrisel geometriler de hem bilgisayar ortamında hem de inşa ederken öklid geometriler kadar kolay üretilebilir hale gelmiştir. Yapı kabuğu strüktürden bağımsızlaşmadan, hem taşıyıcı hem de yapıyı oluşturan bir karakterde tasarlanabilmektedir. Bazen dijital ortam, mimarın öngörmediği biçimde alternatifler türetebilir. Dolayısıyla tasarımda ‘form yapma’nın yerini ‘form bulma ‘ eylemine bıraktığı söylenebilir.

Form sınırları zorlayan, sıra dışı, esnek, dinamik, özgür bir hale gelmiştir. Formda kendini gösteren bu özgürlük malzeme ve yapı sistemi teknolojisini zorlamış tasarımcının ufku genişleten çözümler üretmiştir. İstenilen formu üretebilmek için malzeme performansları test edilip, çeşitli aşamalardan geçirilip, farklı birleşimlerle kompozit halleri denenip, tasarımın konseptine en yakın biçimsel yansımayı ortaya çıkarabilmek için bilimsel olarak çalışılmaya başlanmıştır. Analog süreçlerin yerini alan dijital ortam ile ortagonal geometri tabusunun yok olduğu, biçimsel kısıtın olmadığı kompleks geometrik formlara sahip, mühendislik problemleri içeren tasarımlar ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle tasarımcı bu problemleri çözebilecek ön bilgiye sahip olmalıdır.

Tasarım aşamasının merkezini oluşturan metotlar, araçlar ve teknikler geleneksel tasarım teorilerine meydan okuyarak gelişmiştir. Bu çalışmalar algılama veya yorumlama ile değil, insan aklının tasarım ifadesi için kullanabileceği yeni yöntemler ile ilişkilidir. Dijital tasarım medyasının daha kompleks birçok yazılım bilgisine ve kodlama dilini kullanmasıyla yeni üretim teknikleri oluşmuştur. Bu gelişme, tasarım yaparken parametrik sistemleri kontrol edebilmeyi gerektirir. Tasarımcının, dijital

araç yapıcı olarak tanımlanması, dijital tasarım araçlarını onların özelleşmiş bilgisiyyle yön verip organize etmesiyle olur. Bu bilginin tek kaynak haline gelmesiyle bütün tasarım alanlarının bulunduğu ortak bu platformda dijital tasarım teknolojilerini kullanan mimar bir orkestra şefi kimliğindedir. Çünkü mimarlık artık birçok veriyi barındıran bir ortam olarak değerlendirilmektedir. Performatif etkenler, tasarımcının bugünün dijital tasarım ortamına adapte olması durumunu ortaya çıkarmıştır.

Bu anlamda tasarımcının ilk olarak düşünce ile oluşum arasındaki ilişkinin sistematik bir şekilde kurduğu eğitim ortamı olan stüdyoların doğrudan pratik ile yapılması ve bu pratiğin de aynı şekilde yaratıcı düşünme ve soyutlamanın geliştirilmesine yönelik olması yeniliklere açık olması gerekmektedir.

Türkiye ve dünyadaki dijital ortamın sağladığı olanaklarla yürütülen stüdyo çalışmalarında (Ek-1) öğrencilere tasarlarken hayal güçlerini oldukça geniş tutabilecekleri, düşündüklerini simüle edebildikleri ve anında model olarak dijital fabrikasyon yöntemiyle elde edebilecekleri tasarım ve üretimin homojen ilerlediği bir ortam sağlanmaktadır. Yazılımların düşünce biçimine uyum sağlaması, alternatif açılımlar denemek, performans verilerini kullanmak, parametrik çeşitlilikten faydalanmak, üretim sırasında hatalardan ders çıkarmaya dayanan geri dönüşlü bir eğitimin uygulanması, dijital tasarım dilinin kavranmasına yönelik deneyimlerdir. Bu anlamda dijital tasarım keşfetmeye yönelik farklı olanaklar sunmuştur. Tasarım sürecine yayılmış teknoloji, yazılımlar, makineler ve teknikler eğitimin parçası haline gelmiştir. Öğrenciler ancak bu amaçla planlanmış stüdyo ortamlarında pratik yaparak dijital tasarım ortamıyla tanışıp onu keşfedebilirler. Mimarlık eğitiminin bu değişime kendini adapte etmesi kaçınılmazdır.

Dijital tasarım araçları formel sistemlerdir. Bilgi, formel dil yardımı ile bilgisayara aktarılır ve kullanılabilir hale getirilir. Bu araçlar algoritmik düşünce yapısının gelişmesine katkıda bulunurlar. Günümüzde tasarımcının bu yeni tasarım diline hâkim olabilmesi için bu dili oluşturan analitik geometri, algoritma ve kompozisyon kurallarını kavraması gerekmektedir. Bilimsel akademik ortamdaki deneyimlerin

yanı sıra kılğısal alanda da (Ek-2) dijital tasarım araştırma departmanları olan ve bu konu üzerine eğilen mimari ofislerin tasarladığı dijital ortamda yapılmış güncel uygulamalarla mimarlığın tektoniğinin dönüştüğü ve yaygınlaşmakta olduğu sonucuna varılmıştır.Mimar Yu-Tung Liu'nin de kitabında belirttiğı gibi[69];

“Siberuzay deneyimleri fiziksel dünyada bizim mekânsal konseptlerimizi etkiliyorsa, yekpare Mısır mekânı, geometrik Yunan mekânı, mistik Gotik mekânı, dinamik Barok mekânı,modernizm mekânının ardından, dijitalizm de yeni bir mekânsal teori olacak.”

Dijital araçlar bizi tasarım tektoniğinin farklılaştığı yeni bir çağı götürüyor. Dolayısıyla tasarımcı dijital teknolojinin egemen olduğu bu çağda tasarım yaparken bilgisayar destekli tasarım teknolojisine ve bu araçları kullanma bilgisine sahip olmalıdır. Ancak dijital tabanlı tasarım ortamındaki gibi algoritmik düşünme biçimine sahip olduğunda tasarım gereklerine cevap verebilir, bilgisayarın sunduğı alternatifler arasında doğru ve verimli seçim yapabilir.

Çağın mimari eğilimi olan dijital tasarım ortamı hızlı bir şekilde mimarlığın tektoniğini yenileyerek kendine yer edinirken, biz tasarımcılara düşen görev, bilginin ve etkileşimin rolünün büyük olduğu bu alanda gündemdeki inanılmaz hızlı gelişimi takip etmek ve gelecek için yaratıcı alternatifler geliştirebilmektir.

KAYNAKLAR

1. Kolarevic, B., "Architecture in the Digital Age: Design and Manufacturing 1st ed.", Taylor & Francis Group, **Spon Press**, New York- London, 3-18, 21-24, 31-36, 53-86, 142-145 (2003)
2. İnternet: <http://www.asknature.org>
3. İnternet: <http://www.resimlerii.com>
4. İnternet: http://www.organicui.org/?page_id=36
5. Eliel, C., "L'Esprit Nouveau: Purizm in Paris 1st ed.", Harry N. Abrams, **Architectural Press**, Paris, 25 (1924)
6. Pak, B., "Yeni Mimarlık: Üç Boyutlu Arayüzler ve Mekânlaşmış Medya" (Dosya: Sayısal Mimarlık), **Mimarlık Dergisi**, 321(1): 31-37 (2005)
7. Tierney, T., "Abstract space: Beneath The Media Surface 1st ed.", Taylor & Francis, **MIT Press**, Cambridge-USA, 7-17 (2007)
8. İnternet: <http://www.macduffshipdesign.com/services/full%20cad%20drafting/3dconstruction.htm>
9. Tanyeli, U., "Mimarlık Teknolojisi Değişirken Türkiye", **Arredamento Mimarlık**, 66 (02): 7-9 (2004)
10. İnternet : http://en.wikipedia.org/wiki/Non-Euclidean_geometry
11. Henderson, L., "The Fourth Dimension and Non-Euclidean Geometry in Modern Art 1st ed.", **Princeton Universal Press**, 5-7 (1983)
12. İnternet: http://en.wikipedia.org/wiki/Non-uniform_rational_B-spline
13. Penz, F., "Computers in Architecture: Tools for Design 1st ed." **Longman**, Hong Kong, 140-145 (1992)
14. Ertaş, H., Mayıs, "Mimarlıkta Parametrik Dönüşüm Tasarım Sürecine ve Eğitime Nasıl Yansıyor?", **XXI YY Dergisi**, 101(5): 32-38 (2011)
15. Akipek, F., İnceoğlu, N., "Bilgisayar Destekli Tasarım ve Üretim Teknolojilerinin Mimarlıktaki Kullanımları" **YTÜ Mim. Fak. E-Dergisi**, 2(4): 239-245 (2007)
16. İnternet: <http://experienciazora.blogspot.com/2009/02/web-of-north.html>

17. Burry M., Murray Z., "Computer Aided Architectural Design Using Parametric Variation and Associative Geometry", **15th ECAADE-Conference Proceedings**, Vienna, 1-50 (1997)
18. Internet:<http://www.franken-architekten.de>
19. Rahim, A., "Contemporary Techniques in Architecture", **AD**, 72(155): 1-93 (2002)
20. Internet:<http://www.arch.columbia.edu/work/courses/studio/f09-marble-housing/teng-pope?filter=52>
21. Internet:http://www.organicui.org/?page_id=36
22. Internet:<http://www.contemporist.com/page/7/?s=Germany>
23. Terzidis, K., "The Intricacy Of The Otherness", Algorithmic Architecture 1st ed., **Architectural Press**, 15 (2006)
24. Internet:<http://www.aac.bartlett.ucl.ac.uk/ve/heo/Theorypaper.htm>
25. Frazer, J., "An Evolutionary Architecture 1st ed.", **Architectural Association**, London, 93-100 (1995)
26. Internet:iaac-digitalarchitecture.blogspot.com
27. Hadid, Z., Schumacher, P., "Latent Utopias- Experiments within Contemporary Architecture 1st ed.", **Springer Verlag Wien**, Graz, 125-130, 200-220 (2003)
28. Oxman, R., "Theory and Design in The First Digital Age", **Design Studies**, 27(3): 231-260 (2006)
29. Zellner, P., "Hybrid Space: New Forms in Digital Architecture 1st ed.", **Rizolli**, New York, 3-16 (1999)
30. Mitchell, W., "The Logic of Architecture: Design Computation and Cognition 1st ed.", **MIT Press**, Cambridge, 250-300 (1990)
31. Internet:<http://cgg-journal.com/2005-3/04/index.htm>
32. Mitchell, W., "Constructing Complexity", **Proceedings of the Tenth International Conference on Computer Aided Architectural Design Futures**, Vienna, 41-50 (2005)
33. Internet:www.designmuseum.org

34. Brell-Çokcan, S., Reis, M., Schmiedhofer, H., Braumann, J., "Modes of Production-Digital Design to Digital Production: Flank Milling with a 7-Axis CNC-Milling Robot and Parametric Design", **eCAADe**, İstanbul, 323-325 (2009)
35. İnternet:<http://archmpc.blogspot.com/2008/12/cnc-milling.html>
36. İnternet:<http://www.arcspace.com/architects/gehry/zolhoff/>
37. İnternet:http://thomasmayerarchive.de/categories.phpcat_id=1473&l=english
38. İnternet:<http://archmpc.blogspot.com/search/label/Digital%20Fabrication>
39. İnternet:<http://depts.washington.edu/icmpc11/interest.html>
40. İnternet:<http://archives.docam.ca/en/wp-content/GL/GL3ArchSig.html>
41. İnternet:<http://www.kiesler.org/cms/index.php?lang=3&idcat=28>
42. İnternet:<http://ditsad.wordpress.com/tag/aref-maksoud/>
43. İnternet:<http://spie.org/x8741.xml?ArticleID=x8741>
44. Topçuoğlu, Ş., "Sayısal Tasarım Teknolojilerinde Kullanılan Üç Boyutlu Donanımların Mimarlık Eğitime Katkıları", Yüksek Lisans Tezi, **YTÜ**, İstanbul, 71 (2007)
45. İnternet:<http://www.notebookplatformu.com>
46. Kolerevich, B. and Klinger, K., "Manufacturing Material Effects: Rethinking Design and Making in Architecture 1st ed.", **Routledge**, USA, 6-13, 15-21, 49- 73 (2008)
47. Johan, B., "Skin Deep: Polimer Composite Materials in Architecture, Contemporary Techniques in Architecture 1st ed.", **Wiley Academy Editions**, London, 72-76 (2002)
48. İnternet:http://www.treehugger.com/files/2008/01/the_water_cube.php
49. Akyol Altun, D., Ocak, "GeleceğinMimarlığı: Bilimsel-Teknolojik Değişimlerin Mimarlığa Etkileri", **DEÜ Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi** , 9(1): 78-86 (2007)
50. İnternet:<http://directoryoflosangeles.com/wp-content/uploads/2010/06/WD-concetrhall.jpg>
51. İnternet:<http://new.aec.at>

52. İnternet:<http://www.arkitera.com/g57-sanal-mimarlik-vehiperyuzeyler.html>
year=&aID=568&o=563
53. İnternet:azw.at
54. İnternet:<http://forum.skyscraperpage.com/showthread.php?t=188729>
55. İnternet:<http://www.faulders-studio.com>
56. Brookes, A., Pool, D., "Innovation in Architecture 1st ed.", Taylor & Francis, **Spon Press**, London and New York, 9-10 (2004)
57. İnternet:<http://www-personal.umich.edu>
58. İnternet:http://farm6.static.flickr.com/5048/5233931305_d223a684ef.jpg
59. Pottmann, H, Schiffner, A, Wallner, J," Geometry of Architectural Free Form Structures", **International Mathematics News**, 209(1): 16-23 (2008)
60. Pottmann, H., "Patterns of Architecture: Geometry and New and Future Spatial Patterns", **AD**, 79(11): 26 (2009)
61. İnternet:www.caad.arch.ethz.ch
62. İnternet:<http://www.free-d.nl/>
63. İnternet:<http://science.discovery.com/videos/build-it-bigger-season5-olympic-aquatic-center/>
64. İnternet:<http://aedesign.wordpress.com>
65. İnternet:<http://designingdigital.blogspot.com/>
66. Prix,W., March/April, Exuberance,"Let's Rock Over Barock", **AD**, 204(3): 52-53 (2010)
67. İnternet:<http://www.zaha-hadid.com/cultural/museum-for-the-royal-collection>
68. AMO/OMA-Rem Koolhaas, "Content 1st ed.", **Taschen**, USA, 70-71 (2004)
69. Liu, Y., "Architecture of Tomorrow", Demonstrating Digital Architecture : 5th Far Eastern International Digital Architectural Design Award, **Birkhauser Verlag AG**, USA, 3-37 (2005)

70. Derinboğaz, A, Temmuz, “UCLA Mimarlık Okulu: Teknolojinin Sivilleşmesi”, *Arredemento Mimarlık*, 215(7): 86-88 (2008)
71. Hitoshi, A., “UCLA School of Architecture Catalog, Regents of UCLA”, Los Angeles, 10-11 (2008)
72. Justin, M., October, “The New LA school”, *ICON* , 52(10): 50-54 (2007)
73. Verchota, G.C., Vogel, A.L., “Nonsymmetric Systems and Area Integral Estimates”, *Proceedings of the American Mathematical Society*, USA, 453-462 (2000)
74. Çolakoğlu B., Dionyan S., “A Parametric Form Generator: ConGen”, *Education of Computeraided Architectural Design in Europe(eCAADe) 23. Konferans Bildirileri*, Portekiz, 623-628 (2005)
75. Tunçer, B., “Digital Design & Manufacturing ”, *Research Colloquium Informatics*, TU Delft Netherlands , 42-43 (2007)
76. İnternet: www.smart-structures.org
77. İnternet: <http://www.iaac.net/>
78. İnternet: http://en.wikipedia.org/wiki/File:City_hall_London_at_dawn.jpg
79. İnternet: <http://www.bplusu.com/>
80. Jodidio, P., ”Architecture Now 3, 2nd ed.”, *Tashen*, 446-447 (2004)
81. İnternet: <http://www.arcspace.com/architects/nox/Son-O-House/>
82. İnternet: http://www.designbuild-network.com/projects/national_stadium/
83. İnternet: <http://www.mimdap.org/?p=41092>
84. Dinler, Z., ”Yükselen Mimarlıklar ve Getirdikleri Açılımlar”, Yüksek Lisans Tezi, *İTÜ*, İstanbul, 58-60 (2007)

EKLER

EK-1 Eğitim Alanında Dijital Tasarım Uygulamaları

UCLA (University of California Los Angeles)

Yeni teknolojik olanakların aktif ve yaratıcı mimarlık okullarından biri olan University of California Los Angeles (UCLA) Mimarlık Bölümü, dijital ortamda öğrencilerine tasarım yapabilmeleri için imkân vermiştir. UCLA özgül bir tasarım anlayışı kurmaya çalışıyor. Teknoloji dersleri okulun en ayırt edici yönlerinden birisidir. Asyalı öğrencilerin çalışma disiplini ile Amerika'nın pragmatik alışkanlıkları biraraya getiren çalışma temposu yoğun bir stüdyo ortamını sağlıyor.



Stüdyodan bir görüntü (fotoğraf: Adam Umber) [70]

Fotoğraftaki yüzey çalışmaları önce bilgisayarda Rhino ve Maya yazılımlarında desen panelleri olarak tasarlanmıştır. Ardından CNC tezgâhlarında işlenen kalıplar, vakum form makinelerinde sıvılaştırılmış plastik yüzeylere işlendi. Bu desen tek bir ritmin tekrarından çok, biraraya gelebilen çeşitlemelerden oluşuyor. Süreçte, çoğu zaman defalarca tekrarlanarak, doğru CNC çözünürlüğü, form ve bir araya geliş detayları geliştirildi. Birebir ürünün yanısıra çizimler yüksek çözünürlüklü bilgi içerecek biçimde tasarlandı ve vektörel özellikleri korunarak sonuç paftalara geçirildi. Hiçbir zaman Photoshop gibi raster image tabanlı yazılımlarda işlenmemiştir. Bilgisayar modelleri de her zaman hesaba dayalı Maya veya Rhino programlarında geliştiriliyor.

EK-1 (Devam) Eğitim Alanında Dijital Tasarım Uygulamaları



Dagmar Richter Araştırma Stüdyosu Sene Sonu Sergisi [71]

UCLA’ye özgü bir eğitim metodu 4 dönem boyunca proje stüdyolarına ek olarak devam eden araştırma stüdyosu son dönemde kapsamlı bir bitirme projesi niteliğinde işleniyor. Araştırma konuları kentsel bağlamda altyapısal, demografik, kültürel alanları kapsamakta; buna ek olarak, her stüdyo kendine özgü ileri teknikleri (canlandırma, istatistikler, etki ve performans gibi) deney alanına dâhil ediyor [70].

Thome Mayne, Greg Lynn, Jason Payne, Neil Denari, Kivi Sotoma bu stüdyoları yürüten önemli isimler arasında yer almaktadır. Bu isimlerle birlikte Sci-Arc mimarlık ortamı, form ve tekniğe tutkulu Los Angeles Okulu olarak anılıyor [72].

Mimarlığın teknikteki güncel açılımları ile LA Okulu yakından ilişkilidir. Tüm uzay-uçak endüstrisi yazılımlarının, animasyon araçlarının mimarlık alanına girmesi, kentteki mevcut çeşitli endüstriler sayesinde mümkün olmuştur. Mühendislerin ve animasyon tasarımcılarının teknikleri 1998’den itibaren UCLA ve Sci-Arc’da mimarlık platformuna aktarılmaya başlandı.

Örneğin, Tom Wiscombe formları performans değerlerine göre mimari çözümlerde kullanıyor. Biçimlerin taşıyıcılıklarını ve benzer performanslarını yeniden değerlendirerek üretiyor. Tüm bu yaklaşımların altında tasarımın “üremesi”, “gelişmesi” gibi kavramlar yer alıyor [73].

EK-1 (Devam) Eğitim Alanında Dijital Tasarım Uygulamaları

Tasarımı Tasarlamak Atölyesi -Yıldız Teknik Üniversitesi

YTÜ Mimarlık Fakültesi Bilgisayar Ortamında Mimarlık Yüksek Lisans programında uygulanan “Tasarımı Tasarlamak” atölyesinin amacı, katılımcıları formel tasarım mantığı ve bunun getirdiği yeni tasarım dili ile tanıştırmaktır. 2005-2006 öğretim yılı güz yarıyılında her hafta bir gün süresince devam eden atölye çalışmalarının yapısını “okuma”, “teknik bilgi” ve “parametrik tasarım uygulamaları” olmak üzere üç bölümde incelemek mümkündür.

Okuma

Atölyenin ilk bölümünde hedeflenen, katılımcıları tasarım dünyasında gerçekleşmekte olan paradigma değişiminden haberdar kılmaktır. Katılımcıların bu dönüşümden haberdar olmalarının yanında, bu dönüşümü bizzat deneyimlemelerini sağlamak hedeflenmiştir.

Teknik Bilgi

Atölyenin ikinci bölümü, teorik bilginin pratiğe dönüştürülmesini amaçlamaktadır. Bu bölümde algoritmik tasarım mantığı ve tekniği üzerinde durulmuştur. Bu amaçla yazılımlar içerisinde script 3 dilleri geliştirilmekte veya mevcut script yapıları güçlendirilmektedir. BDT yazılımları içerisindeki script dilleri (AutoLisp, Maya Encoding Language(MEL), MaxScript, RhinoScript vb.) tasarımcılara, tasarım eğilimlerini sayısal ortamda ifade etme yöntemini sunmaktadırlar. Bu yöntem sayesinde, ekran üzerindeki arayüz yardımı ile ifade edilen durağan tasarımların yerini, ilişkilendirilmiş biçimsel ve mekânsal tanımları içerisinde tüm parametreleri ve gelişim süreçleri kontrol edilebilen dinamik tasarımlar almaktadır. Bilgisayar bu sayede sadece görsel nitelikleri ile değil, algoritmik yapısı ile de tasarımcıya destek olmaktadır.

EK-1 (Devam) Eğitim Alanında Dijital Tasarım Uygulamaları

Atölye katılımcılarının bu yöntemi kullanabilmesi için bilgisayar programcısı olmaları gerekmemektedir. Ancak mimari tasarımda ve/veya temsilde kullandıkları araçların yapısındaki algoritma düzenlerini ve tasarı geometriyi kavramaları önemlidir. Atölyenin bu bölümünde katılımcılara MaxScript üzerinden söz konusu mantık ve geometri tanıtılmıştır.

Parametrik Tasarım Uygulamaları

Atölye uygulamaları çeşitli nesne ailelerinin türetilmesini içermiştir. Katılımcılar için hem kullanılan araç hem de yöntem açısından yeni olan bu uygulamalar dört aşamalı olarak geliştirilmiştir.

- *Analiz:* İlk aşama, tasarım nesnesini oluşturan alt bileşenlerin ve tasarımı etkileyecek olan temel parametrelerin keşfedilmesine dayanan analiz çalışmasıdır. Burada örnekler incelenerek kullanılacak tasarım elemanları belirlenmiştir.
- *Sentez:* İkinci aşama, elde edilen verilerin tasarlanan nesne ailesini oluşturmak üzere sentezlenmesidir. Bu aşamada tasarımcı kullanacağı veya göz ardı edeceği parametreleri ve alt bileşenleri seçer, algoritmik ilişkileri diyagramlar ile tanımlar.
- *Uygulama:* Üçüncü aşama, tasarım elemanlarının, elemanlar arasındaki ilişkilerin, parametrelerin ve sınırlamaların bilgisayara aktarılmasıdır.
- *Test:* Son aşama, tanımlanmış tasarım algoritmalarını farklı parametreler ve kısıtlamalar ile çalıştırarak tasarım kompozisyonlarını deneme aşamasıdır.

EK-1 (Devam) Eğitim Alanında Dijital Tasarım Uygulamaları

Çalışma Grubu A

Bu grubun çalışmasında mevcut arazide konumlanacak kütlelerin üzerini örten bir kabuk tasarımı amaçlanmıştır. Bunu yaparken alışılmış tasarım yöntemlerinden koparak bilgisayar destekli bir süreç kullanılmıştır.

Yapı kütleleri, bir deneysel çalışma olan ve 3D Studio Max programı altında plug-in olarak çalışan ConGen'den yararlanılarak, boyutları tasarımcı tarafından belirlenen minimum ve maximum noktalar arasında, bilgisayarda oluşturulmuştur [74].



ConGen de üretilmiş yapı blokları kompozisyonu [74]

Analiz:

Şekilde ConGen ile elde edilen yapı blokları kompozisyonu görülmektedir. Çalışma grubu A'daki katılımcılar tarafından hazırlanan MaxScript programı ile kütlelerin üzerini örten bir kabuk oluşturulması hedeflenmiş, tasarıma başlamadan önce gerekli parametreler, kütlelerin üst yüzeyleri ve dört odak noktası ile oluşturulan düzlemler gözden geçirilmiştir.

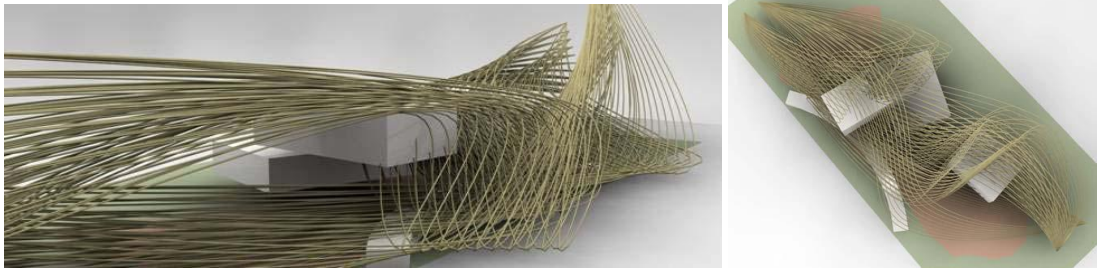
EK-1 (Devam) Eğitim Alanında Dijital Tasarım Uygulamaları

Sentez:

Tasarlanması amaçlanan örtüyü oluşturmak için iki odak noktasını ve seçilen iki kütle için üst yüzeylerine teğet olacak veya kesecek biçimde tanımlanan analitik denklemler kullanılmış, daha sonra bu denklemler, yazılan script ile manipüle edilerek olası farklı kabuk tasarımları türetilmiştir.

Uygulama:

Aşağıda yapılan bu türetmelerden örnekler görülmektedir.



Kabuk örtü türetmeleri [74]

Sonuç

Sayısal teknolojilerin sunduğu olanaklar ve fırsatlar tasarım uygulamasında ve eğitiminde paradigma değişimine neden olmaktadır. “Tasarımı Tasarlamak” atölye çalışması bu değişim sürecinde yeni tasarım yöntemlerinin tasarım eğitime entegrasyonunu araştıran deneysel bir eğitim çalışması niteliği taşımaktadır. Bu çalışmada mimari programlar, tipolojiler, bina kodları ve mimari dilde varolan kural tabanlı mantığın form ve mekân tasarımında bir yöntem olarak kullanılması denenmiştir.

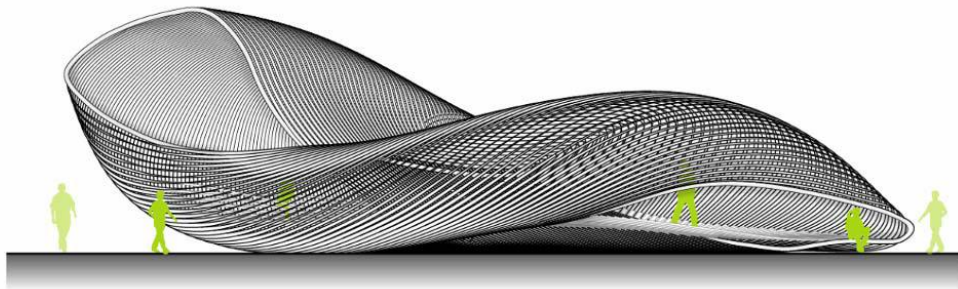
EK-1 (Devam) Eğitim Alanında Dijital Tasarım Uygulamaları

Tasarımda tanımlı ve anlaşılabilir modellerin oluşturulması ve geliştirilmesi, algoritmik düşüncenin kullanımı ile doğrudan ilgilidir. Algoritmik tasarım, biçim, strüktür ve süreçleri inceleyen kavramsal bir çerçeve oluşturarak bilgisayar yazılımları içerisindeki soyut tasarım uzayını görünenin ötesine taşımaktadır. Dijital teknolojilerin tasarım ve üretim aşamasında getirdiği yenilikler dünyasında mimarinin yerini bulması için kendisine yabancı olan algoritmik form geliştirme ve tasarım süreçlerini tasarım yöntemlerine entegre etmesi gerekliliği hem tasarımcı hem de tasarım eğitimcileri arasında gerekli görülmektedir [74].

Akıllı Yapılar-Delft, Kassel ve Knoxville

2006 yılında yapılan ‘*The International Smart Structures Lab*’ stüdyosunda, Amerika, Hollanda ve Almanya’dan katılan öğrencilerle, dijital tasarım ve dijital fabrikasyon üzerine çalışılmıştır. Üç farklı enstitüden katılan mimarlık öğrencileri uluslararası gruplarda çalışmışlardır.

Dünyada artan bu tür sosya-kültürel birleşimler kursun ana temasıdır. Yapı endüstrisindeki teknolojik gelişmeler mimarları diğer disiplinlerle ilişkide olmaya yönlendirmiştir. Stüdyo çalışmalarında dijital tasarım ve modelleme araçları, analizleri ve fabrikasyon araçları arasında iş akışı incelenmiştir. İşbirliği, tasarım egzersizi, dijital fabrikasyon bileşenleri ve iletişim platformu açısından bütün katılımcılar için önemli bir eğitim deneyimidir [75].



Grup7: Spacelayer [76]

EK-1 (Devam) Eğitim Alanında Dijital Tasarım Uygulamaları

Dijital Tasarım ve Üretim

Bilgi ve iletişim teknolojisinde gelişme, sadece teknik bakış açısı ve aşamayı değil aynı zamanda yaratıcı tasarım bakışını da yani yapı sektöründeki bütün döngüyü etkilemiştir. 3B modelleme yazılımı, siberuzay, sanal gerçeklik, form yaratmada kullanılan akıllı teknikler gibi mekânsal modelleme tekniklerinin artması, tasarımcının önceden çizilemeyen ve yapılamayan formlarla ilgilenmesine olanak tanımıştır. Parametrik tasarım yaklaşımları ve üretim teknikleri gibi yeni teknik ve metotlara adapte olmak gereklidir.

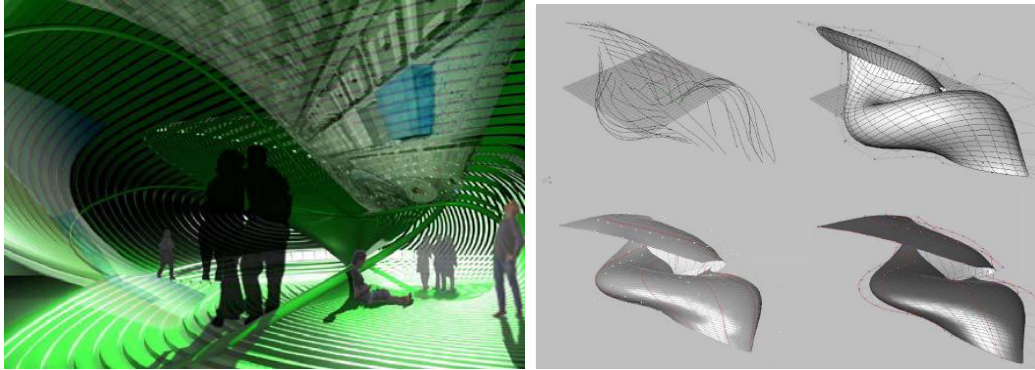
Bu stüdyo kapsamında uluslararası tasarım stüdyosu kapsamında öğrenciler dijital ortamda tasarım yapmayı araştırmış, birbirleriyle bilgi ve deneyimlerini paylaşmış, sanal ve fiziksel prototip gibi konularda bilgilenmiş ve dijital iş akışı geliştirmiştir. Stüdyo, Delft ve Kassel üniversitelerindeki tasarım workshoplarıyla başlamış, UT Knoxville kampüsündeki çalışmayla devam etmiştir. *International Smart Structures Lab*, mimarlık öğrencilerini global çevrede çalışma ve kültürel içeriği anlama konusunda geliştirmiştir [75].

Dijital Tasarım Aşamasının Global Eğitim Ortamındaki Etkisi

CAD, CNC ve hızlı prototip üretme dijital teknolojiler bugün için mimarlık eğitiminde tamamlayıcıdır. Stüdyodaki öğrenciler dijital ve analog tasarımı ve fabrikasyon araçlarını araştırmış ve kullanmışlardır. Dijital tasarım ve üretim uygulama metotları, kapsamlı bilgi transferi ve CAD modelleme için imkân sağlamaktadır. Merkezi veritabanı kullanımıyla öğrenciler aynı CAD model üzerinde eşzamanlı olarak çalışabilmışlerdir. Dijital fabrikasyon metotları bütün tasarım aşamasında kullanılmış, her öğrenci 3B modelini elde edebilmiştir. Lazer kesim, CNC frezeleme ve 3B yazıcı bilgisi farklı bölgelerde geliştirilmiş ve grup üyeleri

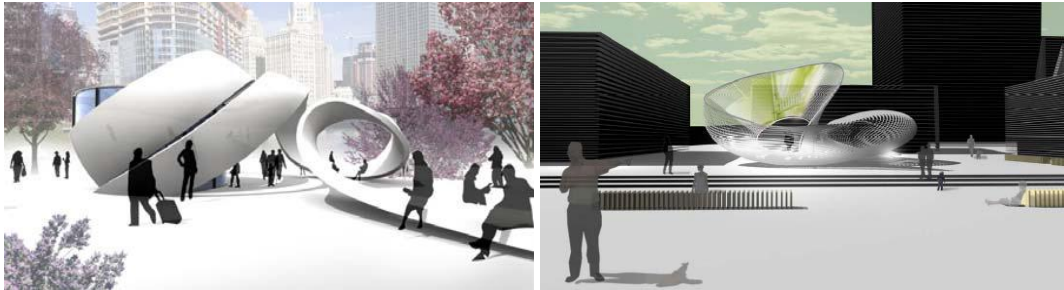
EK-1 (Devam) Eğitim Alanında Dijital Tasarım Uygulamaları

tarafından paylaşılmıştır. Dijital teknolojinin getirdiği bu imkânlar öğrenciler için çok farklı akademik tecrübe sağlamıştır [75].



Grup7: Spacelayer Morfoloji aşaması: (a)İç mekan perspektifi (b) Fiziksel modelin 3B tarayıcı ile dijital ortama aktarılması ve oluşturulan plinelardan eğrisel yüzeyler kapatılması, vertex noktalarının çekistirilerek optimize edilmesi [76]

Farklı fakültelerden katılım sağlayan bu uluslararası akademik bir çalışma ortamında öğrenciler kolektif çalışma becerisini geliştirmiş, globalizasyona itilmiştir.



GrupInfo Loop - GrupSpacelayer - Kullanıcılar ile etkileşimi güçlendiren, içe dönük ve dışadönük çok fonksiyonlar kısımlar arasındaki sinerji

Tasarım içeriği: Hesaplama ve Serbest Formlu Yapıların Üretimi

Dijital tasarım ve fabrikasyon mimarlığı temel olarak değiştiriyor. Bilgisayar destekli tasarım ve üretim serbest formların yapılabirliğini göstermiş ve 21 yy'da yapı endüstrisinde standartlara meydan okuyarak değişimi sağlamıştır. Bu trend bazı soruları beraberinde getiriyor.

EK-1 (Devam) Eğitim Alanında Dijital Tasarım Uygulamaları

- Yeni gelişen endüstriyel süreç yapı tasarımını ve inşasını nasıl şekillendiriyor?
- Tasarım ve endüstrinin içeriği nasıl değişiyor?
- Çağdaş fabrikasyonun mimarlığa getirdiği yeni paradigmlar nelerdir? gibi soruları beraberinde getirmektedir [75].

Akıllı yapılar

'Smart Structures Lab' için üç katılımcı üniversite öğrencilerinden reklam elemanı olarak planlanan portatif ve yenilikçiliği temsil eden bir pavyon yapmaları istenmiştir. Projeler üretilirken, 3B için CAD, FEM (Finite Element Method), CAMP (Modeling and Prototyping) and CAB (Computer-Aided Building) programlarıyla entegre çalışmayı gerektirmiştir. Stüdyo, Delft, Kassel ve Knoxville üniversitelerinde yapılan bir haftalık workshopların beraber çalışmasıyla oluşmuştur. Her bir workshopın bir amacı vardı.

Öğrenciler Delft üniversitesinde tasarım tekniklerini, Kassel üniversitesinde strüktürel tasarım ve kartezyen olmayan mimarlığı öğrenmiştir. Öğrenci grupları Avrupa'yı gezerken ve workshop sürecinde öğrendiklerine dayanan bilgi ve deneyimleriyle proje geliştirdiler ve sömestr boyunca interaktif sanal stüdyo olarak bunları sundular. Son olarak sömestr sonunda bütün üç üniversitedeki öğrencileri Knoxville'daki dijital üretim imkânlarını kullanarak çizimlerini, modellerini ve maketlerini ürettiler [75].

Stüdyoda kullanılan tasarım araçları 5 kategoride incelenebilir:

- Dijital analitik araçlar: 3B tarayıcı, FE yazılımı
- Dijital modelleme araçları: Maya, Rhino, FormZ, Autocad
- Dijital fabrikasyon araçları: lazer kesim, 3 akslı CNC kesim makineleri, hızlı prototipleme

EK-1 (Devam) Eğitim Alanında Dijital Tasarım Uygulamaları

- Dijital sunum araçları: dijital film, web tasarımı, masaüstü yayınlama yazılımı
- Analog fabrikasyon araçları: vakumlama, kaynak yapma, döküm, doku/matriks kalıba dökme
- İletişim araçları: skype, web sitesi

‘International Smart Structures Lab’ sonunda şu konulara değinilmiştir:

- 3 boyutlu formda kuvvet, form ve malzeme arasındaki kompleks ilişki: form bulma, strüktürel morfoloji ve optimizasyon
- Tasarım, teknik, analiz ve üretim arasındaki interaktif aşamayı düzene sokma
- İnteraktif yapıkabuğu için yeni malzeme ve üretim şekillerinin gelişimi
- Teknik ve prototip üretim, inşa aşamasının tamamlanması
- Üretim metotlarının tasarım üzerindeki etkisi, teknik bileşenleri
- Yapı teknolojisi gelişiminin yansımaları
- Yapı bileşenlerinin tasarım, gelişim ve prototipi
- Doğadan esinlenen mimari sistemlerin etkisi, bilgisayar kontrollü üretim

Stüdyonun Sonuçları:

Öğrenciler tasarım tekniklerini, strüktürel tasarımı, Kartezyen olmayan mimarlığı öğrenmişlerdir. Workshop boyunca öğrendikleri bilgi deneyimlerine dayanan proje geliştirmişlerdir. Bu tasarımlarını interaktif tasarım stüdyosu olarak sunmuşlardır.

- Projelerin son aşamasında öğrenciler tasarladıkları çizim, model ve maketleri üretmişlerdir.
- Öğrenciler, gelişen mimari paradigmaları keşfetmiş, yeni dijital teknolojileri kullanarak nasıl proje ve strüktür tasarlandığını ve nasıl üretildiğini öğrenmişlerdir.

EK-1 (Devam) Eğitim Alanında Dijital Tasarım Uygulamaları

- Öğrenciler sanal olarak beraber grup çalışması yapabilmek için yeni iletişim ağını kullanmışlardır.

Bu stüdyoların yanında örnek olarak Katolonya Mimarlık Enstitüsünde dijital tasarım tabanlı stüdyo çalışma ortamı da görüntülenerek deneyimlenmiştir. [77]

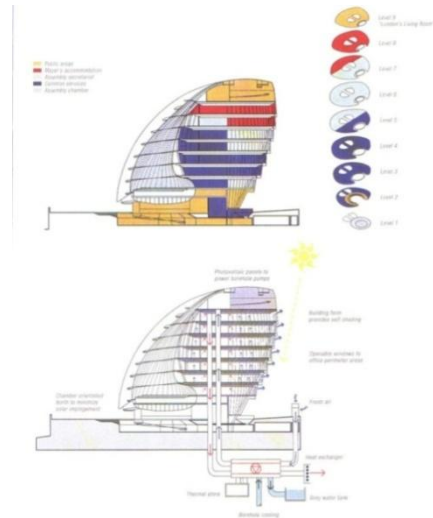
EK-2 Kılıgısal Alanda Dijital Tasarım Uygulamaları

City Hall projesinin özelliği, başlangıç fikri olarak enerji çözümü ile entegre edilerek yapılabilecek bir yapı olmasıdır.Proje, arkasına testere dişi gibi profillerin takıldığı dişli konik giydirme cephe etkisini veren, nehre bakan bir göz merceği gibi tasarlandı.

Proje bir ‘parametrik çakıl taşı’ tasarlama fikriyle doğmuştur. Bunu ifade ederken *çakıl taşı* tanımlanabilir bir geometri ile nasıl formulize edilebilir sorusu ortaya çıkmıştır. Öncelikle bir küreden yola çıkma daha sonra da bunu dönüştürme yoluna başvurulmuştur. Bu aşama animasyon yazılımı ile CAD yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Orantısal ilişkileri ayarlayabilmek için küre için ‘minimal kontrol poligonu’ parametrik kontrol çubuğuyla bağlanmıştır.



City Hall,London,Foster and Partners,2002 [78]



City Hall pasif havalandırma ve ısıtma sistemi [78]

Tasarımın performans verileriyle oluşturma stratejisine bakıldığında hangi kriterlerin forma yön verdiği gözlenebilir. Orantısal kontrol mekanizması tasarımcıya, ölçüler sistem tarafından kaydedilirken, dinamik ayar eğrisi sunuyor. Uygun şekil

EK-2 (Devam) Kılıgısal Alanda Dijital Tasarım Uygulamaları

bulduğunda kontrol poligonu devreden çıkıyor ve katı model üretiliyor. City Hall ‘da, çakıl taşı formu bu yolla oluşturuluyor.

Eğer ana aks öğlen güneşine göre yönlendirilseydi, form güneş enerjisi kazancı için minimal yüzey alanı sağlayacaktı. Yan cepheler, güneş ışığının açısının az olduğu doğu ve batıda minimal alan oluşturmak için eğrisel düşünülmüştür. Atriumun başlangıçtaki şekli, yüzeyin basit bir eğri ile kesme yöntemiyle elde edilmiştir. Bütün bu veri ve bileşenler kullanılarak, hem estetik bir biçime hem de bunun yanında enerji etkin özelliklere sahip bir tasarım ortaya çıkmıştır [111].

Los Angeles’tan lisanslı olan Scott Uriu ve Herwig Baumgartner ortaklarının 1999 ‘da kurduğu B+U grubu yazılım teknolojileri kullanarak yenilikçi mimari tasarım anlayışı içinde proje üretmeyi amaçlayan proje tasarımcılarına gösterilebilecek örneklerden biridir. Grup tasarım kriterlerini şu şekilde açıklamıştır [79]:

“Bizim yöntemimiz etrafımıza yenilikçi tasarım anlayışımızla meydan okumak. Yenilikçilik, teknoloji ve sürdürülebilirlik, tasarım problemlerimizi çözerken kullandığımız bizim üç yol gösterici alandır. Teknolojiyi kullanmak ve kombinasyonlarla araştırma yapmak, sonogram, sesler ve manyetizma gibi algılanamayan güçlerle proje tasarlamak bizim işimizin can alıcı noktasıdır. Teorimizin gerçekleşmesine izin veren üç boyutlu formu elde edebilen, analitik ve üretici yazılım geliştirdik.”

Grup, film endüstrisi, havacılık, medikal üretim, otomotiv endüstrisi gibi benzer yönleri olan alanların tekniklerini ve kaynaklarını kullanıyor. Tasarımlarını görselleştirmek için, 3B dijital teknoloji, hızlı prototip üretme, lazer kesim, CNC frezeleme vakumla biçimlendirme ve geleneksel maket yöntemini uyguluyor. Projelerin yapı sistemini geliştirirken ve modelini üretme aşamasında yüklenici ve üretici ile birebir ilişki içinde bulunuyor.

Özgün strüktür çözümleriyle dijital ortamda tasarladıkları projelerden biri olarak ‘*Tall Emblem Structure Dubai*’ örnek gösterilebilir. Tall Emblem Structure önerisi,

EK-2 (Devam) Kılısal Alanda Dijital Tasarım Uygulamaları

Eyfel kulesi, Özgürlük Heykeli, St. Louis Arch gibi Dubai için landmark olabilecek şekilde çelikten yapılmış, eşsiz strüktürle tasarlanmıştır. Bu dinamik çelik strüktür, Zaabeel parkta kule ve etrafındaki peyzaj ile yumuşak bir geçiş sağlamıştır.

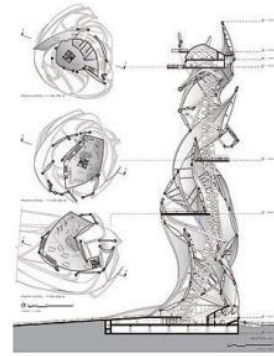
Serbest geometrik formdan oluşan strüktürünün yanında yapı enerji etkin olarak tasarlanmıştır ve ancak dijital ortamda hesaplanıp gerçeğe dönüştürülebilir bir yapıya sahiptir.



Tall Emblem Structure perspektifler [79]



Tall Emblem Structure Sirkülasyon diyagramı [79]

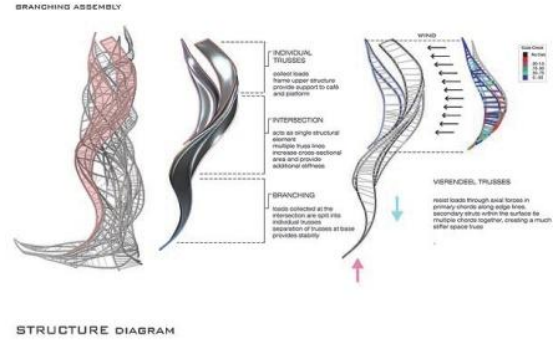


Tall Emblem Structure Kesit[79]

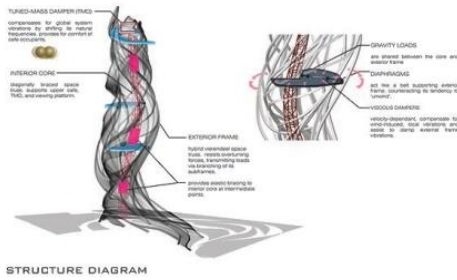
EK-2 (Devam) Kılıgısal Alanda Dijital Tasarım Uygulamaları



Tall Emblem Structure Vaziyet Planı [79]



Tall Emblem Structure taşıyıcı diyagramı [79]



Tall Emblem Structure taşıyıcı diyagramı [79]

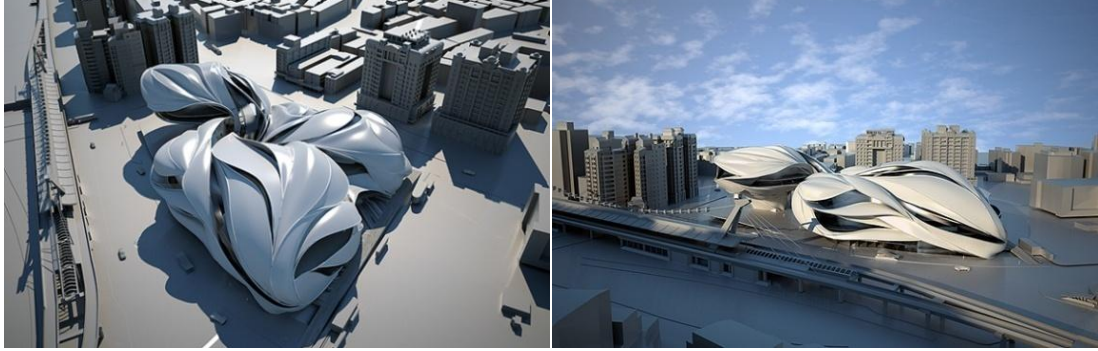


Tall Emblem Structure güneş diyagramı [79]

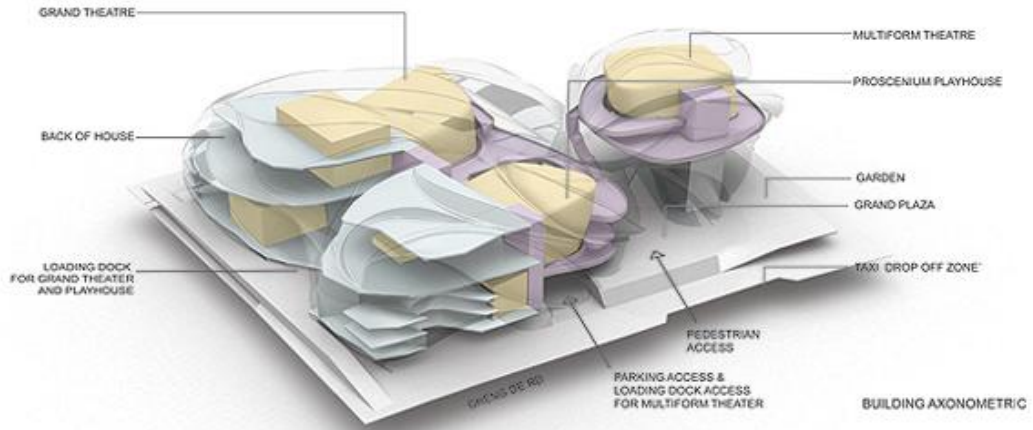
Performans sanatının zenginlik ve çeşitliliğini temsil eden ve bulunduğu bölgenin durak noktası olabilecek *Taipei Performans Sanatları Merkezi*¹ B+U grubunun cesur strüktür tasarımlarının bir başka örneğidir. Yapının şekil ve morfolojisi, ses dalgalarının analizi ve bunların üç boyutlu vektörlere dönüşümünden tasarlanmıştır. Bu vektörler strüktür çerçevesini ve dış kabuğu şekillendirmiştir. Metal ve cam malzemeye çevrelenen yapı, içindeki aktiviteleri şehre farklı açılarda sunmuştur.

¹**İşveren:** Taipei yönetimi **Program:** Performans Sanatları Merkezi **Alan:** 400 sqft **Bütçe:** 130 million **Malzeme:** cam,çelik,metal,beton **Mimar:** B+U,LLP **Ekip başı:** Herwig Baumgartner, Scott Uriu Team **Ekip:** Paul Macherey, Justin Oh, Phillip Ramirez, Art Zargaryan, Daniel Saltee, Yaohua Wang **Müşavir:** S.C.S. & Associates (yürütücü mimar), ARUP (strüktür), Theatre projects consultants, Inc (tiyatro danışmanı), Nagata acoustics (akustik) [80]

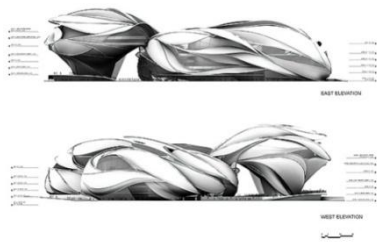
EK-2 (Devam) Kılıgısal Alanda Dijital Tasarım Uygulamaları



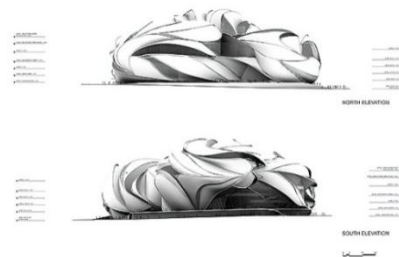
Taipei Performans Sanatları Merkezi perspektifler



Taipei Performans Sanatları Merkezi zonlama

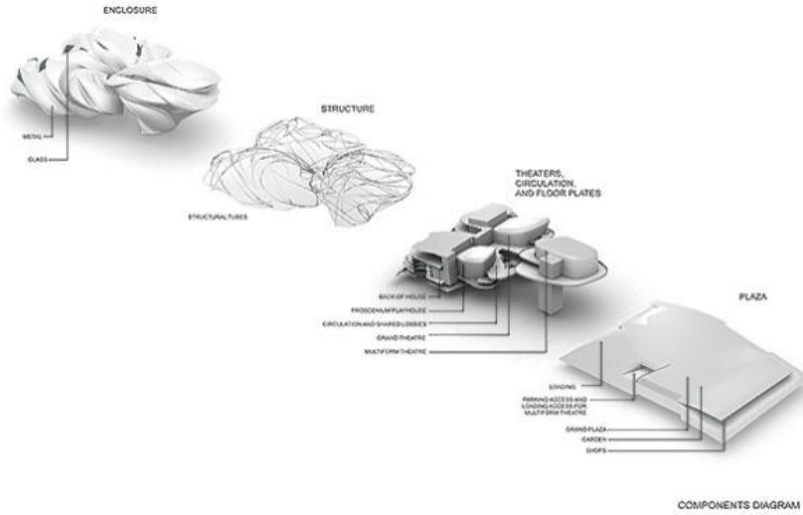


Taipei Performans Sanatları Merkezi
Doğu-batı görünüşü



Taipei Performans Sanatları Merkezi
kuzey-güney görünüşü

EK-2 (Devam) Kılıgısal Alanda Dijital Tasarım Uygulamaları



Taipei Performans Sanatları Merkezi bileşenler

Nox tarafından tasarlanan Son-O-House (2000-2003) pavyonun strüktürü hem estetik bir mimariye, hem de ses programcısı *Edwin van der Heide* çalışmaları ile insanları sesin kompozisyonuna katan bir kurguya sahiptir. Strüktürün koreografisi ilk aşamada kâğıt şeritlerin hareketlerinden oluşturulmuştur. 3 boyutlu delikli strüktür, saçın kıvrılıp ayrılan bir parçasına benzemektedir.

Bu kâğıt şeritlerinden yapılan analog hesaplamalı sistem sayılaştırılarak bilgisayara aktarılarak tekrar modellenmiştir. Bu biçimdeki bir strüktürü ancak dijital ortam vasıtasıyla elde etmek mümkün olabilir [80].



Son-O-House kâğıt şeritleri ile maket yapımı [80]

EK-2 (Devam) Kılıgısal Alanda Dijital Tasarım Uygulamaları



Son-O-House [81]

Çin'de olimpiyatlar için Herzog de Meuren tarafından tasarlanmış olimpiyat stadyumunun yüzey strüktürü basit olmasına rağmen geometrisi, hesapları manuel olarak hesaplanamayacak kadar karışık kompleksir.



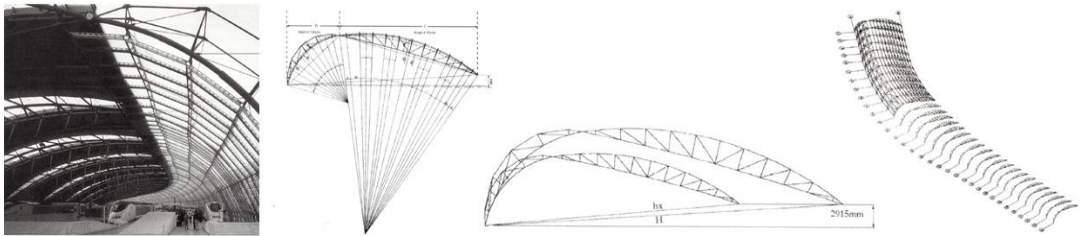
Pekin Olimpiyat Stadyumu, Herzog de Meuren- China Architecture Design & Research Group [82]

Kuş yuvası şeklindeki stüktürü, rastgele olarak görülsede belli bir geometri ile 36 km saran çelikten oluşmaktadır. Dönen burkulan strüktüründen dolayı inşa edilirken yazılıma ihtiyaç duymuştur. Sıcaklığı, strüktürün her açısındaki hava akım hızını hesaplamak için ve bütün havalandırma sistemini optimize etmek için hesaplamalı akışkanlar dinamiği (CFD) kullanılmıştır. Projenin strüktür, mekanik, elektrik mühendisliği, yangın güvenliği, akustik tasarımı Ove Arup & Partners üstlenmiştir.

EK-2 (Devam) Kılıgısal Alanda Dijital Tasarım Uygulamaları

Nicholas Grimshaw ve Ortakları tarafından 1993'te inşa edilen Londra Waterloo Terminal'i 50 m'den 35 m'ye daralan 400 m uzunluktaki cam giydirme kabuk ile parametrik yaklaşımla tasarlanmış bir örnektir.

Eğrisel çatının, değişen arazi biçimine uyum gösteren, ölçüsü ve biçimi birbirinden farklılaşan strüktürel elemanlarının tasarımı için tek bir makasın parametrik modeli yapılmış ve bu modelden türeyecek diğer makaslar için tasarım kuralları belirlenmiştir. Çatı strüktürü 36 farklı ölçüde yay kirişten oluşmaktadır. Platformların asimetrik geometrisinden dolayı, yaylar platformların üzerinden farklı açılarla eğiliyor. Her bir yay farklı açı ve genişlikle çatı üzerindeki izi takip ediyor. Çatı strüktürünü oluşturan üç mafsallı yay benzeri kemer için ölçek, boyut, pozisyon gibi parametreler belirlenmiş ve terminal boyunca dizilecek diğer makaslar parametre değerleri değiştirilerek kısa zamanda türetilenmiştir.

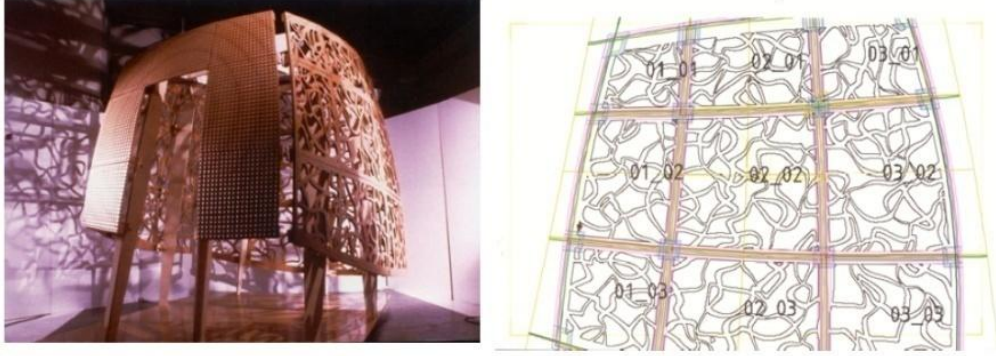


Waterloo Terminali ve her biri farklı ölçüdeki 36 adet yay strüktür için kurulan parametrik sistem [1]

Parametrik geometri uygulamasına bir diğer örnek olarak Objectile mimarlık grubunun TopCad programı ile çalışarak tasarım ve üretim için sayısal tabanlı ortak bir platform oluşturmalarını verebiliriz.

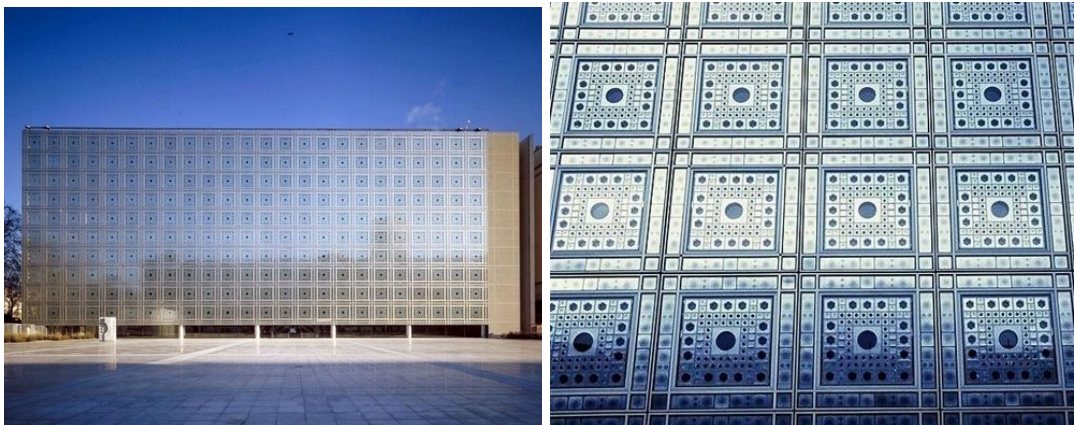
Objectile tasarımcıları 2002'de Beyond Media uluslararası mimarlık festivalinde uyguladıkları pavyonda *projektif geometriye* biçimlenen, üç kaçış noktasına göre her yüzeyi eğriselleşen bir küpün tasarımı ve uygulaması için dijital tasarım ve üretim teknolojilerine dayalı bir sistem kurdular.

EK-2 (Devam) Kılıgısal Alanda Dijital Tasarım Uygulamaları



Philibert De Lorme Pavyonu ve modelin üretim için kodlanması [1]

12 strüktürel eleman, 45 eğrisel panel ve 180 birleşim elemanından oluşan ve her biri ayrı biçim, açı ve ölçüdeki bileşenlerin tasarımı ve uygulaması için bir program yazılımı geliştirildi. Amaç üç kaçış noktasının yerleri değiştirildiğinde en küçük detayına kadar otomatik olarak yeniden biçimlenen bir mimari sistem kurmaktır. Bu model bir kez kurulduktan sonra biçimlendirmek istenilen bileşenin ilgili olduğu geometri seçilir ve parametre değerleri değiştirilerek istenilen bileşen tasarlanmış olur. Kurulan sistemde her bir bileşen diğer bileşenle yan yana geliş bilgisini ve CAD/CAM ortamında nasıl yerleştirileceği bilgisini de içerir [83].



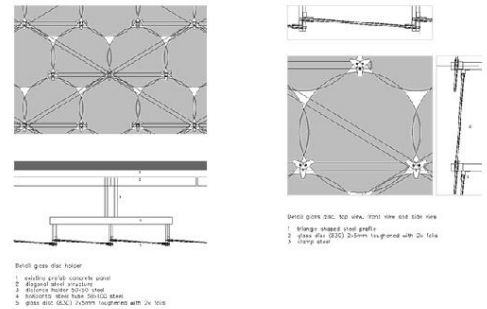
Arap Dünyası Enstitüsü, Jean Nouvel, Paris,Fransa,1987 [83]

EK-2 (Devam) Kılıgısal Alanda Dijital Tasarım Uygulamaları

Jean Nouvel'in göz alıcı gelişmiş Batı tarzı mimarlık anlayışını Arap estetiği ile bir araya getirdiği Institut du Monde Arabe (Arap Dünyası Enstitüsü) projesi cephesiyle ön plana çıkmıştır. Gün ışığında aşırı ısınmayı önleyecek şekilde daralıp aydınlatma sağlayacak şekilde genişleyebilen mekanik boşluklarla süslenmiş ileri teknoloji ürünü duvarlar bulunuyor. Bu kinetik duvar güneye baktığı için bina ısı etkilerini ve iç mekan aydınlatmasını tek bir dijital sistemle kontrol edebiliyor. Bu projede otuz bin adet ışığa hassas mercek perdelerini cephe camının arkasına yerleştirdi. Adeta fotoğraf makinesinin lenslerinin açılıp kapanması gibi, bu mercek perdeleri de ışığın binaya girişinin kontrol edilmesi için kullanıldı, aynı zamanda Arap mimarisinde yaygın olan "mashrabiya" adı verilen geleneksel mimarlık tarzı da bu sistem sayesinde tasarıma yansıtıldı.



Galleria Hall West, Seoul, South Korea, UN Studio van Berkel & Bos 2003-2004 [69]



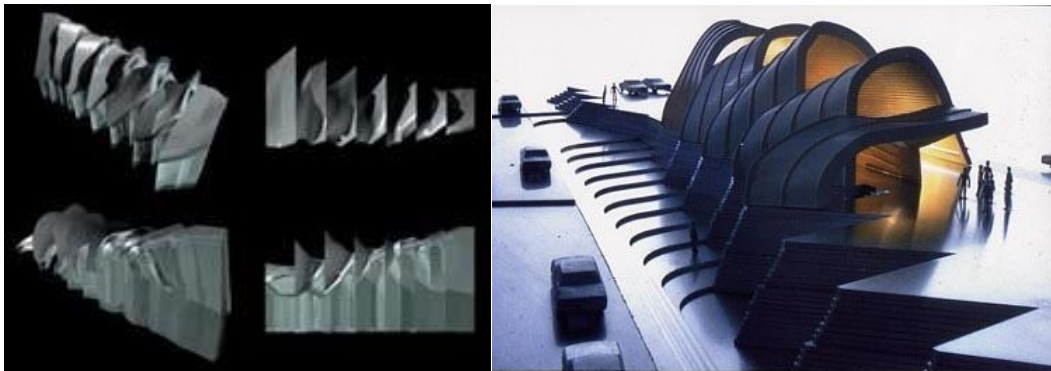
Galleria Hall West cam disk detayı [69]

Projede izleyiciye farklı etkiler veren canlı bir cephe denenmek istenmiştir. Bütün cepheyi kaplayan, çember geometrili bir doku seçilmiştir. Toplamda 4330 metal çerçeveye sarılmış cam diskler cepheye monte edilmiştir. Cam diskler dikroik ayna içeren lamine kumlanmış camdan oluşmaktadır. Farklı maddeler test etmek, ayna ve camın değişik kombinasyonlarını kullanmak bu süreçte temel olmuştur. Gün ve geceye göre efektlerini test ve tahmin etmek için sayısız model yapılmıştır. Gün boyunca hava değişimleri yansımanın açısını, ışığın soğurulmasını ve cam çember üzerindeki renkleri etkiliyor. Cephe insan kontrolünden öte dış etkenlerle değişiyor.

EK-2 (Devam) Kılıgısal Alanda Dijital Tasarım Uygulamaları

Gece ise, her cam diskin arkasına takılan dijital kontrollü LED ışıık kaynağı ile renk manipölasyonu ve ışıık salınımı denetlemek mümkün. Günden güne değışen hava koşulları ve bunların cam disklerin oluşturduğu dokudan veri olarak bilgisayara aktarılması teknoloji kullanımının göstergesidir. Cephe, dijital ekran olabilmenin yanında, daha önemlisi çevresel etkenlere cam disklerin malzeme performansıyla tepki veren interaktif bir yüzey olarak tasarlanmıştır [118].

Greg Lynn tarafından tasarlanan, suyun akışkanlığını eliptik hareketlerle yansıtılmak istenen H2 Evi, düşük enerji kullanımı ve güneş enerjisi teknolojisi tanıtımı için çok işlevli bir ziyaretçi merkezidir. H2O Expo'nun tasarım ve yapım aşamasında bilgisayarlar kullanılmıştır. Yapının karmaşık formu CAD modellemesinin bilgilerinden faydalanılarak ortaya çıkmıştır. RIBA konferanslarında 'çizgi, eksik bilgilendirilmiş eğridir' başlıklı proje olarak sunulan H2O Expo'ya tasarım sürecinde kullanılan animasyon teknikleri ve diyagramlar açıklanarak yeni açılımlar katılmıştır. Bu süreç içinde belirli noktalarda durularak diyagramlar ve maketler yapılmış, bu diyagram ve maketlerden elde edilen verilerin tekrar bilgisayar ortamına aktarılmasıyla yapım aşamasına geçilmiştir. NOX mimarları bu projeyi 'yüksek bilgiyle buluşan malzeme' olarak tanımlamaktadırlar. Tasarım, kendisinin yıl boyunca solar performansını modelleyen bilgisayar simölasyonundan faydalanmaktadır. Bu simölasyonlar, yönelme ve fotovoltaiik hücrelerin konumlarıyla binanın gerçek hacmi ve formunu oluşturmak için kullanılmıştır [84].



H2 Evi, Greg Lynn [52]

EK-2 (Devam) Kılıgısal Alanda Dijital Tasarım Uygulamaları

Tasarımın ana ögesini, hidrojen gazından enerji üreterek elde edilen su oluşturuyor. Bu binada, teknoloji serinletici ve ıslak bir görünümle sunulmuş. Hassas tekniklerin bir arada kullanımı dalgalanarak değişen yüzeyler oluşturmakta. Isı ve bilgi akışı, elektronik aksamla gazı enerjiye dönüştüren radyatör gibi yapının içinde yön belirliyor. Cam yüzeylerin hassas bir jelle kaplanması ile değişen dış etkenlere uyum anında sağlanabiliyor [53]. Hidrojen Evinde sadece yeni simülasyon ve geometri değil, kullanıcıya göre değişen ve farklı tepkiler veren (saydamlaşma) yüzeylere önem verildiğini görüyoruz.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : YİĞİT, Hamide
 Uyuğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 23.05.1983 Ankara
 Medeni hali : Bekâr
 Telefon : 0 (537) 886 69 36
 e-mail : hamideyigit00@gmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lisans	Gazi Üniversitesi/ Mimarlık	2007
Lise	Fethiye Kemal Mumcu Anadolu Lisesi	2002

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2005	Kur İnşaat	Stajyer
2006	Aktar Mimarlık	Stajyer
2007-2008	Aktar Mimarlık	Mimar
2008	Projen Mimarlık	Mimar
2008-Halen	Peb Mimarlık	Mimar

Yayınlar

1. Dosya 2 Kentsel Dönüşüm Tartışmaları-2, Mimarlar Odası, syf:63
2. Mimarlık Dergisi 343, Eylül-Ekim 2008
3. Mimarlık Dergisi 349, Eylül-Ekim 2009

Yabancı Dil

İngilizce, Almanca

Hobiler

Fotoğrafçılık, Latin dansları, Grafik Tasarım